

# Projeto de Monitoramento de Cetáceos na Bacia de Santos - PMC-BS

## 2º Relatório Anual – Ciclos 1 a 4



**Projeto de Monitoramento  
de Cetáceos na Bacia de Santos  
PMC-BS**

**2º Relatório Anual – Ciclos 1 a 4**

**Volume Único**

**Revisão 01  
Novembro / 2017**



**E&P**





---

## ÍNDICE GERAL

LISTA DE QUADROS .....	16
LISTA DE FIGURAS .....	17
LISTA DE ANEXOS .....	43
APRESENTAÇÃO.....	44
I. INTRODUÇÃO.....	45
II. MÉTODOS.....	48
II.1 Plataformas de pesquisa .....	50
II.2 Avistagem Embarcada .....	53
II.3 Monitoramento Acústico Passivo (MAP) .....	55
II.4 Avistagem Aérea .....	63
II.5 Telemetria .....	66
II.6 Fotoidentificação .....	73
II.7 Biópsias e Genética.....	75
III. Esforço e tamanho amostral por área temática .....	79
III.1 Avistagem Embarcada .....	82
III.2 Monitoramento Acústico Passivo .....	88
III.3 Avistagem Aérea .....	101
III.4 Telemetria .....	109
III.5 Fotoidentificação .....	129
III.6 Genética .....	145
IV. RESULTADOS E DISCUSSÃO ORIENTADA PARA OS OBJETIVOS .....	154
IV.1 Riqueza e Distribuição.....	154
IV.1.1 Comunidade de Cetáceos da Bacia de Santos.....	154
IV.1.2 Identificação Molecular das Espécies .....	167
IV.1.3 Diversidade genética .....	184
IV.1.4 Estrutura Genética Populacional.....	191
IV.1.5 Distribuição dos cetáceos .....	196
IV.1.6 Movimentos.....	205
IV.2 Densidade e Abundância .....	269

IV.2.1 Estimativas de densidade de cetáceos em Campanhas de Avistagem Embarcada.....	269
IV.2.2 Estimativas de densidade em Campanhas de Avistagem Aérea.....	281
IV.2.3 Estimativas de densidade de cachalotes por MAP .....	298
IV.2.4 Proporção Sexual .....	313
IV.3 Uso de Habitat.....	316
IV.4 Padrões comportamentais.....	339
IV.4.1 Comportamento de mergulho .....	339
IV.4.2 Tamanho de grupos.....	408
IV.4.3 Comportamento acústico .....	412
IV.4.4 Resposta Comportamental à Biópsia.....	524
IV.4.5 Resposta Comportamental à Colocação de Transmissores .....	530
IV.5 Estado de saúde .....	536
IV.6 Comparação da detecção entre Avistagem e MAP .....	547
IV.6.1 Introdução.....	547
V. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	552
VI. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	556
VII. ANEXOS.....	595

## LISTA DE TABELAS

Tabela III.1-1: Resumo do esforço e tamanho amostral nas Campanhas de Avistagem Embarcada do PMC-BS.....	83
Tabela III.2-1: Resumo do esforço de Monitoramento Acústico Passivo e tamanho amostral dos ciclos 1 a 4 e o total do segundo ano do PMC-BS. ....	90
Tabela III.2-2: Lista do número total de arquivos de áudio e volume do PAMGUARD e do ISHMAEL separados por ciclo e o total para o segundo ano do PMC-BS.	91
Tabela III.2-4: Frequência de corte dos filtros do Sistema do Processamento Acústico utilizado a partir da 3ª Campanha de Avistagem e MAP do PMC-BS.	100
Tabela III.3-1: Resumo do esforço e tamanho amostral das Campanhas de Avistagem Aérea do primeiro ano do PMC-BS.....	102
Tabela III.4-1: Parâmetros de esforço de campo realizado nas duas Campanhas de Telemetria do PMC-BS.....	112
Tabela III.4-2: Espécies de cetáceos registradas ao longo das campanhas de telemetria do PMC. Em negrito as espécies para as quais foram obtidas informações por meio da telemetria. As espécies para as quais foram obtidos registros acústicos estão em negrito. ....	116
Tabela III.4-3: Espécies de cetáceos marcadas com sucesso com transmissores satelitais e DTAGs durante as Campanhas de Telemetria na Bacia de Santos e configuração utilizada para cada espécie. I = implantável; L = LIMPET....	118
Tabela III.4-4: Número de indivíduos marcados por espécie e por tipo de transmissor que transmitiram com sucesso a cada campanha. L = Limpet; D = DTAG; I = implantável.....	119
Tabela III.4-5: Percentual de aproveitamento dos transmissores satelitais ao longo das quatro campanhas de telemetria do PMC. ....	126
Tabela III.4-6: Informações referentes aos transmissores satelitais instalados nos dois anos do PMC-BS. PTT = número único de identificação do transmissor no sistema Argos. CAM = campanha; DM = data de marcação; SA = sistema de ancoragem; PM = plataforma de marcação (BP = bote	

principal; SR = Sea Route); TT = tempo de transmissão (d = dia; FI = falha na instalação; FT = falha na transmissão).....	127
Tabela III.4-7: Mínimo, máximo e média do número de dias de transmissão dos transmissores satelitais instalados nos dois anos do PMC-BS.....	128
Tabela III.5-1: Acompanhamento de execução dos procedimentos de triagem, catalogação e processamento, por ciclo e campanha (A – Avistagem e MAP; T – Telemetria). ....	131
Tabela III.5-2: Número de registros fotográficos utilizados para cada espécie por campanha (A – Avistagem e MAP; T – Telemetria).....	132
Tabela III.5-3: Número cumulativo de indivíduos em cada catálogo por espécie, após cada campanha (A1 – Avistagem e MAP do 1º ciclo; T1 – Telemetria do 1º ciclo; A2 – Avistagem e MAP do 2º ciclo; T2 – Telemetria do 2º ciclo; A3 – Avistagem e MAP do 3º ciclo; T3 – Telemetria do 3º ciclo; A4 – Avistagem e MAP do 4º ciclo; T4 – Telemetria do 4º ciclo).....	134
Tabela III.5-4: Número de registros utilizáveis de foto-id por espécie, número de registros identificados (medida de sucesso na identificação), número de dias com identificação, por campanha (A1 – Avistagem e MAP do 1º ciclo; T1 – Telemetria do 1º ciclo; A2 – Avistagem e MAP do 2º ciclo; T2 – Telemetria do 2º ciclo; A3 – Avistagem e MAP do 3º ciclo; T3 – Telemetria do 3º ciclo; A4 – Avistagem e MAP do 4º ciclo; T4 – Telemetria do 4º ciclo). ....	138
Tabela III.6-1: Número de amostras por espécie amostrada, após cada campanha (A1 a A4 – Avistagem e MAP do 1º ao 4º ciclo; T1 a T4 – Telemetria do 1º ao 4º ciclo).....	147
Tabela III.6-2: Riqueza de espécies com biópsia coletada durante as campanhas embarcadas do 1º ao 4º ciclo do PMC-BS.....	148
Tabela IV.1-1: Nível taxonômico das detecções de grupos de cetáceos em esforço por campanha, por plataforma, do Ciclo 1 a 4 do PMC-BS, incluindo total e proporção de espécies não identificadas. NI = Não identificado a nível específico ou de gênero; Sp = Espécie. ....	156
Tabela IV.1-2: Espécies identificadas em dois anos do PMC-BS. Status de conservação conforme a Portaria do MMA nº 444/2014 e, quando não consta	

na lista nacional, conforme IUCN (2017). CR = Criticamente em Perigo; EN = Em Perigo; VU = Vulnerável; BR = Baixo Risco; DD = Deficiente em Dados.	157
Tabela IV.1-3: Ocorrência das espécies identificadas em esforço e fora de esforço na Bacia de Santos durante as diferentes campanhas do Ciclo 1 a 4 do PMC. E = Avistagem Embarcada; T = Telemetria.	163
Tabela IV.1-4: Análise de dissimilaridade por Bray-Curtis calculada para abundâncias de grupos de cetáceos observados durante o PMC na Bacia de Santos. Quanto mais próximo de 0, mas similar a composição da comunidade.	164
Tabela IV.1-5: Resultados da identificação genética das amostras por DNAm e sexagem molecular. * Espécies identificadas em campo que não foram corroboradas pelos resultados genéticos. Identificação dos haplótipos: HT = <i>T. truncatus</i> , HSO = <i>S. guianensis</i> , HSF = <i>S. frontalis</i> , HDD = <i>D. delphis</i> , HSB = <i>S. bredanensis</i> , HSL = <i>S. longirostris</i> , HSA = <i>S. attenuata</i> , HSC = <i>S. clymene</i> , HBE = <i>B. brydei</i> , HBB = <i>B. bonaerensis</i> , HBP = <i>B. physalus</i> , HBb = <i>B. borealis</i> , HGM = <i>G. macrorhynchus</i> , HO = <i>Orcinus orca</i> , HBA e HGA = <i>M. novaeangliae</i> , HEA = <i>Eubalaena australis</i> .	169
Tabela IV.1-6: Diversidade do DNA mitocondrial das espécies de cetáceos amostradas na Bacia de Santos. n = número de amostras, Seq. (pb) = sequência em pares de bases, S = sítios polimórficos, H = haplótipos, h = diversidade haplotípica, $\pi$ = diversidade nucleotídica (%).	186
Tabela IV.1-7: Diversidade dos locos de microssatélites para as espécies de cetáceos amostradas na Bacia de Santos. n = número de amostras, k = número de alelos por loco. * Locos usados para baleias.	188
Tabela IV.1-8: Diversidade dos locos de microssatélites para sete espécies de cetáceos ( <i>T. truncatus</i> , <i>S. frontalis</i> , <i>S. longirostris</i> , <i>D. delphis</i> , <i>B. brydei</i> , <i>B. borealis</i> e <i>M. novaeangliae</i> ) amostradas na Bacia de Santos. n = número de amostras, N = número de locos, A = número médio de alelos por loco, $H_o$ = heterozigotidade observada, $H_e$ = heterozigotidade esperada, $P_{(ID)}$ e $P_{(ID)sib}$ = probabilidades de identidade.	189
Tabela IV.1-9: Frequência dos haplótipos da região controle do DNAm de <i>Tursiops truncatus</i> na Bacia de Santos (BS) e haplótipos compartilhados e	

privados entre os <i>T. truncatus</i> do sul do Brasil (SB). Grupos 1, 2 e 3 de <i>T. truncatus</i> encontrados no sul do Brasil (COSTA et al., 2015).....	192
Tabela IV.1-10: Frequência dos haplótipos da região controle do DNAm de <i>Stenella frontalis</i> na Bacia de Santos (BS). N número de indivíduos amostrado em área costeira ou oceânica.....	195
Tabela IV.1.6-1: Informações sobre os indivíduos marcados com sucesso com transmissores satelitais nas quatro Campanhas de Telemetria do PMC-BS. PTT = número de identificação do transmissor no sistema Argos; Qualidade dos pontos: divididos em seis categorias, segundo o sistema Argos, que são apresentadas em ordem crescente de qualidade; PT = total de pontos de localização recebidos; PF = total de pontos resultantes após a filtragem; DP = distância percorrida pelo indivíduo desde a data de marcação até o último ponto registrado, em km; VMD = velocidade média diária em km/dia. ....	207
Tabela IV.1.6-2: Espécies-alvo da telemetria satelital definidas a partir do primeiro ano do Projeto de Monitoramento de Cetáceos da Bacia de Santos, número de indivíduos marcados com sucesso a cada ano e características-chave das espécies. ....	244
Tabela IV.2.1-1: Esforço amostral e número de grupos de delfínídeos e misticetos observados durante as campanhas de Avistagem Embarcada nos dois primeiros anos do PMC-BS. mn = milhas náuticas; DP = desvio padrão.	271
Tabela IV.2.1-2: Esforço amostral e número de grupos de delfínídeos durante as campanhas de Avistagem Embarcada nos dois primeiros anos do PMC-BS. mn = milhas náuticas; DP = desvio padrão.....	271
Tabela IV.2.1-3: Modelos de detecção para delfínídeos na Bacia de Santos em função da distância das linhas de transecção. K = número de parâmetros..	274
Tabela IV.2.1-4: Estimativa de densidade e abundância de delfínídeos durante as campanhas de Avistagem Embarcada nos dois primeiros anos do PMC-BS. IC = intervalo de confiança. ....	274
Tabela IV.2.1-5: Esforço amostral e número de grupos de misticetos durante as campanhas de Avistagem Embarcada nos dois primeiros anos do PMC-BS. mn = milhas náuticas; DP = desvio padrão.....	276

Tabela IV.2.1-6: Modelos de detecção para mysticetos na Bacia de Santos em função da distância das linhas de transecção. K = número de parâmetros..	278
Tabela IV.2.1-7: Estimativa de densidade e abundância de mysticetos durante as campanhas de Avistagem Embarcada nos dois primeiros anos do PMC-BS. IC = intervalo de confiança. ....	278
Tabela IV.2.2-1: Registros efetuados durante as quatro Campanhas de Avistagem Aérea. Nesta tabela, "Avistagem" indica os grupos de cetáceos observados; "Registro" representa outros animais observados (tubarões e raias); "Pesca", indica barcos ou petrechos de pesca e "Embarcação", navios e supplies em trânsito na área amostrada. As quatro últimas linhas da tabela, (%) representam os percentuais dos registros, que foram apresentados nas quatro primeiras. A soma desses percentuais em cada linha equivale a 01, ou seja (100%).	282
Tabela IV.2.2-2: Número de grupos de cetáceos registrados nas quatro Campanhas de Avistagem Aérea. Na coluna "Odontocetos" foram agrupados todos os grupos de animais não identificados em nível de Família. As quatro últimas linhas da tabela, (%) representam os percentuais das quatro primeiras. A soma desses percentuais em cada linha equivale a 01, ou seja (100%).	283
Tabela IV.2.2-3: Grupos de Delfinídeos observados, nas quatro Campanhas de Avistagem Aérea, pelo observador 1 (Obs1); observador 2 (Obs2); ambos os observadores (Ambos); taxa de recaptura total (rr) e o total dos grupos observados (Total_ob).....	285
Tabela IV.2.2-4: Grupos de Odontocetos observados, nas quatro Campanhas de Avistagem Aérea, pelo observador 1 (Obs1); observador 2 (Obs2); ambos os observadores (ambos); taxa de recaptura total (rr) e o total dos grupos observados (Total_ob).....	286
Tabela IV.2.2-5: Grupos de Cetáceos observados, nas quatro Campanhas de Avistagem Aérea, pelo observador 1 (Obs1); observador 2 (Obs2); ambos os observadores (ambos); taxa de recaptura total (rr) e o total dos grupos observados (Total_ob).....	286



Tabela IV.2.2-6: Modelos usados nas Análises das Campanhas 3 e 4. Reescrevemos com $p_i$ a probabilidade de detecção, $g(x_i) = p_i$ apenas para melhor visualização do modelo. Enquanto $x_i$ representa a covariável distância perpendicular do animal à linha de transeção.....	286
Tabela IV.2.2-7: Média e desvio padrão posteriores das probabilidades de detecção à distância zero, estimadas pelo Modelo 5 para o observador 1, $g_1(0)$ ; observador 2, $g_2(0)$ ; máxima probabilidade de detecção para o observador 1, $g_1(x_0)$ ; para o observador 2, $g_2(x_0)$ e DICs. ....	287
Tabela IV.2.2-8: Média e desvio padrão posteriores das probabilidades de detecção à distância zero, estimadas pelo Modelo 6 para o observador 1, $g_1(0)$ ; observador 2, $g_2(0)$ ; máxima probabilidade de detecção para o observador 1, $g_1(x_0)$ ; para o observador 2, $g_2(x_0)$ e DICs.....	288
Tabela IV.2.2-9: Média e desvio padrão posteriores, coeficiente de variação, quantis (0.05, 0.5 e 0.975) e DICs para as estimativas do número de grupos de Delfínídeos, Odontocetos e Cetáceos feitas pelos Modelos 5 e 6 com os dados da Campanha-3 e Campanha-4.....	289
Tabela IV.2.2-10: Média e desvio padrão posteriores, coeficiente de variação, quantis (0.05, 0.5 e 0.975) e DICs para a estimativa do número de grupos de Cetáceos feitas pelo Modelo 5 e 6 com os dados das quatro Campanhas. .	289
Tabela IV.2.3-1: Esforço amostral e taxa de encontro considerado para estimativas de densidade de cachalotes por MAP no PMC-BS. CV = coeficiente de variação; IC = Intervalo de confiança.....	306
Tabela IV.2.3-2: Modelos de detecção considerados para estimativa de densidade de cachalotes na Bacia de Santos durante o PMC-BS. Delta AIC = diferença do AIC do modelo para o melhor modelo (menor valor de AIC e Delta AIC = 0). ....	306
Tabela IV.2.3-3: Estimativas de densidade e abundância de cachalotes na região do talude continental e oceânica da Bacia de Santos por campanha.....	308
Tabela IV.2.4-1: Número de machos e fêmeas identificados geneticamente para cada espécie amostrada nas campanhas de Avistagem Embarcada e MAP, e de Telemetria dos 4 Ciclos do PMC-BS.....	314

Tabela IV.3-1: Variáveis ambientais e antrópicas consideradas na modelagem de habitat.....	331
Tabela IV.3-2: Modelos Generalizados Lineares (GLM) considerando os efeitos de variáveis ambientais e antrópicas no número de detecções de odontocetos observados durante o PMC na Baía de Santos.....	333
Tabela IV.3-3: Modelos Generalizados Lineares (GLM) considerando o efeitos de variáveis ambientais e antrópicas no número de detecções de mysticetos observados durante o PMC na Baía de Santos.....	335
Tabela IV.4.1-1: Comportamento de mergulho registrado para baleias-sei marcadas com transmissor satelital na região oceânica da Bacia de Santos. PMín = profundidade mínima; PMáx = profundidade máxima; DMín= duração mínima; DMáx= duração máxima. ....	341
Tabela IV.4.1-2: Comportamento de mergulho registrado para a baleia-de-Bryde marcada com transmissor satelital na região costeira na Bacia de Santos. PMín = profundidade mínima; PMáx = profundidade máxima; DMín= duração mínima; DMáx= duração máxima. ....	346
Tabela IV.4.1-3: Comportamento de mergulho registrado para a baleia-minke-antártica marcada com transmissor satelital na região costeira na Bacia de Santos. PMín = profundidade mínima; PMáx = profundidade máxima; DMín= duração mínima; DMáx= duração máxima. ....	351
Tabela IV.4.1-4: Comportamento de mergulho registrado para as baleias-jubarte marcadas com transmissor satelital na região costeira na Bacia de Santos. PMín = profundidade mínima; PMáx = profundidade máxima; DMín= duração mínima; DMáx= duração máxima ....	357
Tabela IV.4.1-5: Comportamento de mergulho registrado para as orcas marcada com transmissor satelital na região costeira e oceânica da Bacia de Santos. PMín = profundidade mínima; PMáx = profundidade máxima; DMín= duração mínima; DMáx= duração máxima. ....	366
Tabela IV.4.1-6: Comportamento de mergulho registrado para os golfinhos-nariz-de-garrafa marcados com transmissores satelitais na região costeira da Bacia de Santos: PMín = profundidade mínima; PMáx = profundidade máxima; DMín = duração mínima; DMáx= duração máxima. ....	375

Tabela IV.4.1-7: Comportamento de mergulho registrado para os golfinhos-nariz-de-garrafa marcados com transmissores satelitais na região costeira da Bacia de Santos: PMín = profundidade mínima; PMáx = profundidade máxima; DMín = duração mínima; DMáx= duração máxima. ....	381
Tabela IV.4.2-1: Tamanho de grupo e presença de filhotes das espécies/gêneros registradas durante o PMC-BS. DP = desvio padrão.....	409
Tabela IV.4.3-1: Detecções acústicas de cetáceos separadas por ciclo, tipo de sinal e o total para o segundo ano do PMC-BS. ....	417
Tabela IV.4.3-2: Resumo das detecções acústicas de cetáceos classificadas nos diferentes níveis taxonômicos, separadas pelo total de cada ciclo e o total (acumulado para o segundo ano do PMC-BS. ....	419
Tabela IV.4.3-3: Resumo da duração das detecções acústicas de cetáceos, separadas por ciclo e o total do segundo ano do PMC-BS. (Min - Max = Mínimo e Máximo, DP = Desvio Padrão e CV = Coeficiente de Variação). Os valores estão em minutos (min).....	423
Tabela IV.4.3-4: Total de detecções de assovios classificadas entre as diferentes classes de Taxa de Ocorrência, separadas por campanha e o total para o segundo ano do PMC-BS. ....	425
Tabela IV.4.3-5: Total das detecções de assovios classificadas entre as diferentes classes de Força do Sinal, separadas por ciclo e o total para o segundo ano do PMC.....	426
Tabela IV.4.3-6: Total de detecções classificadas entre as diferentes classes de Qualidade da Localização (QLoc), separadas por ciclo e o total para o segundo ano do PMC-BS. QLoc = 0 indica o número de detecções que não foi possível fazer a localização. ....	431
Tabela IV.4.3-7: Valor médio (Dist Média), mínimo (Dist Min), máximo (Dist Max), desvio padrão (DP) e coeficiente de variação (CV) das distâncias estimadas para as detecções acústicas de cetáceos, separadas por ciclo e o total para os dois anos do PMC-BS. Valores de distância em metros (m). ....	432
Tabela IV.4.3-8: Comparação das distâncias estimadas para as detecções acústicas de cetáceos entre os diferentes programas utilizados para localização (PG = PAMGUARD e ISH = ISHAMEL) separadas por ciclo e o	

---

total para o segundo ano do PMC-BS. Dist Média = valor médio , Dist Min = valor mínimo, Dist Max = valor máximo , DP = desvio padrão e CV = coeficiente de variação. Valores de distância em metros (m).....	434
Tabela IV.4.3-9: Comparação das distâncias estimadas para as detecções acústicas de cetáceos entre os diferentes táxons, separadas por ciclo e o total para o segundo ano do PMC-BS. Dist Média = valor médio , Dist Min = valor mínimo , Dist Max = valor máximo , DP = desvio padrão e CV = coeficiente de variação. Valores de distância em metros (m).....	435
Tabela IV.4.3-10: Sumário das detecções acústicas de cachalote do PMC- BS, com observações sobre o conteúdo das gravações.....	445
Tabela IV.4.3-11: Número total de cliques usuais analisados com a média, mínimo e máximo (em parênteses) e desvio padrão dos parâmetros mensurados do pulso p1 do cachalote (Physeter macrocephalus).....	455
Tabela IV.4.3-12: Número total de creaks do cachalote (Physeter macrocephalus) analisados com a média, mínimo e máximo (em parênteses) e desvio padrão dos parâmetros mensurados. ....	459
Tabela IV.4.3-13: Número total de cliques lentos do cachalote (Physeter macrocephalus) analisados com a média, mínimo e máximo (em parênteses) e desvio padrão dos parâmetros mensurados.....	462
Tabela IV.4.3-14: Detecções do PMC-BS classificadas como pertencentes à Kogia, indicando o código ID MAP, data, profundidade e número total de cliques extraídos para as análises. ....	472
Tabela IV.4.3-15: Número total de cliques de Kogia analisados com a média, mínimo e máximo (em parênteses) e desvio padrão dos parâmetros mensurados. ....	473
Tabela IV.4.3-16: Detecções do PMC-BS atribuídas à toninha, indicando o código ID MAP, data, profundidade e número total de cliques extraídos para as análises. ....	478
Tabela IV.4.3-17: Número total de cliques da toninha (Pontoporia blaiuillei) analisados com a média, mínimo e máximo (em parênteses) e desvio padrão dos parâmetros mensurados. ....	480

---

Tabela IV.4.3-18: Detecções do PMC-BS atribuídas à baleia-bicuda, indicando o código ID MAP, data, profundidade e número total de cliques extraídos para as análises.	486
Tabela IV.4.3-19: Número total de cliques de baleia-bicuda extraídos para análise com a média, mínimo e máximo (em parênteses) e desvio padrão dos parâmetros mensurados (detecções PMC_3_137 e PMC_4_A45 do PAMGUARD).	487
Tabela IV.4.3-20: Número total de cliques de baleia-bicuda extraídos para análise com a média, mínimo e máximo (em parênteses) e desvio padrão dos parâmetros mensurados. (detecção PMC_3_AP1 do ISHMAEL)	489
Tabela IV.4.3-21: Resultado da triagem de assovios da sonoteca do PMC-BS para utilização na análise multivariada, destacando o táxon, o número de detecções e número de assovios para os delfínídeos encontrados	495
Tabela IV.4.3-22: Resultado da triagem de assovios da sonoteca do PMC-BS para utilização na análise multivariada, destacando o táxon, o número de detecções e número de assovios para os delfínídeos encontrados	496
Tabela IV.4.3-23: Proporção da variância explicada dos assovios de cetáceos da Bacia de Santos pelos primeiros eixos da Análise de Componentes Principais (PCA).	498
Tabela IV.4.3-24: Primeiros auto-vetores da Análise de Componentes Principais (PCA) com dados de assovios de delfínídeos na Bacia de Santos, mostrando a contribuição de cada variável para o componente principal. Em negrito estão as principais variáveis para cada auto-vetor	499
Tabela IV.4.3-25: Resumo dos gráficos de box-plot(figuras A e B) com a caracterização de Frequência mínima, máxima (kHz) e duração (s) de assovios dos diferentes gêneros de delfínídeos da Bacia de Santos.	503
Tabela IV.4.3-26: Descrição os parâmetros acústicos analisados para vocalizações de baleia-sei gravados pelo DTAG na Bacia de Santos	513
Tabela IV.4.3-27: Sumário das vocalizações da baleia-franca-austral ( <i>Eubalaena australis</i> ), extraídas dos registros acústicos do DTAG be17_045 <sup>a</sup> na Bacia de Santos durante o segundo ano do PMC-BS, indicando o número	

de vocalizações encontradas (n) de acordo com os tipos de vocalizações encontrados. 517

Tabela IV.4.4-1: Reações comportamentais à biópsia para cada espécie amostrada nas campanhas de Avistagem Embarcada e MAP, e de Telemetria dos Ciclos 1 e 2 do PMC-BS. ....	525
Tabela IV.4.4-2: Reações comportamentais à biópsia para cada espécie amostrada nas campanhas de Avistagem Embarcada e MAP, e de Telemetria dos Ciclos 3 e 4 do PMC-BS. ....	526
Tabela IV.4.4-3: Reações comportamentais à biópsia para cada espécie amostrada nas campanhas de Avistagem Embarcada e MAP, e de Telemetria dos 4 Ciclos do PMC-BS. ....	527
Tabela IV.4.5-1: Reação comportamental dos cetáceos ao procedimento de marcação com transmissores ao longo das quatro Campanhas de Telemetria do PMC-BS. Categoria: SR = sem reação; NBR = nível baixo de reação; NMR = nível médio de reação; NAR = nível alto de reação.....	531
Tabela IV.4.5-2: Número de indivíduos por categoria de reação comportamental registrada para os indivíduos marcados com transmissores satelitais ao longo das quatro Campanhas de Telemetria do PMC-BS. Categoria: SR = sem reação; NBR = nível baixo de reação; NMR = nível médio de reação; NAR = nível alto de reação. ....	534
Tabela IV.5-1: Prevalência acumulada de lesões epidérmicas (ou mutilações) entre os indivíduos identificados, por espécie e ciclo. ....	537
Tabela IV.5-2: Frequência de cada tipo de lesão epidérmica por espécies. Os dados apresentados aqui são referentes apenas aos 3º e 4º ciclos. Esta quantificação, para os demais ciclos, encontra-se em andamento. (nm – nódulos multifocais; pox – lesões semelhantes a poxvírus; fa – ferida aberta; ce – cicatriz esbranquiçada; df – deformidades físicas (malformação); mut – mutilações; cel – celulite).....	537

## LISTA DE QUADROS

Quadro III-1: Resumo executivo dos dados coletados por cada área temática durante os Ciclos 1 e 2 do PMC-BS .....	80
Quadro III-2: Resumo executivo dos dados coletados por cada área temática durante os Ciclos 3 e 4 do PMC-BS .....	81
Quadro III.1-1: Resultados esperados da avistagem embarcada, segundo o Projeto Executivo do PMC-BS, e avaliação crítica sobre a consecução destes resultados em dois anos e no horizonte de três anos.....	85
Quadro III.2-1: Resultados esperados do MAP, segundo o Projeto Executivo do PMC-BS, e avaliação crítica sobre a consecução destes resultados no presente relatório do 2º ano e no horizonte de três anos previstos para o projeto/contrato.....	93
Quadro III.3-1: Resultados esperados da avistagem aérea, segundo o Projeto Executivo do PMC-BS, e avaliação crítica sobre a consecução destes resultados no presente relatório do primeiro ano e no horizonte de três anos previstos para o projeto/contrato. ....	104
Quadro III.4-1: Resultados esperados de telemetria, segundo o Projeto Executivo do PMC-BS, e avaliação crítica sobre a consecução destes resultados no segundo ano e no horizonte de três anos previstos para o projeto/contrato.	121
Quadro III.5-1: Resultados esperados de foto-identificação, segundo o Projeto Executivo do PMC-BS, e avaliação crítica sobre a consecução destes resultados no segundo ano e no horizonte de três anos previstos para o projeto/contrato.....	143
Quadro III.6-1: Resultados esperados da genética, segundo o Projeto Executivo do PMC-BS, e avaliação crítica sobre a consecução destes resultados segundo ano e no horizonte de três anos previstos para o projeto/contrato.	150



## **LISTA DE FIGURAS**

Figura II.1-1: Vista geral da embarcação Sea Route, utilizada para as coletas de dados embarcados nos dois primeiros anos do PMC-BS.....	51
Figura II.1-2: Vista geral do bote inflável de 6,3 metros, utilizado como bote principal a partir da 2ª Campanha de Telemetria do PMC-BS.....	51
Figura II.1-3: Vista geral do bote inflável de 5 metros, utilizado como bote principal na 1ª Campanha e bote de apoio a partir da 2ª Campanha de Telemetria do PMC-BS.....	52
Figura II.1-4: Vista geral da aeronave AeroCommander 500, utilizada nos dois primeiros anos do PMC-BS. ....	53
Figura II.2-1: Observadores em esforço na torre de observação da embarcação Sea Route durante Campanha de Avistagem Embarcada e MAP do PMC-BS.	54
Figura II.3-1: Lançamento do arranjo de hidrofones a partir do guincho hidráulico. O cabo laranja enrolado no guincho é o cabo de reboque. Nesta foto, o arranjo de hidrofones (tubo preenchido a óleo) está sendo manuseado para lançamento a partir da popa da embarcação. ....	56
Figura II.3-2: Cabo de reboque do arranjo de hidrofones (cor laranja), lançado a partir da popa da embarcação. ....	57
Figura II.3-3: Estação de MAP e operadores durante Campanha de Avistagem Embarcada e MAP do PMC-BS.....	60
Figura II.3-4: Esquerda: tela do detector de clique do PAMGUARD e mapa para localização (abaixo). Detalhe da tela dos softwares ISHMAEL (acima) e WHALETRAK (abaixo) utilizados durante o MAP no PMC-BS.....	61
Figura II.4-1: Observador em esforço amostral na janela bolha direita da aeronave AeroCommander 500, utilizada durante as Campanhas de Avistagem Aérea do PMC-BS.....	64
Figura II.4-2: Observadores em esforço amostral na aeronave AeroCommander 500, utilizada durante as Campanhas de Avistagem Aérea do PMC-BS.	65
Figura II.4-3: Observador utilizando clinômetro e gravador digital para registros de avistagem durante as Campanhas de Avistagem Aérea do PMC-BS. ....	65



Figura II.5-1: Transmissores satelitais utilizados nas Campanhas de Telemetria do PMC-BS: (A) transmissor implantável (modelo SPLASH10-260C); (B) transmissor implantável (modelo SPLASH10-302B); e (C) transmissor LIMPET (modelo SPLASH10-292A) com âncora de três (esquerda) e seis pétalas (direita).	69
Figura II.5-2: Transmissor do tipo DTAG (A) e detalhe do sistema de fixação com copos de sucção (B) utilizados durante as Campanhas de Telemetria do PMC-BS.	71
Figura II.5-3: Marcação com transmissor satelital de uma baleia-orca ( <i>Orcinus orca</i> ) utilizando o rifle de ar comprimido durante Campanha de Telemetria do PMC-BS.	72
Figura II.5-4: Marcação com transmissor do tipo DTAG e uma baleia-franca-austral ( <i>Eubalaena australis</i> ) utilizando uma vara de fibra de carbono durante Campanha de Telemetria do PMC-BS.	72
Figura II.7-1: Coleta de biópsia da proa da embarcação Sea Route durante Campanha de Telemetria do PMC-BS.	76
Figura II.7-2: Triagem da amostra de biópsia coletada durante Campanha de Telemetria do PMC-BS.	77
Figura III.1-1: Rotas percorridas durante as Campanhas de Avistagem Embarcada em dois anos do PMC-BS.	84
Figura III.2-1: Rotas percorridas com amostragem de MAP durante as Campanhas de Avistagem Embarcada e MAP em dois anos do PMC-BS.	89
Figura III.3-1: Rotas percorridas durante as Campanhas de Avistagem Aérea até o segundo ano do PMC-BS.	103
Figura III.4-1: Rotas percorridas durante as Campanhas de Telemetria no primeiro e segundo ano do PMC-BS.	115
Figura III.5-1: Exemplo de registros catalogados por espécie. a) <i>Balaenoptera borealis</i> ; b) <i>Balaenoptera brydei</i> ; c) <i>Balaenoptera physalus</i> ; d) <i>Delphinus capensis</i> ; e) <i>Grampus griseus</i> ; f) <i>Megaptera novaengliae</i> ; g) <i>Orcinus orca</i> ; h) <i>Pontoporia blainvillei</i> ; i) <i>Stenella attenuata</i> ;	135
Figura III.5-2: Exemplo de registros catalogados por espécie. j) <i>Steno bredanensis</i> ; k) <i>Stenella frontalis</i> ; l) <i>Stenella longirostris</i> ; m) <i>Sotalia</i>	

guianensis; n) Tursiops truncatus; o) Globicephala sp.; p) Pseudorca crassidens; q) Stenella clymene; r) Balaenoptera musculus; s) Balaenoptera bonaerensis. ....	136
Figura III.5-3: Acompanhamento cumulativo entre campanhas do crescimento dos catálogos para as espécies as 6 espécies com mais de 20 indivíduos catalogados. Em especial, nota-se a tendência crescente de número de indivíduos catalogados para Tursiops truncatus e Stenella frontalis. (A1 – Avistagem e MAP do 1º ciclo; T1 – Telemetria do 1º ciclo; A2 – Avistagem e MAP do 2º ciclo; T2 – Telemetria do 2º ciclo; A3 – Avistagem e MAP do 3º ciclo; T3 – Telemetria do 3º ciclo; A4 – Avistagem e MAP do 4º ciclo; T4 – Telemetria do 4º ciclo). ....	137
Figura IV.1-1: Frequência de registros por espécies e gêneros (sem identificação específica) no Ciclos de 1 a 4 das Campanhas de Avistagem Embarcada do PMC da Bacia de Santos. ....	160
Figura IV.1-2: Frequência de registros por espécies e gêneros (sem identificação específica) no Ciclos de 1 a 4 das Campanhas de Telemetria do PMC da Bacia de Santos. ....	161
Figura IV.1-3: Frequência das espécies de cetáceos registradas durante o PMC na Bacia de Santos por status de conservação (conforme a Portaria do MMA nº 444/2014 e, quando não consta na lista nacional, conforme IUCN, 2017). Categorias de status: DD = Deficiente em Dados; LC = Baixo risco; VU = Vulnerável; EM = Ameaçada de extinção; CR = Criticamente ameaçada. ...	162
Figura IV.1-4: Árvore filogenética gerada no DNA Surveillance, baseada na sequência da amostra G52 (identificada como G52 M. novaeangliae) e nas sequências referência da região controle do DNAm de todos os mysticetos. Valores de bootstrap baseados em 1000 réplicas. ....	181
Figura IV.1-5: Árvores filogenéticas geradas no DNA Surveillance, baseadas nas sequências das amostras G21 (a), G23 (b) e G35 (c) (identificadas respectivamente como G21 Stenella longirostris, G23 Stenella attenuata, e G35 Stenella attenuata) e nas sequências referência da região controle do DNAm de todos os delfínídeos (a figura não apresenta todas as espécies). Valores de bootstrap baseados em 1000 réplicas. ....	182

Figura IV.1-6: Árvores filogenéticas geradas no DNA Surveillance, baseadas nas sequências das amostras G82 (a) e G133 (b) (identificadas respectivamente como G82 <i>Stenella frontalis</i> e G133 <i>Stenella clymene</i> ) e nas sequências referência da região controle do DNAm de todos os delfínídeos (a figura não apresenta todas as espécies). Valores de bootstrap baseados em 1000 réplicas. ....	182
Figura IV.1-7: Árvore filogenética gerada no DNA Surveillance, baseada na sequência da amostra G80 (identificada como G80 <i>Globicephala</i> ) e nas sequências referência da região controle do DNAm das espécies das subfamílias <i>Globicephalinae</i> e <i>Orcininae</i> . Valores de bootstrap baseados em 1000 réplicas. ....	183
Figura IV.1-8: Árvores filogenéticas geradas no DNA Surveillance, baseadas nas sequências das amostras G68 (a) e G66 (b) (identificadas respectivamente como G68 e G66 <i>B. borealis</i> ) e nas sequências referência da região controle do DNAm de todos os misticetos (a figura não apresenta todas as espécies). Valores de bootstrap baseados em 1000 réplicas. ....	183
Figura IV.1-9: Árvores filogenéticas geradas no DNA Surveillance, baseadas nas sequências das amostras G137 (a) e G138 (b) (identificadas respectivamente como G137 e G138 <i>B. brydei</i> ) e nas sequências referência da região controle do DNAm de todos os misticetos (a figura não apresenta todas as espécies). Valores de bootstrap baseados em 1000 réplicas. ....	184
Figura IV.1.5-1: Concentração de registros de cetáceos durante as Campanhas de Avistagem Embarcada do PMC-BS. Densidade de Kernel evidenciando as regiões de alta densidade de avistagens (áreas vermelhas). ....	198
Figura IV.1.5-2: Concentração de registros de cetáceos durante Monitoramento Acústico Passivo do PMC-BS. Densidade de Kernel evidenciando as regiões de alta densidade de avistagens (áreas vermelhas). ....	199
Figura IV.1.5-3: Concentração de registros de cetáceos durante Campanhas de Avistagem Aéreas do PMC-BS. Densidade de Kernel evidenciando as regiões de alta densidade de avistagens (áreas vermelhas). ....	200

- Figura IV.1.5-4: Concentração de registros visuais de Odontocetos e Mysticetos durante Campanhas de Avistagem Aéreas do PMC-BS. Densidade de Kernel evidenciando as regiões de alta densidade de avistagens (áreas vermelhas).201
- Figura IV.1.5-5: Concentração de registros acústicos de Odontocetos e Mysticetos durante Monitoramento Acústico Passivo do PMC-BS. Densidade de Kernel evidenciando as regiões de alta densidade de avistagens (áreas vermelhas). Vale observar que existem poucos registros de vocalizações de mysticetos em toda a região sul da Bacia de Santos, resultando em ausência de previsões de densidade kernel para a maior parte da bacia.....202
- Figura IV.1.5-6: Concentração de registros visuais de Odontocetos e Mysticetos durante Campanhas de Avistagem Aérea do PMC-BS. Densidade de Kernel evidenciando as regiões de alta densidade de avistagens (áreas vermelhas).203
- Figura IV.1.6-1: Movimentação de baleia-sei (*Balaenoptera borealis*) marcada no dia 25/08/2016 (PTT 158546) durante a 2ª Campanha de Telemetria do PMC-BS 210
- Figura IV.1.6-2: Movimentação de baleia-sei (*Balaenoptera borealis*) marcada no dia 31/08/2016 (PTT 162629) durante a 2ª Campanha de Telemetria do PMC-BS 211
- Figura IV.1.6-3: Movimentação de baleia-sei (*Balaenoptera borealis*) marcada no dia 01/09/2016 (PTT 162630) durante a 2ª Campanha de Telemetria do PMC-BS 212
- Figura IV.1.6-4: Movimentação da baleia-de-Bryde (*Balaenoptera brydei*) marcada no dia 25/07/2017 (PTT 166662) durante a 4ª Campanha de Telemetria do PMC-BS.....216
- Figura IV.1.6-5: Movimentação da baleia-minke-Antártica (*Balaenoptera bonaerensis*) marcada no dia 13/07/2017 (PTT 166666) durante a 4ª Campanha de Telemetria do PMC-BS. ....218
- Figura IV.1.6-6: Movimentação da baleia-jubarte (*Megaptera novaeangliae*) marcada no dia 10/08/2016 (PTT 158542) durante a 2ª Campanha de Telemetria do PMC-BS.....221

Figura IV.1.6-7: Movimentação da baleia-jubarte ( <i>Megaptera novaeangliae</i> ) marcada no dia 02/09/2016 (PTT 158556) durante a 2ª Campanha de Telemetria do PMC-BS.....	222
Figura IV.1.6-8: Movimentação de baleia-jubarte ( <i>Megaptera novaeangliae</i> ) marcada no dia 20/08/2016 (PTT 158553) durante a 2ª Campanha de Telemetria do PMC-BS.....	223
Figura IV.1.6-9: Movimentação de baleia-jubarte ( <i>Megaptera novaeangliae</i> ) marcada no dia 21/08/2016 (PTT 158554) durante a 2ª Campanha de Telemetria do PMC-BS.....	224
Figura IV.1.6-10: Movimentação da baleia-jubarte ( <i>Megaptera novaeangliae</i> ) marcada no dia 20/07/2017 (PTT 34588) durante a 4ª Campanha de Telemetria do PMC-BS.....	225
Figura IV.1.6-11: Movimentação da baleia-jubarte ( <i>Megaptera novaeangliae</i> ) marcada no dia 23/07/2017 (PTT 34686) durante a 4ª Campanha de Telemetria do PMC-BS.....	226
Figura IV.1.6-12: Movimentação do golfinho-nariz-de-garrafa ( <i>Tursiops truncatus</i> ) marcado no dia 14/02/2017 (PTT 162634) durante a 3ª Campanha de Telemetria do PMC-BS.....	229
Figura IV.1.6-13: Movimentação do golfinho-nariz-de-garrafa ( <i>Tursiops truncatus</i> ) marcado no dia 20/07/2017 (PTT 166663) durante a 4ª Campanha de Telemetria do PMC-BS.....	230
Figura IV.1.6-14: Movimentação do golfinho-nariz-de-garrafa ( <i>Tursiops truncatus</i> ) marcado no dia 25/02/2016 (PTT 158551) durante a 1ª Campanha de Telemetria do PMC-BS.....	231
Figura IV.1.6-15: Movimentação do golfinho-nariz-de-garrafa ( <i>Tursiops truncatus</i> ) marcado no dia 17/03/2016 (PTT 158544) durante a 1ª Campanha de Telemetria do PMC-BS.....	232
Figura IV.1.6-16: Movimentação do golfinho-nariz-de-garrafa ( <i>Tursiops truncatus</i> ) marcado no dia 24/02/2017 (PTT 162632) durante a 3ª Campanha de Telemetria do PMC-BS.....	233

Figura IV.1.6-17: Movimentação do golfinho-nariz-de-garrafa ( <i>Tursiops truncatus</i> ) marcado no dia 24/02/2017 (PTT 162637) durante a 3ª Campanha de Telemetria do PMC-BS.....	234
Figura IV.1.6-18: Movimentação do golfinho-nariz-de-garrafa ( <i>Tursiops truncatus</i> ) marcado no dia 01/09/2016 (PTT 162631) durante a 2ª Campanha de Telemetria do PMC-BS.....	235
Figura IV.1.6-19: Movimentação da orca ( <i>Orcinus orca</i> ) marcada no dia 30/08/2016 (PTT 158547) durante a 2ª Campanha de Telemetria do PMC-BS.	238
Figura IV.1.6-20: Movimentação da orca ( <i>Orcinus orca</i> ) marcada no dia 30/08/2016 (PTT 162628) durante a 2ª Campanha de Telemetria do PMC-BS.	239
Figura IV.1.6-21: Movimentação da orca ( <i>Orcinus orca</i> ) marcada no dia 30/07/2017 (PTT 162633) durante a 4ª Campanha de Telemetria do PMC-BS.	240
Figura IV.1.6-22: Registros fotográficos do indivíduo 16#, <i>Tursiops truncatus</i> . Foto direita – dia 25/02; foto esquerda – dia 17/03, 1º campanha de telemetria. .	247
Figura IV.1.6-23: Localizações do indivíduo 16#, <i>Tursiops truncatus</i> , avistado primeiro no dia 25/02/2016 e depois no dia 17/03/2016, 1º campanha de telemetria.	247
Figura IV.1.6-24: Registros fotográficos dos indivíduos 143# (superior) e 147# (inferior), <i>Tursiops truncatus</i> . Fotos direita – dia 14/02/2017; foto esquerda – dia 15/02/2017, 3º Campanha de Telemetria. ....	248
Figura IV.1.6-25: Localizações dos indivíduos 143# e 147# (vistos no mesmo grupo), <i>Tursiops truncatus</i> , avistado primeiro no dia 14/02/2017 e depois no dia 15/02/2017, 3º Campanha de Telemetria. ....	249
Figura IV.1.6-26: Registros fotográficos do indivíduo 27#, <i>Tursiops truncatus</i> . Foto direita – dia 25/02/2016, 1º Campanha de Telemetria; foto esquerda – dia 14/02/2017, 3º Campanha de Telemetria. ....	250
Figura IV.1.6-27: Localizações dos indivíduos 27#, <i>Tursiops truncatus</i> , avistado no dia 25/02/2016, na 1º Campanha de Telemetria, e no dia 14/02/2017, na 3º Campanha de Telemetria. ....	250
Figura IV.1.6-28: Registros de <i>Tursiops truncatus</i> por comparação de catálogos: entre o indivíduo 67# (superior esquerdo) do catálogo PMC (foto de 05/03/2016) com o indivíduo RJ13 (superior direito) do catálogo do Projeto	



Baleias e Golfinhos do Rio de Janeiro (foto de 03/04/2014); entre o indivíduo 190# (inferior esquerdo) do catálogo do PMC (foto de 30/01/2017) com o indivíduo 03# (inferior direito) do catálogo do Laboratório de Mamíferos Aquáticos da UFSC (foto de 09/05/2017). .....	251
Figura IV.1.6-29: Localizações dos indivíduos 67#, Tursiops truncatus, avistado no dia 05/03/2016, na 1º Campanha de Telemetria, e no dia 03/04/2014, pelo Projeto Baleias e Golfinhos do Rio de Janeiro.....	252
Figura IV.1.6-30: Localizações dos indivíduos 190#, Tursiops truncatus, avistado no dia 30/01/2017, na 3º Campanha de Telemetria, e no dia 09/05/2017, pelo Laboratório de Mamíferos Aquáticos (UFSC). .....	253
Figura IV.1.6-31: Registros fotográficos do indivíduo 1#, Steno bredanensis. Foto direita superior – dia 02/03/2016, 1º Campanha de Telemetria; foto esquerda superior – dia 16/02/2017, 3º Campanha de Telemetria; foto esquerda inferior – dia 19/07/2017, 4º Campanha de Telemetria; foto direita inferior – dia 16/09/2011, Projeto Baleias e Golfinhos do Rio de Janeiro.....	255
Figura IV.1.6-32: Localizações dos indivíduos 1#, Steno bredanensis, avistado no dia 02/03/2016, na 1º Campanha de Telemetria, no dia 16/02/2017, na 3º Campanha de Telemetria, no dia 19/07/2017, na 4º Campanha de Telemetria, e no dia 16/09/2011, pelo Projeto Baleias e Golfinhos do Rio de Janeiro. ...	256
Figura IV.1.6-33: Registros fotográficos dos indivíduos 04# e 06#, Steno bredanensis. Foto esquerda superior – dia 02/03/2016, indivíduo 04#, 1º Campanha de Telemetria; foto direita superior – dia 25/01/2017, indivíduo 04# (RJ#72), Projeto Baleias e Golfinhos do Rio de Janeiro; Foto esquerda inferior – dia 02/03/2016, indivíduo 06#, 1º Campanha de Telemetria; foto direita inferior – dia 29/04/2015, indivíduo 06# (RJ#44), Projeto Golfinhos do Rio de Janeiro. 257	257
Figura IV.1.6-34: Localizações do indivíduo 04#, Steno bredanensis, avistado no dia 02/03/2016, na 1º Campanha de Telemetria, e no dia 25/01/2017, pelo Projeto Baleias e Golfinhos do Rio de Janeiro.....	258
Figura IV.1.6-35: Localizações dos indivíduos 06#, Steno bredanensis, avistado no dia 02/03/2016, na 1º Campanha de Telemetria, e no dia 29/04/2015, pelo Projeto Baleias e Golfinhos do Rio de Janeiro.....	259

Figura IV.1.6-36: Registros fotográficos do indivíduo 21#, Sotalia guianensis. Foto direita – dia 24/02/2016, 1º Campanha de Telemetria; foto esquerda – dia 22/02/2017, 3º Campanha de Telemetria. ....	260
Figura IV.1.6-37: Localizações do indivíduo 21#, Sotalia guianensis, avistado no dia 24/02/2016, na 1º Campanha de Telemetria, e no dia 22/02/2017, na 3º Campanha de Telemetria. ....	261
Figura IV.1.6-38: Registros fotográficos do indivíduo 03#, Balaenoptera brydei. Foto esquerda superior – dia 08/03/2016, 1º Campanha de Telemetria; foto direita superior – dia 14/04/2017, 4º Campanha de Telemetria; foto esquerda inferior – dia 22/12/2012, pelo Projeto Golfinhos do Rio de Janeiro. ....	263
Figura IV.1.6-39: Mapa com as localizações dos indivíduos 03#, Balaenoptera brydei, avistado no dia 08/03/2016, na 1º Campanha de Telemetria, no dia 14/04/2017, na 4º Campanha de Telemetria, e no dia 29/04/2015, pelo Projeto Baleias e Golfinhos do Rio de Janeiro. ....	264
Figura IV.1.6-40: Registros fotográficos do indivíduo 09#, Balaenoptera brydei. Foto esquerda – dia 18/02/2017, 3º Campanha de Telemetria; foto direita – dia 25/07/2017, 4º Campanha de Telemetria. ....	265
Figura IV.1.6-41: Mapa com as localizações dos indivíduos 09#, Balaenoptera brydei, avistado no dia 18/02/2017, na 3º Campanha de Telemetria, no dia 25/07/2017, na 4º Campanha de Telemetria. ....	266
Figura IV.1.6-42: Registros fotográficos do indivíduo 05#, Balaenoptera physalus. Foto esquerda – dia 13/07/2017, 4º Campanha de Telemetria; foto direita – dia 14/07/2017, 4º Campanha de Telemetria. ....	267
Figura IV.1.6-43: Localizações dos indivíduos 05#, Balaenoptera physalus, avistado no dia 13/07/2017, na 4º Campanha de Telemetria, no dia 14/07/2017, na 4º Campanha de Telemetria. ....	268
Figura IV.2.1-1: Curva de detecção (linha vermelha) meia-normal de um modelo sem covariáveis, ajustado aos dados de delfínídeos observados durante as Campanhas de Avistagem Embarcada dos primeiros anos do PMC-BS. ....	273
Figura IV.2.1-2: Abundância de delfínídeos observados ao longo das quatro Campanhas de Avistagem Embarcada dos primeiros anos do PMC-BS. ....	275



- Figura IV.2.1-3: Curva de detecção (linha vermelha) meia-normal de um modelo sem covariáveis, ajustado aos dados de mysticetos observados durante as Campanhas de Avistagem Embarcada dos primeiros anos do PMC-BS. ....277
- Figura IV.2.1-4: Abundância de mysticetos observados ao longo das quatro Campanhas de Avistagem Embarcada dos primeiros anos do PMC-BS. ....279
- Figura IV.2.2-1: Eventos ocorridos durante as Campanhas de Avistagem Aérea do PMC. Os gráficos representam a quantidade de eventos ocorridos durante as quatro campanhas. Na primeira linha são observados os valores absolutos enquanto na segunda linha, os valores percentuais. Já na primeira coluna observa-se os eventos registrados como Avistagem, (A); Pesca, (P); Embarcações, (E) e Registro, (R), que representa todos os animais avistados, à exceção dos cetáceos. Na segunda coluna, o evento avistagem está discriminando em Mysticeti, Odontoceti e Delphinidae todos os grupos de cetáceos registrados durante as quatro campanhas. ....284
- Figura IV.2.2-2: a) Boxplot das quatro Campanhas de Avistagem Aérea. Boxplot da distribuição posterior da estimativa do número de grupo para as quatro campanhas. b) Distribuição a Posteriori. Histograma da distribuição posterior da estimativa do número de grupos para as quatro campanhas. As linhas tracejadas verticais representam as médias obtidas pelo modelo 6. ....290
- Figura IV.2.2-3: Curva de detecção dos Modelos 5 e 6 para as campanhas 3. As curvas, cujas linhas são sólidas, representam a probabilidade de detecção do primeiro observador. Já as curvas, cujas linhas são tracejadas, representam a probabilidade de detecção do segundo observador. As linhas tracejadas verticais, representam o retículo 50. Os dados coletados foram agrupados em três situações: Delfínídeos, Odontocetos e Cetáceos. Em Delfínídeos estão agrupadas apenas as avistagens dos grupos de animais identificados a nível de Família. Em Odontocetos estão agrupadas as avistagens de delfínídeos e aqueles grupos de odontocetos não identificados. Em cetáceos encontram-se todas as avistagens. ....291
- Figura IV.2.2-4: Curva de detecção dos Modelos 5 e 6 para as campanhas 4. As curvas, cujas linhas são sólidas, representam a probabilidade de detecção do primeiro observador. Já as curvas, cujas linhas são tracejadas, representam a

probabilidade de detecção do segundo observador. As linhas tracejadas verticais, representam o retículo 50. Os dados coletados foram agrupados em três situações: Delfínídeos, Odontocetos e Cetáceos. Em Delfínídeos estão agrupadas apenas as avistagens dos grupos de animais identificados em nível de Família. Em Odontocetos estão agrupadas as avistagens de delfínídeos e aqueles grupos de odontocetos não identificados. Em cetáceos encontram-se todas as avistagens. ....292

Figura IV.2.2-5: Curvas das taxas de recaptura ( $rr$ ) para a Campanha-3. As curvas foram obtidas com os coeficientes linear ( $\beta_k$ ,  $k = \{0, 1, 2\}$ ) aplicados às funções inversas logit (modelos 5) e probit (modelo 6). As linhas tracejadas horizontais representam as taxas de recaptura obtidas com os dados de campo ( $rr_{\text{cetáceos}} = 0.3607$  e  $rr_{\text{delfínídeos}} = 0.3793$ ). Já as linhas tracejadas verticais representam o ponto máximo das curvas obtidas com os modelos e suas respectivas distâncias da linha de transecção. Calculou-se curvas para todos os dados coletados (Cetáceos) e apenas para as avistagens identificadas como delfínídeos.....294

Figura IV.2.2-6: Curvas das taxas de recaptura ( $rr$ ) para a Campanha-4. As curvas foram obtidas com os coeficientes linear ( $\beta_k$ ,  $k = \{0, 1, 2\}$ ) aplicados às funções inversas logit (modelos 5) e probit (modelo 6). As linhas tracejadas horizontais representam as taxas de recaptura obtidas com os dados de campo ( $rr_{\text{cetáceos}} = 0.1739$  e  $rr_{\text{delfínídeos}} = 0.2000$ ). Já as linhas tracejadas verticais representam o ponto máximo das curvas obtidas com os modelos e suas respectivas distâncias da linha de transecção. Calculou-se curvas para todos os dados coletados (Cetáceos) e apenas para as avistagens identificadas como delfínídeos.....295

Figura IV.2.3-1: ilustração de uma detecção de cachalote (*Physeter macrocephalus*) realizada em campo, a partir do espectrograma do ISHAMEL (acima) e detector de cliques do PAMGUARD (abaixo). ....302

Figura IV.2.3-2: Localização de um indivíduo do cachalote (*Physeter macrocephalus*) através da "análise do alvo em movimento" no programa PAMGUARD.....304

Figura IV.2.3-3: Curva de detecção uniforme com ajuste cosseno (linha vermelha) ajustada aos dados de detecções de indivíduos de cachalotes (agrupados em classes de 1.000 metros de distância) ao longo de linhas de transecção no talude continental e região oceânica da Bacia de Santos. ....	307
Figura IV.2.3-4: Estimativas de abundância para as cachalotes em diferentes campanhas realizadas durante os dois primeiros anos do PMC. ....	308
Figura IV.3-1: Batimetria (em metros) da Bacia de Santos. ....	317
Figura IV.3-2: Declividade (em graus) da Bacia de Santos.....	318
Figura IV.3-3: Temperatura (em graus Celsius) da Bacia de Santos durante as Campanhas de Avistagem Embarcada do PMC.....	320
Figura IV.3-4: Velocidade (em m/s) e direção das correntes marítimas da Bacia de Santos durante as Campanhas de Avistagem Embarcada do PMC.....	322
Figura IV.3-5: Clorofila a (em mg/m <sup>3</sup> ) da Bacia de Santos durante as Campanhas de Avistagem Embarcada do PMC.....	324
Figura IV.3-6: Salinidade (em psu) da Bacia de Santos durante as Campanhas de Avistagem Embarcada do PMC.....	326
Figura IV.3-7: Intensidade de tráfego de embarcações na Bacia de Santos durante as Campanhas de Avistagem Embarcada do PMC.....	328
Figura IV.3-8: Correlação entre as variáveis explanatórias consideradas na modelagem de uso de habitat.....	332
Figura IV.3-9: Previsões do melhor GLM para o número de detecções de odontocetos em quadrantes na Bacia de Santos durante as Campanhas de Avistagem Embarcada do PMC.....	334
Figura IV.3-10: Previsões do melhor GLM para o número de detecções de mysticetos em quadrantes na Bacia de Santos durante as Campanhas de Avistagem Embarcada do PMC.....	336
Figura IV.4.1-1: Comportamento de mergulho registrado para baleias-sei marcadas com transmissor satelital na região oceânica da Bacia de Santos. A) PTT 158546; B) PTT 162629; C) 162630.....	342
Figura IV.4.1-2: Tempo despendido em cada intervalo de profundidade (time-at-depth) para baleias-sei marcadas com transmissor satelital na região	

oceânica da Bacia de Santos. A) PTT 158546 (n= 2); B) PTT 162629 (n =2); C) 162630 (n= 26).....	343
Figura IV.4.1-3: Número de mergulhos realizados em cada intervalo de profundidade (Dive Maximum Depth) para baleias-sei marcadas com transmissor satelital na região oceânica da Bacia de Santos. A) PTT 158546 (n = 2); B) PTT 162629 (n=2); C) 162630 (n= 28).....	344
Figura IV.4.1-4: Número de mergulhos realizados em cada intervalo de duração (Dive Duration) para baleias-sei marcadas com transmissor satelital na região oceânica da Bacia de Santos. A) PTT 158546 (n = 2); B) PTT 162629 (n=2); C) 162630 (n=30).....	345
Figura IV.4.1-5: Comportamento de mergulho registrado para a baleia-de-Bryde marcada com transmissor satelital na região costeira da Bacia de Santos. PTT 166662.....	347
Figura IV.4.1-6: Tempo despendido em cada intervalo de profundidade (time-at-depth) para a baleia-de-bryde marcada com transmissor satelital na região costeira da Bacia de Santos. PTT 166662 (n = 4). ....	347
Figura IV.4.1-7: Número de mergulhos realizados em cada intervalo de profundidade (Dive Maximum Depth) para a baleia-de-bryde marcada com transmissor satelital na região costeira da Bacia de Santos. PTT 166662 (n = 3). ....	348
Figura IV.4.1-8: Número de mergulhos realizados em cada intervalo de duração (Dive Duration) para a baleia-de-bryde marcada com transmissor satelital na região costeira da Bacia de Santos. PTT 166662 (n = 3). ....	349
Figura IV.4.1-9: Perfis de mergulho (time series) dos dias 26/07/17 e 12/08/17 registrados para a baleia-de-Bryde marcada com transmissor satelital na região costeira da Bacia de Santos PTT 166662.....	350
Figura IV.4.1-10: Comportamento de mergulho registrado para a baleia-minke-antártica marcada com transmissor satelital na região costeira da Bacia de Santos. PTT 166666.....	352
Figura IV.4.1-11: Tempo despendido em cada intervalo de profundidade (time-at-depth) para a baleia-minke-antártica marcada com transmissor satelital na região costeira da Bacia de Santos. PTT 166666 (n = 4). ....	352

- Figura IV.4.1-12: Número de mergulhos realizados em cada intervalo de profundidade (Dive Maximum Depth) para a baleia-minke-antártica marcada com transmissor satelital na região costeira da Bacia de Santos. PTT 166666 (n = 5). 353
- Figura IV.4.1-13: Número de mergulhos realizados em cada intervalo de duração (Dive Duration) para a baleia-minke-antártica marcada com transmissor satelital na região costeira da Bacia de Santos. PTT 166666 (n= 4). ..... 354
- Figura IV.4.1-14: Perfis de mergulho (time series) dos dias 13 a 17/07/17 registrados para a baleia-minke-antártica marcada com transmissor satelital na região costeira da Bacia de Santos, PTT 166666..... 355
- Figura IV.4.1-15: Perfis de mergulho (time series) do dia 24/07/17 registrados para a baleia-minke-antártica marcada com transmissor satelital na região costeira da Bacia de Santos, PTT 166666..... 355
- Figura IV.4.1-16: Frequência dos comportamentos de mergulhos registrados em baleias-jubarte marcadas com transmissores satelitais na região costeira da Bacia de Santos. Litoral de Santa Catarina: A) PTT 158542; litoral do Rio de Janeiro: B) PTT 158553; C) PTT 158554; D) PTT 34588; E) PTT 34686. Os dados de tipo de mergulho do PTT 158556 não foram transmitidos. .... 358
- Figura IV.4.1-17: Tempo despendido em cada intervalo de profundidade (time-at-depth) para baleias-jubarte marcadas com transmissores satelitais na região costeira da Bacia de Santos. Litoral de Santa Catarina: A) PTT 158542 (n= 44); litoral do Rio de Janeiro: B) PTT 158553 (n = 11); C) PTT 34588 (n = 30); D) PTT 34686 (n = 26). Os dados de histograma do PTT 158556 e PTT 158554 não foram transmitidos. .... 359
- Figura IV.4.1-18: Número de mergulhos realizados em cada intervalo de profundidade (Dive Maximum Depth) por baleias-jubarte marcadas com transmissores satelitais na região costeira da Bacia de Santos. Litoral de Santa Catarina: A) PTT 158542 (n= 43); litoral do Rio de Janeiro: B) PTT 158553 (n = 11); C) PTT 34588 (n = 35); D) PTT 34686 (n = 17). Os dados de histograma do PTT 158556 e PTT 158554 não foram transmitidos. .... 360
- Figura IV.4.1-19: Número de mergulhos realizados em cada intervalo de duração (Dive Duration) por baleias-jubarte marcadas com transmissores

---

satelitais na região costeira da Bacia de Santos. Litoral de Santa Catarina: A) PTT 158542 (n=42); litoral do Rio de Janeiro: B) PTT 158553 (n= 11); C) PTT 34588 (n=35); D) PTT 34686 (n= 16). Os dados de histograma do PTT 158556 e PTT 158554 não foram transmitidos.....	361
Figura IV.4.1-20: Perfis de mergulho (time series) dos dias 20-22/08/16 (A), 23 e 24/08/16 (B) e 25 a 27/08/16 (C) registrados para uma baleia jubarte marcada com transmissor satelital no litoral de Santa Catarina, na região costeira da Bacia de Santos, PTT 158542. ....	362
Figura IV.4.1-21: Perfis de mergulho (time series) dos dias 20/07/17 (A), 22/07/17 (B) e 23/07/17 (C) registrados para uma baleia jubarte marcada com transmissor satelital no litoral do Rio de Janeiro, na região costeira da Bacia de Santos, PTT 34686. ....	363
Figura IV.4.1-22: Perfis de mergulho (time series) dos dias 22/07/17 (A), 23/07/17 (B) e 14-21/08/17 (C) registrados para uma baleia jubarte marcada com transmissor satelital no litoral do Rio de Janeiro, na região costeira da Bacia de Santos, PTT 34588. ....	364
Figura IV.4.1-23: Comportamento de mergulho registrado em orcas marcadas com transmissores satelitais na região oceânica: A) PTT 158547; B) PTT 162628 e na região costeira c) PTT 162633 da Bacia de Santos. ....	367
Figura IV.4.1-24: Tempo despendido em cada intervalo de profundidade (time-at-depth) para orcas marcadas com transmissores satelitais na região oceânica: A) PTT 158547 (n=1); B) PTT 162628 (n=10) e na região costeira c) PTT 162633 (n=25) da Bacia de Santos. ....	368
Figura IV.4.1-25: Número de mergulhos realizados em cada intervalo de profundidade (Dive Maximum Depth) por orcas marcadas com transmissores satelitais na região oceânica: A) PTT 158547 (n=1); B) PTT 162628 (n=10) e na região costeira c) PTT 162633 (n=26) da Bacia de Santos. ....	369
Figura IV.4.1-26: Número de mergulhos realizados em cada intervalo de duração (Dive Duration) por orcas marcadas com transmissores satelitais na região oceânica: A) PTT 158547 (n=1); B) PTT 162628 (n=10) e na região costeira c) PTT 162633 (n=25) da Bacia de Santos. ....	370

---



Figura IV.4.1-27: Perfis de mergulho (time series) dos dias 30/07/17 (A), 31/07/17 (B) e 01/08/17 (C) registrados para a orca marcada com transmissor satelital na região costeira da Bacia de Santos, PTT 162633.....	371
Figura IV.4.1-28: Perfis de mergulho (time series) dos dias 02/08/17 (A), 03/08/17 (B) e 10/08/17 (C), registrados para a orca marcada com transmissor satelital na região costeira da Bacia de Santos, PTT 162633.....	372
Figura IV.4.1-29: Perfis de mergulho (time series) dos dias 17 (A), 24 (B) e 31/08/17 (C) registrados para a orca marcada com transmissor satelital na região costeira da Bacia de Santos, PTT 162633.....	373
Figura IV.4.1-30: Comportamento de mergulho registrado em golfinhos-nariz-de-garrafa marcados com transmissores satelitais na região costeira da Bacia de Santos. A) PTT 158551; B) PTT 158544; C) PTT 162632; D) PTT 162637.	376
Figura IV.4.1-31: Tempo despendido em cada intervalo de profundidade (time-at-depth) para golfinhos-nariz-de-garrafa marcados com transmissores satelitais na região costeira da Bacia de Santos. A) PTT 158551 (n =2); B) PTT 158544 (n = 2); C) PTT 162637 (n = 6). Os dados dos histogramas do PTT 162632 não foram transmitidos.....	377
Figura IV.4.1-32: Número de mergulhos realizados em cada intervalo de profundidade (Dive Maximum Depth) por golfinhos-nariz-de-garrafa marcados com transmissores satelitais na região costeira da Bacia de Santos. A) PTT 158551 (n =2); B) PTT 158544 (n = 1); C) PTT 162637 (n = 5). Os dados dos histogramas do PTT 162632 não foram transmitidos. ....	378
Figura IV.4.1-33: Número de mergulhos realizados em cada intervalo de duração (Dive Duration) por golfinhos-nariz-de-garrafa marcados com transmissores satelitais na região costeira da Bacia de Santos. A) PTT 158551 (n =1); B) PTT 158544 (n = 2); C) PTT 162637 (n = 5). Os dados dos histogramas do PTT 162632 não foram transmitidos.....	379
Figura IV.4.1-34: Perfis de mergulho (time series) dos dias 17, 18 e 23/03/16 registrados para o golfinho-nariz-de-garrafa marcado com transmissor satelital na região costeira da Bacia de Santos, PTT 158544.....	380

Figura IV.4.1-35: Perfis de mergulho (time series) dos dias 25/02/16 a 02/03/16 registrados para o golfinho-nariz-de-garrafa marcado com transmissor satelital na região costeira da Bacia de Santos, PTT 158551.....	380
Figura IV.4.1-36: Comportamento de mergulho registrado em golfinhos-nariz-de-garrafa marcados com transmissores satelitais na região costeira da Bacia de Santos. A) PTT 162634; B) PTT 166663. ....	381
Figura IV.4.1-37: Tempo despendido em cada intervalo de profundidade (time-at-depth) para golfinhos-nariz-de-garrafa marcados com transmissores satelitais na região costeira da Bacia de Santos. A) PTT 162634; B) PTT 166663. ....	382
Figura IV.4.1-38: Número de mergulhos realizados em cada intervalo de profundidade (Dive Maximum Depth) por golfinhos-nariz-de-garrafa marcados com transmissores satelitais na região costeira da Bacia de Santos. A) PTT 162634 (n=2); B) PTT 166663 (n= 3).....	383
Figura IV.4.1-39: Número de mergulhos realizados em cada intervalo de duração (Dive Duration) por golfinhos-nariz-de-garrafa marcados com transmissores satelitais na região costeira da Bacia de Santos. A) PTT 162634 (n = 2); B) PTT 166663 (n = 2).....	384
Figura IV.4.1-40: Perfis de mergulho (time series) dos dias 20 e 21/07/17 registrados para o golfinho-nariz-de-garrafa marcado com transmissor satelital na região costeira da Bacia de Santos, PTT 166663.....	385
Figura IV.4.1-41: Locais de instalação dos DTAGs em <i>Balaenoptera brydei</i> (8 de março de 2016) e <i>B. borealis</i> (31 de agosto de 2016), durante o PMC-BS. .	387
Figura IV.4.1-42: Identificação dos locais onde as quatro espécies de mysticetos foram marcadas com DTAG durante o segundo ano do PMC-BS. Baleia-de-bryde ( <i>B. brydei</i> ) no dia 14/02/17; Baleia-jubarte ( <i>M. novaeangliae</i> ) no dia 23/07/17; Baleia-fin ( <i>B. physalus</i> ) no dia 08/08/17 e Baleia-franca-austral ( <i>E. australis</i> ) no dia 09/08/17.....	389
Figura IV.4.1-43: Locais de instalação (círculo verde) e liberação (círculo vermelho) dos DTAGs para <i>B. brydei</i> (esquerda) e para <i>B. borealis</i> (direita). Os círculos azul e amarelo da figura da direita representam as posições da primeira e segunda avistagem de <i>O. orca</i> , respectivamente, observadas durante o período de permanência do DTAG na <i>B. borealis</i> . ....	390



- Figura IV.4.1-44: Pseudo-rotas registradas pelos DTAGs para cada uma das espécies marcadas: a) baleia-de-bryde (*Balaenoptera brydei*) no dia 14 fevereiro de 2017) b) baleia-jubarte (*Megaptera novaeangliae*) no dia 23 julho de 2017 c) baleia-fin (*B. physalus*) no dia 8 de agosto de 2017) d) baleia-franca-austral (*Eubalaena australis*) no dia 09 de agosto de 2017 ..... 391
- Figura IV.4.1-45: Perfil da profundidade do mergulho da baleia-de-bryde marcada no dia 8 de março de 2016 na Bacia de Santos durante o segundo ano do PMC/BS. Eixo x: tempo (s), Eixo y: profundidade (m). ..... 392
- Figura IV.4.1-46: Perfil dos mergulhos abaixo de 10 metros da baleia-de-bryde marcada no dia 8 de março de 2016 na Bacia de Santos durante o segundo ano do PMC/BS. Eixo x: tempo (s), Eixo y: profundidade (m). ..... 392
- Figura IV.4.1-47: (a) e (b) Perfil de profundidade de mergulhos da baleia-de-bryde, marcada no dia 8 de março de 2016 na Bacia de Santos durante o segundo ano do PMC/BS. (c) e (d) Pseudorrotas de mergulhos da baleia-de-bryde. 394
- Figura IV.4.1-48: (a) Perfil de mergulho (profundidade x tempo) da baleia-de-bryde (*B. brydei*) marcada como DTAG be17\_045a (profundidade em metros e tempo em segundos) na Bacia de Santos durante o segundo ano do PMC/BS. (b) Duração dos mergulhos (profundidade em metros e tempo em minutos). 395
- Figura IV.4.1-49: Perfil de profundidade do mergulho da baleia-sei marcada no dia 31 de agosto de 2016 na Bacia de Santos durante o segundo ano do PMC/BS. Eixo x: tempo (s), Eixo y: profundidade (m). ..... 397
- Figura IV.4.1-50: Duração dos mergulhos (minutos) da baleia-sei marcada no dia 31 de agosto de 2016 na Bacia de Santos durante o segundo ano do PMC/BS. 397
- Figura IV.4.1-51: Gráficos representando as medições dos multissensores do DTAG (profundidade, taxa de propulsão caudal, inclinação lateral, inclinação transversal e rumo) fixados na baleia-sei marcada no dia 31 de agosto de 2016 na Bacia de Santos durante o segundo ano do PMC/BS. Os dados indicam: (a) Eventos que indicam tanto alimentação submersa como alimentação na superfície; (b) apenas eventos de alimentação na superfície. 398

- Figura IV.4.1-52: (a) Perfil de mergulho (profundidade x tempo) da baleia-jubarte (*M. novaeangliae*) marcada como DTAG mn17\_204b (profundidade em metros e tempo em segundos) na Bacia de Santos durante o segundo ano do PMC/BS. (b) Duração dos mergulhos (profundidade em metros e tempo em minutos).....399
- Figura IV.4.1-53: Perfil cinemático do DTAG mn17\_204b colocado na baleia-jubarte (*M. novaeangliae*) (a) série de mergulhos associados ao aumento e diminuição da taxa de propulsão da cauda e rotação do corpo sugestivos de comportamentos de alimentação por engolfamento (b) detalhe de um mergulho com comportamento sugestivo de alimentação por filtragem na superfície. "Depth"= profundidade em metros; "Fluke Rate" = taxa de propulsão da cauda em radianos; "Roll" = rotação (ângulo em graus); "Pitch" = inclinação (ângulo em graus); "Heading" = rumo (ângulo em graus).....401
- Figura IV.4.1-54: Pseudo-rota e padrão de mergulho registrados no DTAG mn17\_204b colocado na baleia-jubarte na Bacia de Santos durante o segundo ano do PMC/BS. ....402
- Figura IV.4.1-55: (a) Perfil de mergulho (profundidade x tempo) da baleia-fin (*B. physalus*) marcada como DTAG bp17\_220a (profundidade em metros e tempo em segundos) na Bacia de Santos durante o segundo ano do PMC/BS. (b) Duração dos mergulhos (profundidade em metros e tempo em minutos).403
- Figura IV.4.1-56: Pseudo-rota e padrão de mergulho de todo o período de registro do DTAG bp17\_220a colocado na baleia-fin (*B. physalus*) na Bacia de Santos durante o segundo ano do PMC/BS. ....404
- Figura IV.4.1-57: Perfil cinemático do mergulho #5 do DTAG bp17\_220a colocado na baleia-fin (*B. physalus*) na Bacia de Santos durante o segundo ano do PMC/BS. Os dados são sugestivos de comportamento de alimentação. "Depth"= profundidade em metros; "Fluke Rate" = taxa de propulsão da cauda em radianos; "Roll" = rotação (ângulo em graus); "Pitch" = inclinação (ângulo em graus); "Heading" = rumo (ângulo em graus).....404
- Figura IV.4.1-58: Pseudo-rota e padrão do mergulho #5 registrado no DTAG bp17\_220a, colocado na baleia-fin (*B. physalus*) na Bacia de Santos durante

o segundo ano do PMC/BS. A assinatura cinemática do mergulho sugere um comportamento de alimentação.....	405
Figura IV.4.1-59: (a) Perfil de mergulho (profundidade x tempo) da baleia-franca-austral ( <i>E.australis</i> ) marcada como DTAG ea17_221a (profundidade em metros e tempo em segundos) na Bacia de Santos durante o segundo ano do PMC/BS. (b) Duração dos mergulhos (profundidade em metros e tempo em minutos). 405	
Figura IV.4.1-60: Pseudo-rota e padrão dos mergulhos #8 (acima) e #14 (abaixo) registrados no DTAG ea17_221a, colocado na baleia-franca-austral ( <i>E.australis</i> ) na Bacia de Santos durante o segundo ano do PMC/BS, que ilustram alguns movimentos rotacionais durante os mergulhos, porém sem indicativos de comportamento de alimentação.....	406
Figura IV.4.2-1: Distribuição dos tamanhos de grupo dos cetáceos misticetos observados durante o PMC-BS. ....	410
Figura IV.4.2-2: Distribuição dos tamanhos de grupo dos cetáceos odontocetos observados durante o PMC-BS. ....	411
Figura IV.4.3-1: Exemplo de uma detecção de assóvio de Delphinidae registrada no PMC-BS.....	415
Figura IV.4.3-2: Exemplo de uma detecção de cliques de odontoceto não-identificado registrada no PMC-BS.....	415
Figura IV.4.3-3: Exemplo de uma detecção de um grito pulsado de Delphinidae registrada no PMC-BS. ....	416
Figura IV.4.3-4: Exemplo de uma detecção de um "buzz" do golfinho-de-risso, <i>Grampus griseus</i> registrada no PMC-BS.....	416
Figura IV.4.3-5: Exemplo de uma detecção de canto da baleia-jubarte, <i>Megaptera novaeangliae</i> , registrada no PMC-BS.....	417
Figura IV.4.3-6: Histograma do número de detecções acústicas de assóvios relacionadas às diferentes categorias de Taxa de Ocorrência. ....	425
Figura IV.4.3-7: Histograma do número de detecções acústicas de assóvios relacionadas às diferentes categorias de Força do Sinal. ....	427
Figura IV.4.3-8: Exemplo de uma detecção com localização feita no ISHMAEL/WHALTRAK com Qualidade 1. ....	429

Figura IV.4.3-9: Exemplo de uma detecção com localização feita no PAMGUARD com Qualidade 2.....	429
Figura IV.4.3-10: Exemplo de uma detecção com localização feita no ISHAMEL/WHALTRAK com Qualidade 3. ....	430
Figura IV.4.3-11: Exemplo de uma detecção com localização feita no PAMGUARD com Qualidade 3. ....	430
Figura IV.4.3-12: Interface Gráfica do programa analisador de cliques desenvolvido pela EcoWaves para o PMC-BS. ....	441
Figura IV.4.3-13: Exemplo de cliques usuais de cachalote. ....	449
Figura IV.4.3-14: Ilustração da teoria do "chifre curvado". Lado direito: cabeça do cachalote com representação das estruturas. Ma = Mandíbula, B = cérebro, Ro = rosto, Ln = narina esquerda, Rn = narina direita, Bl = orifício respiratório Mt = músculos e tendões, So = órgão espermacete, Mo = monkey lips, Di = saco distal, Fr = saco frontal e Ju = junkie. As setas indicam o caminho de transmissão do som. Lado esquerdo: estrutura multi-pulsada do clique da cachalote, ilustrando po, p1, p2, p3 e p4. IPI = intervalo entre os pulsos. Extraído de ZIMMER et al. (2005a). ....	450
Figura IV.4.3-15: Figura ilustrando um clique de cachalote captado no eixo longitudinal do animal emissor (acima) e fora do eixo (abaixo). Note como a amplitude do pulso 1 (p1) diminui e os pulsos p0 e p2 aumentam. Os pulsos do clique fora do eixo apresentam um maior número de oscilações e o intervalo entre os pulsos fica mais indefinido. (Extraído de MOHL et al., 2003). ....	452
Figura IV.4.3-16: Clique de cachalote do PMC-BS. O pulso p1, de maior amplitude, é seguido pelo pulso p2, com amplitude moderada e muitas oscilações. O pulso p0 é praticamente imperceptível neste exemplo. O fim do pulso p2 e início do pulso p3 é confundido pelas inúmeras oscilações. Cliques no eixo apresentam apenas o pulso p1 com maior amplitude, e intervalos bem definidos entre os pulsos, o que qualifica este clique como fora do eixo. ....	453
Figura IV.4.3-17: Forma da onda do pulso p1 de um clique usual do cachalote (Physeter macrocephalus). ....	454

Figura IV.4.3-18: Típico pulso p1 do clique usual do cachalote ( <i>Physeter macrocephalus</i> ) Acima: Representação da distribuição de WV. Centro: espectro de potência. Abaixo: energia relativa cumulada.....	456
Figura IV.4.3-19: Exemplo de creaks de cachalote. A figura mostra quatro cliques usuais com intervalo de cerca de 0,6 segundos e duas sequências de creaks com intervalos entre 0,03 a 0,06 segundos. Note como os creaks apresentaram amplitude bem mais baixa do que os cliques usuais. ....	457
Figura IV.4.3-20: Forma da onda do creak do cachalote ( <i>Physeter macrocephalus</i> ). ....	458
Figura IV.4.3-21: Exemplo de uma sequência de creaks do cachalote ( <i>Physeter macrocephalus</i> ). ....	458
Figura IV.4.3-22: Creak do cachalote ( <i>Physeter macrocephalus</i> ) Acima: Representação da distribuição de WV. Centro: espectro de potência. Abaixo: energia relativa cumulada.....	460
Figura IV.4.3-23: Exemplo de um clique lento de cachalote, detectado durante uma breve detecção de um único indivíduo. Note que a banda espectral é menor do que os cliques usuais. ....	461
Figura IV.4.3-24: Forma da onda de um clique lento do cachalote ( <i>Physeter macrocephalus</i> ). ....	462
Figura IV.4.3-25: Clique lento do cachalote ( <i>Physeter macrocephalus</i> ). Acima: Representação da distribuição de WV. Centro: espectro de potência. Abaixo: energia relativa cumulada.....	463
Figura IV.4.3-26: gráficos do detector de cliques do PAMGUARD mostrando a forma da onda, espectro de frequência e distribuição tempo-frequência de Winger-Ville para um clique usual do cachalote detectado no PMC-BS.....	470
Figura IV.4.3-27: Forma da onda de um clique de Kogia.....	473
Figura IV.4.3-28: Clique de Kogia. Acima: Representação da distribuição de WV. Centro: espectro de potência. Abaixo: energia relativa cumulada. ....	474
Figura IV.4.3-29: Gráficos do detector de cliques do PAMGUARD mostrando a forma da onda, espectro de frequência e distribuição tempo-frequência de Winger-Ville para um clique de Kogia detectado no PMC-BS. ....	476

- Figura IV.4.3-30: Interface gráfica do detector de cliques do PAMGUARD mostrando uma sequência de cliques de Kogia detectada e classificada corretamente pelo classificador do PG configurado a partir do ciclo 4. .... 477
- Figura IV.4.3-31: Forma da onda de um clique de toninha (*Pontoporia blainvillei*). 479
- Figura IV.4.3-32: Clique da toninha (*Pontoporia blainvillei*). Acima: Representação da distribuição de WV. Centro: espectro de potência. Abaixo: energia relativa acumulada..... 481
- Figura IV.4.3-33: Gráficos do detector de cliques do PAMGUARD mostrando a forma da onda, espectro de frequência e distribuição tempo-frequência de Winger-Ville para um clique de toninha (*Pontoporia blainvillei*) detectado no PMC-BS..... 484
- Figura IV.4.3-34: Forma da onda de um clique de baleia-bicuda (Família Ziphiidae). .... 487
- Figura IV.4.3-35: Clique de baleia-bicuda (Família Ziphiidae). Acima: Representação da distribuição de WV. Centro: espectro de potência. Abaixo: energia relativa acumulada..... 488
- Figura IV.4.3-36: Forma da onda (acima) e gráfico de WV (abaixo) de um clique de baleia-bicuda (Família Ziphiidae) registrado no sistema de baixa frequência do PMC -BS (ISHMAEL)..... 489
- Figura IV.4.3-37: Gráficos do detector de cliques do PAMGUARD mostrando a forma da onda, espectro de frequência e distribuição tempo-frequência de Winger-Ville para um clique de baleia-bicuda (Família Ziphiidae) detectado no PMC-BS. 491
- Figura IV.4.3-38: Tela do ROCCA no programa PAMGUARD, ilustrando um assovio no espectrograma com o contorno realçado. A forma do contorno é a base para extração dos parâmetros acústicos. .... 493
- Figura IV.4.3-39: Matriz de correlação entre os 50 parâmetros acústicos dos assovios extraídos do ROCCA. .... 497
- Figura IV.4.3-40: Biplot da Análise de Componentes Principais (PCA) com os dados de assovios de cetáceos da Bacia de Santos..... 499
- Figura IV.4.3-41: Frequência mínima de assovios dos diferentes gêneros de delfínídeos da Bacia de Santos. Largura das caixas é proporcional ao



tamanho da amostra. Caixa representa o primeiro e terceiro quartis, e linha mais escura horizontal indica a mediana.....	501
Figura IV.4.3-42: Frequência máxima de assovios dos diferentes gêneros de delfinídeos da Bacia de Santos. Largura das caixas é proporcional ao tamanho da amostra. Caixa representa o primeiro e terceiro quartis, e linha mais escura horizontal indica a mediana.....	502
Figura IV.4.3-43: Duração de assovios dos diferentes gêneros de delfinídeos da Bacia de Santos. Largura das caixas é proporcional ao tamanho da amostra. Caixa representa o primeiro e terceiro quartis, e linha mais escura horizontal indica a mediana.....	502
Figura IV.4.3-44: Registros acústicos de delfinídeos no DTAG be16_068 <sup>a</sup> instalado em B. brydei na Bacia de Santos no dia 8 de março de 2016 durante o primeiro ano do PMC-BS.....	510
Figura IV.4.3-45: Provável detecção acústica de um evento de alimentação ilustrando o ruído de água corrente e bolhas sugerindo o engolfamento de presas (DTAG be17_045a - B. brydei, 14 de fevereiro de 2017) na Bacia de Santos durante o segundo ano do PMC-BS.....	511
Figura IV.4.3-46: Detecções acústicas registradas no DTAG bb16_244a instalado na B. borealis - 31 de agosto de 2016 na Bacia de Santos durante o segundo ano do PMC-BS. Os pontos indicados no perfil de mergulho indicam a presença de vocalizações durante os registros do DTAG (a) vocalizações de baleia-sei (b) gritos pulsados de baleia-orca (c) cliques de delfinídeo.....	512
Figura IV.4.3-47: Vocalizações de baleia-sei registradas pelo DTAG na Bacia de Santos durante o segundo ano do PMC-BS. Detalhe de uma vocalização do tipo descendente (esquerda) e sequência estereotipada de 2 vocalizações (direita).	514
Figura IV.4.3-48: Vocalizações de baleia-sei registradas no DTAG na Bacia de Santos durante o segundo ano do PMC-BS. Detalhe de uma vocalização do tipo ascendente-descendente (esquerda) e sequência estereotipada de 3 vocalizações (direita).....	515
Figura IV.4.3-49: Grito pulsado atribuído à baleia-orca (nível de intensidade recebido (RL) de 126.3 dB re 1 µPa, relação sinal/ruído (SNR) de 36.5. ....	515



- Figura IV.4.3-50: Vocalizações da baleia-franca-austral (*Eubalaena australis*), extraídas dos registros acústicos do DTAG be17\_045<sup>a</sup> na Bacia de Santos durante o segundo ano do PMC-BS. Destacado em vermelho, duas vocalizações do tipo "sirene com variante de chamado tonal ascendente", em amarelo "chirp" e laranja "sirene". ..... 518
- Figura IV.4.3-51: Perfil de mergulho (profundidade em metros x tempo em minutos) da baleia-franca-austral (*Eubalaena australis*) associado às vocalizações detectadas no DTAG be17\_045<sup>a</sup> na Bacia de Santos durante o segundo ano do PMC-BS. Os pontos no perfil de mergulho representam os períodos nos quais foram observados diferentes tipos de vocalizações, conforme já descritos para o repertório da espécie: Círculo Verde: chamados constantes; Triângulo Vermelho: chamados ascendentes e Círculo Vazio: sons pulsados. 518
- Figura IV.4.3-52: Perfil de mergulho (profundidade x tempo) da baleia-franca-austral (*Eubalaena australis*) associado às vocalizações detectadas no DTAG be17\_045<sup>a</sup> na Bacia de Santos durante o segundo ano do PMC-BS. Os pontos no perfil de mergulho representam os períodos nos quais foram observados os tipos de vocalizações até então não descritos para o repertório da espécie: Círculo Verde: sirenes; Triângulo Verde: sirene com variante de chamado tonal ascendente; Triângulo Amarelo: chirp e Círculo Laranja: som de atrito com o DTAG. .... 519
- Figura IV.4.3-53: Repertório acústico da baleia-franca-austral (*E. australis*) registrado em águas brasileiras. Extraído de Dombrowski et al. (2015). ..... 522
- Figura IV.4.4-1: Reação comportamental dos indivíduos amostrados por biópsia durante as campanhas dos dois primeiros anos do PMC-BS. .... 527
- Figura IV.4.5-1: Frequência das categorias de reação comportamental registradas para os indivíduos marcados com transmissores satelitais ao longo das quatro Campanhas de Telemetria do PMC-BS. Categoria: SR = sem reação; NBR = nível baixo de reação; NMR = nível médio de reação; NAR = nível alto de reação. .... 533
- Figura IV.5-1: Lesão de interação antrópica em *Balaenoptera brydei*: provável mutilação por colisão com embarcação. .... 541

Figura IV.5-2: Lesão em <i>Tursiops truncatus</i> : mutilação por interação com pesca.	541
Figura IV.5-3: Lesão em <i>Balaenoptera physalus</i> : lesão bem delimitada com os bordos escurecidos, multifocal discreta (provável poxvírus).	542
Figura IV.5-4: Lesão em <i>Balaenoptera brydei</i> : lesão bem delimitada com os bordos esbranquiçados multifocal discreta (provável poxvírus).	542
Figura IV.5-5: Lesão em <i>Stenella clymene</i> : lesão bem delimitada com centro escurecido, multifocal discreta (provável poxvírus).	543
Figura IV.5-6: Lesão em <i>Balaenoptera borealis</i> : possível mordida de tubarão charuto.	543
Figura IV.5-7: Lesão em <i>Balaenoptera musculus</i> : ferida aberta multifocal, possível mordida de tubarão charuto.	544
Figura IV.5-8: Provável deformação congênita em rostro em <i>Stenella frontalis</i> .	544
Figura IV.5-9: Lesão em <i>Balaenoptera brydei</i> : lesão bem delimitada com o centro deprimido, discreta-moderada, multifocal (etiologia desconhecida).	545
Figura IV.5-10: Lesão em <i>Stenella frontalis</i> : lesão nodular (etiologia desconhecida).	545
Figura IV.5-11: Lesão esbranquiçada de etiologia desconhecida em <i>Stenella frontalis</i> : aparente cicatrização.	546
Figura IV.5-12: Lesão em <i>Balaenoptera bonaerensis</i> : nódulos multifocais.	546
Figura IV.6-1: Porcentagem dos níveis taxonômicos identificados nas detecções de cada método nos Ciclos de 1 a 4 das Campanhas de Avistagem Embarcada (V) e MAP (A) do PMC-BS.	547
Figura IV.6-2: Porcentagem dos táxons identificados nas detecções de cada método nos Ciclos de 1 a 4 das Campanhas de Avistagem Embarcada (V) e MAP (A) do PMC-BS da Bacia de Santos.	548
Figura IV.6-3: Previsões do melhor GLM considerando a influência da campanha e a interação entre método e estado do mar na Escala Beaufort na taxa de detecção de cetáceos durante as Campanhas de Avistagem Embarcada e MAP do PMC-BS.	551

## ***LISTA DE ANEXOS***

<b>Anexo II-1:</b> Procedimentos Operacionais
<b>Anexo IV-1:</b> Guia de Espécies
<b>Anexo IV-2:</b> Classificação dos sinais acústicos

## APRESENTAÇÃO

O Projeto de Monitoramento de Cetáceos na Bacia de Santos - PMC-BS objetiva atender demanda do Processo de Licenciamento Ambiental - IBAMA Nº 02001.114289/2017-80 - conduzido pela Coordenação-Geral de Licenciamento Ambiental de Empreendimentos Marinhos e Costeiros – CGMac, da Diretoria de Licenciamento Ambiental – DILIC, do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis – IBAMA.

O presente relatório apresenta a consolidação do processamento e da análise do primeiro e do segundo ano de execução do PMC-BS, conforme previsto em seu Projeto Executivo, aprovado pela IBAMA em julho de 2015. Os resultados e as análises são fruto da execução do projeto nesse período pela equipe da empresa Socioambiental Consultores Associados, sob a supervisão da equipe da Petrobras - SMS Meio Ambiente da Unidade de Operações de E&P da Bacia de Santos, mediante contrato nº 2400.0097391.15.2 entre a empresa e a Petrobras.

Esse segundo relatório anual focou na consolidação de informações biológicas sobre as espécies observadas, com aprofundamento das diversas análises. Foi iniciado preliminarmente o cruzamento de algumas informações sobre atividades antropogênicas com a distribuição e a presença de cetáceos. São apresentadas também considerações críticas a respeito da aplicação dos métodos utilizados e dos resultados esperados, conforme previsto no Projeto Executivo.

## **I. INTRODUÇÃO**

O segundo Relatório Anual do PMC-BS apresenta a consolidação dos dados primários gerados nos dois primeiros anos do projeto, nas doze campanhas de campo realizadas em quatro ciclos semestrais para a aplicação dos diversos métodos previstos para atender os objetivos do projeto.

Portanto, com base nos dois anos de atividades e os dados gerados nesse período, o presente relatório focou na apresentação e na discussão principalmente dos dados relativos à biologia das espécies registradas (riqueza, distribuição, densidade, abundância, usos de habitats e alguns padrões de comportamento), além do aprofundamento da avaliação crítica da aplicação das metodologias utilizadas.

O relatório apresenta os resultados dos dois anos de trabalho, assim como as discussões, focado nos objetivos do PMC-BS definidos em seu Projeto Executivo, baseando-se também em ampla revisão de bibliografia especializada.

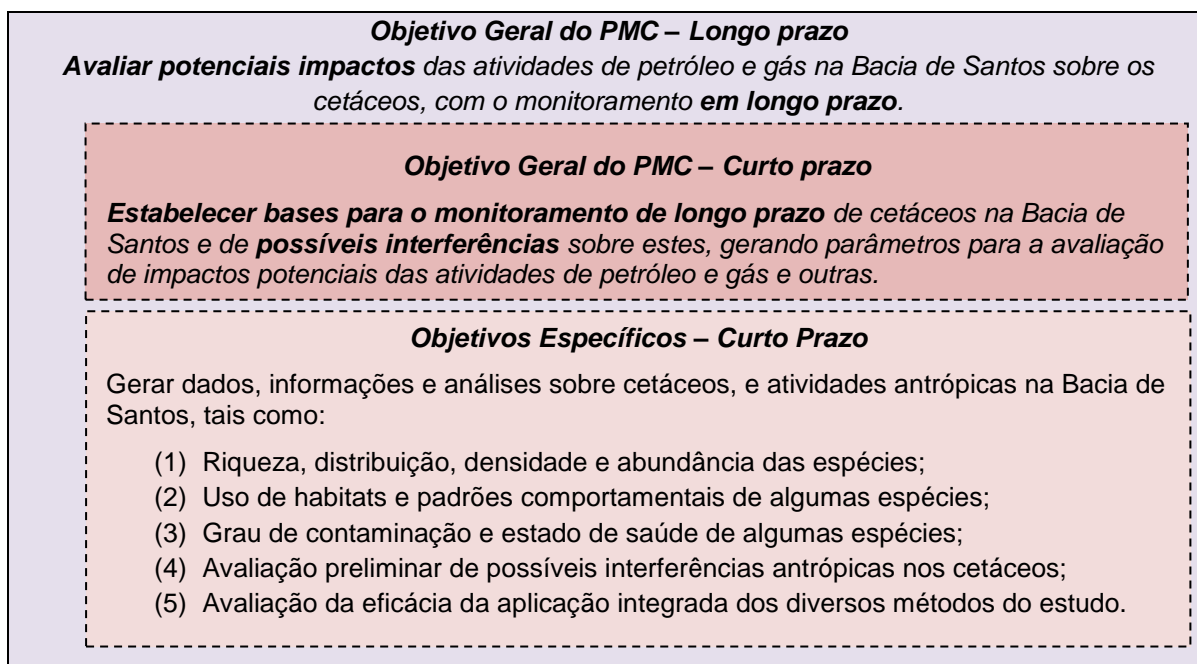
No relatório anual do primeiro ano, estabeleceu-se os focos e a abrangência dos relatórios anuais 1 e 2 e do Relatório Consolidado a ser entregue ao final de três anos de projeto, em meados de 2018. O estabelecimento do foco dos relatórios seguiu uma lógica de acúmulo crescente de dados, a possibilidade de uma abordagem sazonal e de comparação de dados de uma série temporal mínima. Também foi considerada a oportunidade de cruzamento dos dados do PMC-BS com outras bases de dados, sejam estes de aspectos naturais ou antropogênicos, disponíveis ou que estejam sendo gerados paralelamente à execução do PMC-BS, como os dados dos outros programas de monitoramento ambiental desenvolvidos pela Petrobras na Bacia de Santos.

Seguindo aquela definição, buscou-se neste segundo relatório anual a consolidação de alguns aspectos da biologia (p.ex., uso de habitat, distribuição, tamanho e composição do grupo), e o aprofundamento das abordagens do primeiro ano, bem como o início de cruzamentos com dados de outros projetos de monitoramento na Bacia de Santos. Por enquanto, estão sendo utilizados especificamente os dados advindos do Projeto de Monitoramento do Tráfego de

Embarcações – PMTE, dados físico-químicos e biológicos disponíveis em base de dados oceanográficos (como diferentes bases online do NOAA – *National Oceanic and Atmospheric Administration*) e informações extraídas do Sistema de Informações Georreferenciadas (SIG) do PMC, como a distância de unidades de exploração e produção de gás e petróleo em relação aos registros de cetáceos.

No Relatório Consolidado, ao final de três anos de projeto, espera-se, além de consolidar as análises sobre a biologia das espécies, promover a avaliação preliminar de potenciais interferências antropogênicas, com base na ampliação do cruzamento de dados do projeto, com os de outros projetos de monitoramento ambiental da Bacia de Santos.

Os objetivos do PMC-BS definidos em seu projeto executivo, sumariamente apresentados no quadro a seguir, foram todos abordados, ao menos parcial e preliminarmente, neste segundo relatório anual. O atendimento do objetivo 3 fundamentou-se basicamente nas análises de lesões epidérmicas, em razão de que as amostras destinadas a análises de contaminantes encontraram-se em processamento laboratorial. Os resultados sobre contaminantes serão apresentados e discutidos no 3º Relatório Anual do PMC-BS em 2018.



Para atender a abordagem proposta para esse relatório, o mesmo está estruturado em: apresentação e introdução (Item I); descrição sumária dos meios e métodos aplicados (item II); esforço e tamanho amostral (Item III); resultados e discussão (Item IV); e considerações finais (Item V) focadas nos principais resultados.



## II. MÉTODOS

As grandes áreas de atuação, atividades e métodos que foram utilizados para atender os objetivos do PMC-BS, conforme previsto no Projeto Executivo, resumidamente consistem de ciclos semestrais com três campanhas de campo cada, uma de Avistagem Embarcada e Monitoramento Acústico Passivo (MAP), uma de Telemetria e uma de Avistagem Aérea. O presente relatório aborda as campanhas realizadas nos primeiros dois anos do projeto até o momento, totalizando 12 campanhas de campo.

### ○ Campanhas de Avistagem Embarcada e MAP

Realizadas quatro campanhas de Avistagem e MAP, executadas em cerca de 41 dias. Foi usado o método de transecções lineares com amostragem de distâncias (*Distance Sampling*), abrangendo tanto águas profundas quanto rasas, buscando obter dados sobre ocorrência, riqueza, densidade, abundância e distribuição das espécies.

### ○ Sobrevoos de Avistagem Aérea

Realizados quatro sobrevoos, geralmente executados em até dez dias de mobilização, com cerca de sete dias de esforço amostral efetivo. Também foi usado o método de transecções lineares com amostragem de distâncias (*Distance Sampling*), abrangendo tanto águas profundas quanto rasas, buscando obter dados sobre ocorrência, riqueza, densidade, abundância e distribuição das espécies.

### ○ Campanhas de Telemetria

Quatro campanhas de Telemetria foram realizadas abrangendo águas rasas e profundas, a partir de rotas pré-estabelecidas, para a implantação de transmissores visando obter dados de deslocamento, padrões comportamentais e de uso de habitat das espécies. Estas campanhas tiveram duração de 25 dias cada, com exceção da última campanha (Campanha 4 de Telemetria), que teve uma duração de 37 dias. As rotas buscaram contemplar a área de abrangência como um todo, mas concentrando o esforço em regiões de maior densidade de cetáceos, como águas mais rasas (até 30 metros) e mais profundas no talude (200 a 1500 metros), mas de maneira ajustável às condições do mar e à

ocorrência de oportunidades de encontro de cetáceos passíveis de marcação, com vistas a aumentar a probabilidade de colocação de transmissores.

- **Fotoidentificação**

Registros de fotoidentificação foram obtidos primariamente durante as Campanhas de Telemetria e oportunisticamente nas Campanhas de Avistagem Embarcada e MAP, buscando realizar a identificação individual dos espécimes avistados para a análise de padrões de fidelidade e residência a determinadas áreas, movimentos individuais em diferentes escalas e parâmetros populacionais diversos, assim como o registro de patologias de pele que contribuam para a análise do estado de saúde dos indivíduos.

- **Biópsias para Análises Genéticas, de Biomarcadores e de Contaminantes**

A coleta de biópsias de tecido (pele e gordura) de cetáceos foi realizada prioritariamente nas Campanhas de Telemetria e oportunisticamente nas Campanhas de Avistagem Embarcada e MAP. As frações de amostras separadas para as análises de biomarcadores e contaminantes foram remetidas aos responsáveis pelas análises contratados pela Petrobras, Laboratório de Biomarcadores de Contaminação Aquática e Imunoquímica da Universidade Federal de Santa Catarina LABCAI/UFSC para análise de biomarcadores e Departamento de Oceanografia Física, Química e Geológica do Instituto Oceanográfico da USP (IO-USP) para contaminantes. Estas análises estão em andamento e seus resultados serão apresentados e discutidos no Relatório Consolidado. As análises genéticas estão sendo executadas pelo Laboratório de Biologia Genômica e Molecular da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (PUCRS), em Porto Alegre, e os resultados serão apresentados no presente relatório.

Este item traz ainda, nos subitens seguintes, uma descrição sucinta das plataformas e dos métodos utilizados para coleta de dados em cada área temática. Mais detalhes sobre a coleta e o processamento dos dados das diversas áreas temáticas estão disponíveis nos procedimentos operacionais, no **Anexo II-1: Procedimentos operacionais**, que permitem a replicação das coletas de dados realizadas no âmbito do PMC-BS. Os métodos de análise dos

dados são descritos no item IV sobre Resultados e Discussão orientados para os objetivos específicos do projeto.

## **II.1 Plataformas de pesquisa**

Uma embarcação do tipo mini *supply*, de 23,7 metros de comprimento e 6,0 metros de boca foi utilizada como plataforma principal para a coleta de dados das áreas temáticas de Avistagem Embarcada, MAP e Telemetria (**Figura II.1-1**). A embarcação possui acomodações para 12 pesquisadores e 6 tripulantes, e tem autonomia para até 45 dias de mar. A embarcação conta com dois motores Cummins de 325 HP cada.

Dois botes infláveis operaram durante os procedimentos de marcação com transmissores nas Campanhas de Telemetria. O bote inflável principal, utilizado nas três últimas campanhas (Ciclos 2 a 4), tinha 6,3 metros de comprimento e motor de popa de 115 HP (**Figura II.1-2**). Outro bote inflável menor foi utilizado como bote de segurança nas três últimas campanhas e como bote principal na primeira campanha (**Figura II.1-3**). Este bote menor possui 5 metros de comprimento e motor de popa de 50 HP. Os dois botes infláveis possuem uma plataforma de aço inox na proa para facilitar os procedimentos de colocação de transmissores em algumas situações. Durante a segunda campanha a proa do Sea Route também foi utilizada como plataforma de marcação dos transmissores satelitais.



**Figura II.1-1:** Vista geral da embarcação Sea Route, utilizada para as coletas de dados embarcadas nos dois primeiros anos do PMC-BS.



**Figura II.1-2:** Vista geral do bote inflável de 6,3 metros, utilizado como bote principal a partir da 2ª Campanha de Telemetria do PMC-BS.





**Figura II.1-3:** Vista geral do bote inflável de 5 metros, utilizado como bote principal na 1ª Campanha e bote de apoio a partir da 2ª Campanha de Telemetria do PMC-BS.

Um avião *AeroCommander 500* (matrícula PT-KUK) de asa alta foi utilizado nas Campanhas de Avistagem Aérea (**Figura II.1-4**). A aeronave possui dois motores *Lycoming* convencionais de 290 HP cada, envergadura de 14,95 m, comprimento de 11,22 m, peso máximo de 3.060 Kg e é equipada com duas janelas em bolha em cada lado, permitindo uma melhor observação das regiões à frente e abaixo da aeronave. Esta condição permite que os observadores maximizem a detecção de grupos próximos da linha de transecção para satisfazer uma das premissas do método. A capacidade da aeronave é de dois pilotos e quatro pesquisadores, e sua autonomia é de cerca de 5:30 horas de voo.



**Figura II.1-4:** Vista geral da aeronave AeroCommander 500, utilizada nos dois primeiros anos do PMC-BS.

## **II.2 Avistagem Embarcada**

A metodologia de transecções lineares com amostragem de distâncias (*Distance Sampling*) foi utilizada durante as Campanhas de Avistagem Embarcada (BUCKLAND et al., 2001), conforme descrito no Projeto Executivo. A metodologia consiste em percorrer um conjunto de linhas de transecção e realizar a contagem de cetáceos ao longo dessas linhas (BUCKLAND et al., 2001). As linhas foram desenhadas para cobrir a Bacia de Santos de forma sistemática e homogênea, permitindo que as contagens sejam extrapoladas para toda a área, visando estimar a densidade e abundância. O traçado das linhas segue um ziguezague que é deslocado entre 60 a 90 km de uma campanha a outra para evitar vieses espaciais na amostragem. O traçado das linhas seguiu uma orientação perpendicular à costa, cruzando o gradiente de profundidades da área de estudo.

A embarcação percorreu as linhas de transecção a uma velocidade média de 7 nós. O esforço amostral foi realizado durante todo o período de luz natural

(iniciando entre 6 e 7 horas e finalizando entre 18 e 19 horas), com três observadores simultâneos posicionados no ponto mais alto da embarcação, em uma torre construída para este fim. O ponto de observação fica a uma altura de aproximadamente 7 metros acima do nível do mar (**Figura II.2-1**). Os três observadores revezaram-se periodicamente com outros dois a três observadores em descanso e procuraram grupos de cetáceos a olho nu e com auxílio de binóculos (7x50 e 15x50). O esforço amostral teve controle rigoroso tanto temporal como espacialmente (função *track* do GPS).



**Figura II.2-1:** Observadores em esforço na torre de observação da embarcação Sea Route durante Campanha de Avistagem Embarcada e MAP do PMC-BS.

A cada detecção de um grupo de cetáceo, o ângulo horizontal (com uma alidade) e o vertical (com o binóculo reticulado) foram registrados. Isso permitiu a obtenção da distância perpendicular e a correção da posição geográfica (registrada com um GPS). As seguintes informações também foram registradas



para cada detecção de cetáceo: hora, espécie ou menor nível taxonômico identificado, tamanho e composição do grupo, presença de filhotes e comportamento. As espécies foram identificadas com auxílio de guias de identificação (SHIRIHAI & JARRET, 2006; LODI & BOROBIA, 2013; JEFFERSON *et al.*, 2015), sempre procurando obter registros fotográficos para auxiliar a identificação. Os procedimentos de coleta de dados utilizados durante as Campanhas de Avistagem Embarcada estão descritos em detalhes no Procedimento Operacional 03 (**Anexo II-1: Procedimentos Operacionais**).

### ***II.3 Monitoramento Acústico Passivo (MAP)***

O monitoramento acústico passivo (MAP) foi realizado conjuntamente com o esforço de observação visual, com exceção de períodos onde as condições climáticas implicavam em paralização do esforço visual, permanecendo apenas o esforço acústico.

Um arranjo de hidrofones foi rebocado pela embarcação para monitoramento contínuo por dois operadores dedicados com objetivo de detectar, classificar e localizar todas as detecções acústicas de cetáceos possíveis durante as campanhas de Avistagem e MAP do PMC-BS.

Abaixo segue uma descrição dos equipamentos de MAP e dos procedimentos de coleta de dados empregados.

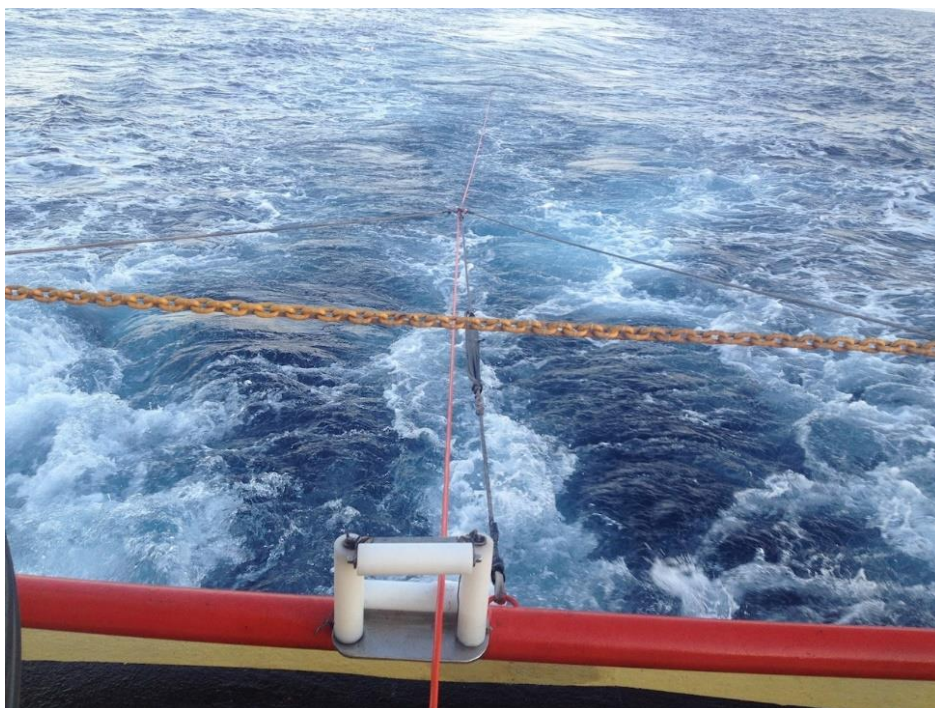
#### ***Parte Molhada***

Compõem a parte molhada do sistema o arranjo de hidrofones e o cabo de reboque, os quais são conectados por conectores à prova d'água. Ambos ficam armazenados em um guincho hidráulico e são lançados ao mar durante o início do esforço e recolhidos no final do dia (**Figura II.3-1**). O cabo é suspenso por três cordas para amortecimento da tensão e passa por um rolete na popa da embarcação (**Figura II.3-2**). Os procedimentos de lançamento e recolhimento do

arranjo de hidrofones estão descritos no Procedimento Operacional 04 (**Anexo II-1: Procedimentos Operacionais**).



**Figura II.3-1:** Lançamento do arranjo de hidrofones a partir do guincho hidráulico. O cabo laranja enrolado no guincho é o cabo de reboque. Nesta foto, o arranjo de hidrofones (tubo preenchido a óleo) está sendo manuseado para lançamento a partir da popa da embarcação.



**Figura II.3-2:** Cabo de reboque do arranjo de hidrofones (cor laranja), lançado a partir da popa da embarcação.

O PMC-BS dispõe de dois arranjos de hidrofones, denominados de “Bahia” e “Turquoise”. Os hidrofones e pré-amplificadores estão contidos dentro de um tubo de poliuretano, de aproximadamente 4 m de comprimento, preenchido com óleo inerte (óleo de rícino). O tubo é vedado com peças de latão e abraçadeiras. Na extremidade anterior, o tubo dispõe de um conector que se acopla ao cabo de reboque. São 4 hidrofones no total, divididos em pares, sendo que há um par para a detecção de eventos acústicos de alta frequência (até 170 kHz) e outro para os eventos acústicos de baixa a média frequência (1 kHz - 48 kHz) (**Tabela II.3-1**).

Os pré-amplificadores possuem ganho de 33 dB e filtro passa-altas com frequência de corte de 1 kHz. Os arranjos também possuem um sensor de pressão hidrostática para o monitoramento da profundidade dos hidrofones (Keller series 7), que pode ser lido diretamente no software PAMGUARD.

**Tabela II.3-1:** Especificações dos hidrofones usados durante o MAP no PMC-BS.

Característica	Par de frequências baixas a médias	Par de frequências altas
Fabricante (Modelo)	APC (42-1021)	Teledyne Reson (TC 4013)
Diâmetro externo (mm)	19,0 ± 0,15	8,0
Diâmetro interno (mm)	26,0 ± 0,20	ND*
Tamanho (mm)	20,0 ± 0,15	22
Capacitância (nF)	11,6	3,4
Freq. de ressonância (kHz)	83	>200
Resposta de Frequência (kHz)	1 -100	1 -170
Espaçamento entre hidrofones (m)	3,80 m (Turquoise) 2,03 m (Bahia)	1,01 m (Turquoise) 0,53 m (Bahia)

\*ND = Não Disponível (não fornecido pelo fabricante)

O cabo de reboque possui 500 m de comprimento total, e foi lançado durante a operação 400 m de cabo resultando na permanência dos hidrofones a uma profundidade média na faixa dos 20 - 25 metros. Quando em águas rasas (< 40 m), o cabo era recolhido até a marca de 150 m para permitir a continuidade do MAP. Nessa configuração, o arranjo permanecia em uma profundidade entre 10 a 15 m. O cabo era recolhido completamente e a amostragem paralisada em profundidades inferiores a 20 m, até a embarcação alcançar a profundidade adequada novamente.

### Parte Seca

A parte seca consiste no cabo de convés e no Sistema de Processamento Acústico (SPA), localizados no convés superior, onde se encontra a estação de MAP (**Figura II.3-3**).

O cabo de convés possui cerca de 30 m e está conectado ao cabo de reboque para transmitir o sinal até a estação de MAP, onde é conectado um cabo multivias que distribui os sinais dos quatro hidrofones para os respectivos canais do SPA (1 par de canais para cada subsistema). O SPA inclui diversos componentes que condicionam os sinais. Os sinais são amplificados (ganho ajustável de 0 a 40 dB), filtrados (filtro passa-altas de 1 kHz) e digitalizados.

Na 1ª Campanha de Avistagem Embarcada e MAP, o SPA foi alugado da empresa americana Biowaves Inc. O condicionador de sinais utilizado foi o MAGREC e a placa de conversão análogo-digital utilizada foi a RME FIREFACE 800 (taxa de amostragem de 192 kHz). A partir do segundo ano do PMC-BS, optou-se por nacionalizar o SPA, que foi desenvolvido pela empresa brasileira Ecowaves Ltda. O condicionador de sinal foi customizado para atender às exigências do PMC-BS. Os sinais de cada subsistema passaram por uma filtragem adicional, utilizando filtro passa-baixas: frequência de corte de 48 kHz para o subsistema de frequências baixas-médias e de 170 kHz para o subsistema de frequências altas. O filtro passa-baixas é também chamado de filtro ‘*antialiasing*’. Este filtro evita a contaminação do sinal por frequências acima da capacidade do sistema e representa uma melhoria para a qualidade do sinal. As frequências utilizáveis e as placas de conversão análogo-digital de cada subsistema são: (a) frequências baixas-médias de 1 a 48 kHz (Placa ASUS taxa de Amostragem de 192 kHz); e (b) frequências altas de 1 a 170 kHz (Placa NIDAQ 6286 - taxa de amostragem de 500 kHz). O SPA possui um sistema de GPS (GPS e Antena Garmin) e placa MC DAQ para registro do sensor de profundidade.

Foram realizadas diversas melhorias em relação ao equipamento usado na 1ª Campanha. Dentre elas se destacam: o uso da energia elétrica do navio para alimentar o sistema, que foi acompanhado de transformadores que filtram o ruído elétrico (eliminando as baterias que ocupavam espaço e precisavam ser carregadas diariamente) e um ‘*nobreak*’ para garantir a funcionalidade durante picos ou interrupções no fornecimento elétrico; o uso de um único GPS que fornece sinal para ambos os subsistemas (anteriormente eram 2 GPSs); o uso de computadores de alto desempenho (processadores Intel i7 com 8GB de memória



RAM) com monitores adicionais para melhorar a visualização dos sinais; um único computador integrando os softwares ISHAMEL e WHALETRAK para monitoramento do subsistema de frequências baixas-médias (anteriormente era um computador para cada software e um roteador para comunicação); o monitoramento do áudio com chave seletora, que permite o monitoramento aural dos hidrofones do sistema de baixa ou alta frequência; e placas de aquisição de dados integradas dentro de um único rack (1U), tornando o SPA mais compacto e menos sujeito a falhas de seus componentes.

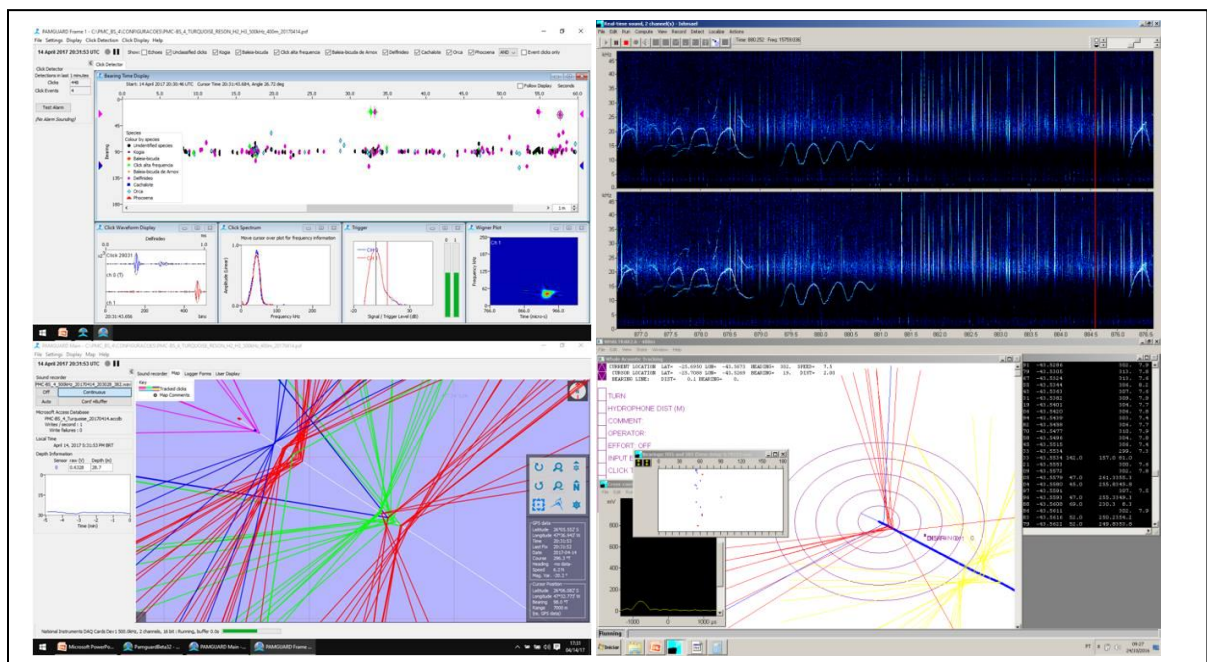


**Figura II.3-3:** Estação de MAP e operadores durante Campanha de Avistagem Embarcada e MAP do PMC-BS.

### Softwares de MAP

Os softwares utilizados são o PAMGUARD para detecção, localização e classificação de cliques de odontocetos (subsistema de alta frequência) (**Figura II.3-4**) e o ISHMAEL para detecção de assovios e cliques de odontocetos e sons

de misticetos que estejam acima de 1 kHz (subsistema de baixa frequência). Diferente do PAMGUARD, o ISHMAEL não possui um mapa integrado para realizar a localização dos sinais biológicos e, portanto, é utilizado em conjunto com o software WHALETRAK (desenvolvido pelo pesquisador Jay Barlow - NOAA) (Figura II.3-4).



**Figura II.3-4:** Esquerda: tela do detector de clique do PAMGUARD e mapa para localização (abaixo). Detalhe da tela dos softwares ISHMAEL (acima) e WHALETRAK (abaixo) utilizados durante o MAP no PMC-BS.

Os procedimentos de operação dos softwares e coleta de dados das detecções acústicas de cetáceos durante o trabalho de campo estão descritos no Procedimento Operacional 04 de coleta de dados do MAP (**Anexo II-1: Procedimentos Operacionais**). O monitoramento foi feito por dois operadores de MAP simultaneamente, cada um operando um dos computadores com os respectivos softwares. Os operadores trabalhavam juntos para coletar e registrar os dados referentes às detecções acústicas de cetáceos conforme determinado no protocolo. As detecções eram feitas conjuntamente pelos dois operadores e quando possível eram comparadas entre os dois softwares para verificar a



consistência dos dados coletados. A ficha de detecção foi preenchida com os dados da detecção que obteve os melhores registros entre os dois softwares. Manteve-se sempre três operadores na equipe a bordo revezando em turnos de 2 horas de trabalho e 1 hora de descanso.

As gravações foram feitas de maneira contínua. Além do áudio, os registros incluem os arquivos do banco de dados MS Access que contém os registros do esforço amostral, equipamento utilizado, configurações do sistema de MAP, dados do GPS, profundidade do arranjo de hidrofones e os registros das detecções acústicas de cetáceos. Também são armazenados os arquivos de dados binários do detector de cliques do PAMGUARD, as configurações dos programas utilizados (PAMGUARD e ISHMAEL), base de dados do programa WHALETRAK e imagens de capturas da tela do computador que foram feitas durante a coleta de dados.

Todos esses dados estão sendo armazenados em duas cópias físicas armazenadas em locais diferentes, (sede da Socioambiental e Ecowaves). Os arquivos de áudio são armazenados no formato WAVE. As gravações do PAMGUARD foram configuradas para duração de 5 minutos e o tamanho dos arquivos é de cerca de 600 MB. As gravações do ISHMAEL foram configuradas para duração de 10 minutos e o tamanho dos arquivos é de cerca de 460 MB. No entanto, quando ocorrem interrupções na gravação, os arquivos podem ser de menor duração e tamanho.

Após o término de cada campanha, os dados de MAP precisam ser validados, classificados e triados. Estas atividades são feitas por Marcos Rossi-Santos e Alexandre Paro, responsáveis pelas coletas e análises de MAP do PMC-BS. Os procedimentos de validação, classificação e triagem dos dados estão descritos no Procedimento Operacional 06 de processamento de dados do MAP (**Anexo II-1: Procedimentos Operacionais**). Finalizada essa etapa, há a geração de planilhas com todas as detecções validadas do MAP de cada campanha que, posteriormente, são inseridas em um sistema online de armazenamento, gerenciamento e visualização de dados (SisPMC).

## II.4 Avistagem Aérea

Nas Campanhas de Avistagem Aérea se aplicou a metodologia de transecções lineares com amostragem de distâncias (*Distance Sampling*) (BUCKLAND et al., 2001), conforme descrito no **Item II.2**. Uma malha paralela de linhas de transecção foi desenhada para amostragem sistemática da Bacia de Santos. As linhas percorrem a área de estudo, cruzando gradientes de profundidade, posicionadas perpendicularmente à costa. Optou-se por um desenho amostral contendo um conjunto de linhas paralelas, visando uma cobertura homogênea da área de estudo. Cada campanha foi planejada para ser realizada durante uma janela de até 15 dias. Nas duas campanhas realizadas, as linhas foram percorridas sequencialmente partindo do Sul para o Norte, dependendo das condições climáticas e meteoceanográficas.

Durante o esforço amostral, a aeronave sobrevoou o mar a uma altitude de 750 pés. Esta altitude visa maximizar as detecções tanto de pequenos quanto de grandes cetáceos. A velocidade de sobrevo é de aproximadamente 240 km/h, que corresponde à velocidade mínima permitida à aeronave, levando em consideração a segurança do sobrevo. O esforço amostral foi registrado com a função *track* do GPS para posterior obtenção da posição dos registros realizados.

Quatro observadores experientes se revezaram nas posições: (1-2) observadores das janelas planas; (3-4) observadores das janelas em bolha (**Figuras II.4-1 e II.4-2**). A posição inicial dos pesquisadores foi sorteada no início de cada sobrevo. A rotação de posições foi feita no meio e ao final de uma linha de transecção, ou seja, no máximo a cada 1 hora de sobrevo. Os observadores procuraram grupos de cetáceos a olho nu de forma independente, sem comunicação nem contato visual entre si. Os mesmos concentraram o esforço de procura na linha e próximo à mesma, “varrendo” periodicamente o horizonte. Não foi realizado esforço amostral no deslocamento entre linhas de transecção.

O registro do esforço, posições de início e final da linha de transecção, condições ambientais (estado do mar na escala Beaufort, reflexo em cada bordo, condições de visibilidade, cobertura do céu) e as informações relacionadas à cada detecção (espécie, posição geográfica, hora, tamanho do grupo, presença de

filhotes, observador e evento que levou à detecção do grupo) foram feitos com auxílio de um gravador digital. O ângulo vertical foi medido no momento em que o grupo avistado estava perpendicular à aeronave, com auxílio de um clinômetro Suunto (**Figura II.4-3**). O ângulo vertical e a altura da aeronave permitiram calcular a distância perpendicular da linha de transecção para cada avistagem.



**Figura II.4-1:** Observador em esforço amostral na janela bolha direita da aeronave AeroCommander 500, utilizada durante as Campanhas de Avistagem Aérea do PMC-BS.



**Figura II.4-2:** Observadores em esforço amostral na aeronave AeroCommander 500, utilizada durante as Campanhas de Avistagem Aérea do PMC-BS.



**Figura II.4-3:** Observador utilizando clinômetro e gravador digital para registros de avistagem durante as Campanhas de Avistagem Aérea do PMC-BS.

Os procedimentos de coleta de dados utilizados durante as Campanhas de Avistagem Aérea estão descritos em detalhes no Procedimento Operacional 07 (**Anexo II-1: Procedimentos Operacionais**).

A fim de garantir a qualidade dos dados, o planejamento dos sobrevoos levou em consideração apenas as condições favoráveis de observação. Os sobrevoos nas áreas costeiras deveriam ser realizados com mar igual ou abaixo de Beaufort 3 (vento entre 7-10 nós), e nas áreas oceânicas com mar igual ou abaixo de Beaufort 4 (vento entre 11-16 nós).

## **II.5 Telemetria**

Foram realizadas quatro campanhas específicas de marcação que percorreram duas rotas em ziguezague, sendo uma na região oceânica (plataforma continental externa e talude) e outra na região costeira (plataforma interna), de Florianópolis/SC a Arraial do Cabo/RJ.

O objetivo foi localizar grupos de cetáceos com potencial para a marcação com transmissores satelitais e/ou DTAGs, cobrindo o máximo possível a área da Bacia de Santos. A operação das Campanhas de Telemetria seguiu duas fases: (a) fase de busca; e (b) fase de marcação. Na fase de busca, seguiu-se o mesmo procedimento do esforço visual usado nas Campanhas de Avistagem Embarcada (ver item II.2 e Procedimento Operacional 08 - **Anexo II-1: Procedimentos Operacionais**). A fase de marcação consistiu na aproximação do grupo para marcação com transmissores e demais procedimentos (fotoidentificação, biópsia e gravação de sons), após a detecção de um grupo de cetáceos.

A fase de marcação levou em consideração alguns critérios para decidir pela tentativa ou não de marcação, avaliando espécie, tamanho do indivíduo, presença de filhote e comportamento do animal. A decisão pela marcação ou não de um animal foi tomada conjuntamente entre o coordenador de cruzeiro, o coordenador de telemetria (quando presente) e o responsável pela marcação.



Foram utilizados dois tipos de transmissores (**Figura II.5-1 e II.5-2**): transmissores satelitais do tipo Splash10 e transmissores para registro acústico digital do tipo DTAG. Para os transmissores satelitais foram utilizadas 3 configurações de implantação: (1) configuração implantável com uma âncora acoplada de três pétalas dobráveis; (2) configuração implantável com uma âncora fixa de três pétalas e roseta; 3) configuração LIMPET com duas âncoras de três ou seis pétalas. Na quarta campanha os transmissores satelitais na configuração implantável foram de um novo modelo produzido pela *Wildlife Computers* (SPLASH10-302B). Neste, a âncora já vem fixa no componente onde está o transmissor e o sistema de pétalas também é diferenciado, reduzindo o risco de quebra tanto no momento da instalação como durante o tempo em que este permanece fixo ao corpo do animal, potencialmente aumentando o tempo de transmissão. No caso dos DTAGs o sistema de fixação é formado por quatro copos de sucção (ventosas).

Nas três primeiras campanhas o método de marcação consistiu em um rifle de ar comprimido para os transmissores satelitais (RESTECH ARTS) e numa vara de fibra de carbono para os DTAGs. Na quarta campanha o principal equipamento utilizado para instalar os transmissores na configuração LIMPET foi uma balestra de 150 libras de pressão (EXCALIBUR VIXEN II), embora um animal ainda tenha sido marcado com Limpet utilizando o rifle ARTs. Isto se deve a diferenças na expertise de cada tagueador.

Os transmissores satelitais coletaram as seguintes informações: (a) hora; (b) posições geográficas (via sistema satelital Argos); (c) profundidade de mergulho; (d) duração do mergulho; e (e) comportamento de mergulho. Estes dados foram comprimidos e resumidos para que pudessem ser enviados via satélite.

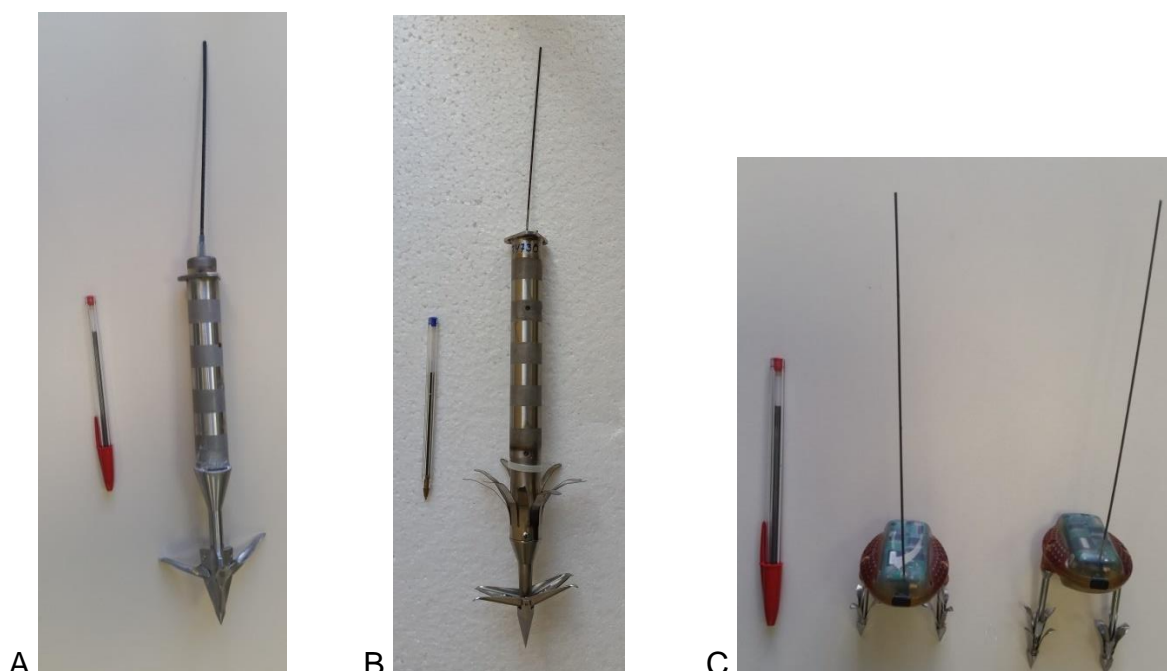
Os dados coletados pelos transmissores satelitais foram recebidos pelo sistema ARGOS. Dada a incerteza no posicionamento dos transmissores por este sistema, cada posição tem um erro associado que é classificado de acordo com sua precisão em sete classes definidas de acordo com o número de mensagens recebidas pelo transmissor durante a(s) passagem(ns) do(s) satélite(s). São elas: “3” (erro menor que 250 m), “2” (entre 250 e 500 m), “1” (entre 500 e 1500 m), “0” (maior que 1500 m), “A” (sem estimativa de precisão, três mensagens de satélite),

“B” (sem estimativa de precisão, 1 ou 2 mensagens de satélites) e “Z” (localização inválida). As posições classificadas como “Z” foram excluídas das análises. Além disso, foi feita uma plotagem de dados brutos e as posições discrepantes (*outliers*), que foram consideradas irreais por estarem distantes da massa de dados, também foram excluídas.

Para as análises dos dados de movimentos coletados por meio de transmissores satelitais, foram usados Modelos Estado-Espaço (DCRW – *first-difference correlated random walk*; JONSEN *et al.*, 2005). Estes modelos contornam problemas básicos de dados de movimento animal coletados através de telemetria satelital, como a irregularidade dos intervalos entre as posições e os diferentes erros associados a estas posições. Com estes modelos foi possível reconstruir as trajetórias em intervalos regulares, levando em consideração as diferentes escalas de movimentos dos grupos de cetáceos: a cada 8 horas para as grandes baleias (Mysticeti) e a cada 2 horas para os pequenos cetáceos (Delphinidae).

Todos os modelos estado-espço foram construídos usando o pacote ‘bsam’ do programa R (JONSEN, 2016), que usa o programa ‘JAGS’ para rodar as simulações de Monte Carlo via cadeias de Markov (MCMC) para estimação dos parâmetros. As cadeias foram rodadas com 40.000 iterações, sendo que as 20.000 primeiras iterações foram descartadas e de cada dez iterações, foi retida apenas uma para eliminar a auto-correlação.





**Figura II.5-1:** Transmissores satelitais utilizados nas Campanhas de Telemetria do PMC-BS: (A) transmissor implantável (modelo SPLASH10-260C); (B) transmissor implantável (modelo SPLASH10-302B); e (C) transmissor LIMPET (modelo SPLASH10-292A) com âncora de três (esquerda) e seis pétalas (direita).

Os DTAGs são dispositivos não invasivos, equipados com ventosas, adequados para pesquisa de ecologia comportamental e acústica de cetáceos. Estes dispositivos, desenvolvidos e alugados pelo Instituto Oceanográfico de Woods Hole (WHOI), contém sensores de pressão, acelerômetros e magnetômetros de 3 eixos, que quando colocados no animal, possibilitam descrever a orientação e a profundidade de mergulho. Além disso, os DTAGs também estão equipados com um par de hidrofones, com taxa de amostragem de até 192 kHz, que permitem registrar o áudio, determinar os níveis sonoros recebidos e calcular os ângulos de chegada dos sons detectados no DTAG (JOHNSON & TYACK, 2003).

O animal focal era acompanhado até o momento em que o DTAG se desprendia. O DTAG era então rastreado, com o auxílio de antenas direcionais YAGI ligados à receptores de sinais VHF, e recuperado com um puçá. Assim que recuperados, os DTAGs eram examinados, em busca de amostras de pele para

biopsia, de acordo com o protocolo descrito por MILLER *et al.* (2004). Os dados dos DTAGs eram descarregados em um computador via transmissão infravermelha e conferidos para verificar se os dados foram coletados e descarregados adequadamente.

As análises foram feitas através de algoritmos disponíveis no programa MATLAB (Dtag Tools) (JOHNSON *et al.*, 2013). O processamento dos dados incluiu: decimação dos dados de 50 Hz (taxa de amostragem padrão) para 5 Hz; calibração para a conversão dos dados de pressão para os valores de profundidade (metros) e avaliação da posição do DTAG em relação ao eixo do corpo do animal. Este último é necessário para calibrar os dados que medem a rotação, inclinação e rumo do animal marcado, de maneira a gerar resultados confiáveis (JOHNSON & TYACK, 2003; MILLER *et al.*, 2005). Após estas etapas, foram feitos os cálculos das estimativas das taxas de propulsão da nadadeira caudal (Nowacek *et al.*, 2001). Os dados processados foram analisados para quantificar a métrica de mergulho e avaliar manualmente a existência de possíveis comportamentos de forrageio, usando as técnicas descritas por GOLDBOGEN (2006), GOLDBOGEN *et al.* (2007), STIMPERT *et al.* (2007) e GOLDBOGEN *et al.* (2013).

Os registros acústicos foram processados para verificar a presença de sons de origem biológica ou quaisquer outros sons considerados relevantes. Sons de mysticetos foram escaneados seguindo as técnicas descritas por CONSTANTINE *et al.* (2015) e as vocalizações encontradas foram quantificadas e descritas utilizando os programas MATLAB e RAVEN PRO 1.5 (Bioacoustic Research Program 2011).



**Figura II.5-2:** Transmissor do tipo DTAG utilizados durante as Campanhas de Telemetria do PMC-BS: (A) sistema de fixação com rifle ARTS; e (B) sistema de colocação com vara de fibra de carbono. Notar o quatro copos de sucção (ventosas) de fixação na doto (B).

### Estratégia de marcação

A principal estratégia utilizada para a marcação dos animais foi a aproximação com bote inflável. Neste caso, os dois botes (bote principal e bote de apoio) foram lançados ao mar com suas respectivas equipes (ver Procedimento Operacional 08 – **Anexo II-1: Procedimentos Operacionais**) (**Figuras II.5-3 e II.5-4**). Observadores sempre foram mantidos no navio para auxiliar no monitoramento dos botes, na localização dos animais e no preenchimento das fichas de campo, em constante troca de informações com os botes via rádio. Na segunda campanha alguns procedimentos de marcação foram realizados a partir do navio em dias em que as condições do mar não permitiram a descida dos botes. Contudo, os resultados obtidos a partir de transmissores instalados desta forma indicaram que este procedimento não resultou na instalação adequada dos transmissores e por isso este método não foi utilizado nas campanhas subsequentes. Todas as informações relativas aos procedimentos de marcação foram registradas em ficha específica (**Anexo II-1: Procedimentos Operacionais**).





**Figura II.5-3:** *Marcação com transmissor satelital de uma baleia-orca (*Orcinus orca*) utilizando o rifle de ar comprimido durante Campanha de Telemetria do PMC-BS.*



**Figura II.5-4:** *Marcação com transmissor do tipo DTAG e uma baleia-franca-austral (*Eubalaena australis*) utilizando uma vara de fibra de carbono durante Campanha de Telemetria do PMC-BS.*

## II.6 Fotoidentificação

Os dados de fotoidentificação foram coletados conforme previsto no projeto executivo, tanto nas campanhas de Avistagem e MAP, quanto nas campanhas de Telemetria. Assim, durante as campanhas de Avistagem e MAP, os registros fotográficos foram oportunistas, enquanto nas campanhas de Telemetria, foram realizadas sessões sistemáticas de fotoidentificação sempre que um indivíduo ou grupos de indivíduos de qualquer espécie eram observados, conforme protocolos tradicionais e bem estabelecidos na literatura (cf. KATONA & WHITEHEAD, 1981; WÜRSIG & JEFFERSON, 1990; WILLIAMS *et al.*, 1993).

Após o término de cada campanha, todos os registros fotográficos foram repassados e armazenados em computadores e HDs externos do Laboratório de Mamíferos Aquáticos, da Universidade Federal de Santa Catarina, para posterior triagem, catalogação e processamento de identificação (detalhes no Procedimento Operacional de Fotoidentificação 09 – **Anexo II-1: Procedimentos Operacionais**). Em um primeiro procedimento, todos os arquivos digitais foram separados por campanha, dia, fotógrafo e espécie. Na sequência, o volume (em número de fotos e GBs) de arquivos a serem processados em cada Campanha foi quantificado.

Como rotina de análise das fotos, definiu-se três etapas (conforme estabelecido no Procedimento Operacional Fotoidentificação 09 – **Anexo II-1: Procedimentos Operacionais**): uma primeira rodada de triagem; uma segunda de catalogação; e uma última de processamento de identificação. Durante a etapa inicial de triagem, cada foto foi classificada quanto a qualidade e se era ou não utilizável para fotoidentificação. Como critério de qualidade, definiu-se: (A) excelente; (B+) boa; (B-) razoável; (C) ruim; e (D) péssima. Na segunda rodada, catalogação, todas as fotos foram reavaliadas e aquelas de novos indivíduos (ainda não presentes no catálogo de referência do PMC), de qualidade (A) ou (B+), eram incluídas em catálogo de referência em elaboração. Nesta etapa de catalogação, as fotos selecionadas eram cuidadosamente comparadas com as fotos pré-existentes no catálogo de referência. A comparação se deu pela observação de marcas naturais específicas de longa duração conforme definido

em literatura (cf. PAYNE, 1976; WURSIG & WURSIG, 1977; KATONA & WHITEHEAD, 1981). Sempre que aparecia uma foto de qualidade, de um indivíduo com marcas de longa duração, que ainda não estava presente no catálogo de referência, ela recebia um número de nova identificação e era então incluída ao catálogo.

Para cada espécie foi construído um catálogo de referência e uma matriz de dados gerais de fotoidentificação (arquivo digital em Excel descrito no **Anexo II-1: Procedimentos Operacionais**). No entanto, o procedimento de triagem e catalogação inicial ocorriam por ordem cronológica de ocorrência do registro. Apenas na última etapa, de processamento de identificação, uma terceira rodada de avaliação das fotos era realizada por espécie. Neste momento, todos os registros de qualidade (A), (B+) e (B-) foram comparados com os catálogos de referência já montados, por espécie, para a busca por correspondentes, ou seja, para identificação dos indivíduos. Em caso de identificação positiva, o número do indivíduo catalogado era vinculado ao registro fotográfico em análise. Em caso de não reconhecimento com os indivíduos catalogados, e quando a qualidade da foto não permitia a catalogação de um novo indivíduo, o registro em análise era classificado como não identificado (NI).

Por fim, na triagem inicial e nas duas últimas rodadas de observação das fotos, todas as lesões epidérmicas de interesse e/ou mutilações foram separadas e avaliadas. Todas os registros de lesões foram copiados para pastas específicas por espécies. Foi avaliada prevalência de lesões por espécie e uma descrição qualitativa das lesões mais explícitas e frequentes. Neste segundo ano, foi realizada uma categorização e descrição mais refinada de cada tipo de lesão, além de uma quantificação de cada tipo de lesão por espécie.

Após todas as etapas de processamento dos registros fotográficos foi realizado um acompanhamento do número total de registros utilizados por espécies, bem como um acompanhamento do número de indivíduos incluídos em cada catálogo de referência (por espécie). Também foi realizada, por campanha e espécie, uma avaliação no número de registros identificados. Históricos de captura e mapas de distribuição dos registros foram elaborados para as espécies com maior volume de dados, e quando da ocorrência de “recapturas” –



reconhecimento de indivíduo já catalogado em outro dia de campo.

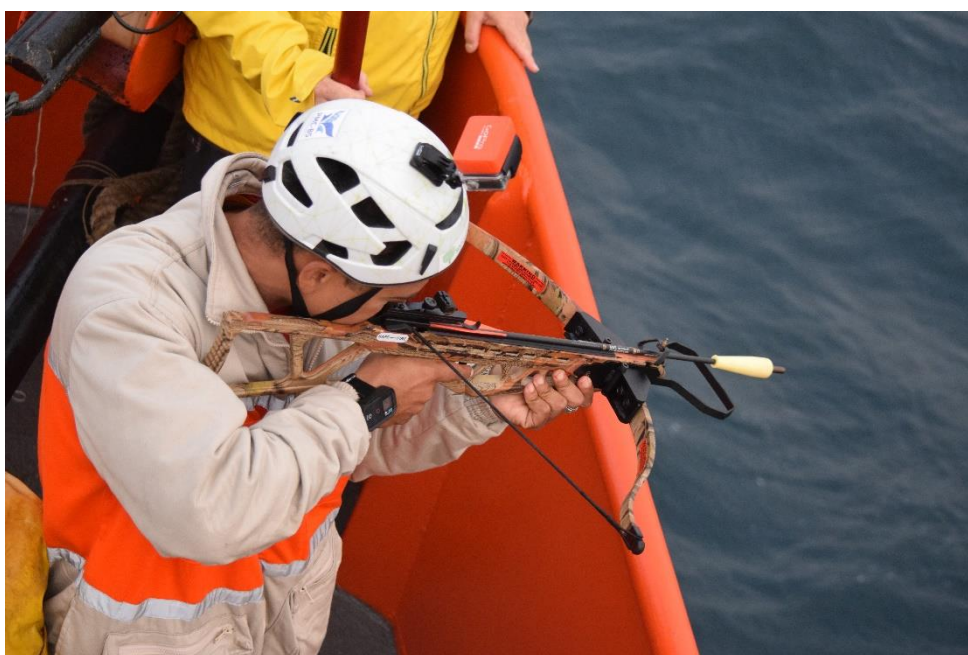
Ao longo deste segundo ano foi iniciado o trabalho de comparação de catálogos com os de outros grupos de pesquisa. Todo o procedimento de comparação foi realizado pela mesma equipe envolvida no processamento das fotos do PMC. Ou seja, os catálogos de outros grupos de pesquisa foram disponibilizados para a coordenação de fotoidentificação do PMC. O procedimento de comparação de catálogos foi equivalente ao procedimento de processamento feito para as fotos do PMC. Todos os *matches* identificados eram planilhados incluindo data e localização de cada registro. Estas informações foram utilizadas para a confecção de mapas de ocorrência por indivíduos.

Outro procedimento que foi aprofundado ao longo deste segundo ano, foi a automatização do processo de reconhecimento individual, utilizando o programa DARWIN (STANLEY, 1995). As duas espécies mais frequentes, *Tursiops truncatus* e *Stenella frontalis*, tiveram seus catálogos inseridos no programa e alguns testes de otimização de tempo e confiabilidade foram realizados. No entanto, por ora, os resultados sugerem que, considerando os tamanhos dos catálogos existentes, ainda não é efetiva a utilização deste procedimento.

## II.7 Biópsias e Genética

Biópsias foram coletadas durante as Campanhas de Avistagem Embarcada/MAP e de Telemetria utilizando balestras (120 e 150 bar de pressão) e dardos flutuantes (corpo de fibra de carbono e flutuador de poliuretano) com ponteiros de aço inoxidável especialmente desenvolvidos para amostragem de cetáceos (CETA-DART, Copenhagen, Dinamarca). Nas Campanhas de Avistagem Embarcada/MAP, as biópsias foram realizadas principalmente da proa da embarcação (**Figura II.7-1**), amostrando delfínídeos em comportamento de bow-riding (nadando na frente da proa), de forma oportunística. Para isso foram utilizados dardos com ponteiros de 25 mm, próprias para pequenos cetáceos, disparados pela balestra de 120 bar de pressão. Nas Campanhas de Telemetria, as biópsias foram realizadas tanto da proa da embarcação,

amostrando delfínídeos em comportamento de bow-riding (dardos com ponteiros de 25 mm), quanto a partir do bote inflável utilizado para realizar os procedimentos de marcação, amostrando cetáceos de pequeno (*Tursiops truncatus*, utilizando dardos com ponteiros de 25 mm disparados pela balestra de 120 bar de pressão), médio e grande porte (utilizando dardos com ponteiros de 40 mm disparados pela balestra de 150 bar de pressão).



**Figura II.7-1:** Coleta de biópsia da proa da embarcação Sea Route durante Campanha de Telemetria do PMC-BS.

Durante os dois anos foram também coletadas amostras de pele na água que se desprende de alguns espécimes de mysticeto (baleia-de bryde, baleia-jubarte e baleia-azul). É comum que peles se desprendam de algumas espécies de mysticeto durante os comportamentos aéreos, sendo sua coleta uma alternativa oportunística e não intrusiva de obter amostras desses animais (AMOS *et al.*, 1992; CLAPHAM *et al.*, 1993; VALSECCHI *et al.*, 1998).

O fracionamento de cada amostra de biópsia foi realizado após a coleta (**Figura II.7-2**), separando material biológico para as análises de contaminantes, de biomarcadores e de genética.

Os procedimentos para o fracionamento, a identificação e o

acondicionamento das amostras estão descritos em detalhes no Procedimento Operacional 02 (**Anexo II-1: Procedimentos Operacionais**). Cada biópsia realizada resulta no preenchimento de uma ficha de biópsia pelo profissional envolvido na coleta ou no fracionamento da amostra, com as seguintes informações: data, hora, número de identificação da biópsia, responsável pela coleta e pelo fracionamento, espécie ou menor nível taxonômico identificado, coordenadas geográficas, condição do tempo, estado do mar, tamanho e composição do grupo, reação do animal antes, durante e depois da biópsia.



**Figura II.7-2:** Triagem da amostra de biópsia coletada durante Campanha de Telemetria do PMC-BS.

Tanto as análises de contaminantes como as de biomarcadores estão sendo realizadas por laboratórios contratados pela Petrobras. A apresentação desses resultados, assim como a interpretação dessas análises será apresentada no Relatório Consolidado do PMC-BS, em 2018.

As amostras para análises de contaminantes ( $n = 128$ ) estão sendo enviadas para o Departamento de Oceanografia Física, Química e Geológica do Instituto Oceanográfico da USP (IO-USP) e as amostras de biomarcadores ( $n = 139$  –

sendo 132 amostras em duplicatas, total de 271 amostras) ao Laboratório de Biomarcadores de Contaminação Aquática e Imunoquímica da Universidade Federal de Santa Catarina LABCAI/UFSC.

As amostras para análise Genética (n = 119, sendo 22 amostras duplicatas – amostras de um mesmo indivíduo -, totalizando 141 amostras) coletadas durante a Campanha de Telemetria do 2º Ciclo, e as Campanhas de Avistagem Embarcada e MAP, e Telemetria do 3º e 4º Ciclo do PMC-BS foram enviadas, juntamente com documento de custódia, para o Laboratório de Biologia Genômica e Molecular da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (PUCRS), em Porto Alegre, para serem processadas para as análises genéticas. Adicionalmente, três amostras de biópsia de baleia jubarte (GM1 a GM3) obtidas durante o monitoramento de baleias jubarte realizado pela Dra. Marta Cremer, coordenadora temática de telemetria, na costa norte de Santa Catarina, foram também enviadas ao laboratório para as análises genéticas, pois tratavam-se de animais do mesmo grupo daquelas marcadas com transmissores na configuração implantável durante a segunda campanha de Telemetria do PMC-BS.

O processamento das amostras para as análises genéticas é constituído das seguintes etapas (ver Procedimento Operacional 10): (a) extração de DNA; (b) determinação molecular do sexo; (c) sequenciamento da região controle do DNA mitocondrial (DNAMt); e (d) genotipagem dos locos de microssatélites. Os produtos das amplificações (PCRs) da região controle do DNAMt e dos locos de microssatélites foram enviados para o sequenciamento e para a genotipagem na Macrogen Inc., Seul, Coréia do Sul. Para o envio dos produtos de PCRs não há necessidade de licença CITES devido ao fato desses produtos serem fragmentos de DNA quimicamente sintetizados, não constituindo material biológico, para serem analisados para fins de pesquisa científica, a título de serviço de terceiros no exterior, pela empresa Macrogen. A Macrogen enviou as sequências e os alelos dos locos de microssatélites (genótipos) gerados para os PCRs, para leitura e posterior análises de identificação de espécie (através das sequências de DNAMt) e identificação individual (através dos genótipos).

### **III. ESFORÇO E TAMANHO AMOSTRAL POR ÁREA TEMÁTICA**

Este item inclui o esforço amostral e um resumo executivo dos dados coletados por cada área temática durante as quatro campanhas do PMC-BS (**Quadros III-1 e III-2**). Contem também uma avaliação crítica de cada área temática, incluindo a descrição das dificuldades e ações adotadas para sua melhoria. Finalmente, é apresentada uma avaliação crítica dos resultados esperados por área temática, segundo o previsto no Projeto Executivo, que introduz o item seguinte, de resultados e discussões orientados para os objetivos específicos do projeto.

**Quadro III-1:** Resumo executivo dos dados coletados por cada área temática durante os Ciclos 1 e 2 do PMC-BS

INDICADORES	Ciclo 1			Ciclo 2		
	Avistagem Aérea	Avistagem Embarcada e MAP	Telemetria	Avistagem Aérea	Avistagem Embarcada e MAP	Telemetria
Período da Campanha	07/12/2015 – 13/12/2015	27/11/2015 – 05/01/2016	22/02/2016 – 17/03/2016	28/03/2016 – 04/04/2016	10/05/2016 – 20/06/2016	10/08/2016 – 03/09/2016
Estação do Ano	Final da primavera	Final primavera / início do verão	Final do verão	Início do outono	Final do outono	Inverno
Dias de mobilização	12	41	25	9	42	25
Dias com amostragem	7	Avistagem: 37 MAP: 35	22	7	40	24
Esforço amostral (horas)	24	389,9	246,3	29,1	410,9	248,2
Esforço amostral (deslocamento)	5.720,1 km	2.665,8 milhas náuticas	1.539,3 milhas náuticas	4.874,0 km	2.949,5 milhas náuticas	1.405,6 milhas náuticas



**Quadro III-2:** Resumo executivo dos dados coletados por cada área temática durante os Ciclos 3 e 4 do PMC-BS

INDICADORES	Ciclo 3			Ciclo 4		
	Avistagem Aérea	Avistagem Embarcada e MAP	Telemetria	Avistagem Aérea	Avistagem Embarcada e MAP	Telemetria
Período da Campanha	20/09/2016 - 30/09/2016	27/09/2016 – 06/11/2016	31/01/2017 - 24/02/2017	27/01/2017 - 06/02/2017	08/03/2017 – 18/04/2017	05/07/2017 - 29/07/2017
Estação do Ano	Início da primavera	Primavera	Verão	Verão	Verão/outono	Inverno
Dias de mobilização	10	41	25	10	42	37
Dias com amostragem	9	36	24	10	Avistagem: 39 MAP: 38	34
Esforço amostral (horas)	27,5	420,1	288,4	27,33	434,9	329,7
Esforço amostral (deslocamento)	7.326	2.969,9	1.826,3	6.547,57	2.992,4	1.828,8

### ***III.1 Avistagem Embarcada***

#### *Resumo das atividades realizadas durante o período*

Foram realizadas quatro campanhas embarcadas nos dois primeiros anos do PMC-BS: 1ª) 27 de novembro de 2015 a 5 de janeiro de 2016, totalizando 41 dias embarcados; 2ª) 10 de maio a 20 de junho de 2016, totalizando 42 dias de embarque; 3ª) 27 de setembro a 06 de novembro de 2016, totalizando 41 dias de embarque; 4ª) 08 de março a 18 de abril de 2017, totalizando 42 dias de embarque.

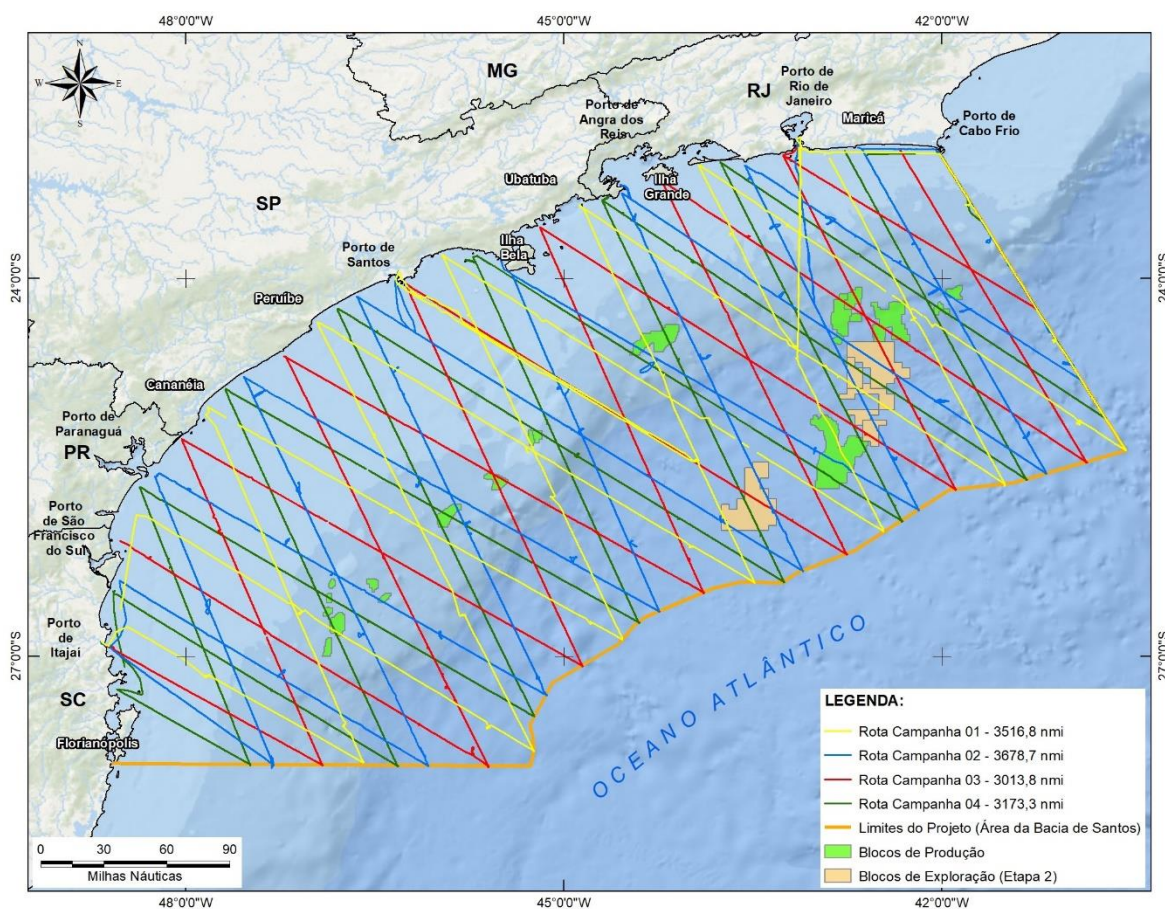
#### *Esforço e tamanho amostral*

Durante as quatro Campanhas de Avistagem Embarcada realizadas no primeiro e segundo ano do PMC-BS percorreram-se 11.577 milhas náuticas em esforço durante 152 dias (**Tabela III.1-1** e **Figura III.1-1**). Em média, a cada dia aproximadamente 70 milhas náuticas foi percorrida e 10,9 horas de esforço de procura por cetáceos foi realizado.

**Tabela III.1-1: Resumo do esforço e tamanho amostral nas Campanhas de Avistagem Embarcada do PMC-BS.**

Indicadores	Campanha				TOTAL
	1	2	3	4	
<b>Período da campanha</b>	27/11/2015 – 05/01/2016	10/05/2016 – 20/06/2016	27/09/2016 – 06/11/2016	08/03/2017 – 18/04/2017	-
<b>Dias de mobilização</b>	40	42	41	42	167
<b>Dias com amostragem</b>	37	40	36	39	152
<b>Esforço amostral (horas)</b>	389,9	410,9	420,1	434,9	1.655,80
<b>Média de horas por dia</b>	10,5	10,3	10,2	11,2	10,9
<b>Esforço amostral (milhas náuticas)</b>	2.665,8	2.949,5	2.969,9	2.992,4	11.577,6
<b>Média de milhas náuticas por dia</b>	72,0	73,7	72,44	71,20	69,33
<b>Número de grupos de cetáceos total</b>	53	83	121	65	322
<b>Número de grupos de cetáceos em esforço</b>	47	76	115	56	294
<b>Média de grupos por dia em esforço</b>	1,3	1,9	3,2	1,4	1,9
<b>Número mínimo de espécies identificadas*</b>	12	13	14	10	18

\* Inclui espécies observadas fora de esforço sistemático e gêneros sem confirmação da espécie.



**Figura III.1-1:** Rotas percorridas durante as Campanhas de Avistagem Embarcada em dois anos do PMC-BS.

O **Quadro III.1-1** apresenta a avaliação dos resultados esperados da avistagem embarcada.

**Quadro III.1-1:** Resultados esperados da avistagem embarcada, segundo o Projeto Executivo do PMC-BS, e avaliação crítica sobre a consecução destes resultados em dois anos e no horizonte de três anos.

<b>Resultados esperados da Avistagem Embarcada</b>	<b>Observações:</b>
<p>1. <b>Descrição da composição da comunidade</b> de cetáceos da Bacia de Santos;</p> <p>2. Geração de dados sobre <b>riqueza e frequência relativa</b> das espécies;</p>	<p>No segundo ano de PMC-BS foi possível registrar novas espécies que ocorrem na Bacia de Santos, especialmente aquelas raras e crípticas. Já foram geradas informações relevantes sobre as taxas de encontro (frequência relativa) para várias espécies, com uma boa amostragem das espécies mais comuns. Foi possível determinar fatores responsáveis por estruturar a comunidade de cetáceos na Bacia de Santos, como a variação temporal e sazonal de algumas espécies. Espera-se que num horizonte de três anos se produzam mais e melhores informações sobre a estrutura da comunidade de cetáceos e seus determinantes.</p>
<p>3. Mapas de <b>distribuição</b> por espécie com <b>áreas de concentração</b> das espécies mais frequentes;</p>	<p>Foram produzidas informações importantes e inéditas sobre a distribuição de cetáceos e suas áreas de concentração na Bacia de Santos. Neste segundo ano foi possível gerar mapas de concentração para os dois principais grupos de cetáceos: odontocetos e mysticetos, além de mapas de concentração de avistagens para cada campanha, onde constatou-se que existem variações na distribuição ao longo do tempo. Espera-se gerar mapas mais precisos ao final de três anos do projeto, quando se acumularem mais informações sobre as principais espécies.</p>
<p>4. Estimativas <b>de densidade e abundância das espécies mais comuns</b>;</p>	<p>No segundo ano foi possível gerar estimativas de densidade e abundância para os dois principais grupos de cetáceos: odontocetos e mysticetos. Com o aumento da amostra, a precisão das estimativas de densidade e abundância</p>

<b>Resultados esperados da Avistagem Embarcada</b>	<b>Observações:</b>
	aumentaram consideravelmente em relação ao primeiro ano. Espera-se que se acumulem detecções das espécies mais comuns de maneira a permitir estimativas de densidade para estas espécies até o final do terceiro ano.
5. Descrição dos <b>habitats utilizados</b> pelas espécies e <b>identificação de habitats críticos</b> das <b>espécies mais comuns</b> ;	Importantes informações sobre uso de habitat das espécies que ocorrem na Bacia de Santos foram adquiridas e apresentadas neste relatório, incluindo mapas de distribuição potencial e habitats críticos para as espécies mais comuns. Espera-se a consolidação destas informações com o acúmulo de detecções ao longo do segundo e terceiro ano do projeto.
6. Descrição preliminar das <b>tendências ou variações temporais e espaciais nos padrões de distribuição e densidade</b> .	Neste relatório foram apresentadas as primeiras informações sobre variabilidade temporal na distribuição, densidade, abundância e composição da comunidade de cetáceos. Espera-se aprofundar esse tema no terceiro ano.



### *Dificuldades de implementação*

A técnica de avistagem embarcada é uma das metodologias mais consolidadas de estudo de cetáceos, portanto, as dificuldades se encontram bem descritas, bem como os meios de contorno destas dificuldades foram incorporados nos protocolos amostrais. Dentre as dificuldades encontradas durante as Campanhas de Avistagem Embarcada, destacam-se as seguintes:

- *Condições meteoceanográficas adversas*: esta foi uma das principais dificuldades encontradas para o trabalho, uma vez que o longo período de campanha (mais de 40 dias) impossibilitou que a amostragem fosse realizada sempre em condições ideais. Apesar da dificuldade, a amostragem ocorreu dentro dos limites determinados no Projeto Executivo, ou seja, até um mar de nível 5 na escala Beaufort. As chuvas também forçaram a paralisação da amostragem, geralmente em trechos e períodos curtos. Condições adversas de tempo e mar são dificuldades inerentes a este tipo de amostragem embarcada de cetáceos, especialmente em regiões oceânicas que não possuem abrigos para tempo ruim;
- *Dificuldade de identificação das espécies*: a realização da amostragem ao longo de linhas de transecção, sem parada para aproximação dos grupos de cetáceos, acabou por dificultar a identificação das espécies em muitos casos.

### *Oportunidades de melhoria*

Dentre as melhorias adotadas, visando contornar as dificuldades encontradas durante as atividades de avistagem embarcada, estão:

- O estado do mar é um fator que pode afetar as detecções visuais. Portanto, correções de possíveis distorções causadas pela agitação marítima devem ser incorporadas nas análises de dados sempre que for possível;
- Manobra “360”: a partir da 2ª Campanha, a manobra denominada “360” foi instituída como procedimento. Ela consiste na realização de uma volta completa da embarcação por boreste ou bombordo quando se quer oportunizar uma melhor identificação, coleta de fotografias ou biópsias em

um grupo de cetáceo detectado. Essa manobra foi realizada em casos de detecção visual de grupos de cetáceos relativamente próximos da embarcação (até 1 milha náutica), minimizando as desvantagens do método de “passagem” da embarcação.

### **III.2 Monitoramento Acústico Passivo**

#### *Resumo das atividades realizadas durante o período*

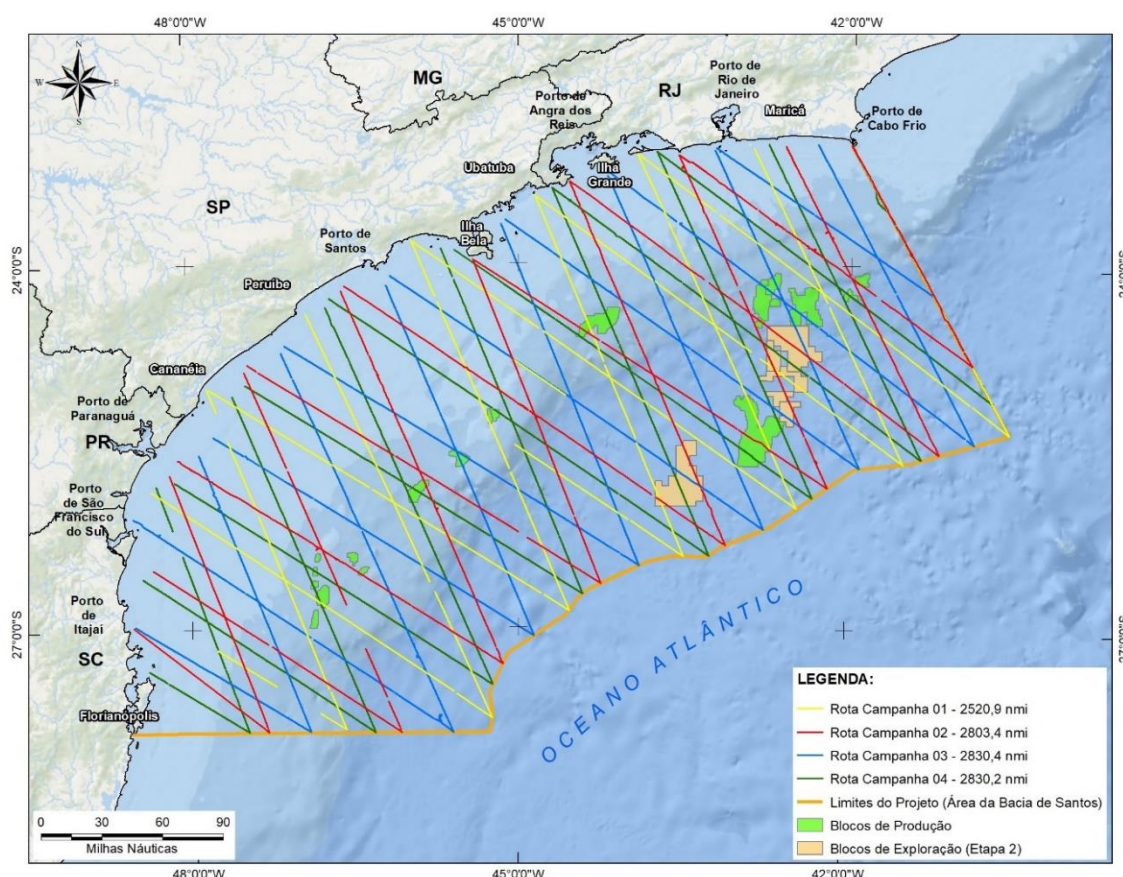
O esforço de monitoramento acústico passivo foi realizado durante as quatro Campanhas Embarcadas de Avistagem e MAP. Todos os operadores de MAP possuíam experiência prévia em atividades similares ou receberam treinamento prévio. As equipes foram formadas por três operadores de MAP, sempre dois operadores trabalhando em conjunto, em turnos de 2 horas, e revezando-se em intervalos de descanso de 1 hora. As equipes sempre contaram com pelo menos 2 operadores de MAP experientes. Durante as campanhas do ciclo 1 e 2, profissionais da empresa norte-americana Biowaves, Inc. participaram em parte das campanhas para dividir experiências. No total foram 12 profissionais envolvidos nas atividades de campo como operadores de MAP do PMC-BS.

#### *Esforço e tamanho amostral*

Foram totalizados 147 dias de esforço efetivo de monitoramento acústico passivo, percorridos 10.981,3 milhas náuticas em 1560 horas de esforço. Em média foram 10,6 horas de esforço diário e aproximadamente 74,7 milhas náuticas percorridas.

A **Figura III.2-1** e a **Tabela III.2-1** apresentam o esforço amostral de MAP realizado nas Campanhas Embarcadas do PMC-BS. A **Tabela III.2-1** inclui o total e médias diárias de horas de esforço, milhas náuticas percorridas, detecções acústicas de cetáceos e o número total de espécies identificadas, separado por ciclo e o total para o segundo ano.

Conforme informado anteriormente, pequenas interrupções da amostragem ocorriam para ajustar a profundidade dos hidrofones quando era atingido águas de 40 metros. Este procedimento de ajuste da extensão do cabo geralmente durava entre 15 a 20 minutos.



**Figura III.2-1:** Rotas percorridas com amostragem de MAP durante as Campanhas de Avistagem Embarcada e MAP em dois anos do PMC-BS

**Tabela III.2-1:** *Resumo do esforço de Monitoramento Acústico Passivo e tamanho amostral dos ciclos 1 a 4 e o total do segundo ano do PMC-BS.*

MAP	Ciclo 1	Ciclo 2	Ciclo 3	Ciclo 4	Total
Dias de Mobilização	41	42	41	42	166
Dias com Amostragem	33	40	36	38	147
Esforço Amostral (hh:mm)	357:14	398:41	397:29	409:39	1563:03
Média de horas (diário)	10:49	09:58	11:02	10:46	10:38
Esforço Amostral (milhas náuticas)	2.520,9	2.803,4	2826,9	2.830,1	10.981,3
Média de milhas náuticas (diário)	76,4	70,0	68,9	67,4	74,7
Número de Detecções Acústicas	82	99	139	92	412
Média de Detecções (diário)	2,48	2,47	3,86	2,42	2,8
Número de Espécies Identificadas*	09	09	12	10	15

\* Inclui o número de detecções acústicas nas quais a espécie, gênero ou até a família, no caso de espécies mais raras, foram identificadas. A identificação foi feita pelo método visual ou acústico. Detecções de grupo misto não foram incluídas.

O total de esforço em horas representa o esforço efetivo nos transectos pré-estabelecidos, mas também o esforço realizado oportunisticamente (deslocamentos fora dos transectos). Já o total de esforço em milhas percorridas, representa apenas a distância percorrida durante o esforço nos transectos.

As gravações foram feitas de modo contínuo durante todo o esforço efetivo nos transectos, mas também, sempre que possível, nos períodos de esforço oportunístico. A **Tabela III.2-2** apresenta o número total de arquivos de áudio e o volume de dados gerados para as quatro campanhas realizadas. As gravações, sempre em dois canais, foram separadas pela taxa de amostragem utilizada: 192.000 Hz para gravações através do programa ISHAMAEL e 500.000 Hz para as gravações através do programa PAMGUARD. No total de todos os ciclos, foram mais de 30.000 arquivos de áudio e um volume de 10,7 Terabytes, incluindo as gravações em dois canais para ambas as taxas de amostragem.

**Tabela III.2-2:** Lista do número total de arquivos de áudio e volume do PAMGUARD e do ISHMAEL separados por ciclo e o total para o segundo ano do PMC-BS.

Ciclo	Número de Arquivos ISH	Volume Total ISH (GB)	Número de Arquivos PG	Volume Total PG (GB)	Total Arquivos ISH +PG	Volume Total ISH + PG (GB)
1	2.341	947,8	4.747	2.544,7	7.088	3.492,5
2	2.566	989,6	5.039	2.609,5	7.065	3.599,1
3	2.519	1.015,7	5.340	2.632,7	7.859	3.648,4
4	2.715	1.029,6	5.724	2.666,6	8.439	3.696,2
<b>Total</b>	10.141	3.982,7	20.850	10.453,5	30.451	10.740

### Detecções Acústicas de Cetáceos

No total das campanhas dos ciclos 1 a 4 foram realizadas 412 detecções acústicas de cetáceos. Na sua maioria foram detecções de odontocetos ( $n = 403$ ) e poucas detecções de mysticetos ( $n = 9$ ). No total foram 15 táxons identificados. O único mysticeto detectado e identificado foi a baleia-jubarte (*Megaptera novaeangliae*) que produz vocalizações estereotipadas, conhecidas como "canto". No caso dos delfínídeos, que produzem assovios e cliques de ecolocalização, não foi possível fazer a identificação através das vocalizações. Portanto, os registros acústicos de delfínídeos, identificados a nível de espécie ou gênero, só foram possíveis nas ocasiões em que houve avistagem pareada à detecção acústica e a espécie foi identificada pela equipe de observadores.

No total foram 10 delfínídeos: o golfinho-pintado-pantropical, *Stenella attenuata*, o golfinho-rotador, *S. longirostris*, o golfinho-de-Clymene, *S. clymene*, o golfinho-pintado-do-Atlântico, *S. frontalis*, o golfinho-nariz-de-garrafa, *Tursiops truncatus*, o golfinho-de-dentes-rugosos, *Steno bredanensis*, o golfinho-de-Risso, *Grampus griseus*, a orca-pigmeia, *Feresa attenuata* e os gêneros das baleias-piloto, *Globicephala* sp., e dos golfinhos-comuns, *Delphinus* sp.

Outras famílias de odontocetos puderam ser identificadas pelo MAP através das análises dos cliques, como será discutido adiante, e são elas: Os cachalotes



Physeteridae (*Physeter macrocephalus*), Kogiidae (*Kogia* sp.), Pontoporidae (*Pontoporia blainvillei*) e Ziphiidae. Dentre estas 4 famílias, 2 delas foram identificadas a nível de espécie, pelo fato de serem famílias monotípicas (Physeteridae e Pontoporidae). A família Kogiidae possui duas espécies (*Kogia breviceps* e *Kogia sima*) e, portanto, foi identificada a nível de gênero. Já a família Ziphiidae, até o presente, pode ser identificada apenas ao nível de família, mas ainda assim é um registro importante, pois trata-se de uma família de cetáceos considerados raros ou, pelo menos, de difícil detecção visual.

Houve registros acústicos de 3 espécies adicionais, através dos DTAGs, são elas a baleia-sei (*Balaenoptera borealis*) e orca (*Orcinus orca*), registradas em um DTAG colocado na baleia-sei em campanha de telemetria do primeiro ano; e a baleia franca-austral (*Eubalaena australis*), registrada pelo DTAG colocado na baleia-franca em campanha de telemetria do segundo ano do PMC-BS.

A apresentação dos resultados dos dados de MAP, coletados durante as campanhas de Avistagem e MAP, incluindo a estatística descritiva das detecções separadas por tipo de sinal e táxons, qualidade das detecções, o quantitativo e qualidade das localizações e as distâncias estimadas, são apresentados adiante no item **IV.4.3 Comportamento Acústico**.

O **Quadro III.2-1** apresenta a avaliação dos resultados esperados para o MAP.



**Quadro III.2-1:** Resultados esperados do MAP, segundo o Projeto Executivo do PMC-BS, e avaliação crítica sobre a consecução destes resultados no presente relatório do 2º ano e no horizonte de três anos previstos para o projeto/contrato.

Resultados esperados do MAP:	Observações:
1) <b>Aumento da eficiência da detecção</b> de cetáceos, de forma <b>complementar à avistagem</b> , contribuindo para o <b>conhecimento da identificação</b> , ocorrência, distribuição, frequência relativa e riqueza da comunidade de cetáceos da Bacia de Santos;	Este resultado vem sendo alcançado, uma vez demonstrado que as detecções acústicas de cetáceos complementam as detecções visuais, contribuindo para a geração de um mapa de ocorrência e distribuição das espécies. Muitas detecções de odontocetos feitas pelo MAP não foram detectadas pelos observadores visuais. Por outro lado, o MAP detectou uma única espécie de mysticetos, ao passo que os observadores visuais registraram diversas espécies de mysticetos. A comparação dos métodos apresentada neste relatório evidencia a complementaridade dos dados de MAP e a avistagem. Com o objetivo de aprimorar a habilidade de identificação taxonômica através do MAP, para atender os resultados esperados, novos grupos taxonômicos detectados exclusivamente pelo MAP são descritos neste relatório.
2) Contribuição para o <b>conhecimento sobre o uso do habitat</b> das espécies de cetáceos da Bacia de Santos;	As detecções acústicas de cetáceos realizadas ao longo da área de estudo estão contribuindo para a geração de um mapa de ocorrência e distribuição das espécies e suas relações com distintas características de habitats (p. ex.: profundidade, distância da costa e temperatura), que poderão ser exploradas em um horizonte próximo. Destaca-se no MAP, as detecções de <i>Physeter macrocephalus</i> (cachalote), <i>Kogia</i> spp. (cachalote-pigmeu e cachalote-anão) e Ziphiidae (baleia-bicuda), que são grupo taxonômicos considerados de comportamento mais críptico.

Resultados esperados do MAP:	Observações:
3) Geração de dados acústicos para <b>estimativas de densidade</b> populacional e abundância de cetáceos;	Este resultado vem sendo alcançado, na forma das detecções acústicas de cachalotes ( <i>Physeter macrocephalus</i> ), sendo a única espécie, até o momento, com registros que viabilizam a realização de estimativas populacionais através do MAP. Neste relatório já se demonstra uma variação temporal na abundância de cachalotes e espera-se refinar ainda mais as estimativas até o terceiro ano.
4) Criação de uma ' <b>Sonoteca</b> ' e descrição dos padrões acústicos das vocalizações registradas, contribuindo para o conhecimento da comunidade de cetáceos da Bacia de Santos.	Pelas detecções acústicas que compõem a sonoteca, pode-se descrever os padrões de vocalizações de diferentes espécies de cetáceos da Bacia de Santos. Após o segundo ano do PMC, acumula-se 14 espécies, 3 gêneros e 1 família de representantes dos cetáceos catalogados na Sonoteca, contribuindo para o conhecimento da comunidade de cetáceos na Bacia de Santos. Os resultados incluem dados das campanhas de MAP, mas também das gravações a partir dos DTAGs, feitas nas Campanhas de Telemetria. No segundo ano do PMC, além da inclusão dos registros dos ciclos 3 e 4 também foi feita uma revisão dos dados dos ciclos 1 e 2, resultando em um aumento significativo de amostras de vocalizações dos grupos taxonômicos presentes na Sonoteca. Os dados serviram de base para análises mais detalhadas, apresentadas neste relatório, com o objetivo de alcançar os resultados esperados.

### *Dificuldades de implementação*

Dentre as dificuldades encontradas durante as atividades do MAP, destacam-se as seguintes:

- a) **Captação de Ruídos:** os ruídos da própria embarcação e arrasto dos hidrofones são inerentes a metodologia de monitoramento acústico passivo através de cabo de hidrofones rebocado por embarcação motorizada. A embarcação *SeaRoute* produz intenso ruído de cavitação de banda larga (até 45 kHz), gerado pela propulsão dos hélices. Outra fonte de ruído são as atividades humanas, tais como nas ocasiões da presença de barcos pesqueiros, navios cargueiros, rebocadores, plataformas de petróleo e navios de apoio da exploração de óleo e gás. Estes ruídos dificultam o monitoramento e detecção das vocalizações de cetáceos, principalmente dos misticetos, pois a maior parte dos ruídos está concentrado em frequências baixas ( $< 1$  kHz), nas mesmas bandas de frequência das vocalizações dos misticetos. Nas águas rasas da plataforma continental, ruídos pulsados (estalos) de origem biológica (crustáceos) foram frequentes em alguns locais. Houve períodos que estes estalos dominavam a paisagem acústica local. Os estalos dificultavam o monitoramento e detecção de vocalizações de cetáceos, mesmo dos odontocetos, pois estes estalos são de amplitude alta e banda larga, que também contaminava o espectro das frequências mais altas. Outra fonte de ruído potencial é gerada pelos próprios equipamentos eletrônicos, utilizados na pesquisa e na embarcação, que podem contaminar o sinal se não existir um projeto de controle do ruído.
- b) **Paradas Técnicas:** Assim como nas campanhas dos ciclos 1 e 2 do PMC, ocorreram paralisações do esforço de MAP durante as campanhas dos ciclos 3 e 4, porém em número e duração menores. Os episódios de mau funcionamento do equipamento estão listados na **Tabela III.2-3**, os quais, na maioria dos casos, foram contornados rapidamente. Isto foi possível em razão da presença a bordo de equipamentos sobressalentes de todos os componentes do sistema. Além disso, quando possível, procurou-se fazer

a manutenção de equipamento avariado durante o período noturno, para evitar paralisações prolongadas no esforço de MAP.

**Tabela III.2-3:** Falhas no sistema de MAP, medidas de contorno e duração das paralisações durante o PMC-BS.

Ciclo	Data	Falha	Medida de Contorno	Duração
1	28/11/2015	Falha na porta VGA do computador do ISHAMEL	Troca pelo computador sobressalente	38 minutos
1	20/12/2015	Infiltração de água no arranjo de hidrofones	Troca pelo arranjo sobressalente	464 minutos
1	30/12/2015	Infiltração de água no arranjo de hidrofones	Manutenção dos arranjos de hidrofones e troca pelo arranjo sobressalente	193 minutos no dia 30/12/2015 e durante todo o dia em 31/12/2015
2	12/05/2016	Cabo de reboque com infiltração na emenda do conector	Cabo de reboque substituído pelo sobressalente	247 minutos
3	28/09/2016	Infiltração de água no arranjo de hidrofones	Inspeção e diagnóstico do problema no período diurno. Troca pelo arranjo sobressalente e manutenção no período noturno.	25 minutos
3	03/11/2016	Falha na placa NIDAQ	Troca pelo SPA reserva. Esforço retomado a partir do ponto de parada. Manutenção no período noturno.	46 minutos
4	31/03/2017	Fiação do arranjo de hidrofones	Troca pelo arranjo sobressalente e manutenção no período noturno.	0
4	07/04/2017	Ruídos intermitentes do	Apesar dos ruídos efêmeros, foi feita a troca	0

Ciclo	Data	Falha	Medida de Contorno	Duração
		arranjo de hidrofones verificados desde 04/04/2017	pelo arranjo sobressalente por precaução (no período noturno).	
4	16/04/17	Hidrofone #4 do arranjo de hidrofones parou de funcionar	Teste para diagnóstico do problema e troca pelo arranjo de hidrofones sobressalente.	140 minutos

### Medidas de Contorno

a) Captação de Ruído: O ruído da própria embarcação pode ser controlado apenas moderadamente, através da velocidade de cruzeiro e rotação do motor. No primeiro ano do PMC, quando foi notado o ruído excessivo que a embarcação Sea Route produzia, foi decidido diminuir a velocidade de cruzeiro para 7 nós, em contrapartida da velocidade de 8 nós que foi planejada no início das atividades do projeto. No entanto, o ruído variou de acordo com as condições de mar e corrente, quando forçava mais ou menos a rotação do motor da embarcação.

Outra medida de contorno foi a configuração da extensão do cabo de reboque (400 m de cabo lançado na água), com o objetivo de posicionar os hidrofones o mais distante possível da fonte do ruído. Apesar dessas medidas, o ruído da embarcação ainda foi elevado. Para que o ruído não contamine de forma excessiva o áudio, foi utilizado um filtro passa-altas, que atenua as frequências abaixo de 1 kHz, onde o ruído foi mais forte.

Ruídos do ambiente, que não eram gerados pela própria embarcação de pesquisa, não puderam ser mitigados, tais como na presença de outras embarcações ou próximo das áreas de atividades de exploração de petróleo e gás. Outra fonte de ruído que não pode ser controlada são os ruídos de origem biológica de crustáceos, presentes nas águas da plataforma continental.

b) Paradas Técnicas: As medidas de contorno adotadas foram eficientes para evitar as paradas técnicas e paralisações prolongadas do

MAP. Na maioria dos casos, após os testes e diagnóstico do problema, os equipamentos foram substituídos pelo reserva, permitindo a retomada do esforço de MAP. A manutenção do equipamento a bordo foi feita, sempre que possível, de maneira que o equipamento sobressalente estivesse disponível para o caso de novas avarias. Somente na primeira campanha ocorreu uma paralisação que durou mais de um dia, devido ao problema recorrente de infiltração de água no arranjo de hidrofones. A habilidade de manutenção dos arranjos de hidrofones, assim como medidas para evitar a infiltração de água (melhor vedação do tubo do arranjo) foram desenvolvidas a partir da experiência. Isto permitiu que as falhas fossem menos frequentes, mas também que a troca e manutenção dos equipamentos, no caso de avarias, fosse feita de maneira mais ágil. Na segunda campanha houve um problema com o cabo de reboque (emenda do conector) que apresentou rachaduras e infiltração de água. Os testes, diagnóstico e troca geraram uma paralisação mais longa, pois a troca do cabo de reboque, que possui 500m de extensão, é um processo mais demorado. Com exceção destes casos, as paralisações do esforço devido a paradas técnicas foram bem mais curtas. A partir da 3a campanha os testes, trocas e manutenção dos hidrofones foram feitas com bastante agilidade e adotou-se a estratégia, sempre que possível, de fazer os testes e manutenção apenas no período noturno, após o encerramento do esforço amostral. Danos no equipamento que não puderam ser resolvidos a bordo foram reparados no final das campanhas por um técnico especialista.

### *Oportunidades de Melhoria*

a) Captação de Ruído: Conforme discutido, o controle de ruídos do ambiente pode apenas moderadamente ser realizado. No entanto, o controle de ruído da eletrônica do Sistema de Processamento Acústico (SPA) pode ser feito de maneira mais eficiente. Os equipamentos eletrônicos da primeira campanha do PMC-BS foram alugados da empresa Biowaves, especialista nas atividades de bioacústica. A partir da segunda campanha, o equipamento foi nacionalizado e melhorias foram realizadas



até a sua consolidação no ciclo 3. Estas melhorias incluem o controle de ruídos através da construção de circuitos e placas eletrônicas de baixo ruído, como os filtros e amplificadores e o aterramento apropriado. Desta maneira, o ruído elétrico pode ser controlado, contribuindo para a melhoria da qualidade dos sinais captados. Na terceira campanha foi implementado no SPA um filtro passa-baixas. Também conhecido como filtro *anti-aliasing*, evita que frequências acima da capacidade de digitalização das placas conversoras análogo/digital (taxa de amostragem) contaminem o sinal por frequências subamostradas.

As frequências de cortes dos filtros utilizados nos respectivos subsistemas do MAP estão sumarizadas na **Tabela III.2-4**. O filtro passa-altas de 1 kHz foi mantido, pois é necessário para filtrar os ruídos provenientes principalmente da própria embarcação e arrasto dos hidrofones.

A nacionalização do SPA foi uma melhoria tanto pelos aspectos técnicos como operacionais. O SPA ficou menos sujeito a falhas, não sendo um fator que pudesse comprometer a amostragem. A partir do ciclo 2, as baterias foram substituídas pela energização a partir da rede elétrica do próprio navio, através do uso de um transformador e no-break, ao invés de baterias (corrente direta), sem que isto comprometesse a qualidade do áudio pela introdução de ruído elétrico. Houve melhora significativa na qualidade do sinal com a inclusão dos novos filtros, que evitam a contaminação do áudio.

Além disso, o SPA ficou mais compacto e organizado, facilitando a operação do equipamento. Foi incluído um cabo de convés no sistema, que faz a conexão entre o cabo de reboque, no convés, e a estação de MAP, na ponte de comando. Isto agilizou a inicialização e desligamento do equipamento no início e fim do dia, assim como também as trocas de extensão de cabo para alterar a profundidade dos hidrofones (que permitia a continuidade do monitoramento em águas muito rasas). Anteriormente, o cabo de reboque tinha que ser conduzido manualmente para ser conectado na estação de MAP (após o lançamento do arranjo de hidrofones na água

e vice-versa durante o recolhimento), e por isso o procedimento era mais trabalhoso e tomava mais tempo

**Tabela III.2-4:** *Frequência de corte dos filtros do Sistema do Processamento Acústico utilizado a partir da 3ª Campanha de Avistagem e MAP do PMC-BS.*

Módulo	Taxa de Amostragem	Filtro Passa-Altas	Filtro Passa-Baixas
Alta Frequência	500 kHz	1 kHz	170 kHz
Baixa Frequência	192 kHz	1 kHz	48 Hz

- b) Paradas Técnicas: As avarias que ocorreram na parte molhada do sistema de MAP (cabo de reboque e arranjo de hidrofones) foram as mais frequentes, pois são as partes que trabalham em condições mais extremas. Ao final de cada campanha foi feita uma vistoria destas partes e recomendações de manutenção dos equipamentos, com o intuito de evitar que avarias como rachaduras e infiltrações da água do mar venham a ocorrer novamente. A emenda dos conectores de ambos os arranjos de hidrofones do PMC foram reforçados com resina de poliuretano, para evitar infiltração, pois são as partes consideradas mais frágeis. Foi feita a troca de conectores de um dos arranjos, que estava com sinais de oxidação dos pinos. O tubo do arranjo foi reforçado com abraçadeiras metálicas, corda, fita e silicone para evitar novos episódios de infiltração.
- Ao término do ciclo 4, foi feita a manutenção dos arranjos de hidrofones. Também foram realizados testes nos pré-amplificadores de todos os hidrofones, com o objetivo de testar sua funcionalidade e comparar com as especificações passadas pelo fornecedor, alcançando, desta maneira, a compatibilidade com os objetivos do monitoramento acústico passivo no PMC-BS.
- c) Qualificação de Operadores de MAP: Outro quesito operacional importante foi a contínua qualificação de operadores de MAP. Pelo fato de ser uma tecnologia relativamente nova no Brasil, existe uma carência de profissionais qualificados. Adotou-se uma estratégia de sempre manter dois profissionais experientes a bordo e um terceiro membro da equipe a

bordo menos experiente, para que possa adquirir experiência, e aumentar a gama de profissionais aptos para função de operador de MAP no PMC-BS.

### **III.3 Avistagem Aérea**

#### *Resumo das atividades realizadas durante o período*

Observadores com experiência prévia específica neste tipo de plataforma de observação foram selecionados para a realização dos sobrevoos. As equipes escaladas para cada Campanha de Avistagem Aérea foram mobilizadas um dia antes do início previsto para cada campanha, reunindo-se com os coordenadores técnicos e da campanha para revisão e nivelamento dos procedimentos metodológicos, dos aspectos logísticos e de apoio em terra, bem como de segurança. O briefing de segurança com a tripulação da aeronave da empresa Ecophocus foi realizado antes da decolagem na pista do aeroporto de partida. Depois disso, equipe e tripulação se preparam para a decolagem.

Duas Campanhas de Avistagem Aérea foram realizadas no primeiro ano do PMC: 1ª) 07 a 13 de dezembro de 2015, totalizando 7 dias de sobrevoos; 2ª) 28 de março a 04 de abril de 2016, totalizando 7 dias de sobrevoos; 3ª) 20 a 29 de setembro de 2016, totalizando 9 dias de sobrevoos e 4ª) 30 de janeiro a 05 de fevereiro de 2017, totalizando 7 dias de sobrevoos.

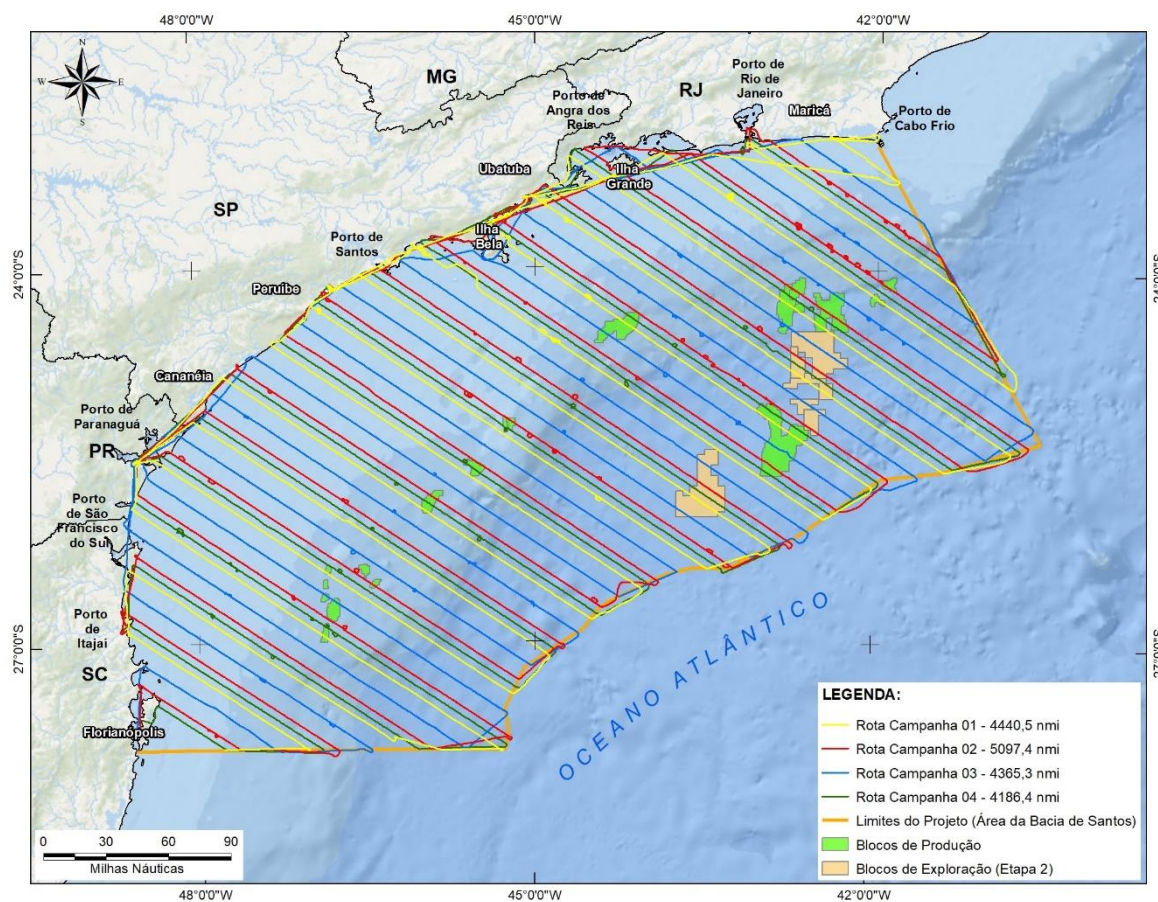
#### *Esforço e tamanho amostral*

Durante as quatro Campanhas de Avistagem Aérea foram percorridos 24.467,57km, com esforço amostral de 113,13 horas durante 30 dias (**Tabela III.3-1** e **Figura III.3-1**). Cabe ressaltar que a 1ª Campanha estava prevista para iniciar no dia 3 de novembro de 2015, quando foram feitas duas tentativas de decolagem. Depois de 3 dias de espera de melhores condições meteorológicas, em função da grande instabilidade e imprevisibilidade climática, a campanha foi suspensa no dia 6 de novembro, sendo reprogramada para dezembro. O **Quadro III.3-1** apresenta avaliação dos resultados esperados para a Avistagem Aérea.

**Tabela III.3-1:** Resumo do esforço e tamanho amostral das Campanhas de Avistagem Aérea do primeiro ano do PMC-BS.

Indicadores	Campanha				TOTAL
	1	2	3	4	
Período da campanha	07/12/2015 - 13/12/2015	28/03/2016 - 04/04/2016	21/09/2016 - 29/09/2016	30/01/2017 - 05/02/2017	-
Dias de mobilização	12	9	12	13	45
Dias com amostragem	7	7	9	7	30
Esforço amostral (horas)	24,0	34,3	27,5	27,33	113,13
Média de horas por dia	3,4	4,86	3,05	3,9	15,21
Esforço amostral (km)	5.720,0	4.874,0	7.326,0	6.547,6	24.467,6
Número de grupos de cetáceos total	56	100	59	28	243
Média de grupos por dia em esforço	8,0	14,2	6,5	4,0	32,7
Número de espécies identificadas*	4	2	3	0	9

\* Inclui gêneros sem confirmação da espécie.



**Figura III.3-1:** Rotas percorridas durante as Campanhas de Avistagem Aérea até o segundo ano do PMC-BS.



**Quadro III.3-1:** Resultados esperados da avistagem aérea, segundo o Projeto Executivo do PMC-BS, e avaliação crítica sobre a consecução destes resultados no presente relatório do primeiro ano e no horizonte de três anos previstos para o projeto/contrato.

<b>Resultados esperados da Avistagem Aérea:</b>	<b>Observações:</b>
1) <b>Caracterização da comunidade</b> de cetáceos e a <b>frequência de observação das espécies</b> ; 2) <b>Riqueza e frequência relativa</b> das espécies;	No segundo ano do projeto, somou-se as já identificadas espécies do primeiro ano, mais cinco delas. Isso representa aproximadamente 24% das espécies de ocorrência conhecida na Bacia de Santos e um aumento de 25% no número de espécies identificadas em relação ao primeiro ano de trabalho. Acreditamos que a acurácia da equipe, que tem trabalhado junto desde o primeiro momento, salvo raras exceções, tem superado alguns problemas metodológicos inerentes à plataforma de observação.
3) <b>Mapas de distribuição</b> por espécie <b>com áreas de concentração</b> das avistagens para as espécies mais comuns;	Apesar do baixo número de espécies identificadas em relação ao número de espécies de ocorrência conhecida da Bacia de Santos, tem havido um refinamento na qualidade das identificações. Conforme já comentado no relatório anterior, tal trabalho é inédito na escala aqui proposta, aprimorando ainda mais o conhecimento já existente que até então era pontual. A adição de novos dados permitiu mapear a dinâmica de distribuição sazonal dos cetáceos da Bacia de Santos.
4) Estimativas de <b>densidade e abundância</b> para as <b>espécies mais comuns</b> ;	Ao final deste segundo ano, as estimativas de abundância para as quatro campanhas tem apresentado valores próximos uns dos outros. Ou seja, não apresentam grandes oscilações, quando comparadas entre si. Muito embora seja pequeno o número de observações, os valores estimados para cada campanha, tem se mantido todos próximos, dentro de um intervalo constante, considerando os valores obtidos na primeira campanha.



<b>Resultados esperados da Avistagem Aérea:</b>	<b>Observações:</b>
	Inferências feitas com dados de todos os cetáceos, cujo “n” amostral é maior, tem apresentado valores próximos dos valores apresentados pelas inferências feitas apenas com dados de delfínídeos, cujo “n” amostral é relativamente pequeno. Atribuímos tal fato ao uso de uma estatística alternativa, que nos permite trabalhar com amostras muito pequenas. Nossas expectativas até o final do terceiro ano é aumentar a acurácia dessas estimativas.
5) <b>Descrição dos habitats</b> utilizados pelas espécies e <b>identificação de habitats críticos</b> ;	Os dados coletados durante os sobrevoos ajudaram a descrever os habitats de algumas espécies menos frequentes ou de difícil visualização, como a toninha e a orca. Para atingir este objetivo, portanto, a integração de dados coletados pelas diferentes metodologias do PMC-BS (como a Avistagem Embarcada, MAP e Telemetria) é primordial.
6) Avaliação das <b>tendências ou variações temporais e espaciais</b> nos padrões de distribuição e densidade.	Os trabalhos neste sentido estão começando. Temporalmente falando, é possível visualizarmos um “padrão” nos dados, entretanto não podemos chamar a isso “tendência” e/ou sazonalidade pelo tempo curto de coleta. Maior tempo de coleta é necessário, bem como maior precisão e/ou acurácia nas estimativas, o que se espera que haja um incremento até o terceiro ano e à medida que os dados se acumulem.

### *Dificuldades de implementação*

Dentre as dificuldades encontradas durante as atividades de Avistagem Aérea, destacam-se as seguintes:

- a) Condições meteorológicas adversas: Durante a mobilização inicial da 1ª Campanha de Avistagem Aérea, em outubro de 2015, as condições meteorológicas estavam extremamente adversas, por influência do fenômeno climático *El niño*. Chuvas intensas predominaram durante todo o mês de outubro na Bacia de Santos. Após um período de espera (iniciado em meados de outubro), o primeiro voo foi mobilizado para o começo de novembro, mas a previsão climática favorável não se concretizou. A equipe ainda permaneceu mobilizada em Florianópolis durante a semana esperando condições favoráveis para amostrar. Finalmente decidiu-se desmobilizar a campanha e esperar por condições meteoceanográficas mais estáveis e propícias.
- b) Fadiga dos observadores: a realização de apenas uma alternância dos assentos dos observadores na aeronave, ao longo de uma linha de transecção, promoveu cansaço em virtude da permanência em determinada postura por longo período (aproximadamente duas horas); soma-se ainda a manutenção da atividade de avistagem também nas linhas de deslocamento da aeronave, entre uma linha de transecção para outra, eliminando um período importante de descanso da equipe (cerca de 10 minutos entre uma linha e outra);
- c) Execução de dois voos no mesmo dia: em uma oportunidade, no dia 29/03/2016, foram realizados dois sobrevoos no mesmo dia, completando 4 grandes linhas de amostragem. A decisão para a realização dos dois sobrevoos foi tomada com base nas excelentes condições meteoceanográficas previstas para todo o percurso. Como as linhas previstas para os voos daquele dia eram longas, posteriormente avaliou-se como muito cansativo, pois totalizou 9,5 horas de sobrevoos no dia.
- d) Capacidade de identificação dos cetáceos avistados: existe uma dificuldade inerente da amostragem por Avistagem Aérea para identificar a espécie. A maioria das avistagens não pôde ser identificada ao nível de

espécie. Esta dificuldade tem relação com a velocidade da aeronave e a impossibilidade de observar os animais a uma distância pequena, ou mesmo a partir de um ângulo lateral, o que pode ser importante para a identificação de muitas espécies.

- e) Restrição de voo em espaço aéreo: no dia 02/04/2016, devido a uma restrição de voo em espaço aéreo na costa do estado do Rio de Janeiro, as linhas programadas para sobrevoo não puderam ser amostradas neste dia, porém foram amostradas posteriormente.

#### *Medidas de contorno e melhorias*

Foram realizadas as seguintes medidas de contorno e melhorias na 2ª Campanha de Avistagem Aérea:

- a) Condições meteorológicas adversas: a 1ª Campanha foi remobilizada, acompanhando as previsões meteorológicas. É importante ressaltar que a janela estipulada para a realização da campanha (15 dias) pode ser curta para amostrar a região de estudo em determinados períodos de prolongadas condições meteoceanográficas adversas. A 1ª Campanha só foi realizada no período de 15 dias pois foi utilizada a alternativa de desmobilizar a campanha e remobilizar em outro período mais estável. Ainda assim, na segunda mobilização da 1ª Campanha, a amostragem poderia ter sido paralisada novamente no dia 13 de dezembro para espera de condições ideais, correndo o risco de não ser finalizada na janela de 15 dias. Entretanto, de acordo com as previsões meteoceanográficas, o estado do mar iria piorar substancialmente após o dia 14 de dezembro, com melhora prevista somente após o final da janela de amostragem de 15 dias. Optou-se por amostrar em condições limítrofes ou aquém do critério descrito no Projeto Executivo para garantir a conclusão do esforço amostral planejado nas melhores condições climáticas possíveis dentro da janela amostral.
- b) Fadiga dos observadores: realização de duas alternâncias de assentos dos observadores na aeronave ao longo das maiores linhas de transecção, para diminuir a fadiga de postura dos mesmos, o que foi acompanhado de

manobra de 360° da aeronave para evitar a perda de avistamentos ao longo da linha de transecção, enquanto a alternância era realizada; além disso foi cancelado o esforço amostral ao longo das linhas de deslocamento da aeronave entre uma linha de transecção e outra. A cada deslocamento desses, apenas um dos observadores, em sistema de rodízio, efetuou o registro oportunístico a partir da 2ª Campanha;

- c) Execução de dois voos no mesmo dia: foi considerado que um esforço extremo de dois sobrevoos no mesmo dia pode ser realizado desde que se tenha o dia seguinte para descanso, no caso de uma situação com previsão de tempo inadequada para execução de outro voo. Outra condição seria nos sobrevoos envolvendo linhas mais curtas, como as quatro primeiras, entre Florianópolis e Paranaguá, e as últimas, entre Rio de Janeiro e Cabo Frio;
- d) Capacidade de identificação dos cetáceos avistados: foi adotado o procedimento de realização de manobra de 360° em todas as ocasiões em que os observadores de bordo achassem pertinente para uma melhor identificação dos cetáceos avistados. Esse procedimento só não foi realizado quando, no julgamento do comandante da aeronave, isso pudesse comprometer a margem de segurança de autonomia de combustível da mesma;
- e) Restrição de voo em espaço aéreo: para minimizar a restrição encontrada, na 2ª Campanha, visando aproveitar as condições meteorológicas excelentes, interrompeu-se a sequência de sobrevoo do sul para o norte e a amostragem foi retomada do limite norte da área de estudo, pulando-se 4 linhas de transecção. Nos últimos três dias da campanha, portanto, a área de estudo foi sobrevoada do norte para o sul. A adaptação do desenho amostral visando aproveitar ao máximo as condições favoráveis de tempo foi acertada, pois resultou na amostragem de toda a região de estudo em uma janela de apenas 8 dias, com 7 dias de amostragem em condições excepcionais de tempo.

### III.4 Telemetria

#### *Resumo das atividades realizadas durante o período*

Ao longo dos dois anos de atividades do PMC-BS foram realizadas quatro campanhas direcionadas para a telemetria de cetáceos, sendo duas no verão e duas no inverno. Em todas as campanhas foram realizados registros de espécies e número de indivíduos ao longo de rotas preestabelecidas, a marcação de cetáceos com transmissores satelitais e com DTAGs, a coleta de biópsias, o registro fotográfico de espécies, a fotoidentificação e a gravação de sons. As três primeiras campanhas tiveram a duração de 25 dias, enquanto que a quarta campanha teve uma duração de 37 dias. Este aumento na duração da quarta campanha ocorreu devido a impossibilidade da participação da pesquisadora responsável pelo DTAG nos 12 primeiros dias da campanha devido a problemas burocráticos com o Consulado do Brasil na Dinamarca. Por este motivo, a campanha foi estendida por igual período para que o DTAG estivesse disponível no tempo pré-estabelecido pelo projeto. Todas as campanhas foram precedidas por atividades de treinamento e preparação dos equipamentos de marcação, programação dos transmissores e treinamento na operação dos botes e procedimentos de segurança.

Nas quatro campanhas a equipe contou com a presença de profissionais estrangeiros e brasileiros com ampla experiência internacional no uso de transmissores, sendo eles:

- *Lars Kleivane*: biólogo marinho, especialista norueguês na colocação de todos os tipos de transmissores (satelitais e DTAGs) com rifle de ar comprimido (RESTECH ARTS). Tem experiência de mais de 25 anos na colocação de transmissores em diferentes espécies de cetáceos e em vários locais do mundo. Participou das três primeiras campanhas de telemetria do PMC-BS;
- *Dave Haas*: biólogo marinho, americano, estudante de doutorado em Ciências do Mar do Departamento de Conservação da Universidade de Duke no estado da Carolina do Norte, EUA. Nos últimos anos foi o técnico

de campo e responsável pela colocação de DTAGs com vara de fibra de carbono nas campanhas de marcação de baleia-orca no estado de Washington, EUA. Participou da 1ª Campanha de Telemetria do PMC-BS;

- *Rodrigo Hucke-Gaete*: biólogo marinho, chileno com doutorado em ecologia. Professor da Universidade Austral do Chile, Valdivia. Tem mais de 10 anos de experiência em projetos de colocação de transmissores satelitais em grandes baleias. Iniciou trabalhos de marcação de baleias-azuis com tags satelitais em 2004 no norte da Patagônia chilena. Participou da 1ª Campanha de Telemetria do PMC-BS;
- *Eva Hartvig*: bióloga dinamarquesa formada pela Universidade de St. Andrews, Escócia. Nos últimos 4 anos tem trabalhado como técnica de DTAG no projeto BRAHSS na Austrália. Também vem trabalhando no projeto 3S todos os anos no norte da Noruega, Svalbard e Jan Mayen, com diferentes espécies de cetáceos. Participou da 2ª, 3ª e 4ª campanha de telemetria do PMC-BS.
- *Amy Kennedy*: pesquisadora no National Marine Laboratory (uma divisão do NOAA) em Seattle (EUA), com mais de 15 anos de experiência em estudos com mamíferos marinhos. Tem doutorado pela Universidade de Paris focado no uso de habitat de cetáceos em regiões de grande impacto humano e áreas protegidas, usando dados de telemetria. Atua com marcação de cetáceos com transmissores satelitais implantáveis usando o rifle ARTS desde 2009. Possui experiência com marcação de diversas espécies de grandes baleias (baleia-jubarte, baleia-franca e baleia-cinza) em diferentes regiões do mundo, como o Mar de Behring, África do Sul, Caribe e Antártica. Participou da 4ª campanha de telemetria, atuando exclusivamente na marcação com implantáveis.
- *Luciano Dalla-Rosa*: PhD em Zoologia pela Universidade da Colúmbia Britânica (UBC), Canadá, possui graduação em Oceanologia e mestrado em Oceanografia Biológica pela Universidade Federal do Rio Grande – FURG. Possui mais de vinte anos de experiência em trabalhos de campo com cetáceos no Brasil, Pacífico Nordeste e Oceano Austral, incluindo estudos de distribuição/abundância, foto-identificação e coleta de biópsias.



Participou em campanhas de colocação de transmissores satelitais na Antártica (2004-2006) e no Brasil, e mais recentemente vem coordenando um projeto que inclui marcação de baleias fin e orcas na Antártica utilizando transmissores do tipo LIMPET, no qual vem atuando como marcador desde 2014. Participou da 4ª campanha de telemetria, atuando exclusivamente na marcação com LIMPETs.

### *Esforço e tamanho amostral*

As quatro campanhas de telemetria realizadas até o momento totalizaram 104 dias de amostragem, com 6.600,1 milhas náuticas percorridas e 1.113,1 horas de esforço amostral (**Tabela III.4-1 e Figura III.4-1**):

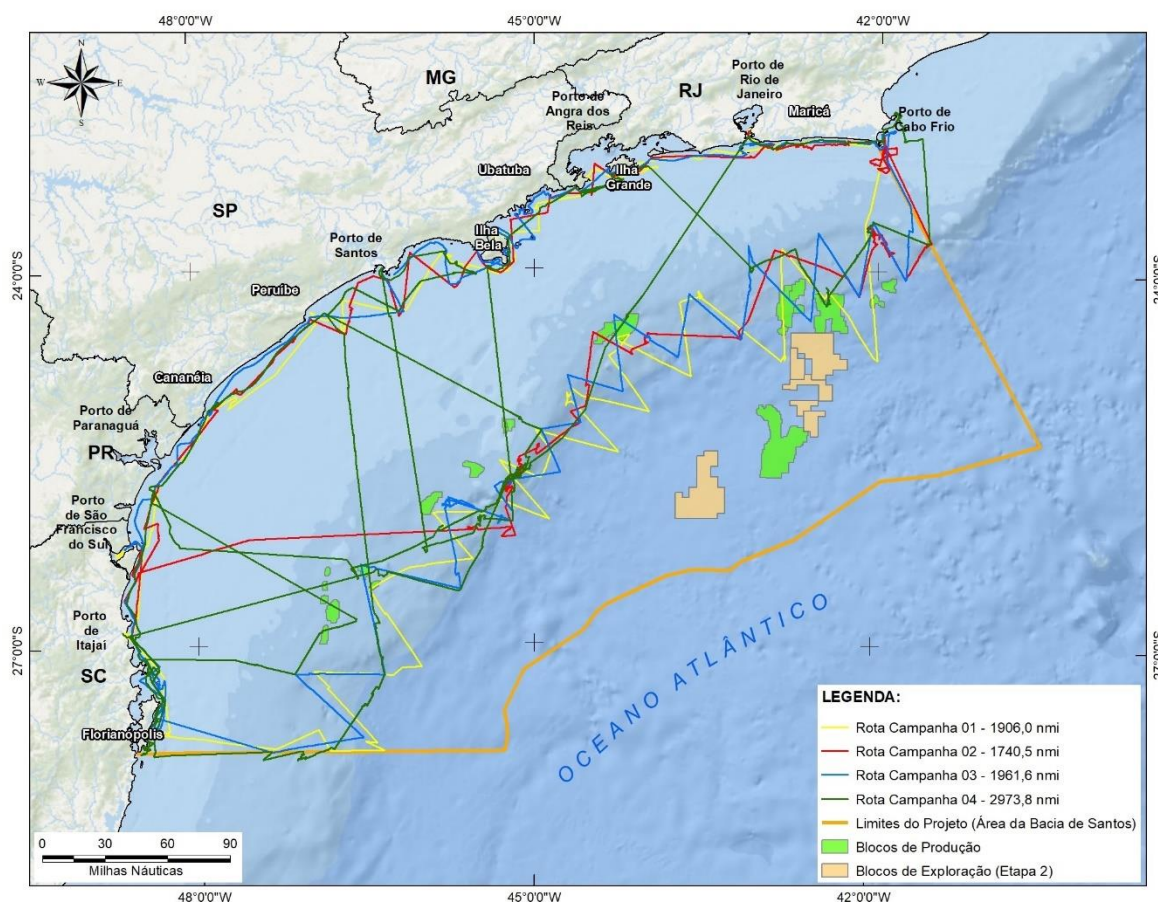
**Tabela III.4-1: Parâmetros de esforço de campo realizado nas duas Campanhas de Telemetria do PMC-BS.**

Parâmetros	Campanha				TOTAL/MÉDIA
	1	2	3	4	
Período da campanha	22/02/2016 – 17/03/2016	10/08/2016 – 03/09/2016	31/01/2017- 24/02/2017	05/07/2017 – 10/08/2017	-
Dias de campanha	25	25	25	37	Total: 112 Média: 28
Dias de esforço	22	24	24	34	Total: 104 Média: 26
Esforço amostral (horas)	246,3	248,2	288,4	329,7	Total: 1.113,1 Média: 278,3
Esforço amostral (milhas náuticas)	1.579,3	1.405,6	1.826,3	1.828,8	Total: 6.600,1 Média: 1.650
Esforço amostral (milhas náuticas) na região costeira	704,2	872,5	851,4	904,1	Total: 3.332,2 Média: 833,05
Esforço amostral (milhas náuticas) na região oceânica	875,1	533,1	974,9	924,7	Total: 3.307,8 Média: 826,9
Dias na região costeira	11	14	12	17	Total: 54 Média: 13,5
Dias na região oceânica	11	10	12	17	Total: 50 Média: 12,5
Número de avistagens de cetáceos	52	96	44	121	Total: 313 Média: 78,2

Parâmetros	Campanha				TOTAL/MÉDIA
	1	2	3	4	
Número de espécies registradas	10	10	9	14	Total: 20 Média: 10,7
Número de indivíduos registrados	1.181	1.034	1.267	1.212	Total: 4.694 Média: 1.173,5
Número de transmissores LIMPET disponíveis	12	16	12	12	Total: 25 Média: 13
Número de transmissores implantáveis disponíveis	5	5	5	8	Total: 23 Média: 5,7
Número de DTAGs disponíveis	3	3	4	4	Média: 3,5
Número de tentativas de marcação com transmissor satelital	13	25	5	18	Total: 61 Média: 15,2
Número de transmissores satelitais utilizados	3	15	4	7	Total: 29 Média: 7,2
Número de animais marcados com sucesso com transmissor satelital	2	14	4	6	Total: 26 Média: 6,5
Taxa de sucesso de colocação de transmissores	15,4 %	56%	80%	33,3%	Total: 42,6% Média: 46,2%
Número de espécies marcadas com sucesso com transmissor satelital	1	6	1	5	Total: 7 Média: 3,2

Parâmetros	Campanha				TOTAL/MÉDIA
	1	2	3	4	
Número de transmissores que transmitiram com sucesso	2	11	4	6	Total: 23 Média: 5,7
Número de tentativas de marcação com DTAG	3	2	7	5	Total: 17 Média: 4,2
Número de animais marcados com DTAG	1	1	1	3	Total: 6 Média: 1,5
Número de espécies marcadas com DTAG	1	1	1	3	Total: 5 Média: 1,5
Número de grupos gravados (duração dos registros em minutos)	12 (146)	8 (183)	12 (122)	17 (258)	Total: 49 (709) Média: 12,2 (177,2)
Número de espécies gravadas	5	5	4	9	Total: 14 Média: 5,7
Número de grupos fotografados	41	55	33	82	Total: 211 Média: 52,7

\* Do total de 19 transmissores utilizados no primeiro ano do PMC-BS, um foi utilizado durante a 2ª Campanha de Avistagem Embarcada. O número de transmissores utilizados em Campanhas de Telemetria foi de 18.



**Figura III.4-1:** Rotas percorridas durante as Campanhas de Telemetria no primeiro e segundo ano do PMC-BS.

Pelo menos 19 espécies de cetáceos foram registradas até o momento durante as campanhas de telemetria, sendo sete espécies de mysticetos e 13 espécies de odontocetos. A quarta campanha foi a que apresentou o maior número de registros (grupos) e de espécies. De maneira geral, o maior número de registros ocorreu no inverno e primavera em comparação com o verão. As campanhas de inverno e primavera sempre registraram um maior número de mysticetos, que não formam grupos tão grandes como os delfinídeos em geral (odontocetos), registrados em maior número nas campanhas de verão. O maior número de cetáceos de médio e grande porte registrados nas campanhas de inverno foi o principal fator relacionado a um maior número de tentativas de marcação nas campanhas desta estação, assim como de transmissores utilizados

e que transmitiram com sucesso. O sucesso de marcação foi maior na 3ª Campanha (80%), quando também foi realizado o menor número de tentativas de marcação (5).

**Tabela II.4-2:** *Espécies de cetáceos registradas ao longo das campanhas de telemetria do PMC. Em negrito as espécies para as quais foram obtidas informações por meio da telemetria. As espécies para as quais foram obtidos registros acústicos estão em negrito.*

Táxon	Campanha1	Campanha2	Campanha3	Campanha4
Subordem Mysticeti				
Família Balaenopteridae				
<b>Balaenoptera brydei</b>	X	X	X	X
<b>Megaptera novaengliae</b>		X		X
<b>Balaenoptera borealis</b>		X		X
<i>Balaenoptera musculus</i>				X
<b>Balaenoptera bonaerensis</b>				X
<b>Balaenoptera physalus</b>		X		X
Subordem Mysticeti				
Família Balaenidae				
<b>Eubalaena australis</b>				X
Subordem Odontoceti Família				
Delphinidae				
<i>Sotalia guianensis</i>	X	X	X	
<i>Pontoporia blainvillei</i>	X			
<b>Tursiops truncatus</b>	X	X	X	X
<i>Stenella frontalis</i>	X	X	X	X
<i>Delphinus capensis</i>	X			
<i>Steno bredanensis</i>	X		X	X
<b>Orcinus orca</b>	X	X		X
<i>Stenella attenuata</i>	X		X	
<i>Stenella longirostris</i>	X	X	X	
<i>Grampus griseus</i>		X	X	X
<i>Stenella clymene</i>				X
<i>Pseudorca crassidens</i>				X
Subordem Odontoceti Família				
Kogiidae				
<i>Kogia</i> sp			X	



Do total de transmissores disponíveis nos dois primeiros anos de PMC, 30 foram utilizados, o que corresponde a 60% dos transmissores disponíveis, incluindo um que foi utilizado durante a 2ª Campanha de Avistagem e MAP.

Seguindo as indicações apresentadas no relatório da 1ª Campanha de Telemetria, um dos transmissores satelitais foi utilizado durante a 2ª Campanha de Avistagem e MAP numa tentativa de marcação de uma baleia-fin (*Balaenoptera physalus*). Essa proposta teve como objetivo ampliar as oportunidades de marcação de indivíduos. Foi utilizado um transmissor na configuração LIMPET e uma balestra para o procedimento. Infelizmente não se alcançou sucesso nessa implantação, mas entende-se que esta pode continuar sendo uma estratégia útil nas próximas campanhas quando houver equipe capacitada para realização do procedimento a bordo.

Em relação aos DTAGs, no primeiro ano três equipamentos estavam disponíveis a cada campanha, enquanto no segundo ano foram quatro (considerando que eles são recuperados e podem ser reutilizados após a marcação), todos da versão 2 produzida pelo *Woodshole Oceanographic Institution* (WHOI).

Com relação aos DTAGs, nas três primeiras campanhas foi marcado um indivíduo a cada campanha, enquanto na quarta campanha três indivíduos foram marcados. No total, foram obtidos dados de cinco espécies de mysticetos até o momento.

Trinta transmissores satelitais foram utilizados até o momento. Quatro foram perdidos por falha no procedimento de instalação (13,3%); outros quatro (13,3%), embora instalados de forma adequada, não transmitiram dados. Este fato pode estar relacionado a problemas técnicos no transmissor, embora todos tenham sido testados previamente, ou mesmo à posição do transmissor no corpo do animal, que pode não ter favorecido a transmissão de dados. Vinte e dois (73,3%) transmitiram dados relativos a seis espécies de cetáceos, sendo cinco mysticetos (*M. novaeangliae*, *B. borealis*, *B. physalus*, *B. bonaerensis* e *B. brydei*) e 2 odontocetos (*T. truncatus* e *O. orca*) (**Tabela III.4-3**). Destes, seis transmissores eram da configuração implantável e 16 da configuração LIMPET. Apenas uma espécie (*T. truncatus*) teve indivíduos marcados nas quatro campanhas. Para o

cálculo do sucesso de marcação foi considerado o percentual de transmissores instalados com sucesso em relação ao número de tentativas de marcação (ou seja, foram excluídos deste cálculo apenas os transmissores que tiveram problemas no procedimento de instalação).

**Tabela III.4-3:** *Espécies de cetáceos marcadas com sucesso com transmissores satelitais e DTAGs durante as Campanhas de Telemetria na Bacia de Santos e configuração utilizada para cada espécie. I = implantável; L = LIMPET.*

Táxon	Espécie	Nome popular	Tipo de transmissor		
			I	L	DTAG
Subordem Mysticeti, Família Balaenopteridae					
	<i>Balaenoptera physalus</i>	Baleia-fin		X	X
	<i>Balaenoptera borealis</i>	Baleia-sei	X	X	X
	<i>Megaptera novaeangliae</i>	Baleia-jubarte	X		X
	<i>Balaenoptera brydei</i>	Baleia-de-bryde		X	X
	<i>Balaenoptera bonaerensis</i>	Baleia-minke-antártica		X	
Subordem Mysticeti, Família Balaenidae					
	<i>Eubalaena australis</i>	Baleia-franca-austral			X
Subordem Odontoceti, Família Delphinidae					
	<i>Tursiops truncatus</i>	Golfinho-nariz-de-garrafa		X	
	<i>Orcinus orca</i>	Orca		X	

Ao longo de dois anos, foram colocados tags digitais (DTAGs) (JOHNSON & TYACK, 2003) em cinco espécies de misticetos. Dentre as espécies, foram quatro membros da família Balaenopteridae: duas baleias-de-bryde (*Balaenoptera brydei*), sendo uma no dia 08/03/17 com tempo de permanência de 1h31min e uma no dia 14/02/17, com tempo de permanência de 4h12min; uma baleia-sei (*Balaenoptera borealis*) no dia 31/08/16 com tempo de permanência de 5h03min;

uma baleia-jubarte (*Megaptera novaeangliae*) no dia 23/07/17, com tempo de permanência de 1h54min; e uma baleia-fin (*Balaenoptera physalus*) no dia 08/08/17, com tempo de permanência de 1h35min. Outro DTAG foi colocado em um membro da família Balaenidae: a baleia-franca-austral (*Eubalaena australis*), em 09/08/17, com tempo de permanência de 4h38min.

**Tabela III.4-4:** Número de indivíduos marcados por espécie e por tipo de transmissor que transmitiram com sucesso a cada campanha. L = Limpet; D = DTAG; I = implantável.

Espécies	Campanhas/Número de indivíduos				
	1 Verão	2 Inverno	3 Verão	4 Inverno	Total
<i>Balaenoptera physalus</i>	0 0 0	0 1L 0	0 0 0	0 0 1D	0 1L 1D
<i>Balaenoptera borealis</i>	0 0 0	0 3L 1D	0 0 0	0 0 0	0 3L 1D
<i>Megaptera novaeangliae</i>	0 0 0	4I 0 0	0 0 0	2I 0 1D	6I 0 1D
<i>Balaenoptera brydei</i>	0 0 1D	0 0 0	0 0 1D	0 1L 0	0 1L 2D
<i>Balaenoptera bonaerensis</i>	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 1L 0	0 1L 0
<i>Eubalaena australis</i>	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 1D	0 0 1D
<i>Tursiops truncatus</i>	0 2L 0	0 1L 0	0 3L 0	0 1L 0	0 7L 0
<i>Orcinus orca</i>	0 0 0	0 2L 0	0 0 0	0 1L 0	0 3L 0

Dentre as quatro espécies definidas previamente como espécies-alvo da telemetria, conforme definição apresentada no Projeto Executivo, três foram marcadas nestes dois anos: a baleia-jubarte (*M. novaeangliae*), a baleia-de-bryde

(*B. brydei*) e a orca (*O. orca*). O cachalote (*P. macrocephalus*), a quarta espécie-alvo, não foi avistada durante as Campanhas de Telemetria. Os transmissores instalados com sucesso transmitiram por períodos variáveis, de 2 a 54 dias, com uma média de 15,2 dias de transmissão.

O **Quadro III.4-1** apresenta a avaliação dos resultados esperados para a Telemetria.

**Quadro III.4-1:** Resultados esperados de telemetria, segundo o Projeto Executivo do PMC-BS, e avaliação crítica sobre a consecução destes resultados no segundo ano e no horizonte de três anos previstos para o projeto/contrato.

Resultados esperados Telemetria	Observações:
1) Caracterização dos <b>padrões de movimento</b> ;	O tempo de transmissão dos transmissores satelitais variou de 1 a 54 dias, sendo que 52,9% transmitiram por menos de 10 dias. É necessário aprimorar os procedimentos de instalação dos transmissores para melhorar a qualidade das marcações, que permitirão acompanhar os animais por períodos mais prolongados, assim como ter um maior número de indivíduos marcados por espécie para possibilitar uma caracterização de padrões de movimento. A expectativa é que este resultado seja atingido ao final do terceiro ano para algumas espécies, com o aumento no número de animais marcados ao longo do período. Neste sentido, espera-se um aumento no número de animais marcados principalmente das espécies-alvo.
2) Caracterização das <b>rotas migratórias</b> , quando aplicável;	Até o momento foi possível obter informações sobre a rota migratória de três espécies de mysticetos, grupo para o qual se aplica esta abordagem, com um indivíduo marcado por espécie, sendo estes seis baleias-jubarte, três baleias-sei e uma baleia-minke-antártica. Os dados obtidos para a baleia-sei e para a baleia-minke-antártica são inéditos. A expectativa é que este resultado seja atingido até o final do projeto pelo menos para estas duas espécies, que representam 25% das espécies de mysticetos de ocorrência na Bacia de Santos, pois sua abundância relativa, pelo menos no inverno, indica a possibilidade de um maior número de indivíduos marcados para cada espécie.

Resultados esperados Telemetria	Observações:
3) Descrição do <b>comportamento de mergulho</b> ;	Foi possível a descrição detalhada do comportamento de mergulho para cinco espécies, sendo que apenas para a baleia-de-bryde houve a marcação de dois indivíduos. É necessário ter um maior número de indivíduos marcados por espécie para possibilitar uma caracterização do comportamento de mergulho. A expectativa é que este resultado seja atingido ao final de três anos do projeto considerando o aumento no número de animais marcados ao longo do período. Neste sentido, espera-se um aumento no número de animais marcados principalmente para as espécies de mysticetos definidas como espécies-alvo, assim como de orcas.
4) Caracterização dos padrões de <b>uso do habitat</b> ;	É necessário um maior número de indivíduos marcados por espécie para possibilitar uma caracterização dos padrões de uso do habitat (entre 10 e 15 indivíduos com informações de boa qualidade pode ser considerado um valor razoável). Neste sentido, espera-se um aumento no número de animais marcados principalmente para as espécies-alvo.
5) Caracterização de <b>áreas preferenciais</b> ;	É necessário um maior número de indivíduos marcados por espécie para possibilitar uma caracterização das áreas preferenciais (entre 10 e 15 indivíduos com informações de boa qualidade pode ser considerado um valor razoável). A expectativa é que este resultado seja atingido para algumas espécies ao final do terceiro ano do projeto considerando o aumento no número de animais marcados ao longo do período. Espera-se um aumento no número de animais marcados principalmente para as espécies-alvo, conforme novas definições apresentadas aqui.



Resultados esperados Telemetria	Observações:
6) <b>Comportamento acústico</b> das espécies, <b>contribuindo com a realização de estimativas populacionais</b> por meio de métodos de <b>acústica passiva</b> .	Foi possível o registro do comportamento acústico de cinco espécies, conforme descrito no item 3, utilizando os DTAGs. Além disso, os registros ocasionais utilizando gravador digital e hidrofone permitiram registrar o som de outras espécies, totalizando 14 espécies para as quais foram gerados dados de bioacústica. Estes dados estão contribuindo também a sonoteca que está sendo elaborada no âmbito do trabalho de bioacústica do PMC-BS.

### *Dificuldades e medidas de contorno*

Dentre as dificuldades encontradas e medidas de contorno da telemetria estão:

- a) Bote de marcação: o bote principal utilizado na 1ª Campanha, apesar de estar dentro das especificações técnicas do projeto, estava aquém das necessidades observadas em campo por questões de tamanho e capacidade do motor. Por esse motivo, foi adquirido um novo bote principal maior (6,3 m de comprimento) e com motor mais potente (115 Hp), sendo que o bote anterior substituiu o bote de apoio (de 4 m) assumindo essa função na 2ª Campanha e nos próximos. Essa modificação atendeu perfeitamente as necessidades do projeto, o que foi confirmado na 2ª Campanha. A operação de subida e descida dos botes do navio também foi modificada, com a instalação de um novo sistema para realizar a operação de maneira mais ágil e segura, que passou a ser utilizado a partir da 3ª Campanha de Telemetria;
- b) Condições meteoceanográficas adversas: na 1ª, 2ª e 3ª campanhas houve muitos dias em que as condições do mar não permitiram a descida dos botes. Buscando contornar esta situação, na 2ª campanha algumas marcações foram realizadas da proa do navio. Contudo, os resultados não foram considerados satisfatórios com relação à qualidade da instalação e consequente duração do transmissor. Por este motivo, esta alternativa não foi mais considerada nas campanhas subsequentes. Na 4ª campanha a estratégia foi alternar as rotas entre a região oceânica e costeira, buscando regiões com condições mais adequadas para a realização dos procedimentos de marcação;
- c) Baixa taxa de encontro de cetáceos com potencial de marcação: durante a 1ª e 3ª campanhas, realizadas no verão, o reduzido número de tentativas de marcação e de transmissores instalados esteve fortemente relacionado à baixa densidade de cetáceos de médio e grande porte, ou seja, daquelas espécies com potencial para marcação. Nas campanhas de inverno (2ª e 4ª) esta situação modificou-se bastante, o que permitiu aumentar significativamente o número de transmissores instalados. São escassas as

informações sobre a distribuição e densidade de cetáceos na Bacia de Santos e, portanto, torna-se difícil prever os períodos e/ou áreas com maiores chances de taxas de encontro. Este, inclusive, constitui um dos objetivos do PMC: gerar uma base de dados que permita o monitoramento de médio e longo prazo de cetáceos na Bacia de Santos. Este foi um dos motivos que levou a equipe a solicitar a alteração no número de transmissores satelitais disponíveis, aumentando o número de transmissores do tipo LIMPET. Eles se aplicam a um maior número de espécies, o que amplia as possibilidades de marcação de indivíduos ao longo das campanhas. Além disso, eles são transmissores menos invasivos aos animais. Os transmissores na configuração LIMPET têm demonstrado um bom potencial de resposta, o que confirmado com a marcação de uma *B. borealis*, uma *O. orca* e uma *B. brydei* marcadas na 2ª e 4ª campanhas, que totalizaram 38, 33 e 28 dias de transmissão, respectivamente, o que está entre os melhores resultados obtidos até o momento.

- d) Tempo de transmissão de dados: as marcações realizadas nas três primeiras campanhas de telemetria não tiveram, na maioria dos casos, a duração esperada. As dificuldades apresentadas no item anterior, relacionadas à baixa taxa de encontro com espécies com potencial de marcação, associadas às condições oceanográficas nem sempre adequadas à realização dos procedimentos de marcação, contribuíram de forma significativa para este resultado, pois dificultam o trabalho do profissional responsável pelo procedimento de marcação. Buscando melhorar a qualidade das marcações, optou-se por trabalhar com outros profissionais para assumir esta função, que poderiam se adaptar melhor às condições impostas pelo projeto. Embora o número de animais marcados na quarta campanha tenha sido menor do que na segunda campanha (ambas campanhas de inverno), a qualidade das marcações foi significativamente maior, com um maior tempo de transmissão de dados para todas as espécies marcadas nesta campanha. Ao longo dos dois anos

o percentual de aproveitamento dos transmissores foi crescente (**Tabela III.4-5**).

**Tabela III.4-5:** *Percentual de aproveitamento dos transmissores satelitais ao longo das quatro campanhas de telemetria do PMC.*

Campanha	Número de transmissores utilizados	Número de transmissores com informação recebida	Percentual de aproveitamento
1	3	2	66,7 %
2	15	11	73,3 %
3	4	3	75 %
4	7	6	85,7 %

*Oportunidades de melhoria:*

Baixa taxa de encontro de cetáceos com potencial de marcação: atualmente existe uma proposta de rotas de transecção a serem percorridas em cada campanha de telemetria, inclusive com tempos de amostragem iguais previstos para a área oceânica e costeira. Entretanto, para se obter maior sucesso nas campanhas de telemetria deve estar claro para a fiscalização da Petrobras e para o órgão licenciador que as rotas propostas são apenas uma referência para a procura de cetáceos, e não deve necessariamente ser seguida à risca. As concentrações de cetáceos são relativamente imprevisíveis, então uma estratégia mais sensata do ponto de vista da marcação com tags é permanecer nessas áreas de concentração pelo maior tempo possível uma vez que estas são encontradas, maximizando as chances de marcação e as brechas de tempo bom, especialmente em regiões oceânicas. Desta forma, uma melhoria substancial das campanhas de telemetria envolve o entendimento de que este tipo de campanha deve ter total flexibilidade das rotas percorridas (apesar de existirem traçados de referência a serem seguidos durante a procura por cetáceos). A flexibilidade deve envolver também o tempo de permanência em determinadas regiões. Estas rotas devem ser definidas adaptativamente conforme a percepção dos pesquisadores em campo, sem nenhuma meta quanto à navegação dos traçados planejados.

**Tabela III.4-6:** Informações referentes aos transmissores satelitais instalados nos dois anos do PMC-BS. PTT = número único de identificação do transmissor no sistema Argos. CAM = campanha; DM = data de marcação; SA = sistema de ancoragem; PM = plataforma de marcação (BP = bote principal; SR = Sea Route); TT = tempo de transmissão (d = dia; FI = falha na instalação; FT = falha na transmissão).

N	CAM	PTT	DM	Latitude	Longitude	Espécie	SA	PM	TT
1	1	158551	25/02/16	-25,48014	-48,10401	<i>T. truncatus</i>	LIMPET	BP	8 d
2	1	158543	08/03/16	-24,23401	-43,53456	<i>B. brydei</i>	Implantável	BP	FI
3	1	158544	17/03/16	-27,3562	-48,3179	<i>T. truncatus</i>	LIMPET	BP	13 d
4	CA*	158548	15/06/16	-26,84112	-45,95190	<i>B. physalus</i>	LIMPET	BP	FI
5	2	158542	10/08/16	-26,48488	-48,55755	<i>M. novaeangliae</i>	Implantável	BP	19 d
6	2	158553	20/08/16	-23,04925	-41,95416	<i>M. novaeangliae</i>	Implantável	SR	15 d
7	2	158554	21/08/16	-23,13521	-42,05497	<i>M. novaeangliae</i>	Implantável	SR	3 d
8	2	158555	24/08/16	-23,71960	-41,99490	<i>B. borealis</i>	Implantável	BP	FT
9	2	158546	25/08/16	-23,64270	-42,08423	<i>B. borealis</i>	LIMPET	SR	6 d
10	2	158549	27/08/16	-24,52300	-43,98441	<i>B. physalus</i>	LIMPET	SR	2 d
11	2	158550	29/08/16	-25,47353	-44,95288	<i>B. borealis</i>	LIMPET	BP	FT
12	2	158552	29/08/16	-25,47353	-44,95288	<i>B. borealis</i>	LIMPET	BP	FI
13	2	158545	30/08/16	-25,54197	-45,14591	<i>O. orca</i>	LIMPET	SR	FT
14	2	158547	30/08/16	-25,54197	-45,14591	<i>O. orca</i>	LIMPET	SR	3 d
15	2	162628	30/08/16	-25,54197	-45,14591	<i>O. orca</i>	LIMPET	SR	13 d
16	2	162629	31/08/16	-26,76402	-45,25952	<i>B. borealis</i>	LIMPET	BP	7 d
17	2	162630	01/09/16	-26,49160	-45,27718	<i>B. borealis</i>	LIMPET	BP	38 d
18	2	162631	01/09/16	-26,07536	-45,57503	<i>T. truncatus</i>	LIMPET	SR	4 d
19	2	158556	02/09/16	-26,32222	-48,51757	<i>M. novaeangliae</i>	Implantável	BP	9 d

N	CAM	PTT	DM	Latitude	Longitude	Espécie	SA	PM	TT
20	3	162634	14/02/17	-22,88244	-41,88349	<i>T. truncatus</i>	LIMPET	BP	4 d
21	3	162635	14/02/17	-22,88248	-41,88398	<i>T. truncatus</i>	LIMPET	BP	FT
22	3	162632	24/02/17	-27,31164	-48,33005	<i>T. truncatus</i>	LIMPET	BP	7 d
23	3	162637	24/02/17	-27,33156	-48,34800	<i>T. truncatus</i>	LIMPET	BP	10 d
24	4	166666	13/07/17	-26,25011	-45,97423	<i>B. bonaerensis</i>	LIMPET	BP	18 d
25	4	166663	20/07/17	-22,86012	-41,80381	<i>T. truncatus</i>	LIMPET	BP	14 d
26	4	34588	20/07/17	-22,86315	-41,81264	<i>M. novaeangliae</i>	Implantável	BP	54 d
27	4	34686	23/07/17	-23,93344	-42,68764	<i>M. novaeangliae</i>	Implantável	BP	36 d
28	4	166662	25/07/17	-23,95583	-45,20923	<i>B. brydei</i>	LIMPET	BP	28 d
29	4	162633	30/07/17	-27,20932	-48,45387	<i>O. orca</i>	LIMPET	BP	33 d
30	4	34753	08/08/17	-26,39963	-46,62484	<i>B. physalus</i>	LIMPET	BP	FI

*Este transmissor foi utilizado na tentativa de marcação de uma baleia-fin realizada durante a 2ª Campanha de Avistagem e MAP do PMC-BS.*

**Tabela III.4-7:** Mínimo, máximo e média do número de dias de transmissão dos transmissores satelitais instalados nos dois anos do PMC-BS.

Configuração	Duração (dias)	1ª Campanha	2ª Campanha	3ª Campanha	4ª Campanha
Implantável	Mín – Máx	0	3 – 19	0	36 – 54
	Média	0	11,5	0	45
LIMPET	Mín- Máx	8- 13	3 – 38	4 – 10	14 – 33
	Média	10,5	10,4	7	23,2
Total	Mín – Máx	8- 13	2 - 38	4 – 10	14 – 54
	Média	10,5	10,8	7	30,5



### III.5 Fotoidentificação

#### *Resumo das atividades realizadas durante o período*

São apresentados neste item os resultados parciais e o andamento dos procedimentos de triagem, catalogação e processamento de dados referente ao 1º, 2º, 3º e 4º ciclos de campanhas do PMC-BS. Durante a 1ª Campanha de Avistagem Embarcada e MAP foram registradas 3.355 fotografias para Foto-ID, que somaram 33,9 GB em 24 dias de amostragem com procedimentos de Foto-ID. Na 1ª Campanha de Telemetria foram realizadas 5.208 fotografias (50,7 GB) em 18 dias de amostragem com procedimentos de Foto-ID. Todos estes dados foram integralmente processados e apresentados no primeiro relatório anual. Durante a 2ª Campanha de Avistagem Embarcada e MAP foram registradas 2.578 fotografias para Foto-ID, que somaram 31,8 GB em 25 dias de amostragem com procedimentos de Foto-ID. Na 2ª Campanha de Telemetria foram realizadas 9.921 fotografias (70,1 GB) em 21 dias de amostragem com procedimentos de Foto-ID. Todos estes dados foram integralmente processados e apresentados no primeiro relatório anual.

No presente relatório tem-se a atualização dos dados já apresentados com a inclusão dos dados procedentes do 3º e 4º ciclos de campanhas, ou seja, do segundo ano. Durante a 3ª Campanha de Avistagem Embarcada e MAP foram registradas 1767 fotografias para Foto-ID, que somaram 28,5 GB em 27 dias de amostragem com procedimentos de Foto-ID. Na 3ª Campanha de Telemetria foram realizadas 5932 fotografias (23,8 GB) em 14 dias de amostragem com procedimentos de Foto-ID. Durante a 4ª Campanha de Avistagem Embarcada e MAP foram registradas 2397 fotografias para Foto-ID, que somaram 20,7GB em 20 dias de amostragem com procedimentos de Foto-ID. Na 4ª Campanha de Telemetria foram realizadas 20593 fotografias (176,17 GB) em 28 dias de amostragem com procedimentos de Foto-ID.

Assim, aqui serão apresentados resultados globais referentes aos 4 primeiros ciclos, porém detalhando alguns resultados por campanha com fins de comparação e avaliação de acompanhamento. Nota-se que o procedimento de catalogação e processamento é dinâmico, pois a inclusão de um novo indivíduo em catálogo de

referência, ou mesma a identificação de uma nova lesão, pode alterar a identificação das fotos já processadas. Desta forma, a chegada de registros futuros exige uma permanente revisita aos registros pretéritos, tornando possível a alteração dos resultados já apresentados em momentos anteriores, ou a revisão de resultados apresentados aqui, em momentos subsequentes.

O 1º ciclo exigiu 18 dias para analisar completamente os 3.355 registros da Campanha de Avistagem Embarcada e MAP, e 34 dias para analisar os 5.208 registros da Campanha de Telemetria. Assim, tem-se para cada campanha, respectivamente, uma taxa de análise de 186 registros/dia e 153 registros/dia. O 2º ciclo demandou 12 dias para analisar completamente os 2.578 registros da Campanha de Avistagem Embarcada e MAP, e 29 dias para analisar 9.921 registros da Campanha de Telemetria. Assim, tem-se para cada campanha, respectivamente, uma taxa de análise de 214 registros/dia e 342 registros/dia. O 3º ciclo demandou 10 dias para analisar completamente os 1767 registros da Campanha de Avistagem Embarcada e MAP, e 22 dias para analisar 5932 registros da Campanha de Telemetria. Assim, tem-se para cada campanha, respectivamente, uma taxa de análise de 177 registros/dia e 270 registros/dia. O 4º ciclo demandou 28 dias para analisar completamente os 2397 registros da Campanha de Avistagem Embarcada e MAP. Para incluir a 4ª Campanha de Telemetria no presente relatório, foi realizado um intensivo durante 20 dias e até para analisar completamente os 20593 registros realizados. Assim, tem-se para cada campanha do 4º ciclo, respectivamente, uma taxa de análise de 86 registros/dia e 1029 registros/dia. Este acompanhamento mostra muita variação de um ciclo para o outro (**Tabela III.5-1**), mais especificamente no 4ª Campanha de Telemetria, nota-se a possibilidade de se acelerar o processamento. Isto só é possível por causa do treinamento da equipe e padronização do protocolo que permitem um processamento rápido, seguro e efetivo, quando preciso.

**Tabela III.5-1:** Acompanhamento de execução dos procedimentos de triagem, catalogação e processamento, por ciclo e campanha (A – Avistagem e MAP; T – Telemetria).

Ciclo	Campanha	Nº de registros	Triagem	Catalogação	Processamento ID	Nº de dias Trabalhados
1º	Avist./MAP (A1)	3355	3355	3355	3355	18 dias
	Telemetria (T1)	5208	5208	5208	5208	34 dias
	TOTAL	8563	8563	8563	8563	<b>52 dias</b>
2º	Avist./MAP (A2)	2578	2578	2578	2578	12 dias
	Telemetria (T2)	9921	9921	9921	9921	29 dias
	TOTAL	12499	12499	12499	12499	<b>41 dias</b>
3º	Avist./MAP (A3)	1767	1767	1767	1767	10 dias
	Telemetria (T3)	5932	5932	5932	5932	22 dias
	TOTAL	7699	7699	7699	7699	<b>32 dias</b>
4º	Avist./MAP (A4)	2397	2397	2397	2397	28 dias
	Telemetria (T4)	20593	20593	20593	20593	20 dias
	TOTAL	22990	22990	22990	22990	<b>48 dias</b>

#### Resultados preliminares e esforço

A **Tabela III.5-2** propõe um acompanhamento do número total de registros utilizados (qualidades A, B+ ou B-) por espécie, definido após a triagem inicial, já organizado por campanha e prevendo os próximos ciclos futuros (esta mesma tabela vem sendo atualizada em todos os relatórios). Os dados referentes aos dois primeiros ciclos já foram apresentados textualmente no primeiro relatório anual. Para o 3º ciclo, nota-se uma redução no número de registros utilizados em ambas as campanhas quando comparado com as campanhas anteriores. A 3º Campanha de Avistagem e MAP utilizou 3% dos registros de fotoidentificação, enquanto a 3º Campanha de Telemetria utilizou 6% dos registros. Estas porcentagens são

inferiores às campanhas anteriores. *Tursiops truncatus* representou 52,13% do total de registros de fotoidentificação, seguido por *Stenella frontalis* (30,48%) e *Steno bredanensis* (5,69%), na 3ª Campanha de Telemetria. Para a 3ª Campanha de Avistagem e MAP, *Globicephala* sp. representou 46,29% dos registros, seguido por *Balaenoptera borealis* com 22,22%. Não ocorreram registros de foto-id de espécies ainda não registradas em campanhas anteriores, e apenas 4 espécies previamente registradas não foram registradas neste 3º ciclo.

Para o 4º ciclo, nota-se que a proporção de registros utilizados na Campanha de Avistagem e MAP se manteve baixo (~1%) e menor que a média (=124) das Campanhas de Avistagem e MAP anteriores. A proporção de registros utilizados da 4ª Campanha de Telemetria voltou a subir (8%), ficando bem acima da média (=484) das Campanhas de Telemetria anteriores. Esse padrão pode representar dois efeitos: (1) variação sazonal na composição de espécies, fazendo que algumas campanhas apresentem maior efetividade de registros de foto-ID; (2) uma melhoria na qualidade de cada registro, em especial nas Campanhas de Telemetria. Para a 4ª Campanhas de Avistagem e MAP apenas 3 espécies apresentaram alguns poucos dados de foto-ID: *Stenella frontalis*, *Balaenoptera brydei*, *Grampus griseus*. Para a 4ª Campanha de Telemetria, *Tursiops truncatus* (20%), *Megaptera novaengliae* (15%), *Steno bredanensis* (14%) e *Stenella frontalis* (12%) dominaram a amostra.

**Tabela III.5-2:** Número de registros fotográficos utilizados para cada espécie por campanha (A – Avistagem e MAP; T – Telemetria).

Ciclo	1ª		2ª		3ª		4ª	
Campanha	A1	T1	A2	T2	A3	T3	A4	T4
<i>Sotalia guianensis</i>	0	307	0	6	0	4	0	0
<i>Tursiops truncatus</i>	88	702	31	79	0	183	10	339
<i>Stenella frontalis</i>	40	31	41	150	4	107	13	199
<i>Stenella attenuata</i>	5	25	0	0	0	0	0	0
<i>Balaenoptera brydei</i>	3	122	0	9	0	20	9	87
<i>Delphinus capensis</i>	1	14	0	16	7	0	0	0
<i>Steno bredanensis</i>	0	87	2	0	0	26	0	236
<i>Orcinus orca</i>	0	41	0	468	0	0	0	106
<i>Pontoporia blainvillei</i>	0	5	0	0	0	0	0	0
<i>Stenella longirostris</i>	6	22	12	15	0	11	0	0

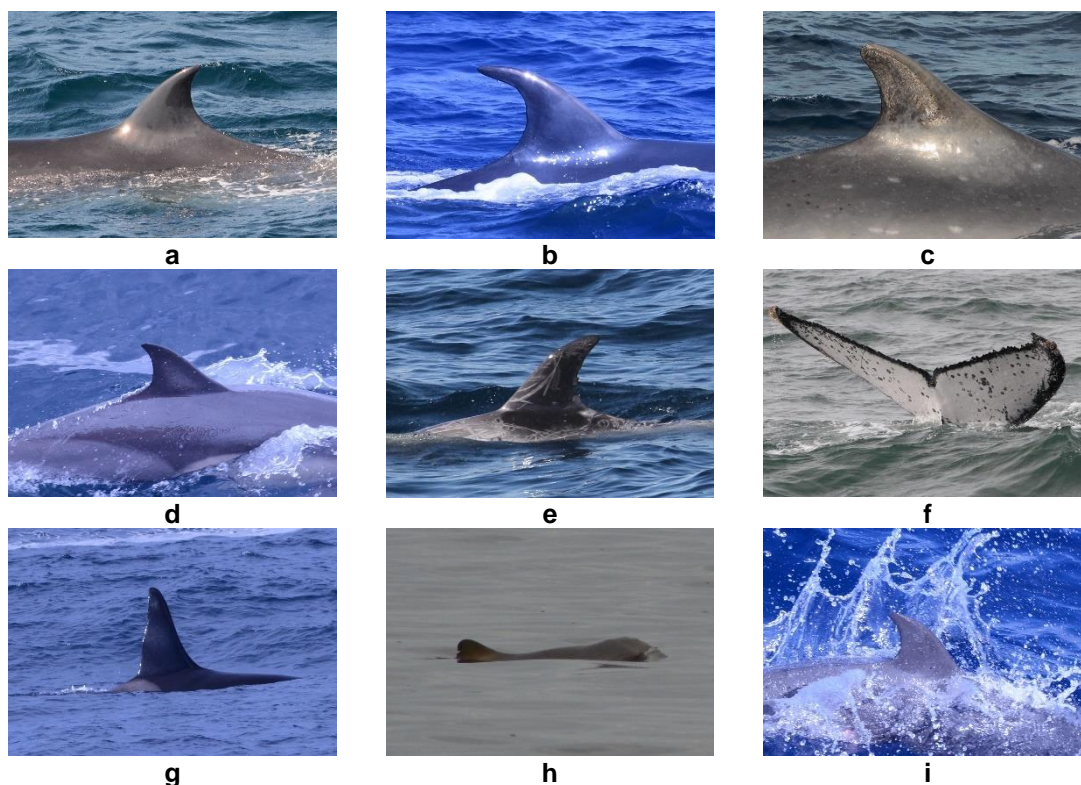
Ciclo	1ª		2ª		3ª		4ª	
Campanha	A1	T1	A2	T2	A3	T3	A4	T4
<i>Grampus griseus</i>	1	0	56	170	0	0	3	108
<i>Globicephala sp.</i>	5	0	0	0	25	0	0	0
<i>Balaenoptera borealis</i>	0	0	8	151	12	0	0	39
<i>Balaenoptera physalus</i>	0	0	21	34	2	0	0	152
<i>Megaptera novaengliae</i>	0	0	31	187	4	0	0	255
<i>Balaenoptera bonaerensis</i>	0	0	0	0	0	0	0	32
<i>Pseudorca crassidens</i>	0	0	0	0	0	0	0	25
<i>Feresa attenuata</i>	0	0	0	0	0	0	0	3
<i>Balaenoptera musculus</i>	0	0	0	0	0	0	0	83
<i>Stenella clymene</i>	0	0	0	0	0	0	0	35
<b>Total</b>	<b>149</b>	<b>1356</b>	<b>171</b>	<b>1285</b>	<b>54</b>	<b>351</b>	<b>25</b>	<b>1699</b>

Até o momento, foi possível iniciar a elaboração de catálogos de referência das 20 espécies observadas no PMC (incluindo *Globicephala sp.*, registrada na 1º Campanha de Avistagem e MAP, porém com catálogo iniciado a partir da 3º Campanha de Avistagem, *Balaenoptera bonaerensis* registrada na 3º Campanha de Avistagem e MAP, porém com catálogo iniciado a partir da 4º Campanha de Telemetria, *Feresa attenuata*, registrada na 4º Campanha de Avistagem e MAP, e *Balaenoptera musculus*, *Pseudorca crassidens* e *Stenella clymene*, registradas pela primeira vez na 4º Campanha de Telemetria). A **Tabela III.5-3** apresenta o acompanhamento acumulado do número de indivíduos catalogados por espécie, já organizado por campanha e prevendo os próximos ciclos (esta mesma tabela foi utilizada em relatórios anteriores). Nota-se que aproximadamente 37% dos indivíduos catalogados até o momento são de *Tursiops truncatus*, que continua dominando amplamente o banco de dados catalogados. No entanto, 6 espécies já apresentam um catálogo com mais de 20 indivíduos e 509 indivíduos já estão catalogados no total. O catálogo de referência completo, de cada espécie, já está disponibilizado no SisPMC (com exceção dos catálogos recém elaborados de *Globicephala sp.*, *Balaenoptera bonaerensis*, *Feresa attenuata*, *Balaenoptera musculus* e *Stenella clymene*). As **Figuras III.5-1 e II.5-2** abaixo exemplificam, para cada espécie, ao menos um indivíduo que foi incluído no catálogo de referência. A **Figura III.5-3** apresenta o crescimento dos catálogos com maior número de indivíduos até o momento.

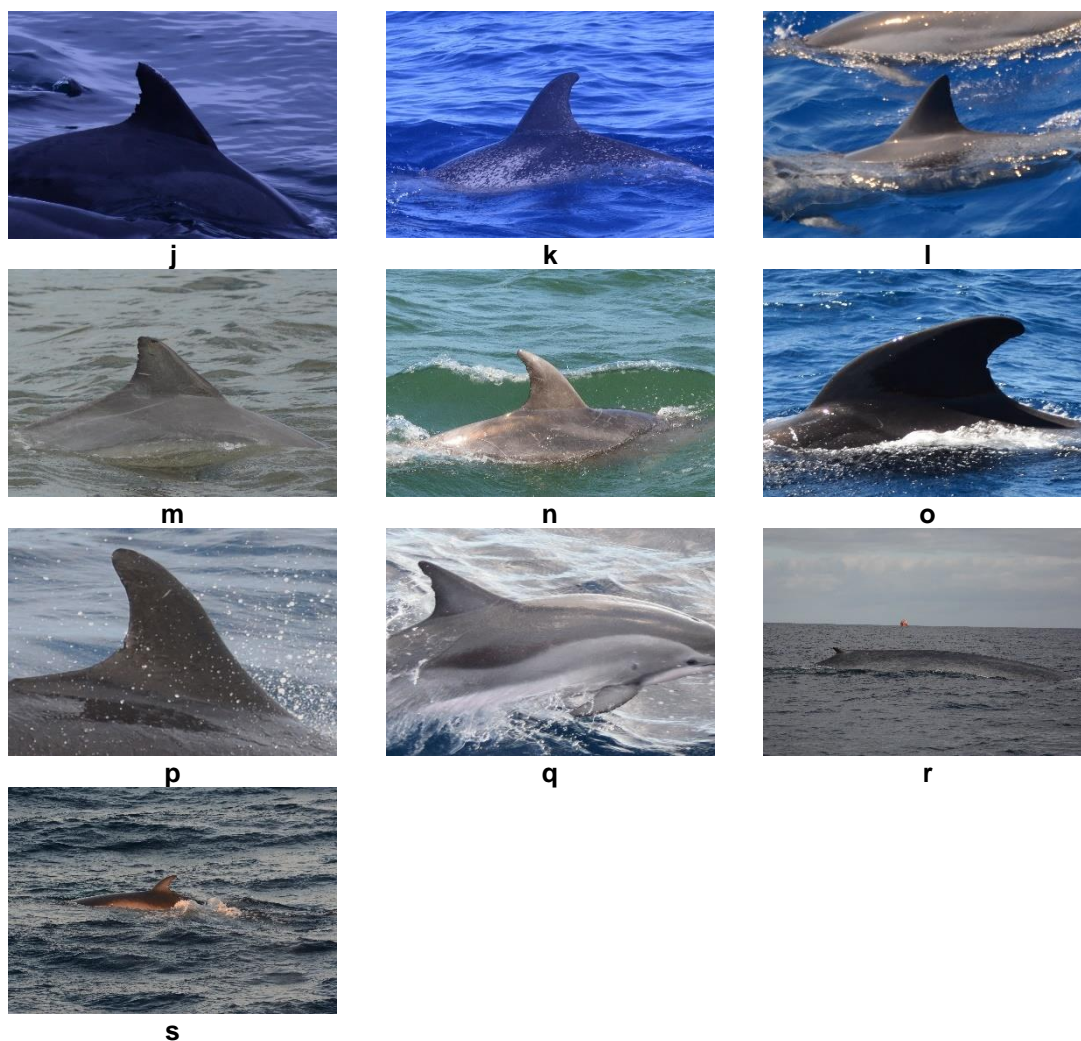
**Tabela III.5-3:** Número cumulativo de indivíduos em cada catálogo por espécie, após cada campanha (A1 – Avistagem e MAP do 1º ciclo; T1 – Telemetria do 1º ciclo; A2 – Avistagem e MAP do 2º ciclo; T2 – Telemetria do 2º ciclo; A3 – Avistagem e MAP do 3º ciclo; T3 – Telemetria do 3º ciclo; A4 – Avistagem e MAP do 4º ciclo; T4 – Telemetria do 4º ciclo).

Ciclo	1ª		2ª		3ª		4ª	
<b>Campanha</b>	<b>A1</b>	<b>T1</b>	<b>A2</b>	<b>T2</b>	<b>A3</b>	<b>T3</b>	<b>A4</b>	<b>T4</b>
<i>Sotalia guianensis</i>	0	43	43	44	44	44	44	44
<i>Tursiops truncatus</i>	6	95	102	112	112	147	149	187
<i>Stenella frontalis</i>	5	15	19	49	49	70	71	83
<i>Stenella attenuata</i>	0	4	4	4	4	4	4	4
<i>Balaenoptera brydei</i>	0	5	5	6	6	9	10	14
<i>Delphinus capensis.</i>	0	3	3	4	4	4	4	4
<i>Steno bredanensis</i>	0	8	8	8	8	9	9	15
<i>Orcinus orca</i>	0	3	3	9	9	9	9	11
<i>Pontoporia blainvillei</i>	0	1	1	1	1	1	1	1
<i>Stenella longirostris</i>	0	6	8	9	9	10	10	10
<i>Balaenoptera borealis</i>	0	0	3	23	24	24	24	26
<i>Balaenoptera physalus</i>	0	0	5	7	6	6	7	16
<i>Grampus griseus</i>	0	0	7	26	26	26	26	35
<i>Megaptera novaengliae</i>	0	0	0	2	16	16	16	32
<i>Globicephala sp.</i>	0	0	0	0	9	9	9	9
<i>Balaenoptera bonaerensis</i>	0	0	0	0	0	0	0	2
<i>Feresa attenuata</i>	0	0	0	0	0	0	1	1
<i>Pseudorca crassidens</i>	0	0	0	0	0	0	0	2
<i>Balaenoptera musculus</i>	0	0	0	0	0	0	0	4
<i>Stenella clymene</i>	0	0	0	0	0	0	0	9
<b>Total</b>	<b>11</b>	<b>183</b>	<b>211</b>	<b>320</b>	<b>330</b>	<b>384</b>	<b>391</b>	<b>509</b>

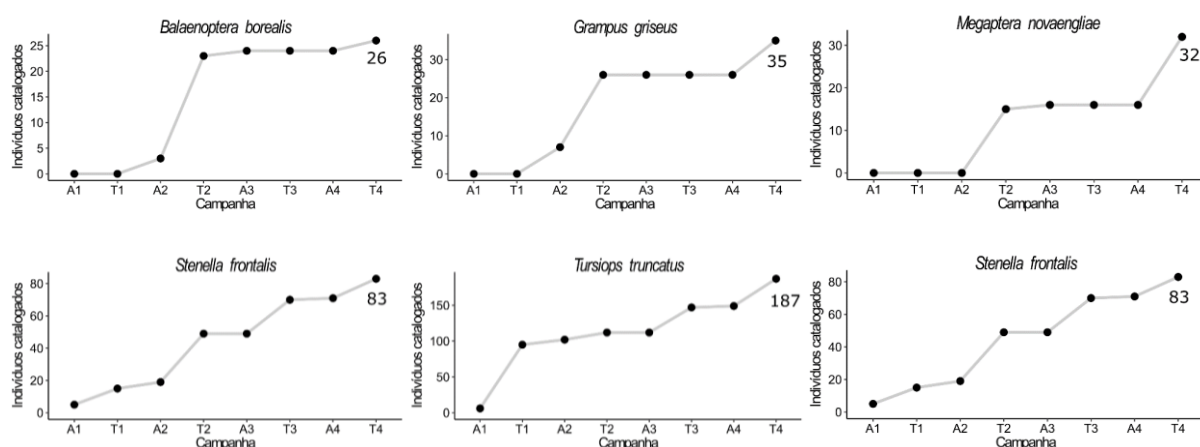




**Figura III.5-1:** Exemplo de registros catalogados por espécie. a) *Balaenoptera borealis*; b) *Balaenoptera brydei*; c) *Balaenoptera physalus*; d) *Delphinus capensis*; e) *Grampus griseus*; f) *Megaptera novaengliae*; g) *Orcinus orca*; h) *Pontoporia blainvillei*; i) *Stenella attenuata*;



**Figura III.5-2:** Exemplo de registros catalogados por espécie. j) *Steno bredanensis*; k) *Stenella frontalis*; l) *Stenella longirostris*; m) *Sotalia guianensis*; n) *Tursiops truncatus*; o) *Globicephala sp.*; p) *Pseudorca crassidens*; q) *Stenella clymene*; r) *Balaenoptera musculus*; s) *Balaenoptera bonaerensis*.



**Figura III.5-3:** Acompanhamento cumulativo entre campanhas do crescimento dos catálogos para as espécies as 6 espécies com mais de 20 indivíduos catalogados. Em especial, nota-se a tendência crescente de número de indivíduos catalogados para *Tursiops truncatus* e *Stenella frontalis*. (A1 – Avistagem e MAP do 1º ciclo; T1 – Telemetria do 1º ciclo; A2 – Avistagem e MAP do 2º ciclo; T2 – Telemetria do 2º ciclo; A3 – Avistagem e MAP do 3º ciclo; T3 – Telemetria do 3º ciclo; A4 – Avistagem e MAP do 4º ciclo; T4 – Telemetria do 4º ciclo).

A última etapa de análise, o processamento das fotos, diz respeito a comparação com catálogos de referência. O volume de dados por espécie não é suficiente para um detalhamento analítico maior e consequente contribuição com alguns dos objetivos do projeto (ver análise crítica adiante). No entanto, nota-se que com o 4º ciclo realizado, a ocorrência de *matches* (reconhecimento de indivíduos previamente catalogados) começa a ser mais frequente. A **Tabela III.5-4** apresenta uma síntese, por espécie e ciclo (atualizada com o 3º e 4º ciclos), do número de registros utilizados, os registros identificados em relação ao total e o número de dias amostrados com coleta de dados de fotoidentificação. Os registros não identificados, quando de qualidade suficiente para fotoidentificação, foram tabulados como (NI – não identificado) e continuam sendo sistematicamente reavaliados.

**Tabela III.5-4:** Número de registros utilizáveis de foto-id por espécie, número de registros identificados (medida de sucesso na identificação), número de dias com identificação, por campanha (A1 – Avistagem e MAP do 1º ciclo; T1 – Telemetria do 1º ciclo; A2 – Avistagem e MAP do 2º ciclo; T2 – Telemetria do 2º ciclo; A3 – Avistagem e MAP do 3º ciclo; T3 – Telemetria do 3º ciclo; A4 – Avistagem e MAP do 4º ciclo; T4 – Telemetria do 4º ciclo).

Espécies	1º Ciclo (A1 + T1)			2º Ciclo (A2 + T2)			3º Ciclo (A3 + T3)			4º Ciclo (A4 + T4)		
	Nº reg.	Nº Ids.	Nº dias ID	Nº reg.	Nº Ids.	Nº dias ID	Nº reg.	Nº Ids.	Nº dias ID	Nº reg.	Nº Ids.	Nº dias ID
<i>S. guianensis</i>	307	260	1	6	2	1	4	1	1	0	0	0
<i>T. truncatus</i>	790	529	5	110	42	6	183	130	4	349	224	7
<i>S. frontalis</i>	71	42	6	191	108	9	111	44	4	212	34	3
<i>S. attenuata</i>	30	17	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>B. brydei</i>	125	117	6	9	6	2	20	12	2	96	50	6
<i>D. capensis.</i>	15	14	2	16	1	1	7	0	0	0	0	0
<i>S. bredanensis</i>	87	73	2	2	0	1	26	16	1	236	121	1
<i>O. orca</i>	41	37	1	468	212	2	0	0	0	106	32	1
<i>P. blainvillei</i>	4	4	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>S. longirostris</i>	27	17	3	27	5	2	11	3	1	0	0	0
<i>G. griseus</i>	1	0	1	226	189	6	0	0	0	111	75	3
<i>Globicephala</i> sp.	5	0	1	0	0	0	25	22	2	0	0	0
<i>B. borealis</i>	0	0	0	159	95	7	12	0	0	39	0	0
<i>B. physalus</i>	0	0	0	55	28	2	2	0	0	152	89	7
<i>M. novaengliae</i>	0	0	0	218	117	8	4	3	1	255	239	6
<i>B. bonaerensis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	32	17	1
<i>P. crassidens</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	25	21	1
<i>F. attenuata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	2	1
<i>B. musculus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	83	83	3
<i>S. clymene</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35	16	1



Nota-se claramente, como observado para o 1º e 2º Ciclo, um sucesso de identificação muito maior nos registros procedentes das campanhas de Telemetria, que garantem mais de 90% das identificações ocorrentes até o momento. Avaliando por Ciclo, e destacando as espécies com maior volume de dados, no 3º Ciclo, para *Tursiops truncatus*, dos 183 registros realizados, 130 (71%) foram identificados. Para *Stenella frontalis*, dos 111 registros, 44 (40%) foram identificados. Para *Balaenoptera brydei*, dos 20 registros, 12 (60%) foram identificados. Para *Steno bredanensis*, dos 26 registros, 16 (61%) foram identificados. Para *Globicephala* sp., dos 25 registros utilizáveis, 22 foram identificados (88%). No geral, destaca-se o baixo volume de dados de fotoidentificação gerado no 3º ciclo, embora um novo catálogo tenha sido originado (*Globicephala* sp.), 6 catálogos receberam novos registros identificados e 5 *matches* foram realizados (ver adiante).

Para o 4º Ciclo, destacando as espécies com maior volume de dados, *Tursiops truncatus*, dos 349 registros realizados, 224 (64%) foram identificados. Para *Stenella frontalis*, dos 212 registros, 34 (16%) foram identificados. Para *Balaenoptera brydei*, dos 96 registros, 50 (52%) foram identificados. Para *Steno bredanensis*, dos 236 registros, 121 (51%) foram identificados. Para *Orcinus orca*, dos 106 registros, 32 (30%) foram identificados. Para *Megaptera novaengliae*, dos 255 registros, 239 (93%) foram identificados. E para *Balaenoptera physalus*, dos 152 registros, 89 (58%) foram identificados. Este 4º ciclo apresentou a maior taxa de identificação por registros utilizáveis até o momento (60%), e 5 novos catálogos foram iniciados.

Além do processamento total dos dados do 3º e 4º Ciclos, neste segundo ano foi iniciado o processo de comparação de catálogos com de outros grupos de pesquisa. Foram comparados os catálogos de: *Tursiops truncatus* (PMC e Laboratório de Mamíferos Aquáticos, UFSC); *Tursiops truncatus* (PMC e Projeto Baleias e Golfinhos do Rio de Janeiro); *Tursiops truncatus* (PMC e Projeto Botos da Lagoa dos Patos, FURG); *Tursiops truncatus* (PMC e Projeto de Monitoramento de Cetáceos do Talude; comparação em andamento); *Tursiops truncatus* (PMC e Instituto Baleia Jubarte; comparação em andamento); *Steno bredanensis* (PMC e Projeto Baleias e Golfinhos do Rio de Janeiro); *Steno bredanensis* (PMC e Instituto Baleia Jubarte; comparação em andamento); *Balaenoptera brydei* (PMC e Projeto

Baleias e Golfinhos do Rio de Janeiro); *Megaptera novaeangliae* (PMC e Projeto Baleias e Golfinhos do Rio de Janeiro); *Megaptera novaeangliae* (PMC e Instituto Baleia Jubarte; comparação em andamento). Novas comparações estão sendo definidas para os próximos meses.

*Dificuldades de implementação de cada vertente de estudo:*

A triagem, catalogação e processamento de identificação dos registros fotográficos ocorreram dentro da expectativa inicial, sem dificuldades maiores. No entanto, inicialmente o trabalho começou apenas após o término do primeiro ciclo (depois de dois cruzeiros), gerando um acúmulo significativo de dados, o que exigiu um esforço analítico maior (em termos de número de horas trabalhadas/dia) para se completar o ciclo total de processamento. Ao mesmo tempo, teve-se a necessidade de padronização do protocolo de análise das fotos e treinamento de pessoal, o que exigiu uma organização inicial e um tempo significativo investido em ajustes e correções. Como sugerido no relatório do 1º ciclo, no 2º ciclo, quando possível, uma cópia dos arquivos digitais foi repassada para a coordenação de Foto-ID no momento da troca de equipe/tripulação. Este procedimento não se repetiu nas campanhas subsequentes do 3º e 4º ciclo. Em alguns casos, esse repasse ocorreu alguns dias depois do término da campanha, encurtando ainda mais o tempo disponível para o processamento completo dos dados.

A triagem das fotos utilizáveis para fotoidentificação mostrou que, para o melhor cenário, no máximo 26% dos registros (observado na 1ª Campanha de Telemetria) são passíveis de identificação individual. Muitos fatores podem levar a este baixo aproveitamento, como a composição das espécies registradas e condições climáticas desfavoráveis, ou ainda a não ocorrência de registros repetidos (várias fotos do mesmo grupo/indivíduo), o que foi uma recomendação para facilitação das análises e parece ter ocorrido nas campanhas subsequentes.

Outra dificuldade que se manifestou ao longo deste segundo ano foi relacionada ao esforço de comparação de catálogos com outros grupos de pesquisa. Infelizmente, muitos grupos não têm catálogos atualizados ou mesmo elaborados, e em alguns casos teve-se que se organizar um grande banco de dados brutos, confeccionar e organizar os catálogos de outros grupos para depois compará-los.



Isto exige um tempo e esforço adicional significativo da equipe que processa os dados, fazendo com que essas comparações demorem mais do que o inicialmente planejado.

#### *Identificação de oportunidades de melhoria:*

Além dos ajustes indicados acima, com o aumento dos catálogos de referência por espécie, surgiu a necessidade de implementar um processo automatizado de reconhecimento individual, com a utilização do software de análise de fotoidentificação *DARWIN*. Este procedimento foi realizado ao longo do 3º ciclo, ainda de forma experimental, para *Tursiops truncatus*, e no 4º ciclo para *Stenella frontalis*. Foi observado, empiricamente, uma facilitação no processo de reconhecimento e busca no catálogo. Após alguns testes verificou-se uma redução de aproximadamente 15% no tempo de processamento para *Tursiops truncatus* e 8% para *Stenella frontalis*. A equipe de processamento, com essa quantificação, julgou que mesmo para as espécies mais frequentes, o ganho de tempo é pequeno para compensar o risco de perda de qualidade do processamento. Assim, estamos continuamente fazendo esta avaliação de custo benefício para a utilização de um processo automatizado, embora por ora, o processamento visual continua sendo mais seguro e efetivo.

Outra oportunidade que se está avaliando implementar para o próximo ciclo é a utilização de uma plataforma específica para manejo de dados de fotoidentificação. No momento, estamos explorando o software '*Discovery: photo-identification data management system for individually recognizable animals*'. Esta é uma plataforma livre, dinâmica e de fácil utilização. Existe um custo inicial para migrar todos os dados processados para esta plataforma. Então, estamos começando com *Tursiops truncatus* para fazer uma avaliação de efetividade para o próximo ciclo.

#### *Documentação de quaisquer mudanças ocorridas:*

Os procedimentos de coleta e análise dos registros de fotoidentificação estão sendo realizados como previsto no projeto Executivo. Como previsto no relatório referente ao primeiro ano, neste segundo ano ocorreu a disponibilização dos catálogos no SISPMC, testou-se a implementação de processos automatizados de

reconhecimento e iniciou-se a comparação dos catálogos gerados com o de outros grupos de pesquisa. Mesmo com essas novas etapas, não ocorreram mudanças no planejamento inicial.

**Quadro III.5-1:** Resultados esperados de foto-identificação, segundo o Projeto Executivo do PMC-BS, e avaliação crítica sobre a consecução destes resultados no segundo ano e no horizonte de três anos previstos para o projeto/contrato.

Resultados esperados Fotoid	Observações:
1) Elaboração de <b>catálogos de referência</b> de fotoidentificação para diferentes espécies	Até o momento foi possível iniciar a elaboração de catálogos de referência para fotoidentificação de 20 espécies. Alguns desses catálogos já apresentam mais de 50 indivíduos. Assim, este resultado vem sendo alcançado plenamente, e como comentado em relatórios anteriores, ocorreu até de forma precoce ao esperado inicialmente.
2) Avaliação de movimentos em <b>pequena e média escala</b> , identificação de <b>padrões de fidelidade e/ou residência</b> à determinadas áreas das <b>espécies mais abundantes</b>	Este resultado depende da “recaptura” de indivíduos (registro de foto-ID de um mesmo indivíduo em mais de um dia de campo). Assim, conforme os dados foram chegando e se acumulando em catálogos por espécie, os registros de movimentos individuais começaram a ocorrer, inclusive antes do inicialmente esperado. O primeiro foi relatado na 1º Campanha de Telemetria, em que foi registrado um movimento de alguns quilômetros de um indivíduo de <i>Tursiops truncatus</i> . Na 3º Campanha de Telemetria foram realizados outros 5 reavistagens, sendo dois referentes a um <i>Tursiops truncatus</i> observado na 1º Campanha de Telemetria e outro um <i>Steno bredanensis</i> também observado na 1º Campanha de Telemetria. Agora, com a comparação de catálogos, outras 6 reavistagens ( <i>Steno bredanensis</i> , <i>Tursiops truncatus</i> e <i>Balaenoptera brydei</i> ). Ou seja, informações esperadas para esse objetivo estão sendo geradas.
3) <b>Comparações do catálogo de referência de algumas espécies</b> que realizam grandes deslocamentos, ou mesmo de hábitos costeiros, <b>com catálogos de referência produzidos por outros grupos de pesquisa</b> em	A comparação dos catálogos de referência produzidos pelo PMC com o de outras instituições está ocorrendo neste momento. Começamos as comparações com os catálogos disponibilizados pelo Instituto Baleia Jubarte, do Projeto Baleias e Golfinhos do Rio de Janeiro, Projeto de Monitoramento de Cetáceos do Talude, Projeto Botos da Lagoa dos Patos (FURG), Laboratório de Mamíferos Aquáticos (UFSC). Novos contatos estão sendo estabelecidos no curto prazo. Como esperado, as comparações já realizadas identificaram alguns movimentos

Resultados esperados Fotoid	Observações:
outras áreas para avaliar movimentos de larga escala.	de larga escala, e a expectativa é que novos registros sejam identificados nos próximos meses.
4) Para espécies cujo volume de dados seja suficiente, <b>gerar estimativas de parâmetros populacionais como sobrevivência e abundância.</b>	Este resultado depende de uma alta taxa de “recaptura” de indivíduos (registro de foto-ID de um mesmo indivíduo em mais de um dia de campo). Portanto, até o momento, nenhuma espécie mostrou essa tendência. Assim, como já comentado em relatórios anteriores, para o intervalo de três anos, os dados de fotoidentificação dificilmente contribuirão para se gerar estimativas de parâmetros populacionais. Porém, com o aumento de tempo e de esforço para além do período previsto no projeto/contrato, ao longo da continuidade do monitoramento, estes dados iniciais que estão sendo gerados serão uma contribuição de extremo valor para o alcance desse objetivo.
5) Monitorar a <b>ocorrência e prevalência de lesões epidérmicas, presença de ectoparasitos e condição corporal</b> de forma a inferir sobre o estado de <b>saúde dos animais.</b>	Embora o número de lesões registradas pelo esforço de fotoidentificação, até o momento, não seja alto, as informações geradas mostram-se complementares e com potencial de identificar as lesões com maior frequência de ocorrência ou mesmo casos ocasionais de interesse. Assim, o monitoramento de lesões e condição corporal, associado a outras informações, poderá contribuir para avaliação do estado de saúde, bem como identificar as lesões mais frequentes e suas possíveis causas, ou ainda, um aumento não esperado na prevalência de alguma lesão específica.

### III.6 Genética

#### *Resumo das atividades, esforço e tamanho amostral*

Durante os dois anos de atividades do PMC-BS foram coletadas 169 amostras (161 biópsias e 8 amostras de pele solta na água) de cetáceos nas Campanhas de Avistagem Embarcada e MAP e de Telemetria do 1º, 2º, 3º e 4º ciclos (**Tabela III.6-1**).

No primeiro ano, 78 amostras (77 biópsias e 1 amostra de pele solta na água) de cetáceos foram coletadas durante o 1º e 2º ciclos das Campanhas. Ao longo da Campanha de Avistagem Embarcada e MAP do 1º ciclo, foram coletadas somente duas amostras em um dia (2,7%) de amostragem com procedimento de biópsia dos 37 dias de esforço de observação, e na Campanha do 2º ciclo houve um aumento do número de biópsias realizadas, sendo que 17 amostras foram coletadas em 13 dias (32,5%) de amostragem com procedimento de biópsia dos 40 dias de esforço de observação. A diferença no esforço e no tamanho amostral entre as duas campanhas de Avistagem Embarcada e MAP está relacionada com a padronização da coleta na proa da embarcação e consequentemente com o maior aproveitamento de amostragem dos grupos em comportamento de *bow-riding* na segunda campanha. Na Campanha de Telemetria do 1º ciclo foram coletadas 31 amostras em 15 dias (68,2%) de amostragem com procedimento de biópsia dos 22 dias de esforço de observação. Durante a Campanha de Telemetria do 2º ciclo foram coletadas 28 amostras em 12 dias (50%) de amostragem com procedimento de biópsia dos 24 dias de esforço de observação.

No segundo ano foram coletadas 91 amostras (84 biópsias e 7 amostras de pele solta na água) de cetáceos durante as quatro Campanhas (duas de Avistagem Embarcada e MAP e duas de Telemetria) do 3º e 4º Ciclo (**Tabela III.6-1**). Durante a Campanha de Avistagem Embarcada e MAP do 3º Ciclo, cinco amostras foram coletadas em cinco dias (13,9%) de amostragem com procedimento de biópsia dos 36 dias de esforço de observação. Na Campanha do 4º Ciclo houve um aumento do número de biópsias realizadas, sendo que 14 amostras foram coletadas em 10 dias (25,6%) de amostragem com procedimento de biópsia dos 39 dias de esforço de

observação. Provavelmente, o aumento do tamanho amostral na campanha do 4º ciclo deve estar relacionada com a época visto que a campanha do 3º ciclo ocorreu durante o período reprodutivo das baleias. Como nas campanhas de avistagem e MAP as biópsias são oportunísticas, principalmente dos grupos em comportamento de *bow-riding*, na campanha do 3º Ciclo grande parte das avistagens foram de misticetos, diminuindo assim a oportunidade de coleta de biópsias.

Durante a Campanha de Telemetria do 3º Ciclo, 30 amostras foram coletadas em 12 dias (54,5%) de amostragem com procedimento de biópsia dos 22 dias de esforço de observação. Na Campanha de Telemetria do 4º Ciclo foram coletadas 42 amostras em 20 dias (57,1%) de amostragem com procedimento de biópsia dos 35 dias de esforço de observação. O aumento do tamanho amostral na campanha do 4º ciclo está relacionada com o acréscimo do tempo de execução dessa campanha que teve 12 dias a mais para possibilitar a aplicação de DTags que não estiveram disponíveis durante os 12 primeiros dias da mesma. O menor esforço e tamanho amostral das campanhas de Avistagem Embarcada e MAP em relação às campanhas de Telemetria já era esperado devido ao procedimento de transecção das avistagens embarcadas, que é incompatível com uma sistematização adequada do esforço de coleta de biópsias, sendo que nessas campanhas as biópsias são oportunísticas.

Com relação à todas as campanhas do PMC-BS realizadas durante os dois anos (4 Ciclos) do projeto, 17 espécies de cetáceos (identificadas geneticamente, ver identificação de espécie no **Item IV** dos Resultados e Discussão) foram amostradas com biópsias (**Tabela III.6-1**). *Stenella frontalis* foi a espécie mais amostrada (23,0%), seguida de *T. truncatus* (21,3%), *S. longirostris* (11,2%), *M. novaeangliae* (8,2%), *B. borealis* (7,7%), *B. brydei* (5,9%), *B. physalus* e *B. musculus* (3,5%), *B. bonaerensis*, *D. delphis* e *S. clymene* (2,9%), e *Steno bredanensis* (2,3%). As outras seis espécies tiveram uma (*Globicephala macrorhynchus*, *Orcinus orca* e *Eubalaena australis*) ou duas (*Sotalia guianensis* e *S. attenuata*) amostras coletadas.



**Tabela III.6-1:** Número de amostras por espécie amostrada, após cada campanha (A1 a A4 – Avistagem e MAP do 1º ao 4º ciclo; T1 a T4 – Telemetria do 1º ao 4º ciclo).

Campanha	A1	T1	A2	T2	A3	T3	A4	T4	Total
<i>Tursiops truncatus</i>	2	13	4	1	0	7	6	3	36
<i>Sotalia guianensis</i>	0	2	0	0	0	0	0	0	2
<i>Stenella frontalis</i>	0	3	9	6	3	5	7	6	39
<i>Stenella longirostris</i>	0	5	1	2	0	11	0	0	19
<i>Stenella attenuata</i>	0	2	0	0	0	0	0	0	2
<i>Stenella clymene</i>	0	0	1	0	0	0	0	4	5
<i>Delphinus delphis</i>	0	2	0	2	1	0	0	0	5
<i>Steno bredanensis</i>	0	2	0	0	0	1	1	0	4
<i>Globicephala macrorhynchus</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	1
<i>Orcinus orca</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	1
<i>Balaenoptera brydei</i>	0	2	0	2	0	6	0	0	10
<i>Balaenoptera bonaerensis</i>	0	0	1	0	0	0	0	4	5
<i>Balaenoptera borealis</i>	0	0	0	10	0	0	0	3	13
<i>Balaenoptera physalus</i>	0	0	1	1	0	0	0	4	6
<i>Balaenoptera musculus</i>	0	0	0	0	0	0	0	6	6
<i>Megaptera novaeangliae</i>	0	0	0	4	0	0	0	10	14
<i>Eubalaena australis</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	1
<b>Total</b>	<b>2</b>	<b>31</b>	<b>17</b>	<b>28</b>	<b>5</b>	<b>30</b>	<b>14</b>	<b>42</b>	<b>169</b>

A maioria das biópsias coletadas durante as Campanhas de Telemetria do 1º e 3º ciclo (87% e 66,7%, respectivamente) foi obtida a partir da proa da embarcação, de grupos de delfínídeos (Odontocetos) que estavam em comportamento de *bow-riding*. Como esperado, nas Campanhas de Telemetria do 2º e 4º ciclos a maioria das biópsias coletadas foi de Mysticetos (**Tabela III.6-2**) devido à sazonalidade da ocorrência dessas espécies e à essas campanhas terem sido realizadas durante a época de reprodução dos mysticetos (exceto *B. brydei*) amostrados. Além disso, na campanha do 2º ciclo foi realizado um ajuste bem-sucedido na metodologia de coleta de biópsias, que foi a amostragem das espécies de Mysticeto da proa da embarcação quando as condições do mar não eram favoráveis para o lançamento dos botes infláveis (mar acima de Beaufort 3).

**Tabela III.6-2:** Riqueza de espécies com biópsia coletada durante as campanhas embarcadas do 1º ao 4º ciclo do PMC-BS.

Campanha	Espécies Mysticetos	Espécies Odontocetos	Espécies total	Total biópsias
Avistagem e MAP 1	0	1	1	2
Telemetria 1	1	7	8	31
Avistagem e MAP 2	2	4	6	17
Telemetria 2	3	4	7	28
Avistagem e MAP 3	0	3	3	5
Telemetria 3	1	4	5	30
Avistagem e MAP 4	0	3	3	14
Telemetria 4	7	4	11	42
<b>Total Geral</b>				<b>169</b>

Para este relatório foram incluídas nas análises genéticas todas as 169 amostras coletadas durante os dois anos do PMC-BS. O material biológico separado para as análises genéticas foi enviado em três remessas: uma no dia 12 de julho de 2016 (amostras das campanhas do 1º Ciclo e da Campanha de Avistagem Embarcada e MAP do 2º Ciclo), outra no dia 07 de março (amostras da Campanha de Telemetria do 2º Ciclo e das campanhas do 3º Ciclo) e a terceira no dia 21 de agosto de 2017 (amostras das campanhas do 4º Ciclo), junto com o documento de custódia, para o Laboratório de Biologia Genômica e Molecular da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (PUCRS), em Porto Alegre.

Como as amostras do 4º Ciclo (n = 14, da Campanha de Avistagem Embarcada e MAP; e n = 42, da Campanha de Telemetria) foram enviadas numa data muito próxima da entrega do segundo relatório anual, foi possível incluir no relatório somente os resultados de sexagem e identificação genética da espécie dessas amostras. Para as 113 amostras coletadas nas três campanhas de Telemetria (n = 89) e nas três de Avistagem Embarcada e MAP (n = 24) do 1º, 2º e 3º Ciclo todos os resultados foram incluídos no relatório. Além disso, foram analisadas e incluídas no relatório três amostras de biópsia de baleia-jubarte (**GM1 a GM3**) obtidas durante o monitoramento realizado na costa norte de Santa Catarina realizado pela Dra. Marta Cremer, coordenadora temática de telemetria.

O DNA das 172 amostras (169 coletadas nas campanhas do PMC e três

amostras de baleia-jubarte coletadas em Santa Catarina) foi extraído, amplificado e sequenciado para a região controle do DNA mitocondrial (DNAMt). No entanto, devido à baixa qualidade da amplificação das sequências do DNAMt em duas amostras (G136 e G145), um total de 170 amostras (98,4%) foram posteriormente identificadas geneticamente em nível de espécie (ver **Item IV** dos Resultados e Discussão). O DNA de 166 amostras (95,1%) foi amplificado com sucesso para os genes Sry e ZXF/ZFY, e essas amostras tiveram o sexo determinado geneticamente.

Das 172 amostras, 116 tiveram o DNA amplificado e genotipado até o momento, para um conjunto de oito a 10 locos de microssatélites selecionado conforme a especificidade dos 17 locos (pré-selecionados) utilizados para diferentes espécies. Foram obtidos genótipos de 8 a 10 locos para 109 (92,5%) das 116 amostras analisadas. Cinco amostras (G30, G49, G93, G113 e G114) não tiveram o genótipo completo, mas elas possuem um número mínimo (acima de seis) de locos necessário para a identificação individual e para a estimativa de diversidade genética, sendo assim incluídas nas análises posteriores (ver **Item IV** dos Resultados e Discussão). Para a única amostra de *Globicephala* sp. (G80) foram obtidos 5 dos 8 locos de microssatélites genotipados. A amostra G67 foi a única que não produziu nenhum genótipo, possivelmente pela pequena quantidade de DNA obtida na extração.

O **Quadro III.6-1** apresenta a avaliação dos resultados esperados para Genética.

**Quadro III.6-1:** Resultados esperados da genética, segundo o Projeto Executivo do PMC-BS, e avaliação crítica sobre a consecução destes resultados segundo ano e no horizonte de três anos previstos para o projeto/contrato.

Resultados esperados Biópsias:	Observações:
1) <b>Identificação taxonômica</b> para algumas <b>espécies de difícil identificação</b> visual ou com problemas taxonômicos;	Conforme o esperado, no primeiro e no segundo ano do PMC foram identificadas molecularmente as espécies (17) de 167 (98,9%) das 169 amostras coletadas durante as campanhas de Avistagem Embarcada e MAP, e de Telemetria dos ciclos 1, 2, 3 e 4. Nesses dois anos a análise genética permitiu elucidar a identificação de três espécies ( <i>Delphinus delphis</i> , <i>Balaenoptera brydei</i> e <i>Globicephala macrorhynchus</i> ) de difícil identificação visual. Além disso, houve casos de erro na identificação visual para quatro espécies ( <i>Stenella longirostris</i> , <i>S. attenuata</i> , <i>B. borealis</i> e <i>B. brydei</i> ) em que a identificação molecular possibilitou a elucidação, sendo as espécies identificadas como <i>S. attenuata</i> , <i>S. frontalis</i> , <i>B. brydei</i> e <i>B. bonaerensis</i> , respectivamente. A identificação taxonômica continuará sendo feita para as amostras que serão coletadas nas próximas campanhas.
2) Determinação <b>do sexo dos indivíduos</b> biopsados e <b>proporção sexual</b> (somente para as populações bem amostradas);	Para 163 das 169 amostras coletadas durante as campanhas de Avistagem Embarcada e MAP, e de Telemetria dos ciclos 1, 2, 3 e 4, o sexo (71 machos e 92 fêmeas) foi determinado. No momento, a proporção sexual está sendo somente estimada para cada espécie bem amostrada, e não para a população. Espera-se que a proporção sexual populacional possa ser estimada para as espécies mais comuns ao final de três anos do PMC, quando tiverem sido acumuladas mais amostras e informações sobre elas.
3) <b>Identificação individual usando microssatélites</b> , com possível elaboração de <b>catálogo genético</b> (somente para as <b>populações bem amostradas</b> );	Os catálogos genéticos para as espécies bem amostradas estão sendo elaborados. Um total de 17 locos de microssatélites foram selecionados, sendo que este conjunto fornece genótipos de oito a dez locos por espécie. Até o momento, 111 das 169 amostras foram genotipadas para mais de 6 locos, sendo que 106 amostras foram genotipadas para 8 a 10 locos, sendo identificadas como diferentes indivíduos. No entanto, a comparação dos catálogos genéticos das

Resultados esperados Biópsias:	Observações:
	espécies mais comuns com os catálogos de outros grupos de pesquisa não será possível devido a diferença entre os locos selecionados entre esses grupos. Para fazer a comparação entre catálogos genéticos daquelas espécies que possuem os mesmos locos haveria a necessidade de fazer a calibração dos locos através da genotipagem de algumas amostras coletadas no PMC e do grupo de pesquisa em um mesmo sequenciador .
4) Determinação da <b>idade para as baleias-jubarte</b> amostradas e <b>possível relação com sucesso reprodutivo</b> ;	A determinação da idade para as baleias-jubarte amostradas (n = 14) até o momento será realizada no 3º ano do PMC-BS já que a coleta de amostras dessa espécie ocorreu apenas nas campanhas de telemetria do 2º e 4º Ciclos. Como a estimativa epigenética da idade das baleias-jubarte é uma metodologia nova, estão sendo realizados treinamentos e testes para a sua validação, e os resultados serão apresentados no Relatório Consolidado, em 2018. Com relação ao sucesso reprodutivo, não é possível inferir para as amostras de jubarte coletadas devido ao baixo número amostral. Levando em conta a estimativa populacional para as baleias-jubarte que reproduzem no Brasil, este “n” amostral mínimo seria da ordem de 1.000 indivíduos. Portanto, dentro do período de três anos de amostragem do PMC-BS, este objetivo de relacionar a idade com sucesso reprodutivo não será possível.
5) <b>Determinação da estrutura populacional e diversidade genética</b> para as <b>espécies bem amostradas</b> , e com <b>populações diferenciadas geneticamente</b> dentro da Bacia de Santos.	A diversidade genética mitocondrial e nuclear está sendo estimada para cada espécie bem amostrada. No entanto, a diversidade genética populacional deve ser estimada para as espécies mais comuns ao final de três anos do PMC-BS, quando tiverem sido acumuladas mais amostras (tamanho amostral mínimo de aproximadamente 100 indivíduos por espécie) e informações sobre elas. Da mesma forma, a determinação da estrutura populacional poderá ser alcançada somente no final do terceiro ano do PMC-BS, se existirem amostras (tamanho amostral mínimo de aproximadamente 1.000 indivíduos por espécie) e dados suficientes da espécie em questão.

Resultados esperados Biópsias:	Observações:
	Independentemente, como em relação aos outros resultados esperados, esses três anos já definidos para o PMC no Projeto Executivo, serão importantes para iniciar a base de dados necessária para que se atinja este resultado.



### *Dificuldades e oportunidades de melhoria*

Como relatado no 1º relatório anual do PMC-BS, no primeiro ano foi necessário selecionar os locos de microssatélites utilizados entre espécies diferentes de cetáceos. Posteriormente, foi necessário testar esses diferentes locos e padronizar as condições de PCR. Para essa finalidade, inicialmente foram compiladas diversas publicações científicas e gerou-se uma lista de 35 diferentes locos de microssatélites nucleares, potencialmente úteis por terem sido utilizados em algumas espécies de cetáceos com ocorrência já registrada no Brasil.

Considerando as espécies efetivamente identificadas nas amostras recebidas (ver Identificação de espécie no **Item IV.1.2**), as combinações que possam favorecer as análises comparativas futuras, a eficiência de amplificação e a qualidade da genotipagem, 18 locos (EV1, EV14, EV21, EV37, EV94, EV96, GATA028, GATA053, GATA417, GT23, KWM2a, KWM12a, TexVet5, TexVet7, D08, MK5, MK6 e MK9) foram pré-selecionados para amplificação nestas espécies. No entanto, após os testes iniciais dos PCRs dos locos para as diferentes espécies, 15 (83%) apresentaram maior eficiência na amplificação e na qualidade da genotipagem, e três (EV21, MK5 e MK9) não.

Adicionalmente, no segundo ano dois locos (417/418 e 464/465) utilizados em *Megaptera novaeangliae*, *Globicephala sp.* e *Orcinus orca* foram incluídos nas análises dessas espécies. Assim, um total de 17 locos foram selecionados, sendo que este conjunto fornece genótipos de oito a dez locos por espécie, com alguns locos sendo mais utilizados para baleias e outros locos mais utilizados para delfínídeos. Após essa seleção dos locos de microssatélites, as adaptações e padronizações dos PCRs, a genotipagem das amostras está mais rápida e eficiente.

## **IV. RESULTADOS E DISCUSSÃO ORIENTADA PARA OS OBJETIVOS**

### **IV.1 Riqueza e Distribuição**

Este item traz uma descrição da comunidade de cetáceos registrada na Bacia de Santos, identificando quais as espécies mais comuns e a diversidade genética das mesmas. Posteriormente, são apresentados resultados sobre distribuição e movimentos dos cetáceos inferidos por meio de telemetria satelital e foto-identificação.

#### **IV.1.1 Comunidade de Cetáceos da Bacia de Santos**

A descrição adequada de uma comunidade biológica depende necessariamente de uma identificação das espécies ou gêneros em questão. Este fato é bastante relevante quando se trata da comunidade de cetáceos, que permanecem muito tempo submersos e sem mostrar partes do corpo que são diagnósticas para identificação. De uma maneira geral, combinando as metodologias de coleta de dados do PMC-BS, uma média de 43% das detecções de cetáceos foram identificadas em nível de espécie. As diferentes metodologias utilizadas no PMC-BS e consideradas independentemente não tiveram o mesmo sucesso na identificação das espécies de cetáceos (**Tabela IV.1-1**).

Como era esperado, o MAP foi a metodologia com menor sucesso na identificação taxonômica, com somente 10% das detecções identificadas em nível de espécie. A maioria das detecções acústicas foi identificada somente em nível de família (~80%) através dos tipos e características dos sinais observados. Entretanto, animais da Família Ziphiidae, por exemplo, só foram registradas acusticamente. A grande maioria das detecções de animais da Família Kogiidae também foi detectada acusticamente. As Campanhas de Avistagem Aérea também tiveram pouco sucesso na identificação dos

cetáceos, com somente 19% das detecções identificadas ao nível de espécie.

As Campanhas de Avistagem Embarcada e de Telemetria, que se baseiam em métodos visuais para identificação, foram as metodologias que tiveram maior sucesso na identificação específica, com 56% e 86% de sucesso, respectivamente.

Um total de 23 espécies distribuídas em 5 famílias foi identificado nos dois anos de PMC na Bacia de Santos (**Tabela IV.1-2**). As famílias com maior riqueza registrada foram as Famílias Delphinidae, com 12 espécies observadas e Balaenopteridae, com 7 espécies. Se considerarmos ainda os registros acústicos, podemos incluir pelo menos mais duas famílias (Ziphiidae e Kogiidae), e no mínimo duas espécies adicionais, o que totalizaria um mínimo de 25 espécies registradas de 7 famílias de cetáceos para a Bacia de Santos nos dois primeiros anos do projeto. A ausência ou baixa frequência de registros visuais de baleias-bicudas (Família Ziphiidae) e de cachalote-anão e cachalote-pigmeu (Família Kogiidae) já era esperada por serem espécies crípticas que ocorrem em baixas densidades.

**Tabela IV.1-1:** Nível taxonômico das detecções de grupos de cetáceos em esforço por campanha, por plataforma, do Ciclo 1 a 4 do PMC-BS, incluindo total e proporção de espécies não identificadas. NI = Não identificado a nível específico ou de gênero; Sp = Espécie.

Campanhas	Cetacea	Subordem	Família	Total NI	Gênero/Sp	TOTAL
MAP 1	0 (0,0)	7 (0,08)	64 (0,77)	71 (0,86)	12 (0,14)	<b>83</b>
MAP 2	0 (0,0)	3 (0,03)	90 (0,89)	93 (0,92)	8 (0,08)	<b>101</b>
MAP 3	0 (0,0)	25 (0,18)	101 (0,72)	126 (0,89)	15 (0,11)	<b>141</b>
MAP 4	0 (0,0)	14 (0,15)	75 (0,80)	89 (0,95)	5 (0,05)	<b>94</b>
<b>Total MAP</b>	<b>0 (0,0)</b>	<b>49 (0,12)</b>	<b>330 (0,79)</b>	<b>379 (0,90)</b>	<b>40 (0,10)</b>	<b>419</b>
Aérea 1	11 (0,35)	5 (0,16)	14 (0,45)	30 (0,97)	1 (0,03)	<b>31</b>
Aérea 2	14 (0,26)	8 (0,15)	22 (0,41)	44 (0,82)	10 (0,18)	<b>54</b>
Aérea 3	4 (0,13)	5 (0,16)	12 (0,38)	21 (0,66)	11 (0,34)	<b>32</b>
Aérea 4	1 (0,08)	1 (0,08)	8 (0,67)	10 (0,83)	2 (0,17)	<b>12</b>
<b>Total Aérea</b>	<b>30 (0,23)</b>	<b>19 (0,15)</b>	<b>56 (0,43)</b>	<b>105 (0,81)</b>	<b>24 (0,19)</b>	<b>129</b>
Embarcada 1	4 (0,08)	1 (0,02)	13 (0,28)	18 (0,38)	29 (0,62)	<b>47</b>
Embarcada 2	12 (0,16)	14 (0,18)	7 (0,09)	33 (0,43)	43 (0,57)	<b>76</b>
Embarcada 3	20 (0,17)	19 (0,17)	18 (0,16)	57 (0,50)	58 (0,50)	<b>115</b>
Embarcada 4	6 (0,11)	3 (0,05)	12 (0,21)	21 (0,38)	35 (0,63)	<b>56</b>
<b>Total Embarcada</b>	<b>42 (0,14)</b>	<b>37 (0,13)</b>	<b>50 (0,17)</b>	<b>129 (0,44)</b>	<b>165 (0,56)</b>	<b>294</b>
Telemetria 1	0 (0,0)	0 (0,0)	0 (0,0)	0 (0,0)	56 (1,00)	<b>56</b>
Telemetria 2	5 (0,05)	1 (0,01)	8 (0,08)	14 (0,15)	82 (0,85)	<b>96</b>
Telemetria 3	0 (0,0)	1 (0,02)	6 (0,14)	7 (0,16)	37 (0,84)	<b>44</b>
Telemetria 4	5 (0,04)	5 (0,04)	12 (0,10)	22 (0,18)	99 (0,82)	<b>121</b>
<b>Total Telemetria</b>	<b>10 (0,03)</b>	<b>7 (0,02)</b>	<b>26 (0,08)</b>	<b>43 (0,14)</b>	<b>274 (0,86)</b>	<b>317</b>
<b>TOTAL GERAL</b>	<b>82 (0,07)</b>	<b>112 (0,09)</b>	<b>462 (0,40)</b>	<b>656 (0,57)</b>	<b>501 (0,43)</b>	<b>1159</b>

**Tabela IV.1-2:** Espécies identificadas em dois anos do PMC-BS. Status de conservação conforme a Portaria do MMA nº 444/2014 e, quando não consta na lista nacional, conforme IUCN (2017). CR = Criticamente em Perigo; EN = Em Perigo; VU = Vulnerável; BR = Baixo Risco; DD = Deficiente em Dados.

Subordem	Família	Espécie/Gênero	Nome popular	Status
Mysticeti	Balaenidae	<i>Eubalaena australis</i>	Baleia-franca-austral	EN
	Balaenopteridae	<i>Balaenoptera musculus</i>	Baleia-azul	CR
		<i>Balaenoptera physalus</i>	Baleia-fin	EM
		<i>Balaenoptera borealis</i>	Baleia-sei	EM
		<i>Balaenoptera brydei</i>	Baleia-de-Bryde	DD
		<i>Balaenoptera bonaerensis</i>	Baleia-minke-Antártica	DD
		<i>Balaenoptera acutorostrata</i>	Baleia-minke-anã	DD
		<i>Megaptera novaenagliae</i>	Baleia-jubarte	VU
Odontoceti	Physeteridae	<i>Physter macrocephalus</i>	Cachalote	VU
	Delphinidae	<i>Orcinus orca</i>	Orca	DD
		<i>Pseudorca crassidens</i>	Falsa-orca	DD
		<i>Globicephala macrorhynchus</i>	Baleia-piloto-de-peitorais-curtas	DD
		<i>Feresa attenuata</i>	Orca-pigméia	DD
		<i>Grampus griseus</i>	Golfinho-de-risso	DD
		<i>Sotalia guianensis</i>	Boto-cinza	VU
		<i>Steno bredanensis</i>	Golfinho-de-dentes-rugosos	BR
		<i>Tursiops truncatus</i>	Golfinho-nariz-de-garrafa	DD
		<i>Stenella attenuata</i>	Golfinho-pintado-neotropical	DD
		<i>Stenella frontalis</i>	Golfinho-pintado-do-Atlântico	DD
		<i>Stenella longirostris</i>	Golfinho-rotador	DD

Subordem	Família	Espécie/Gênero	Nome popular	Status
		<i>Stenella clymene</i>	Golfinho-de-clymene	DD
		<i>Delphinus delphis</i>	Golfinho-comum	LC
	<i>Pontoporiidae</i>	<i>Pontoporia blainvillei</i>	Toninha	CR

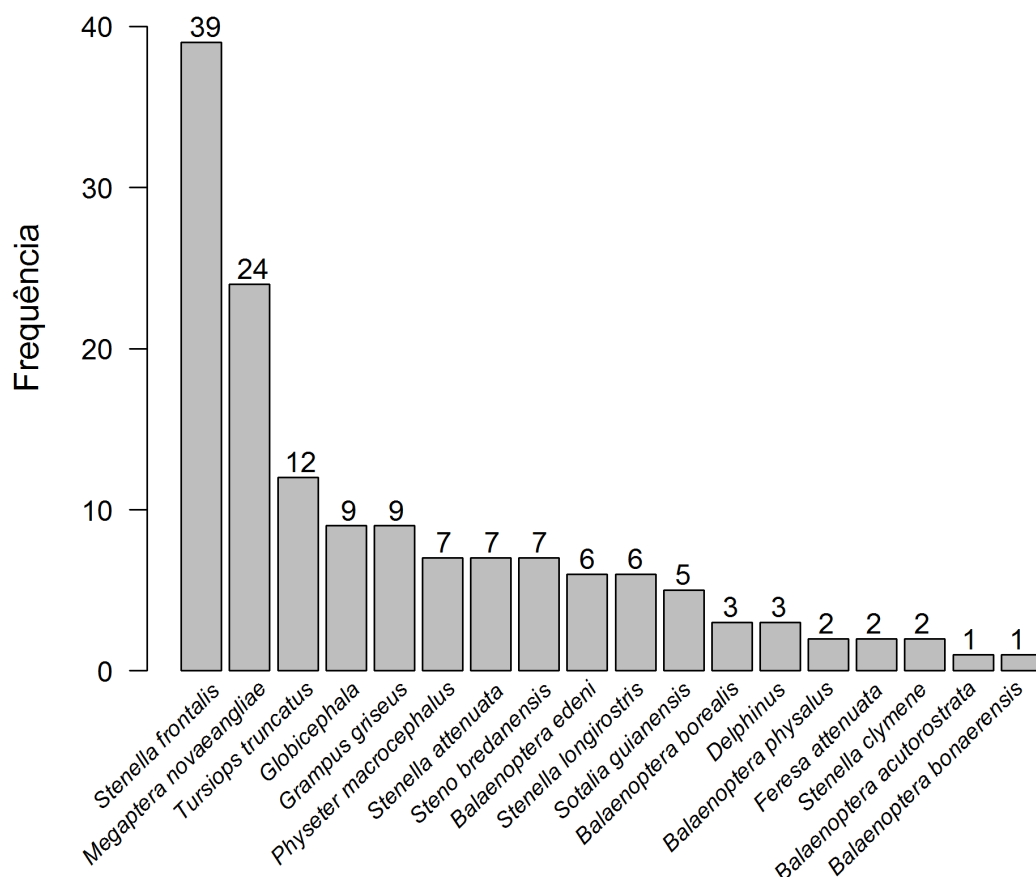


Para as análises de comunidade, dada a baixa habilidade para identificar os cetáceos através das Campanhas de Avistagem Aérea e MAP, foram utilizados somente os dados das Campanhas de Avistagem Embarcada e Campanhas de Telemetria.

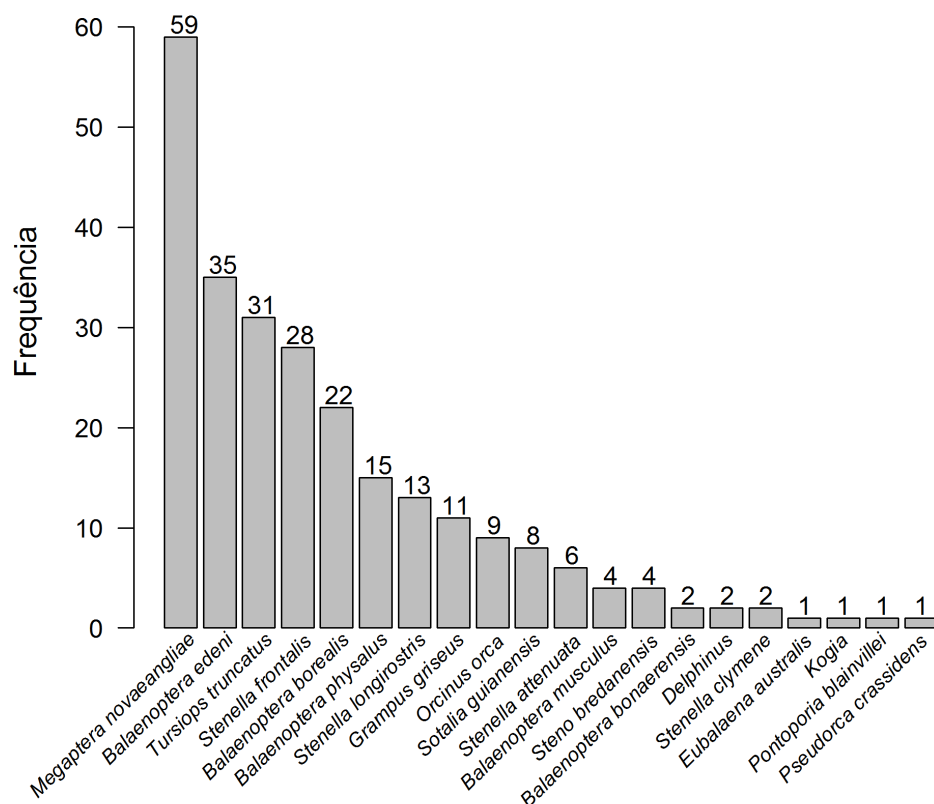
A espécie de cetáceo mais frequente durante as Campanhas de Avistagem Embarcada foi o golfinho-pintado-do-Atlântico, seguido da baleia-jubarte e do golfinho-nariz-de-garrafa (**Figura IV.1-1**). Estas três espécies correspondem a 63% dos registros nas Campanhas de Avistagem Embarcada. De um total de 18 espécies observadas, 5 espécies (~30%) podem ser consideradas raras (cujo critério para definição foi a espécie ter dois registros ou menos). Na Campanhas de Avistagem Embarcada foram raras as seguintes espécies: baleia-fin, orca-pigméia, golfinho-de-climene, baleia-minke-anã e baleia-minke-antártica.

A distribuição de frequências das espécies nas Campanhas de Telemetria teve a baleia-jubarte como espécie mais frequente, seguida da baleia-de-bryde, golfinho-nariz-de-garrafa e golfinho-pintado-do-Atlântico (**Figura IV.1-2**). Estas quatro espécies englobam 60% das detecções durante as Campanhas de Telemetria. De 20 espécies registradas nas Campanhas de Telemetria, 35% das espécies (n = 7) podem ser consideradas raras, quais sejam: baleia-minke-antártica, golfinho-comum, golfinho-de-climene, baleia-franca-austral, *Kogia* sp., toninha e falsa-orca.

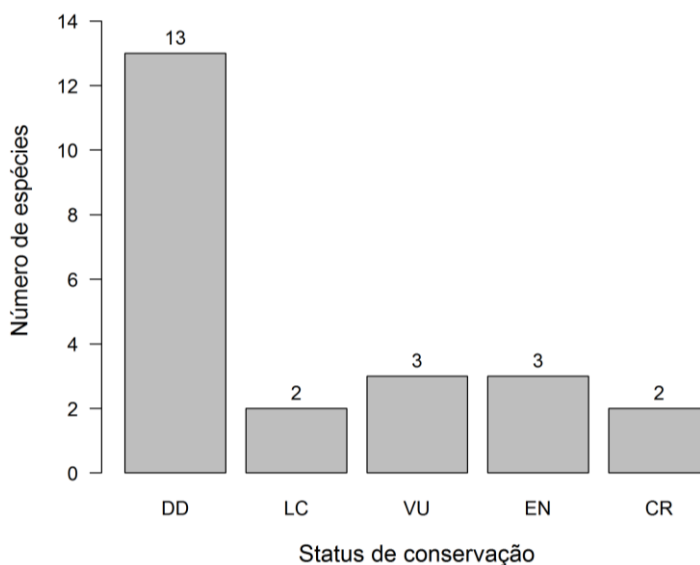
Das 23 espécies registradas nos dois primeiros anos do PMC-BS, 56,5% estão classificadas como “Deficiente em Dados” (n = 13). Outras 8 espécies (~35%) estão classificadas com algum grau de ameaça, destacando-se a baleia-azul e a toninha, que são classificadas como “Criticamente Ameaçadas”.



**Figura IV.1-1:** *Frequência de registros por espécies e gêneros (sem identificação específica) no Ciclos de 1 a 4 das Campanhas de Avistagem Embarcada do PMC da Bacia de Santos.*



**Figura IV.1-2:** *Frequência de registros por espécies e gêneros (sem identificação específica) no Ciclos de 1 a 4 das Campanhas de Telemetria do PMC da Bacia de Santos.*



**Figura IV.1-3:** *Frequência das espécies de cetáceos registradas durante o PMC na Bacia de Santos por status de conservação (conforme a Portaria do MMA nº 444/2014 e, quando não consta na lista nacional, conforme IUCN, 2017). Categorias de status: DD = Deficiente em Dados; LC = Baixo risco; VU = Vulnerável; EM = Ameaçada de extinção; CR = Criticamente ameaçada.*

Para descrever a variação da comunidade de cetáceos ao longo das campanhas, foram calculados índices de diversidade e equitabilidade usando a abundância de grupos (**Tabela IV.1-3**). Dois índices foram usados:

- *Índice de Diversidade Alfa de Shannon-Wiener (H)*: Mede o grau de incerteza em prever a qual espécie pertencerá um indivíduo pego ao acaso. Quanto menor a diversidade (H), maior a dominância de uma ou algumas poucas espécies na amostra.

- *Índice de Equitabilidade de Pielou (J)*: Mede a proporção da diversidade observada em relação à máxima diversidade esperada.

De uma maneira geral, as campanhas de Avistagem Embarcada apresentaram maior diversidade de grupos que as Campanhas de Telemetria, com exceção da quarta Campanha de Avistagem Embarcada, quando houve uma redução substancial na diversidade. Comparando as diferentes Campanhas de Avistagem Embarcada, nota-se um pequeno aumento na

diversidade da segunda Campanha, o que pode ser consequência do maior número de espécies, mas sem dominância de alguma espécie. Na quarta Campanha de Telemetria houve um aumento da diversidade, o que pode ser consequência da presença de grandes baleias na Bacia de Santos. Em todas as campanhas o índice de equitabilidade de Pielou foi relativamente alto, indicando que em cada campanha é amostrada uma parcela importante da biodiversidade de cetáceos

A similaridade entre as campanhas também foi comparada com o índice de Dissimilaridade de Bray-Curtis (**Tabela IV.1-4**). Nota-se que a dissimilaridade é maior nas campanhas de estações diferentes (verão e inverno) e este padrão tem relação com a presença das baleias em determinadas épocas. Considerando que a cobertura espacial é bastante diferente entre os tipos de campanhas, com as Campanhas de Telemetria amostrando a região de forma heterogênea e não sistemática, os dados sugerem que a variação temporal/sazonal é mais importante em moldar a comunidade de cetáceos do que a variação espacial dentro da Bacia de Santos.

**Tabela IV.1-3:** Ocorrência das espécies identificadas em esforço e fora de esforço na Bacia de Santos durante as diferentes campanhas do Ciclo 1 a 4 do PMC. E = Avistagem Embarcada; T = Telemetria.

Espécies	Ciclo 1		Ciclo 2		Ciclo 3		Ciclo 4	
	E	T	E	T	E	T	E	T
<i>Eubalaena australis</i>								1
<i>Balaenoptera physalus</i>			1	2	1			13
<i>Balaenoptera borealis</i>			1	14	3			8
<i>Balaenoptera brydei</i>	1	12		3	2	11	3	9
<i>Balaenoptera bonaerensis</i>			1		1			2
<i>Balaenoptera acutorostrata</i>	1		1					
<i>Balaenoptera musculus</i>								4
<i>Megaptera novaeangliae</i>			7	34	17			25
<i>Physeter</i>	5		1				1	

Espécies	Ciclo 1		Ciclo 2		Ciclo 3		Ciclo 4	
	E	T	E	T	E	T	E	T
<i>macrocephalus</i>								
<i>Kogia</i>						1		
<i>Orcinus orca</i>		1		5				3
<i>Feresa attenuata</i>	1						1	
<i>Grampus griseus</i>	2		5	6	1	1	1	4
<i>Sotalia guianensis</i>	1	5		1		2	4	
<i>Steno bredanensis</i>	2	2	3		3	1	2	1
<i>Tursiops truncatus</i>	2	14	4	2	2	7	5	8
<i>Stenella attenuata</i>	2	4	3		2	2		
<i>Stenella frontalis</i>	7	10	10	6	6	5	16	7
<i>Stenella longirostris</i>	2	5	2	1	2	7		
<i>Stenella clymene</i>			1		1			2
<i>Delphinus</i>		1	1	1	2			
<i>Globicephala</i>	1				8			
<i>Pseudorca crassidens</i>								1
<i>Pontoporia blainvillei</i>		1						
<b>Número de espécies</b>	<b>12</b>	<b>10</b>	<b>14</b>	<b>11</b>	<b>14</b>	<b>9</b>	<b>8</b>	<b>14</b>
<b>Diversidade de Shannon</b>	<b>2,24</b>	<b>1,96</b>	<b>2,29</b>	<b>1,75</b>	<b>2,19</b>	<b>1,87</b>	<b>1,60</b>	<b>2,23</b>
<b>Equitabilidade de Pielou</b>	<b>0,90</b>	<b>0,85</b>	<b>0,87</b>	<b>0,73</b>	<b>0,83</b>	<b>0,85</b>	<b>0,77</b>	<b>0,85</b>

**Tabela IV.1-4:** Análise de dissimilaridade por Bray-Curtis calculada para abundâncias de grupos de cetáceos observados durante o PMC na Bacia de Santos. Quanto mais próximo de 0, mais similar a composição da comunidade.

	E1	T1	E2	T2	E3	T3	E4	T4
E1	-							
T1	0,58	-						
E2	0,44	0,54	-					
T2	<b>0,74</b>	<b>0,77</b>	0,58	-				
E3	0,56	0,67	0,39	0,46	-			
T3	0,53	0,28	0,61	<b>0,76</b>	0,66	-		
E4	0,46	0,45	0,51	<b>0,75</b>	0,69	0,51	-	
T4	<b>0,77</b>	0,63	0,58	0,34	0,49	0,63	<b>0,72</b>	-



## Discussão

Os resultados apresentados neste relatório mostram que as técnicas visuais embarcadas são fundamentais para uma adequada descrição da comunidade de cetáceos da Bacia de Santos. No atual estágio de desenvolvimento tecnológico e analítico, o MAP ainda não fornece uma boa resolução taxonômica devido à grande sobreposição das características físicas dos sinais acústicos (ver item **IV.4.3 Comportamento Acústico**). Ainda existe bastante trabalho a ser desenvolvido no sentido de construir classificadores dos sinais acústicos. Apesar disto, alguns táxons de espécies crípticas (difíceis de visualizar em campo), como das Famílias Kogiidae e Ziphiidae, foram detectados praticamente somente por meio acústico.

A dificuldade de identificar a espécie através dos sobrevoos também é esperada devido à grande velocidade da aeronave (cerca de 240 km/h), que impede uma visualização precisa de caracteres diagnósticos. A partir da primeira campanha foi adotada a manobra “360” visando melhorar o sucesso da identificação, aumentando de forma considerável o sucesso de identificação ao nível de espécie. As Campanhas de Avistagem Aérea também tiveram particularidades quanto ao sucesso de detecção de determinadas espécies crípticas, como a toninha, apesar de que poucos registros foram realizados desta espécie.

O maior sucesso de identificação se deu nas Campanhas de Avistagem Embarcada e Telemetria, sendo que as Campanhas de Telemetria foram as mais efetivas na identificação de espécies de cetáceos, com 86% de sucesso na identificação em nível específico. A diferença entre estas campanhas embarcadas se deveu à não aproximação dos grupos no Cruzeiro de Avistagem Embarcada (modo de passagem), enquanto nas Campanhas de Telemetria após a avistagem a embarcação se aproxima do grupo para coleta de diversas informações (modo de aproximação).

Em resumo, em relação à efetividade de identificação de cetáceos por diferentes metodologias, a descrição da comunidade ainda se vale bastante de

técnicas visuais, sendo estas indispensáveis para uma maior resolução taxonômica. Apesar disto, a técnica acústica foi complementar por conseguir detectar animais de grupos crípticos e que raramente são detectados, e identifica-los em nível de família. É o caso dos animais das Famílias Ziphiidae e Kogiidae.

Com relação à comunidade de cetáceos, um total de 23 espécies foram registradas em dois anos de PMC, correspondendo a 60,5% da riqueza esperada para a Bacia de Santos, de 38 espécies. Em relação ao primeiro ano do PMC, foram acrescentados registros de três espécies: a baleia-azul (*Balaenoptera musculus*), a baleia-franca-austral (*Eubalaena australis*) e a falsa-orca (*Pseudorca crassidens*). Estas três espécies são consideradas raras e espera-se que novos registros de espécies de cetáceos com potencial de ocorrência na Bacia de Santos sejam justamente espécies pouco comuns ou crípticas. Uma revisão da literatura, descrição detalhada de cada espécie observada durante o PMC, incluindo mapas de distribuição e registros fotográficos, estão apresentados no **Anexo IV-1: Guia de Espécies**.

De todos os cetáceos observados nos dois primeiros anos de PMC, os registros de grandes baleias, como a baleia-azul, baleia-fin e baleia-sei, são dignos de nota. As três maiores espécies de balaenopterídeos são consideradas raras na costa brasileira, especialmente em um período mais recente e depois das populações terem sido quase extintas pela caça comercial (ZERBINI *et al.*, 1997). A baleia-fin e a baleia-sei foram observadas recentemente no talude das regiões Sul e Sudeste do Brasil, porém em frequências baixas (DI TULLIO *et al.*, 2016). Durante os seis anos de Projeto Talude, somente uma baleia-sei e três baleias-fin foram observadas na região do talude amostrada, sendo que na Bacia de Santos foram somente duas baleias-fin avistadas e nenhuma baleia-sei (DI TULLIO *et al.*, 2016). Nestes dois anos de PMC já foram observadas pelo menos 17 grupos de baleia-fin, 25 de baleias-sei e 4 de baleias-azuis. Só existe um registro de encalhe de baleia-azul no Sul e Sudeste do Brasil, que ocorreu no Chuí (RS) em 1992 (DALLA-ROSA & SECCHI, 1997). Estes registros recentes de balaenopterídeos na Bacia de Santos podem ser resultado da combinação de falta de esforço nas

regiões oceânicas onde essas espécies ocorrem e o crescimento das populações depois da proibição da caça comercial.

Comparando as frequências de observação de diferentes espécies e os índices de diversidade, percebem-se diferenças entre as Campanhas de Telemetria e de Avistagem Embarcada. Houve maior diversidade durante a maior parte das Campanhas de Avistagem Embarcada, que pode ser consequência de uma cobertura amostral mais homogênea da área de estudo ou por não ocorrer direcionamento para regiões de interesse (o que ocorre nas Campanhas de Telemetria). Entretanto, esta variação na cobertura da amostragem parece ter um peso pequeno quando comparamos campanhas realizadas em diferentes épocas do ano, que tendem a ser mais diferentes entre si independente de metodologia. Ou seja, os dois tipos de campanha têm uma ampla cobertura da Bacia de Santos, e a variação sazonal parece ter um papel estruturador nesta comunidade de cetáceos, provavelmente devido à presença sazonal de grandes baleias migratórias.

#### **IV.1.2 Identificação Molecular das Espécies**

As sequências (*forward* e *reverse*) da região controle do DNA mitocondrial, geradas para cada uma das amostras, foram alinhadas, ajustadas manualmente, e as posições variáveis confirmadas visualmente por meio dos cromatogramas usando o programa SEQUENCHER 5.4.6 (Gene Codes Corporation). Após a geração da sequência consenso das leituras *forward* e *reverse* obtidas para cada amostra, as espécies foram identificadas. Para essa finalidade, cada sequência da região controle do DNAm de cada amostra foi comparada, utilizando o programa *DNA Surveillance* (ROSS *et al.*, 2003), com as sequências do banco de dados de referência, versão 4.3, "*Witness for the Whale*" e *Mysticetes* para baleias, *Delphinidae* + *Stenoninae* para delfínídeos e *Globicephalinae* + *Orcininae* para as espécies *Globicephala sp.* e *Orcinus orca*. Este é o sistema mais usado internacionalmente para identificação molecular com dados de DNAm por ser um sistema com curadoria especializada.

Adicionalmente, as sequências também foram comparadas com o banco

de sequências de DNA do GenBank, por pesquisas de similaridade usando a ferramenta BLAST desse banco, em que se verifica a espécie com maior similaridade. Porém, nem todas as espécies possuem sequências de referência no GenBank. Assim, nos casos de discrepância na identificação entre os resultados do *DNA Surveillance* e a espécie mais próxima no GenBank, optou-se pela identificação oriunda do primeiro.

Das 169 amostras (G1 a G170) coletadas nas campanhas de Telemetria (n = 100) e de Avistagem Embarcada e MAP (n = 19) do 1º, 2º, 3º e 4º Ciclo do PMC-BS, 167 apresentaram sequências de boa qualidade e foram identificadas como pertencentes à 17 espécies de cetáceos (7 mysticetos e 10 odontocetos). Adicionalmente, as três amostras de baleia-jubarte (GM1 a GM3) coletadas na costa norte de Santa Catarina apresentaram sequências de boa qualidade e tiveram a identificação da espécie (*Megaptera novaeangliae*) confirmada. A **Tabela IV.1-5** apresenta a identificação e o sexo de todas as amostras analisadas (os detalhes da sexagem molecular estão no item II Métodos).

**Tabela IV.1-5:** Resultados da identificação genética das amostras por DNAm e sexagem molecular. \* Espécies identificadas em campo que não foram corroboradas pelos resultados genéticos. Identificação dos haplótipos: HT = *T. truncatus*, HSO = *S. guianensis*, HSF = *S. frontalis*, HDD = *D. delphis*, HSB = *S. bredanensis*, HSL = *S. longirostris*, HSA = *S. attenuata*, HSC = *S. clymene*, HBE = *B. brydei*, HBB = *B. bonaerensis*, HBP = *B. physalus*, HBb = *B. borealis*, HGM = *G. macrorhynchus*, HO = *Orcinus orca*, HBA e HGA = *M. novaeangliae*, HEA = *Eubalaena australis*.

Amostras	Haplótipo	Identificação genética <i>DNA Surveillance</i>	Espécie mais próxima no GenBank	Espécie identificada no campo	Sexagem molecular
G1	HT1	<i>Tursiops truncatus</i>	<i>T. truncatus</i>	<i>T. truncatus</i>	Macho
G2	HT2	<i>Tursiops truncatus</i>	<i>T. truncatus</i>	<i>T. truncatus</i>	Macho
G3	HSO1	<i>Sotalia guianensis</i>	<i>S. guianensis</i>	<i>S. guianensis</i>	Macho
G4	HSO1	<i>Sotalia guianensis</i>	<i>S. guianensis</i>	<i>S. guianensis</i>	Fêmea
G5	HT3	<i>Tursiops truncatus</i>	<i>T. truncatus</i>	<i>T. truncatus</i>	Macho
G6	HT1	<i>Tursiops truncatus</i>	<i>T. truncatus</i>	<i>T. truncatus</i>	Macho
G7	HT4	<i>Tursiops truncatus</i>	<i>T. truncatus</i>	<i>T. truncatus</i>	Fêmea
G8	HT3	<i>Tursiops truncatus</i>	<i>T. truncatus</i>	<i>T. truncatus</i>	Fêmea
G9	HSF1	<i>Stenella frontalis</i>	<i>D. capensis</i>	<i>S. frontalis</i>	Macho
G10*	HDD1	<i>Delphinus delphis</i>	<i>D. delphis</i>	<i>D. capensis</i>	Fêmea
G11*	HDD1	<i>Delphinus delphis</i>	<i>D. delphis</i>	<i>D. capensis</i>	Fêmea
G12	HT5	<i>Tursiops truncatus</i>	<i>T. truncatus</i>	<i>T. truncatus</i>	Fêmea
G13	HT5	<i>Tursiops truncatus</i>	<i>T. truncatus</i>	<i>T. truncatus</i>	Fêmea
G14	HT2	<i>Tursiops truncatus</i>	<i>T. truncatus</i>	<i>T. truncatus</i>	Fêmea
G15	HT3	<i>Tursiops truncatus</i>	<i>T. truncatus</i>	<i>T. truncatus</i>	Fêmea
G16	HSB1	<i>Steno bredanensis</i>	<i>S. bredanensis</i>	<i>S. bredanensis</i>	Macho

Amostras	Haplótipo	Identificação genética <i>DNA Surveillance</i>	Espécie mais próxima no GenBank	Espécie identificada no campo	Sexagem molecular
G17	HT3	<i>Tursiops truncatus</i>	<i>T. truncatus</i>	<i>T. truncatus</i>	Fêmea
G18	HT6	<i>Tursiops truncatus</i>	<i>T. truncatus</i>	<i>T. truncatus</i>	Macho
G19	HSB1	<i>Steno bredanensis</i>	<i>S. bredanensis</i>	<i>S. bredanensis</i>	Fêmea
G20	HSL1	<i>Stenella longirostris</i>	<i>D. delphis</i>	<i>S. longirostris</i>	Macho
G21*	HSA1	<i>Stenella attenuata</i>	<i>S. attenuata</i>	<i>S. longirostris</i>	Fêmea
G22	HSL2	<i>Stenella longirostris</i>	<i>T. australis</i>	<i>S. longirostris</i>	Fêmea
G23	HSA2	<i>Stenella attenuata</i>	<i>S. attenuata</i>	<i>S. attenuata</i>	Fêmea
G24	HBE1	<i>Balaenoptera brydei</i>	<i>B. brydei</i>	<i>B. brydei</i>	Fêmea
G25	HSL3	<i>Stenella longirostris</i>	<i>T. truncatus</i>	<i>S. longirostris</i>	Fêmea
G26	HSF2	<i>Stenella frontalis</i>	<i>D. capensis</i>	<i>S. frontalis</i>	Fêmea
G27	HSF2	<i>Stenella frontalis</i>	<i>D. capensis</i>	<i>S. frontalis</i>	Fêmea
G28	HSL4	<i>Stenella longirostris</i>	<i>T. australis</i>	<i>S. longirostris</i>	Fêmea
G29	HSL5	<i>Stenella longirostris</i>	<i>T. australis</i>	<i>S. longirostris</i>	Macho
G30	HBE1	<i>Balaenoptera brydei</i>	<i>B. brydei</i>	<i>B. brydei</i>	Macho
G31	HT5	<i>Tursiops truncatus</i>	<i>T. truncatus</i>	<i>T. truncatus</i>	Macho
G32	HT7	<i>Tursiops truncatus</i>	<i>T. truncatus</i>	<i>T. truncatus</i>	Macho
G33	HT3	<i>Tursiops truncatus</i>	<i>T. truncatus</i>	<i>T. truncatus</i>	Macho
G34	HT5	<i>Tursiops truncatus</i>	<i>T. truncatus</i>	<i>T. truncatus</i>	Fêmea
G35*	HSF1	<i>Stenella frontalis</i>	<i>D. capensis</i>	<i>S. attenuata</i>	Macho
G36	HSF3	<i>Stenella frontalis</i>	<i>D. delphis</i>	<i>S. frontalis</i>	Macho



Amostras	Haplótipo	Identificação genética <i>DNA Surveillance</i>	Espécie mais próxima no GenBank	Espécie identificada no campo	Sexagem molecular
G37	HT8	<i>Tursiops truncatus</i>	<i>T. truncatus</i>	<i>T. truncatus</i>	Macho
G38	HSF2	<i>Stenella frontalis</i>	<i>D. capensis</i>	<i>S. frontalis</i>	Fêmea
G39	HSF2	<i>Stenella frontalis</i>	<i>D. capensis</i>	<i>S. frontalis</i>	Fêmea
G40	HSF3	<i>Stenella frontalis</i>	<i>D. delphis</i>	<i>S. frontalis</i>	Macho
G41	HSL3	<i>Stenella longirostris</i>	<i>T. truncatus</i>	<i>S. longirostris</i>	Fêmea
G42	HBB1	<i>Balaenoptera bonaerensis</i>	<i>B. bonaerensis</i>	<i>B. bonaerensis</i>	Macho
G43	HSF4	<i>Stenella frontalis</i>	<i>D. delphis</i>	<i>S. frontalis</i>	Macho
G44	HSC1	<i>Stenella clymene</i>	<i>S. coeruleoalba</i>	<i>S. clymene</i>	Fêmea
G45	HBP1	<i>Balaenoptera physalus</i>	<i>B. physalus</i>	<i>B. physalus</i>	Macho
G46	HSF2	<i>Stenella frontalis</i>	<i>D. capensis</i>	<i>S. frontalis</i>	Macho
G47	HT5	<i>Tursiops truncatus</i>	<i>T. truncatus</i>	<i>T. truncatus</i>	Fêmea
G48	HT5	<i>Tursiops truncatus</i>	<i>T. truncatus</i>	<i>T. truncatus</i>	Fêmea
G49	HSF5	<i>Stenella frontalis</i>	<i>D. delphis</i>	<i>S. frontalis</i>	Fêmea
G50	HSF6	<i>Stenella frontalis</i>	<i>D. delphis</i>	<i>S. frontalis</i>	Fêmea
G51	HBA074	<i>Megaptera novaeangliae</i>	<i>M. novaeangliae</i>	<i>M. novaeangliae</i>	Macho
G52	HGA025	<i>Megaptera novaeangliae</i>	<i>M. novaeangliae</i>	<i>M. novaeangliae</i>	Macho
G53	HSF7	<i>Stenella frontalis</i>	<i>D. capensis</i>	<i>S. frontalis</i>	Fêmea
G54	HSF7	<i>Stenella frontalis</i>	<i>D. capensis</i>	<i>S. frontalis</i>	Macho
G55	HSF7	<i>Stenella frontalis</i>	<i>D. capensis</i>	<i>S. frontalis</i>	Fêmea
G56	HSF7	<i>Stenella frontalis</i>	<i>D. capensis</i>	<i>S. frontalis</i>	Fêmea

Amostras	Haplótipo	Identificação genética <i>DNA Surveillance</i>	Espécie mais próxima no GenBank	Espécie identificada no campo	Sexagem molecular
G57	HSF7	<i>Stenella frontalis</i>	<i>D. capensis</i>	<i>S. frontalis</i>	Fêmea
G58	HT9	<i>Tursiops truncatus</i>	<i>T. truncatus</i>	<i>T. truncatus</i>	Fêmea
G59	HDD2	<i>Delphinus delphis</i>	<i>D. delphis</i>	<i>Delphinus sp.</i>	Macho
G60	HDD3	<i>Delphinus delphis</i>	<i>D. delphis</i>	<i>Delphinus sp.</i>	Fêmea
G61	HSF2	<i>Stenella frontalis</i>	<i>D. capensis</i>	<i>S. frontalis</i>	Fêmea
G62	HGA004	<i>Megaptera novaeangliae</i>	<i>M. novaeangliae</i>	<i>M. novaeangliae</i>	Fêmea
G63	HBb1	<i>Balaenoptera borealis</i>	<i>B. borealis</i>	<i>B. borealis</i>	Macho
G64	HSL6	<i>Stenella longirostris</i>	<i>S. longirostris</i>	<i>S. longirostris</i>	Fêmea
G65	HSL7	<i>Stenella longirostris</i>	<i>S. longirostris</i>	<i>S. longirostris</i>	Fêmea
G66	HBb2	<i>Balaenoptera borealis</i>	<i>B. borealis</i>	<i>B. borealis</i>	Macho
G67*	HBE1	<i>Balaenoptera brydei</i>	<i>B. brydei</i>	<i>B. borealis</i>	xxxx
G68*	HBE2	<i>Balaenoptera brydei</i>	<i>B. brydei</i>	<i>B. borealis</i>	Fêmea
G69	HBP2	<i>Balaenoptera physalus</i>	<i>B. physalus</i>	<i>B. physalus</i>	Fêmea
G70	HBb2	<i>Balaenoptera borealis</i>	<i>B. borealis</i>	<i>B. borealis</i>	Fêmea
G71	HBb3	<i>Balaenoptera borealis</i>	<i>B. borealis</i>	<i>B. borealis</i>	Macho
G72	HBb4	<i>Balaenoptera borealis</i>	<i>B. borealis</i>	<i>B. borealis</i>	Macho
G73	HBb5	<i>Balaenoptera borealis</i>	<i>B. borealis</i>	<i>B. borealis</i>	Macho
G74	HBb6	<i>Balaenoptera borealis</i>	<i>B. borealis</i>	<i>B. borealis</i>	Macho
G75	HBb7	<i>Balaenoptera borealis</i>	<i>B. borealis</i>	<i>B. borealis</i>	Fêmea
G76	HBb8	<i>Balaenoptera borealis</i>	<i>B. borealis</i>	<i>B. borealis</i>	Macho

Amostras	Haplótipo	Identificação genética <i>DNA Surveillance</i>	Espécie mais próxima no GenBank	Espécie identificada no campo	Sexagem molecular
G77	HBb9	<i>Balaenoptera borealis</i>	<i>B. borealis</i>	<i>B. borealis</i>	Fêmea
G78	HGA011	<i>Megaptera novaeangliae</i>	<i>M. novaeangliae</i>	<i>M. novaeangliae</i>	Fêmea
G79	HSF8	<i>Stenella frontalis</i>	<i>D. delphis</i>	<i>S. frontalis</i>	Fêmea
G80	HGM1	<i>Globicephala macrorhynchus</i>	<i>G. macrorhynchus</i>	<i>Globicephala</i> sp.	Macho
G81	HDD4	<i>Delphinus delphis</i>	<i>D. delphis</i>	<i>D. delphis</i>	Macho
G82	HSF9	<i>Stenella frontalis</i>	<i>D. capensis</i>	<i>S. frontalis</i>	Fêmea
G83	HSF8	<i>Stenella frontalis</i>	<i>D. delphis</i>	<i>S. frontalis</i>	Fêmea
G84	HT2	<i>Tursiops truncatus</i>	<i>T. truncatus</i>	<i>T. truncatus</i>	Fêmea
G85	HSL2	<i>Stenella longirostris</i>	<i>S. longirostris</i>	<i>S. longirostris</i>	Fêmea
G86	HBE1	<i>Balaenoptera brydei</i>	<i>B. brydei</i>	<i>B. brydei</i>	Fêmea
G87	HSF2	<i>Stenella frontalis</i>	<i>D. capensis</i>	<i>S. frontalis</i>	Fêmea
G88	HSL4	<i>Stenella longirostris</i>	<i>S. longirostris</i>	<i>S. longirostris</i>	Fêmea
G89	HSL8	<i>Stenella longirostris</i>	<i>S. longirostris</i>	<i>S. longirostris</i>	Fêmea
G90	HSF9	<i>Stenella frontalis</i>	<i>D. capensis</i>	<i>S. frontalis</i>	Fêmea
G91	HSF5	<i>Stenella frontalis</i>	<i>D. delphis</i>	<i>S. frontalis</i>	Fêmea
G92	HSF3	<i>Stenella frontalis</i>	<i>D. delphis</i>	<i>S. frontalis</i>	Fêmea
G93	HBE1	<i>Balaenoptera brydei</i>	<i>B. brydei</i>	<i>B. brydei</i>	Macho
G94	HSL9	<i>Stenella longirostris</i>	<i>S. longirostris</i>	<i>S. longirostris</i>	Macho
G95	HSL10	<i>Stenella longirostris</i>	<i>S. longirostris</i>	<i>S. longirostris</i>	Macho
G96	HSL2	<i>Stenella longirostris</i>	<i>S. longirostris</i>	<i>S. longirostris</i>	Fêmea

Amostras	Haplótipo	Identificação genética <i>DNA Surveillance</i>	Espécie mais próxima no GenBank	Espécie identificada no campo	Sexagem molecular
G97	HSL11	<i>Stenella longirostris</i>	<i>S. longirostris</i>	<i>S. longirostris</i>	Macho
G98	HSL12	<i>Stenella longirostris</i>	<i>S. longirostris</i>	<i>S. longirostris</i>	Fêmea
G99	HT3	<i>Tursiops truncatus</i>	<i>T. truncatus</i>	<i>T. truncatus</i>	Fêmea
G100	HT10	<i>Tursiops truncatus</i>	<i>T. truncatus</i>	<i>T. truncatus</i>	Fêmea
G101	HSL2	<i>Stenella longirostris</i>	<i>S. longirostris</i>	<i>S. longirostris</i>	Fêmea
G102	HSL3	<i>Stenella longirostris</i>	<i>S. longirostris</i>	<i>S. longirostris</i>	Fêmea
G103	HSL13	<i>Stenella longirostris</i>	<i>S. longirostris</i>	<i>S. longirostris</i>	Fêmea
G104	HBE1	<i>Balaenoptera brydei</i>	<i>B. brydei</i>	<i>B. brydei</i>	Fêmea
G106	HBE1	<i>Balaenoptera brydei</i>	<i>B. brydei</i>	<i>B. brydei</i>	Fêmea
G107	HBE3	<i>Balaenoptera brydei</i>	<i>B. brydei</i>	<i>B. brydei</i>	Fêmea
G108	HT5	<i>Tursiops truncatus</i>	<i>T. truncatus</i>	<i>T. truncatus</i>	Fêmea
G109	HT11	<i>Tursiops truncatus</i>	<i>T. truncatus</i>	<i>T. truncatus</i>	Macho
G110	HSB1	<i>Steno bredanensis</i>	<i>S. bredanensis</i>	<i>S. bredanensis</i>	Macho
G111	HSF7	<i>Stenella frontalis</i>	<i>D. capensis</i>	<i>S. frontalis</i>	Fêmea
G112	HBE1	<i>Balaenoptera brydei</i>	<i>B. brydei</i>	<i>B. brydei</i>	Macho
G113	HT5	<i>Tursiops truncatus</i>	<i>T. truncatus</i>	<i>T. truncatus</i>	Macho
G114	HT5	<i>Tursiops truncatus</i>	<i>T. truncatus</i>	<i>T. truncatus</i>	Fêmea
GM1	HGA002	<i>Megaptera novaeangliae</i>	<i>M. novaeangliae</i>	<i>M. novaeangliae</i>	Macho
GM2	HGA002	<i>Megaptera novaeangliae</i>	<i>M. novaeangliae</i>	<i>M. novaeangliae</i>	Macho
GM3	HGA036	<i>Megaptera novaeangliae</i>	<i>M. novaeangliae</i>	<i>M. novaeangliae</i>	Fêmea

Amostras	Haplótipo	Identificação genética <i>DNA Surveillance</i>	Espécie mais próxima no GenBank	Espécie identificada no campo	Sexagem molecular
G115	HSF2	<i>Stenella frontalis</i>	<i>D. capensis</i>	<i>S. frontalis</i>	Fêmea
G116	HSB2	<i>Steno bredanensis</i>	<i>S. bredanensis</i>	<i>S. bredanensis</i>	Fêmea
G117	HSF7	<i>Stenella frontalis</i>	<i>D. capensis</i>	<i>S. frontalis</i>	Fêmea
G118	HSF7	<i>Stenella frontalis</i>	<i>D. capensis</i>	<i>S. frontalis</i>	Fêmea
G119	HSF7	<i>Stenella frontalis</i>	<i>D. capensis</i>	<i>S. frontalis</i>	Fêmea
G120	HSF3	<i>Stenella frontalis</i>	<i>D. delphis</i>	<i>S. frontalis</i>	Fêmea
G121	HSF3	<i>Stenella frontalis</i>	<i>D. delphis</i>	<i>S. frontalis</i>	Macho
G122	HT2	<i>Tursiops truncatus</i>	<i>T. truncatus</i>	<i>T. truncatus</i>	Fêmea
G123	HT12	<i>Tursiops truncatus</i>	<i>T. truncatus</i>	<i>T. truncatus</i>	Fêmea
G124	HSF10	<i>Stenella frontalis</i>	<i>D. delphis</i>	<i>S. frontalis</i>	Macho
G125	HT3	<i>Tursiops truncatus</i>	<i>T. truncatus</i>	<i>T. truncatus</i>	Fêmea
G126	HT12	<i>Tursiops truncatus</i>	<i>T. truncatus</i>	<i>T. truncatus</i>	Fêmea
G127	HT11	<i>Tursiops truncatus</i>	<i>T. truncatus</i>	<i>T. truncatus</i>	Macho
G128	HT13	<i>Tursiops truncatus</i>	<i>T. truncatus</i>	<i>T. truncatus</i>	Fêmea
G129	HBP3	<i>Balaenoptera physalus</i>	<i>B. physalus</i>	<i>B. physalus</i>	Macho
G130	HBP3	<i>Balaenoptera physalus</i>	<i>B. physalus</i>	<i>B. physalus</i>	Macho
G131	HSC2	<i>Stenella clymene</i>	<i>S. coeruleoalba</i>	<i>S. clymene</i>	Fêmea
G132	HSC3	<i>Stenella clymene</i>	<i>D. delphis</i>	<i>S. clymene</i>	Macho
G133	HSC4	<i>Stenella clymene</i>	<i>S. coeruleoalba</i>	<i>S. clymene</i>	Macho
G134	HSC5	<i>Stenella clymene</i>	<i>S. coeruleoalba</i>	<i>S. clymene</i>	Macho

Amostras	Haplótipo	Identificação genética <i>DNA Surveillance</i>	Espécie mais próxima no GenBank	Espécie identificada no campo	Sexagem molecular
G135	HBA004	<i>Megaptera novaeangliae</i>	<i>M. novaeangliae</i>	<i>M. novaeangliae</i>	Macho
G136	xxxx	xxxxxxxx	xxxxxxxx	<i>M. novaeangliae</i>	xxxx
G137*	HBB2	<i>Balaenoptera bonaerensis</i>	<i>B. bonaerensis</i>	<i>B. brydei</i>	Fêmea
G138*	HBB3	<i>Balaenoptera bonaerensis</i>	<i>B. bonaerensis</i>	<i>B. brydei</i>	Macho
G139	HBM1	<i>Balaenoptera musculus</i>	<i>B. musculus</i>	<i>B. musculus</i>	Fêmea
G140	HBb10	<i>Balaenoptera borealis</i>	<i>B. borealis</i>	<i>B. borealis</i>	Fêmea
G141	HBP4	<i>Balaenoptera physalus</i>	<i>B. physalus</i>	<i>B. physalus</i>	Macho
G142	HBA012	<i>Megaptera novaeangliae</i>	<i>M. novaeangliae</i>	<i>M. novaeangliae</i>	Fêmea
G143	HT12	<i>Tursiops truncatus</i>	<i>T. truncatus</i>	<i>T. truncatus</i>	Macho
G144	HBA010	<i>Megaptera novaeangliae</i>	<i>M. novaeangliae</i>	<i>M. novaeangliae</i>	Fêmea
G145	xxxx	xxxxxxxx	xxxxxxxx	<i>T. truncatus</i>	xxxx
G146	HBA002	<i>Megaptera novaeangliae</i>	<i>M. novaeangliae</i>	<i>M. novaeangliae</i>	Macho
G147	HBA002	<i>Megaptera novaeangliae</i>	<i>M. novaeangliae</i>	<i>M. novaeangliae</i>	Macho
G148	HBb7	<i>Balaenoptera borealis</i>	<i>B. borealis</i>	<i>B. borealis</i>	Fêmea
G149	HBb2	<i>Balaenoptera borealis</i>	<i>B. borealis</i>	<i>B. borealis</i>	Macho
G150	HBA007	<i>Megaptera novaeangliae</i>	<i>M. novaeangliae</i>	<i>M. novaeangliae</i>	Macho
G151	HBA049	<i>Megaptera novaeangliae</i>	<i>M. novaeangliae</i>	<i>M. novaeangliae</i>	Macho
G152	HBB4	<i>Balaenoptera bonaerensis</i>	<i>B. bonaerensis</i>	<i>B. bonaerensis</i>	Macho
G153	HBB5	<i>Balaenoptera bonaerensis</i>	<i>B. bonaerensis</i>	<i>B. bonaerensis</i>	Fêmea
G154	HSF11	<i>Stenella frontalis</i>	<i>D. delphis</i>	<i>S. frontalis</i>	Macho



Amostras	Haplótipo	Identificação genética <i>DNA Surveillance</i>	Espécie mais próxima no GenBank	Espécie identificada no campo	Sexagem molecular
G155	HSF8	<i>Stenella frontalis</i>	<i>D. delphis</i>	<i>S. frontalis</i>	Macho
G156	HBA049	<i>Megaptera novaeangliae</i>	<i>M. novaeangliae</i>	<i>M. novaeangliae</i>	Macho
G157	HBA049	<i>Megaptera novaeangliae</i>	<i>M. novaeangliae</i>	<i>M. novaeangliae</i>	Macho
G158	HSF7	<i>Stenella frontalis</i>	<i>D. capensis</i>	<i>S. frontalis</i>	Fêmea
G159	HSF7	<i>Stenella frontalis</i>	<i>D. capensis</i>	<i>S. frontalis</i>	Macho
G160	HBM2	<i>Balaenoptera musculus</i>	<i>B. musculus</i>	<i>B. musculus</i>	xxxx
G161	HBM2	<i>Balaenoptera musculus</i>	<i>B. musculus</i>	<i>B. musculus</i>	Macho
G162	HBM2	<i>Balaenoptera musculus</i>	<i>B. musculus</i>	<i>B. musculus</i>	xxxx
G163	HBM2	<i>Balaenoptera musculus</i>	<i>B. musculus</i>	<i>B. musculus</i>	Macho
G164	HBM2	<i>Balaenoptera musculus</i>	<i>B. musculus</i>	<i>B. musculus</i>	xxxx
G165	HO1	<i>Orcinus orca</i>	<i>O. orca</i>	<i>O. orca</i>	Macho
G166	HSF12	<i>Stenella frontalis</i>	<i>D. delphis</i>	<i>S. frontalis</i>	Macho
G167	HSF2	<i>Stenella frontalis</i>	<i>D. capensis</i>	<i>S. frontalis</i>	Fêmea
G168	HT2	<i>Tursiops truncatus</i>	<i>T. truncatus</i>	<i>T. truncatus</i>	Fêmea
G169	HBP5	<i>Balaenoptera physalus</i>	<i>B. physalus</i>	<i>B. physalus</i>	Fêmea
G170	HEA1	<i>Eubalaena australis</i>	<i>E. australis</i>	<i>E. australis</i>	Macho

Todas as sequências obtidas das amostras identificadas em campo, como golfinho-nariz-de-garrafa (*T. truncatus*), boto-cinza (*S. guianensis*), golfinho-dentes-rugosos (*S. bredanensis*), golfinho-rotador (*S. longirostris*), orca (*Orcinus orca*), baleia-jubarte (*M. novaeangliae*), baleia-minke-antártica (*B. bonaerensis*), baleia-fin (*B. physalus*) e baleia-franca-austral (*Eubalaena australis*) agruparam com alto suporte (acima de 85%) com as sequências de referência para cada espécie (*bottlenose*, *tucuxi*, *rough-toothed*, *spinner*, *killer whale*, *humpback*, Antarctic minke, *fin* e *southern right*) no DNA Surveillance (p. ex., **Figura IV.1-4**). Essas sequências também apresentaram maior similaridade com as sequências das respectivas espécies no GenBank.

Com relação às sequências obtidas para as amostras identificadas em campo como espécies do gênero *Stenella*, houve dois casos de aparente erro de identificação. Um indivíduo (amostra G21), identificado como golfinho-rotador (*S. longirostris*) em campo, foi classificado geneticamente como golfinho-pintado-pantropical (*S. attenuata*) (**Figura IV.1-5a**). Essa identificação errônea pode ser explicada pela presença das duas espécies no mesmo grupo formado por centenas de indivíduos.

O outro caso foi um indivíduo (amostra G35) identificado como golfinho-pintado-pantropical (*S. attenuata*) em campo, que foi classificado geneticamente como golfinho-pintado-do-Atlântico (*S. frontalis*) (**Figura IV.1-5b**), provavelmente porque o grupo era formado por indivíduos imaturos, dificultando a identificação em campo. A sequência obtida da outra amostra de *S. attenuata* (G23) foi agrupada com alto suporte (acima de 80%) às sequências de referência do golfinho-pintado-pantropical (*Pantropical spotted*) (**Figura IV.1-5c**), e apresentou maior similaridade com as sequências da espécie.

Apesar das sequências obtidas das amostras de golfinho-pintado-do-atlântico (*S. frontalis*) terem apresentado maior similaridade com sequências de *D. capensis* ou *D. delphis* no GenBank, a identificação da espécie foi confirmada pelo DNA Surveillance que agrupou com alto suporte cada sequência às sequências de referência de *S. frontalis* (*Atlantic spotted*) (**Figura IV.1-6a**). Da mesma forma, embora as sequências obtidas das amostras de

golfinho-climene (*S. clymene*) terem apresentado maior similaridade com sequências de *S. coeruleoalba* e *D. delphis* no GenBank, todas agruparam com alto suporte (acima de 70%) às sequências de referência da espécie (*Clymene*) no DNA Surveillance (p.ex., **Figura IV.1-6b**).

Já as sequências obtidas de amostras identificadas em campo como golfinho-comum (*Delphinus sp.*) foram agrupadas com alto suporte (acima de 70%) às de referência do golfinho-comum-de-bico-curto (*short-beaked*). Adicionalmente, essas sequências apresentaram maior similaridade com as sequências de *D. delphis* no GenBank, confirmando a identidade de uma espécie de difícil identificação visual.

Outra espécie de difícil identificação visual é a baleia-piloto (*Globicephala sp.*) e a sequência da única amostra coletada em campo foi agrupada com alto suporte (acima de 80%) às sequências de referência da baleia-piloto-de-peitorais-curtas (*short-finned pilot whale*) no DNA Surveillance (**Figura IV.1-7**) e apresentou maior similaridade com as sequências de *G. macrorhynchus* no GenBank.

Com relação às amostras dos indivíduos identificados em campo como baleia-sei (*B. borealis*), houve dois casos de erro de identificação, sendo que as sequências das amostras G67 e G68 foram classificadas geneticamente como baleia-de-bryde (*B. brydei*) (**Figura IV.1-8a**) tanto pelo DNA Surveillance quanto pelo GenBank. Essa identificação errônea pode ser explicada pela similaridade entre as duas espécies e como o grupo era grande, formado por 11 indivíduos, as duas espécies estavam misturadas no mesmo grupo. As sequências das outras amostras de baleia-sei apresentaram maior similaridade com as sequências de *B. borealis* e foram agrupadas com alto suporte (acima de 99%) às de referência da espécie (*sei whale*) (**Figura IV.1-8b**).

Um merecido destaque deve ser dado às cinco amostras coletadas dos indivíduos identificados em campo como baleia-azul (*B. musculus*). No Hemisfério Sul duas diferentes subespécies são reconhecidas, a baleia-azul-pigméia (*B. musculus breviceauda*), e a baleia-azul-verdadeira ou Antártica (*B. musculus intermedia*) (LEDUC *et al.*, 2007). As sequências dessas baleias amostradas na Bacia de Santos foram agrupadas com alto suporte (acima de

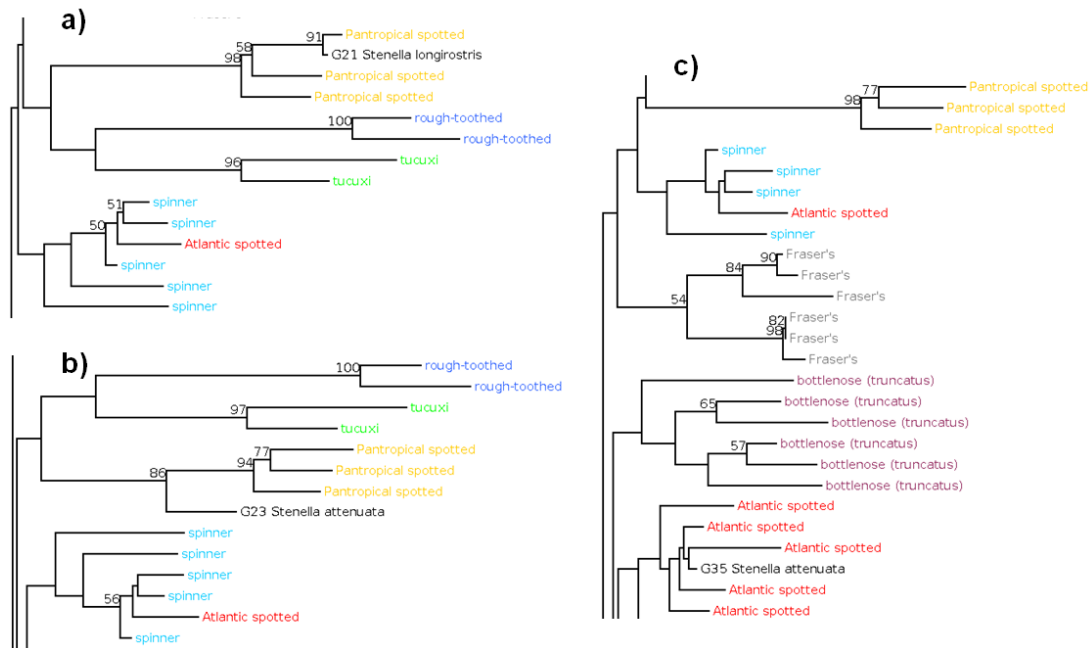
97%) com as de referência de *B. musculus* (*blue whale*) e apresentaram maior similaridade com as sequências de *B. musculus* no GenBank. Porém, ambos os sistemas de identificação molecular não foram capazes de identificar a subespécie. Assim, para comparar com as sequências referência publicadas dessas subespécies (LEDUC *et al.*, 2007; SREMBBA *et al.*, 2012; TORRES-FLOREZ *et al.*, 2014), o alinhamento foi encurtado para 410 pares de bases. Posteriormente, as sequências das amostras G139 e G160 colapsaram em haplótipos (EU093939 e JN801066) encontrados nas baleias-azuis que ocorrem na Antártica (LEDUC *et al.*, 2007; SREMBBA *et al.*, 2012) sugerindo que esses animais são da subespécie *B. musculus intermedia*.

Finalmente, as sequências obtidas de 10 amostras identificadas em campo como baleia-de-bryde (*B. brydei*), espécie que possui complexa taxonomia, foram agrupadas com alto suporte (98%) com as de referência de *B. brydei* (*Bryde's common*) e apresentaram maior similaridade com as sequências de *B. brydei* no GenBank, reforçando a ocorrência dessa espécie no Brasil, como já apresentado em um estudo genético que identificou oito amostras de baleia-de-bryde como *B. brydei* (PASTENE *et al.*, 2015).

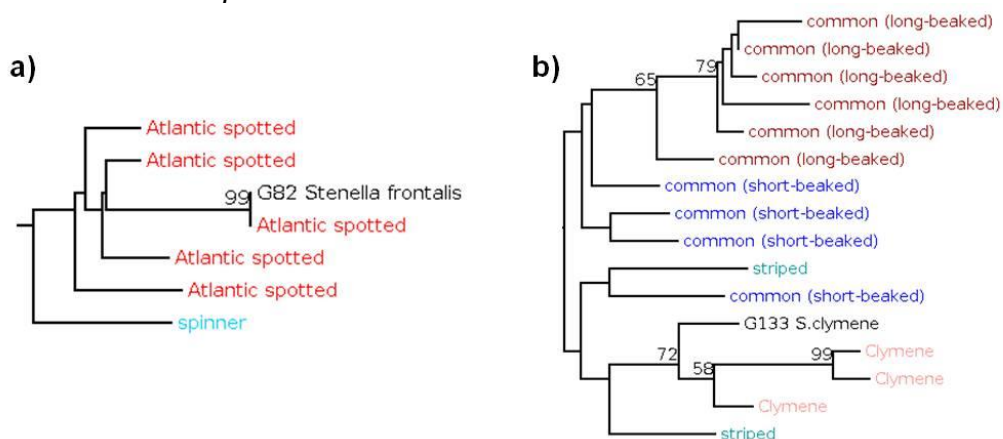
No entanto, houve um erro de identificação para um grupo formado por uma fêmea com filhote e um adulto, que foram identificadas em campo como baleia-de-bryde, mas foram identificadas molecularmente como baleia-minke-antártica (*B. bonaerensis*) tanto pelo DNA Surveillance (**Figura IV.1-9**) quanto pelo BLAST no GenBank. Sendo que uma delas (G137) apresentou um haplótipo com 5 sítios únicos, diferenciando-o daqueles encontrados nos outros 4 indivíduos amostrados até o momento. Além disso, o indivíduo da amostra G138 que foi tagueado com LIMPET (ver item **IV.1.6** dos Resultados e Discussão) apresentou um deslocamento em linha reta para as regiões oceânicas do Nordeste, área de reprodução conhecida para as minkes no Brasil, corroborando a identificação genética.



**Figura IV.1-4:** Árvore filogenética gerada no DNA Surveillance, baseada na sequência da amostra G52 (identificada como G52 *M. novaeangliae*) e nas sequências referência da região controle do DNAmt de todos os misticetos. Valores de bootstrap baseados em 1000 réplicas.

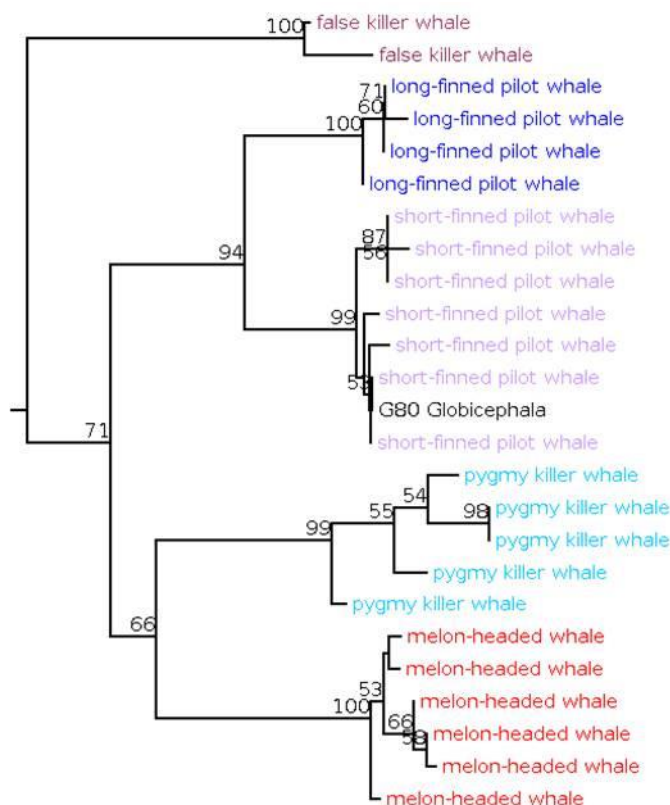


**Figura IV.1-5:** Árvores filogenéticas geradas no DNA Surveillance, baseadas nas sequências das amostras G21 (a), G23 (b) e G35 (c) (identificadas respectivamente como G21 *Stenella longirostris*, G23 *Stenella attenuata*, e G35 *Stenella attenuata*) e nas sequências referência da região controle do DNAmT de todos os delfínídeos (a figura não apresenta todas as espécies). Valores de bootstrap baseados em 1000 réplicas.

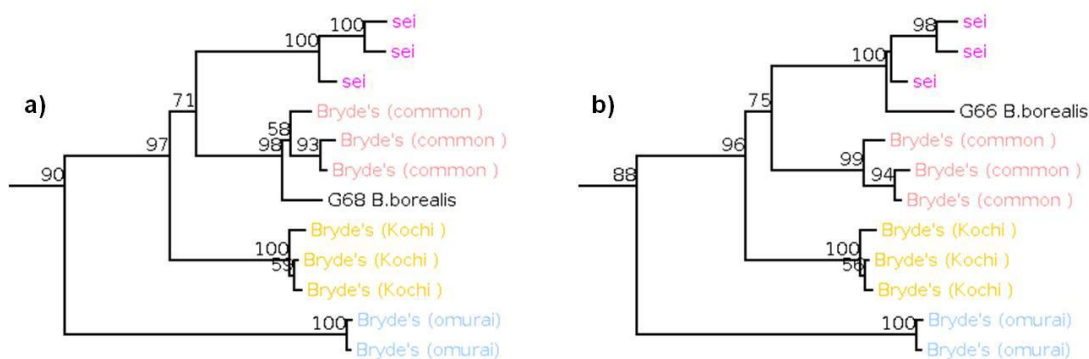


**Figura IV.1-6:** Árvores filogenéticas geradas no DNA Surveillance, baseadas nas sequências das amostras G82 (a) e G133 (b) (identificadas respectivamente como G82 *Stenella frontalis* e G133 *Stenella clymene*) e nas sequências referência da região controle do DNAmT de todos os delfínídeos (a figura não apresenta todas as espécies). Valores de bootstrap baseados em 1000 réplicas.

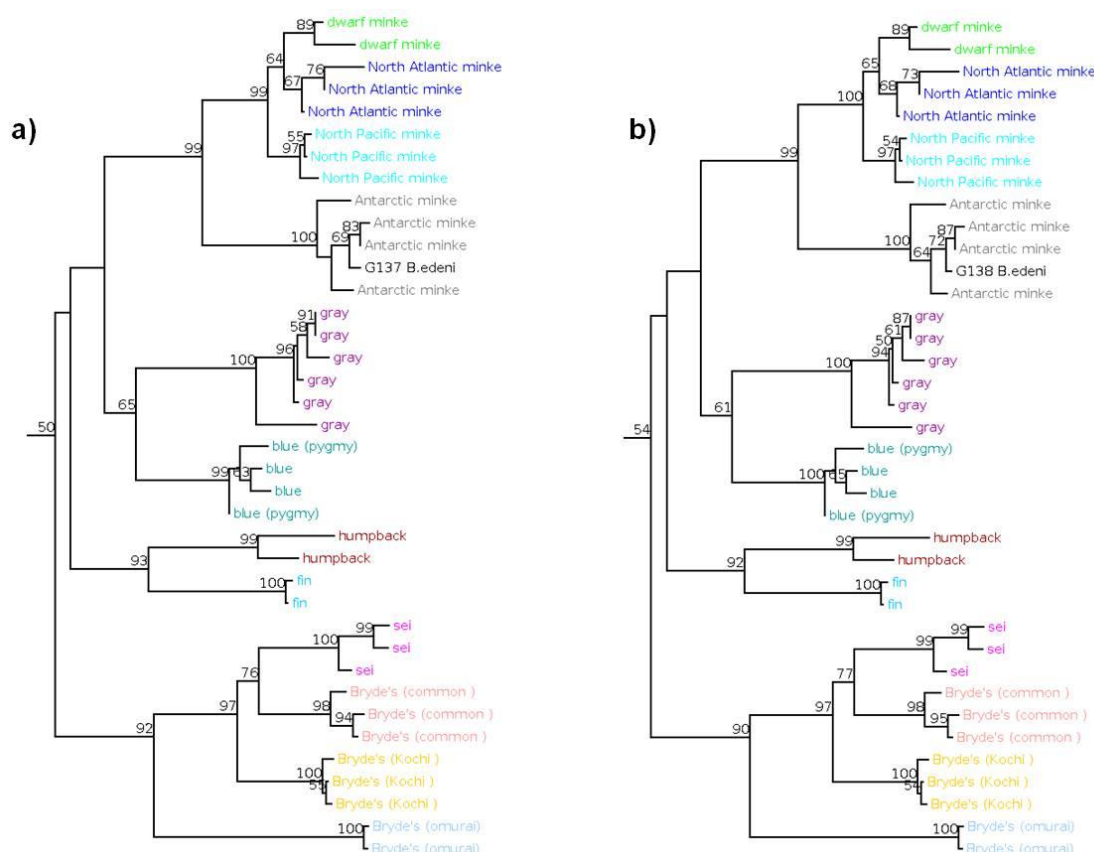




**Figura IV.1-7:** Árvore filogenética gerada no DNA Surveillance, baseada na sequência da amostra G80 (identificada como G80 Globicephala) e nas sequências referência da região controle do DNAm das espécies das subfamílias Globicephalinae e Orcininae. Valores de bootstrap baseados em 1000 réplicas.



**Figura IV.1-8:** Árvores filogenéticas geradas no DNA Surveillance, baseadas nas sequências das amostras G68 (a) e G66 (b) (identificadas respectivamente como G68 e G66 *B. borealis*) e nas sequências referência da região controle do DNAm de todos os mysticetos (a figura não apresenta todas as espécies). Valores de bootstrap baseados em 1000 réplicas.



**Figura IV.1-9:** Árvores filogenéticas geradas no DNA Surveillance, baseadas nas sequências das amostras G137 (a) e G138 (b) (identificadas respectivamente como G137 e G138 *B. brydei*) e nas sequências referência da região controle do DNAmT de todos os mysticetos (a figura não apresenta todas as espécies). Valores de bootstrap baseados em 1000 réplicas.

### IV.1.3 Diversidade genética

A diversidade genética mitocondrial foi estimada para cada espécie de cetáceo amostrada na Bacia de Santos, com um número amostral mínimo de cinco indivíduos, durante os quatro primeiros ciclos do PMC-BS. O número de haplótipos e os índices de diversidade para o DNAmT, como diversidade haplotípica ( $h$ ), nucleotídica ( $\pi$ ) e frequência de haplótipos, foram estimados usando o programa DNASP 5.10.1 (LIBRADO & ROSAS, 2009).

O alinhamento das sequências (675 pares de base) da região controle do DNAmT das 35 amostras de *T. truncatus* resultou em 13 haplótipos definidos

por 31 sítios polimórficos. Para as 39 amostras de *S. frontalis* e as 19 amostras de *S. longirostris*, os alinhamentos das sequências (684 e 686 pares de base, respectivamente) da região controle do DNAm resultaram em 12 e 13 haplótipos definidos por 17 e 33 sítios polimórficos, respectivamente para cada espécie. As comparações das sequências consensos alinhadas das cinco amostras de *D. delphis* (696 pares de base) e das cinco amostras de *S. clymene* (684 pares de base) resultaram em quatro e cinco haplótipos definidos por quatro e 18 sítios polimórficos, respectivamente (**Tabela IV.1-6**).

Dez haplótipos definidos por 16 sítios polimórficos foram obtidos do alinhamento das sequências (708 pares de base) da região controle do DNAm das 13 amostras de baleia-sei (*B. borealis*). Entretanto, para as 10 amostras de baleia-de-Bryde (*B. brydei*), o alinhamento das sequências (677 pares de base) resultou em três haplótipos definidos por seis sítios polimórficos (**Tabela IV.1-6**).

Enquanto dois haplótipos definidos por 19 sítios polimórficos foram obtidos no alinhamento das sequências (725 pares de base) da região controle do DNAm das seis amostras de baleia-azul, para as seis amostras de baleia-fin e cinco de baleia-minke-antártica, os alinhamentos das sequências (694 e 720 pares de base, respectivamente) do DNAm resultaram para ambas as espécies cinco haplótipos definidos por 12 e 22 sítios polimórficos, respectivamente para cada espécie (**Tabela IV.1-6**).

Com relação as baleias-jubarte, entre os 15 indivíduos (ver resultado da identificação individual por microssatélites abaixo) sequenciados, 12 haplótipos (688 pares de base) foram identificados baseados em 29 sítios polimórficos, sendo que todos eles já haviam sido previamente encontrados nessa população de baleias-jubarte que frequenta o litoral brasileiro, considerada estoque reprodutivo A (CYPRIANO-SOUZA *et al.*, 2017).

Das espécies que tiveram menos que cinco indivíduos amostrados, *S. bredanensis* e *S. attenuata* apresentaram polimorfismo, sendo que ambas as espécies apresentaram dois haplótipos até o momento. As diversidades haplotípicas (h) e nucleotídicas ( $\pi$ ) para cada espécie, com um número amostral mínimo de 5 indivíduos, são apresentadas na **Tabela IV.1-6**. Dentre

as espécies de odontocetos, *S. longirostris* foi a espécie que apresentou a maior diversidade haplotípica ( $h = 0,942$ ) e nucleotídica ( $\pi = 1,56\%$ ), seguida de *T. truncatus* e *S. frontalis*. Já para os mysticetos, *B. bonaerensis* e *M. novaeangliae* foram as espécies com maior diversidade genética, seguidas de *B. borealis* e *B. physalus*.

**Tabela IV.1-6:** Diversidade do DNA mitocondrial das espécies de cetáceos amostradas na Bacia de Santos.  $n$  = número de amostras, Seq. (pb) = sequência em pares de bases,  $S$  = sítios polimórficos,  $H$  = haplótipos,  $h$  = diversidade haplotípica,  $\pi$  = diversidade nucleotídica (%).

Espécie	n	Seq. (pb)	S	H	h	$\pi$ %
<i>Tursiops truncatus</i>	35	675	31	13	0,879	1,10
<i>Stenella frontalis</i>	39	684	17	12	0,856	0,52
<i>Stenella longirostris</i>	19	686	33	13	0,942	1,56
<i>Stenella attenuata</i>	2	698	12	2	-	-
<i>Stenella clymene</i>	5	684	18	5	1,000	1,20
<i>Delphinus delphis</i>	5	696	4	4	0,900	0,25
<i>Steno bredanensis</i>	4	659	4	2	-	-
<i>Sotalia guianensis</i>	2	704	-	1	-	-
<i>Globicephala macrorhynchus</i>	1	696	-	1	-	-
<i>Orcinus orca</i>	1	668	-	1	-	-
<i>Balaenoptera physalus</i>	6	694	12	5	0,933	0,77
<i>Balaenoptera borealis</i>	13	708	16	10	0,949	0,83
<i>Balaenoptera brydei</i>	10	677	6	3	0,378	0,26
<i>Balaenoptera bonaerensis</i>	5	720	22	5	1,000	1,30
<i>Balaenoptera musculus</i>	6	725	19	2	0,333	0,87
<i>Megaptera novaeangliae</i>	15	688	29	12	0,958	1,30
<i>Eubalaena glacialis</i>	1	682	-	1	-	-

Após a identificação dos alelos dos locos de microssatélites de cada amostra para cada espécie (ver **Item III.6** do Resumo das Atividades, esforço e tamanho amostral para genética), o programa MICRO-CHECKER, versão 2.2.3 (VAN OOSTERHOUT *et al.*, 2004), foi usado para identificar possíveis alelos nulos (alelos não amplificados) e erros de genotipagem. Como o programa analisa dados com um número amostral mínimo de 10 indivíduos, somente os locos das amostras de *T. truncatus* ( $n = 27$ ), *S. frontalis* ( $n = 26$ ), *S. longirostris*

(n = 19) e *B. borealis* (n = 10) foram analisados. Nenhuma evidência de erro de genotipagem foi encontrada nos locos analisados para as quatro espécies. Houve indicação de alelo nulo para o loco D08 em *S. frontalis* e para o loco TexVet5 em *T. truncatus* e *S. longirostris*, mas os locos não foram excluídos das análises posteriores porque a remoção desses locos não afeta os resultados.

A identidade de genótipos (identificação individual) foi investigada por meio do programa GENEAP (WILBERG & DREHER, 2004), o qual compara cada genótipo de multilocos individuais com todos os outros genótipos para determinar aqueles que são idênticos (recaptura ou repetição). O programa também calcula a probabilidade de identidade ( $P_{(ID)}$  e  $P_{(ID)sib}$ ) e cria histórias de captura. Foi identificado um genótipo idêntico entre duas amostras (GM1 e GM2) de baleia-jubarte, as quais apresentaram o mesmo haplótipo (HGA002) de DNAm e o mesmo sexo (macho), confirmando a reamostragem do mesmo indivíduo no litoral norte de Santa Catarina. Não foram identificados genótipos idênticos entre as amostras das outras espécies, portanto, os genótipos das 116 amostras de cetáceos coletadas na Bacia de Santos correspondem a 115 indivíduos diferentes.

Finalmente, a diversidade genética nuclear foi estimada para as espécies com um número amostral mínimo de cinco indivíduos. Além disso, essas análises foram realizadas para as amostras contendo mais de seis locos de microssatélites. Portanto, a diversidade genética nuclear foi estimada como número de alelos por loco (K), número médio de alelos por loco (A), heterozigotidade observada ( $H_o$ ) e esperada ( $H_e$ ), supondo equilíbrio de Hardy-Weinberg para cada um dos locos, usando os programas CERVUS, versão 3.0 (KALINOWSKI *et al.*, 2007). A **Tabela IV.1-7** apresenta o número de alelos por loco (K) para cada espécie, exceto as três espécies (*S. clymene*, *G. macrorhynchus* e *B. bonaerensis*) que têm uma única amostra. A maioria dos locos foram polimórficos para todas as espécies.

**Tabela IV.1-7:** Diversidade dos locos de microsatélites para as espécies de cetáceos amostradas na Bacia de Santos. *n* = número de amostras, *k* = número de alelos por loco. \* Locos usados para baleias.

<i>T. truncatus</i>			<i>S. longirostris</i>			<i>S. frontalis</i>			<i>S. attenuata</i>		
Loco	n	k	Loco	n	k	Loco	n	k	Loco	n	k
EV1	27	9	EV1	19	11	EV1	25	16	EV1	2	3
EV14	26	11	EV14	19	11	EV14	25	10	EV14	2	2
KWM2a	27	11	EV37	19	10	EV37	24	7	EV37	2	2
KWM12a	27	6	EV94	19	14	EV94	26	6	EV94	2	2
TexVet5	27	9	KWM12a	18	7	KWM2a	23	6	KWM2a	2	3
TexVet7	27	4	TexVet5	19	7	KWM12a	26	8	KWM12a	2	3
MK6	27	18	TexVet7	19	5	TexVet5	26	11	TexVet5	2	3
D08	25	9	MK6	19	14	TexVet7	26	6	TexVet7	2	3
			D08	19	12	MK6	24	5	MK6	2	4
						D08	26	7	D08	2	4
<i>S. guianensis</i>			<i>D. delphis</i>			<i>S. bredanensis</i>					
Loco	n	k	Loco	n	k	Loco	n	k			
EV14	2	1	EV1	5	5	EV1	3	3			
EV37	2	2	EV37	5	4	EV14	3	2			
EV94	2	1	KWM2a	5	7	EV37	3	5			
KWM2a	2	2	KWM12a	5	4	EV94	3	5			
KWM12a	2	2	TexVet5	5	3	KWM12a	3	3			
TexVet5	2	2	TexVet7	5	4	TexVet5	3	4			
TexVet7	2	1	MK6	5	7	TexVet7	3	1			
MK6	2	2	D08	5	2	MK6	3	1			
D08	2	1				D08	3	4			
<i>B. brydei</i>			<i>B. borealis</i>			<i>B. physalus</i>			<i>M. novaeangliae</i>		
Loco	n	k	Loco	n	k	Loco	n	k	Loco	n	k
EV1	9	3	EV1	10	11	EV1	2	3	EV1	6	3
EV14	9	5	EV14	10	11	EV14	2	4	EV37	6	9
EV37	7	1	EV37	10	10	EV37	2	2	EV94	6	4
EV94	9	2	EV94	10	5	EV94	2	4	EV96*	6	6
EV96*	8	3	EV96*	10	9	EV96*	2	4	GATA28*	6	5
GATA28*	9	5	GATA28*	10	8	GATA28*	2	4	GATA53*	6	6
GATA53*	7	2	GATA53*	10	2	GATA417*	2	3	GATA417*	6	8
GATA417*	9	6	GATA417*	10	8	GT23*	2	2	464*	6	3
GT23*	8	2	GT23*	10	9				417*	6	5



A **Tabela IV.1-8** apresenta o número médio de alelos por loco ( $A$ ), a heterozigotidade observada ( $H_o$ ) e esperada ( $H_E$ ) para as sete espécies (*T. truncatus*, *S. frontalis*, *S. longirostris*, *D. delphis*, *B. brydei*, *B. borealis* e *M. novaeangliae*) com um número amostral mínimo de 5 indivíduos. Dentre as três espécies de odontocetos com maior número de amostras, o número de alelos por loco variou de 4 (TexVet7) a 18 (MK6), ambos os locos em *T. truncatus*. Entretanto, *S. longirostris* apresentou o maior número médio de alelos por loco ( $A = 10,11$ ) e *S. frontalis* apresentou a maior heterozigotidade média observada ( $H_o = 0,749$ ).

Para os três mysticetos bem amostrados, o número de alelos por loco variou (exceto o loco EV37 de *B. brydei* que foi monomórfico) de 2 (EV94, GATA53 e GT23), em *B. brydei*, a 11 (EV1 e EV14) em *B. borealis*. Enquanto *B. borealis* foi a espécie de mysticeto com maior diversidade genética nuclear, com o número médio de alelos por loco de 8,22 e heterozigotidade média observada de 0,744, *B. brydei* apresentou a menor diversidade genética nuclear, com o número médio de alelos por loco de 3,22 e heterozigotidade média observada de 0,476.

**Tabela IV.1-8:** Diversidade dos locos de microsatélites para sete espécies de cetáceos (*T. truncatus*, *S. frontalis*, *S. longirostris*, *D. delphis*, *B. brydei*, *B. borealis* e *M. novaeangliae*) amostradas na Bacia de Santos.  $n$  = número de amostras,  $N$  = número de locos,  $A$  = número médio de alelos por loco,  $H_o$  = heterozigotidade observada,  $H_E$  = heterozigotidade esperada,  $P_{(ID)}$  e  $P_{(ID)sib}$  = probabilidades de identidade.

Espécie	n	N	A	$H_o$	$H_E$	$P_{(ID)}$	$P_{(ID)sib}$
<i>Tursiops truncatus</i>	27	8	9,63	0,708	0,800	$3,06 \times 10^{-10}$	$3,79 \times 10^{-4}$
<i>Stenella frontalis</i>	26	10	8,20	0,749	0,804	$1,79 \times 10^{-12}$	$5,24 \times 10^{-5}$
<i>Stenella longirostris</i>	19	9	10,11	0,701	0,797	$2,44 \times 10^{-12}$	$1,35 \times 10^{-4}$
<i>Delphinus delphis</i>	5	8	4,50	0,550	0,713	$3,08 \times 10^{-7}$	$2,25 \times 10^{-3}$
<i>Balaenoptera brydei</i>	9	9	3,22	0,476	0,498	$2,77 \times 10^{-5}$	$8,62 \times 10^{-3}$
<i>Balaenoptera borealis</i>	10	9	8,11	0,744	0,783	$1,44 \times 10^{-11}$	$1,97 \times 10^{-4}$
<i>Megaptera novaeangliae</i>	6	9	5,44	0,703	0,749	$2,64 \times 10^{-9}$	$5,29 \times 10^{-4}$

Em geral, as cinco espécies de odontocetos bem amostradas, principalmente *T. truncatus*, *S. frontalis* e *S. longirostris*, apresentaram altos níveis de diversidade genética mitocondrial e nuclear, similares aos valores encontrados para essas espécies em outros estudos genéticos (OREMUS *et al.*, 2007; QUEROUIL *et al.*, 2007; 2010; MIRIMIN *et al.*, 2009; CABALLERO *et al.*, 2013; LOUIS *et al.*, 2014; LOWTHER-THIELEKING *et al.*, 2014; VIRICEL & ROSEL, 2014; COSTA *et al.*, 2015). Essa alta diversidade genética tanto mitocondrial quanto nuclear é característica de grandes populações panmíticas. De fato, esses estudos genéticos tem encontrado maior diversidade genética nas populações oceânicas e menor nas populações costeiras. Por exemplo, COSTA *et al.* (2015) encontrou maior diversidade genética para os golfinhos-nariz-de-garrafa do grupo 3 do que para os indivíduos dos grupos 1 e 2, que pertencem as populações estuarinas residentes. Embora pouco se saiba da estruturação populacional de *S. frontalis* no Brasil, um estudo genético encontrou maior diversidade haplotípica e nucleotídica para a população que ocorre no Sudeste do Brasil comparado a população da espécie que ocorre no Caribe (CABALLERO *et al.*, 2013).

Com relação as três espécies de misticeto bem amostradas, apesar de não haver dados genéticos para comparação entre as populações de baleia-sei, a população que ocorre na Bacia de Santos apresentou alta diversidade genética mitocondrial e nuclear. Da mesma forma, foi registrada alta variabilidade em ambos os marcadores genéticos para baleias-jubarte amostradas nessa bacia. Porém, essas jubartes fazem parte do estoque reprodutivo A, que apresentou alta diversidade genética mitocondrial e nuclear (CYPRIANO-SOUZA *et al.*, 2017), como suportado pelo compartilhamento dos haplótipos encontrados até o momento. Já o nível de diversidade genética mitocondrial e nuclear para as baleias-de-bryde foi baixo. Esse resultado corrobora o estudo genético de PASTENE *et al.* (2015) que encontrou menor diversidade nucleotídica para as baleias-de-bryde que ocorrem no Brasil. No entanto, esse estudo foi baseado em somente oito amostras e para confirmar esse resultado é necessária a análise de um número maior de amostras.

#### IV.1.4 Estrutura Genética Populacional

Apesar da alta capacidade de dispersão, várias espécies de cetáceos possuem maior estrutura populacional do que seria esperado em escalas geográficas relativamente pequenas devido à história demográfica ou à associação de habitat ao comportamento de forrageio. Uma técnica que tem sido amplamente utilizada para análise de estrutura populacional em cetáceos é a genética molecular, sendo de grande importância para identificar unidades de conservação e estimar fluxo gênico entre as populações (HOELZEL *et al.*, 2002).

Até o momento, a estrutura genética populacional está sendo investigada preliminarmente para as espécies com um número amostral mínimo de 20 indivíduos e que tiveram amostragem tanto em áreas costeiras quanto em áreas oceânicas. O golfinho-nariz-de-garrafa foi a segunda espécie com maior amostragem ( $n = 36$ ) nas campanhas, e uma das únicas amostradas que possui dados genéticos publicados no Brasil para comparação. Embora a espécie tenha apresentado diferenciação entre ecótipos costeiros e oceânicos tanto no Oceano Pacífico Norte quanto no Oceano Atlântico Norte, a estrutura populacional em fina-escala dentro de áreas costeiras e estuarinas também tem sido detectada (LOWTHER-THIELEKING *et al.*, 2014; LOUIS *et al.*, 2014). Como a maioria das amostras coletadas da espécie nas campanhas do PMC-BS são costeiras ( $n = 29$ ), os haplótipos encontrados na Bacia de Santos foram primeiro comparados com os haplótipos encontrados em um estudo genético de *T. truncatus* no sul do Brasil (números de acesso no GenBank: KP404604 - KP404611) (COSTA *et al.*, 2015).

Para incluir as sequências mais curtas dos oito haplótipos publicados, o alinhamento foi encurtado para 316 pares de bases. Esse alinhamento resultou em 17 haplótipos definidos por 25 sítios polimórficos. Desses haplótipos, três foram compartilhados entre as amostras da Bacia de Santos e os haplótipos KP404604, KP404607 e KP404608 do sul do Brasil, nove foram exclusivos das amostras da Bacia de Santos e os outros cinco foram exclusivos do estudo de COSTA *et al.* (2015) (**Tabela IV.1-9**).

Interessantemente, os três haplótipos compartilhados foram encontrados somente no grupo 3 (Cluster 3) de COSTA *et al.* (2015), que eram amostras de encalhes no litoral de Santa Catarina e do Rio Grande do Sul, e que foram diferenciadas das amostras de duas populações estuarinas residentes, uma no sistema lagunar de Laguna, Santa Catarina, e outra na Lagoa de Tramandaí, Rio Grande do Sul. Além disso, dois desses haplótipos foram os que apresentaram maior frequência de indivíduos (HAP4 = 10 indivíduos e HAP5 = 6 indivíduos) da espécie na Bacia de Santos, sendo a maioria amostrada na área costeira, exceto o indivíduo G99. Apesar desse resultado ainda ser preliminar e da necessidade de obter mais amostras para elucidar a estrutura populacional da espécie, esse compartilhamento de haplótipos sugere que os indivíduos de *T. truncatus* amostrados na área costeira da Bacia de Santos pertencem possivelmente a uma população costeira não residente, ou oceânica que frequenta a costa, com altos níveis de diversidade genética.

**Tabela IV.1-9:** Frequência dos haplótipos da região controle do DNAm de *Tursiops truncatus* na Bacia de Santos (BS) e haplótipos compartilhados e privados entre os *T. truncatus* do sul do Brasil (SB). Grupos 1, 2 e 3 de *T. truncatus* encontrados no sul do Brasil (COSTA *et al.*, 2015).

Haplótipos	Número acesso GenBank ou amostra	N amostras BS	Grupos SB
HAP1	KP404604, G37	1	3
HAP2	KP404605	0	3
HAP3	KP404606	0	1, 2 e 3
HAP4	KP404607, G12, G13, G31, G34, G47, G48, G108, G109, G113, G114, G127	10	3
HAP5	KP404608, G5, G8, G15, G17, G33, G99, G125	6	3
HAP6	KP404609	0	-
HAP7	KP404610	0	2 e 3
HAP8	KP404611	0	2
HAP9	G1, G6	2	-
HAP10	G2, G14, G84, G122, G168	3	-
HAP11	G7	1	-
HAP12	G18	1	-
HAP13	G32	1	-
HAP14	G58	1	-

Haplótipos	Número acesso GenBank ou amostra	N amostras BS	Grupos SB
HAP15	G100	1	-
HAP16	G123, G126, G143	1	-
HAP17	G128	1	-

Adicionalmente, os haplótipos dos indivíduos de *T. truncatus* que ocorrem na Bacia de Santos foram comparados com os dois haplótipos (números de acesso no GenBank: KC896604 e KC896608) da população oceânica da espécie do Arquipélago de São Pedro e São Paulo (ASPSP) (CASTILHO *et al.*, 2015). Para incluir as sequências mais curtas desses haplótipos, o alinhamento foi encurtado para 457 pares de bases, resultando em 14 haplótipos definidos por 26 sítios polimórficos. Não houve compartilhamento de haplótipos. No entanto, um haplótipo encontrado em dois indivíduos (G2 e G84) amostrados mais afastados da costa (em 242 e 341 metros de profundidade, respectivamente) e em um indivíduo (G14) amostrado mais próximo a costa (em 56 metros de profundidade) na Bacia de Santos, foi compartilhado com um haplótipo encontrado nos indivíduos de *T. truncatus* do Arquipélago dos Açores e do Golfo da Biscaia (QUEROUIL *et al.* 2007; LOUIS *et al.*, 2104). Esse resultado corrobora a falta de estrutura encontrada nos indivíduos oceânicos de *T. truncatus* do Atlântico Norte, sugerindo que a população desse oceano é uma grande população panmítica.

A existência de estruturação genética e o provável número de populações (k) de *T. truncatus* na Bacia de Santos foi também avaliada usando os locos de microsatélites e uma abordagem de agrupamento Bayesiano implementada no programa STRUCTURE 2.3.3 (PRITCHARD *et al.*, 2007). Foram realizadas duas corridas independentes para cada número de agrupamento (k) entre 1 e 4, com nenhuma informação sobre local de amostragem, usando os modelos de "admixture" e "correlated allele frequencies", com um burn-in de 500.000 e uma amostragem de 1.000.000 iterações. Essa análise bayesiana baseada nos indivíduos amostrados até o momento apresentou evidência para uma única população (k = 1) de *T. truncatus* na Bacia de Santos. Esse resultado em conjunto com a recaptura de um indivíduo fotografado pela primeira vez

próximo à costa e um ano depois reavistado próximo ao talude, aproximadamente 700 km ao norte do primeiro registro, sugere que a população de *T. truncatus* na Bacia de Santos faz parte de uma população panmítica. Interessantemente, no leste do Oceano Pacífico, as amostras coletadas à mais de 1 km de distância da costa foram consideradas como pertencentes a população oceânica (LOWTHER-THIELEKING *et al.*, 2015).

A segunda espécie com maior amostragem nas campanhas do PMC-BS foi *S. frontalis* (n = 39), sendo que 18 indivíduos foram amostrados próximos a costa e 21 indivíduos em áreas oceânicas. Dos 12 haplótipos encontrados nesses indivíduos, cinco foram exclusivos dos indivíduos costeiros, quatro foram exclusivos dos indivíduos oceânicos, e três foram compartilhados entre ambos (**Tabela IV.1-10**). Os haplótipos encontrados na Bacia de Santos também foram comparados com os três haplótipos (números de acesso no GenBank: KC204733 - KC204735) encontrados em indivíduos de *S. frontalis* do Brasil (CABALLERO *et al.*, 2013). Para incluir as sequências mais curtas desses haplótipos, o alinhamento foi encurtado para 365 pares de bases, resultando em sete haplótipos definidos por 9 sítios polimórficos. Os três haplótipos foram compartilhados com as amostras da Bacia de Santos, sendo que o haplótipo KC204733 foi compartilhado com os indivíduos costeiros (G79, G83 e G155), o haplótipo KC204734 foi compartilhado com um indivíduo costeiro (G166), e o haplótipo KC204735 com três indivíduos oceânicos (G36, G40 e G92) e três costeiros (G120, G121 e G124). No entanto, no estudo genético de CABALLERO *et al.* (2013) foi sugerida conectividade entre os *S. frontalis* do Brasil com aqueles que ocorrem no Arquipélago dos Açores e na Ilha da Madeira.



**Tabela IV.1-10:** Frequência dos haplótipos da região controle do DNAm de *Stenella frontalis* na Bacia de Santos (BS). N número de indivíduos amostrado em área costeira ou oceânica.

Haplótipos	Número acesso GenBank ou amostra	N costeiro	N oceânico
HAP1	G9, G35	1	1
HAP2	G26, G27, G38, G39, G46, G61, G87, G115, G167	1	8
HAP3	G36, G40, G92, G120, G121	2	3
HAP4	G43	0	1
HAP5	G49, G91	0	2
HAP6	G50	0	1
HAP7	G53, G54, G55, G56, G57, G111, G117, G118, G119, G158, G159	11	0
HAP8	G79, G83, G155	3	0
HAP9	G82, G90	0	2
HAP10	G124	1	0
HAP11	G154	1	0
HAP12	G166	1	0

Como houve um número significativo de amostras coletadas tanto em áreas costeiras quanto oceânicas, a diferenciação genética populacional entre as sequências da região controle do mtDNA foi estimada através do índice de fixação  $F_{ST}$  usando o programa ARLEQUIN 3.5 (EXCOFFIER & LISCHE, 2010). Não houve diferenciação significativa entre os indivíduos costeiros e oceânicos ( $F_{ST} = 0,079$ ,  $P = 0,089$ ). Adicionalmente, a existência de estruturação genética e o provável número de populações (k) de *S. frontalis* na Bacia de Santos foi avaliada usando os locos de microssatélites através da análise bayesiana no programa STRUCTURE 2.3.3. O comprimento e as características da corrida foram as mesmas como descrito acima para *T. truncatus*. Além disso, uma segunda análise bayesiana foi realizada usando informação prévia sobre local de amostragem. Ambas as análises (com e sem informação sobre local de amostragem) baseadas nos indivíduos amostrados até o momento apresentaram a mais alta probabilidade para uma única população (k = 1) de *S. frontalis* na Bacia de Santos. No entanto, esses resultados são preliminares e mais amostras e provavelmente mais locos de

microsatélites são necessários para investigar a estrutura genética populacional da espécie na Bacia de Santos.

#### ***IV.1.5 Distribuição dos cetáceos***

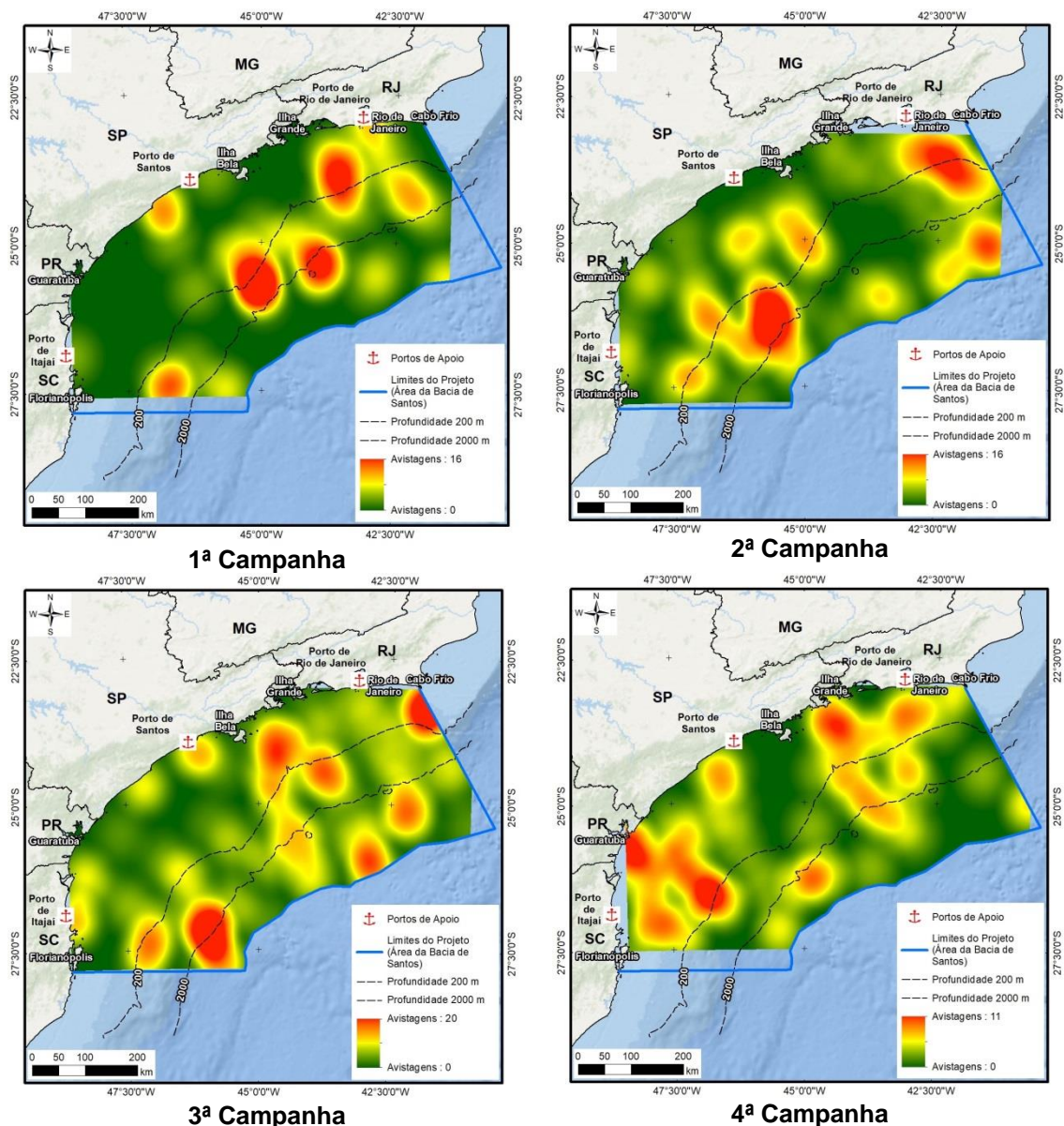
Neste item são apresentados os padrões gerais de distribuição e concentração dos cetáceos em diferentes campanhas e metodologias, e para os Mysticetos e Odontocetos em diferentes metodologias. Mapas com a localização dos registros por espécie estão apresentados no **Anexo IV-1: Guia de Espécies**.

Os padrões de distribuição dos cetáceos na Bacia de Santos foram investigados por meio da densidade de kernel, que é um método não paramétrico que se ajusta aos dados e evidencia regiões de concentração de avistagens (WORTON, 1989). A densidade de kernel foi utilizada para as amostragens que tiveram um desenho sistemático e homogêneo do esforço amostral: Campanha de Avistagem Embarcada, MAP e Campanha de Avistagem Aérea. Isto garante que os resultados não sejam distorcidos pela cobertura desigual da área de estudo (como nas Campanhas de Telemetria, que foi excluída desta análise).

Conforme já demonstrado no primeiro relatório anual do PMC, a distribuição das avistagens de cetáceos na Bacia de Santos foi heterogênea (**Figuras IV.1.5-1 a IV.1.5-3**). Vale ressaltar que em determinados mapas de densidade kernel não existem avistagens em determinadas regiões da Bacia de Santos, o que resultou em ausência de previsões de densidades para toda a Bacia de Santos. Foram encontradas diferentes regiões de alta densidade e estas regiões variaram entre as diferentes campanhas. As duas metodologias em que houve coleta simultânea de dados (Campanha de Avistagem Embarcada e MAP) foram consistentes nos padrões observados de concentração de avistagens, com pequenas variações na extensão e formato das áreas de maior densidade.

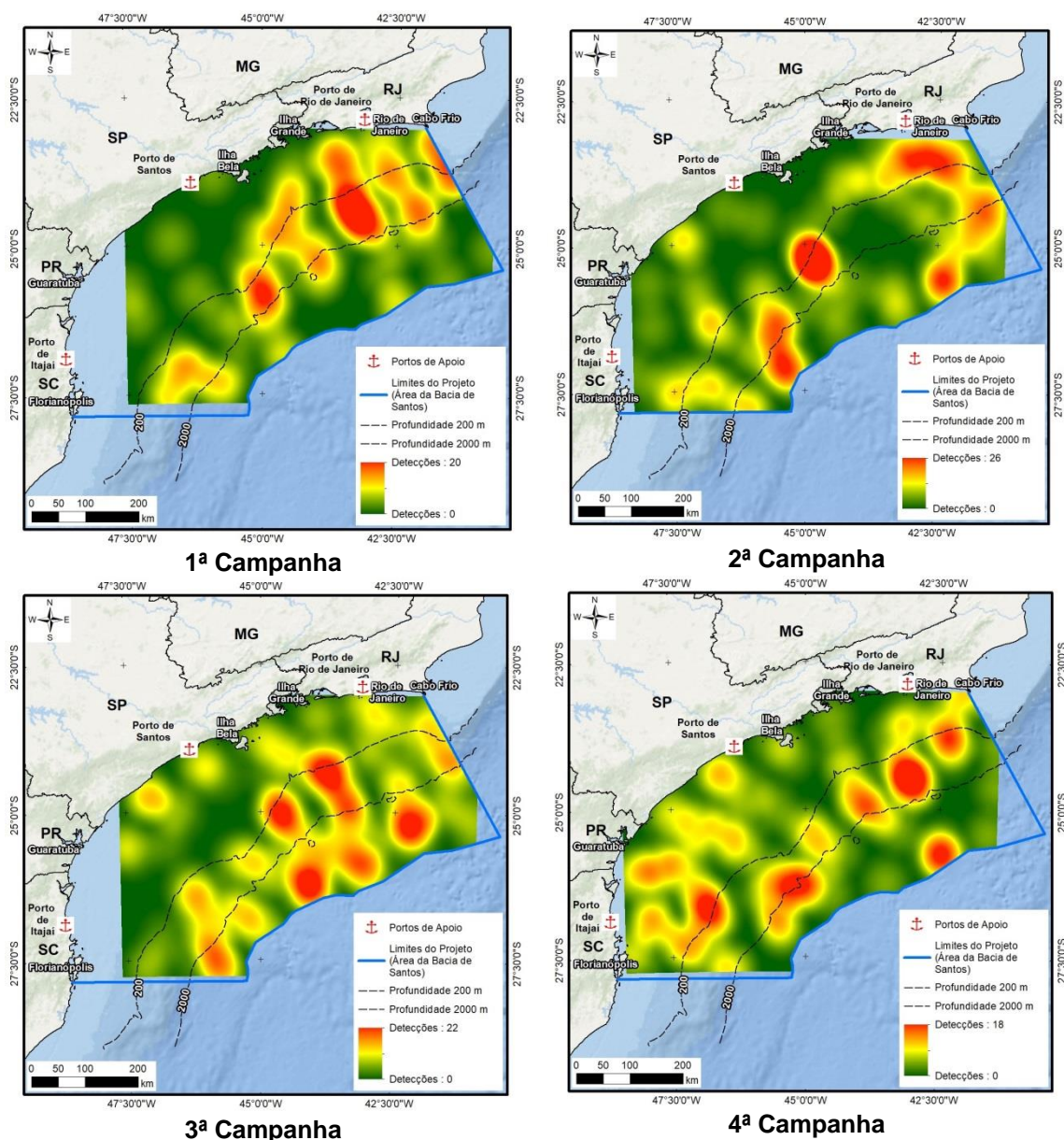
Em todas as campanhas e metodologias foram observadas regiões de maior concentração de cetáceos ao longo de toda a extensão do talude continental, desde Santa Catarina até o Rio de Janeiro. A região com concentração de cetáceos mais consistente foi um trecho do talude ao largo de Santos, apesar de o centro desta região variar tanto no sentido norte-sul, quanto leste-oeste, muitas vezes deslocando-se para abranger a plataforma continental ou as regiões oceânicas adjacentes.

Outras regiões de concentração merecem destaque, apesar de que em algumas campanhas estas regiões não terem sido observadas. São elas: região de Cabo Frio e plataforma continental norte do Rio de Janeiro; região de Ilhabela; região costeira dos estados de Santa Catarina e Paraná. Eventualmente também foram observados focos de concentração de cetáceos na região oceânica ao largo do Rio de Janeiro.

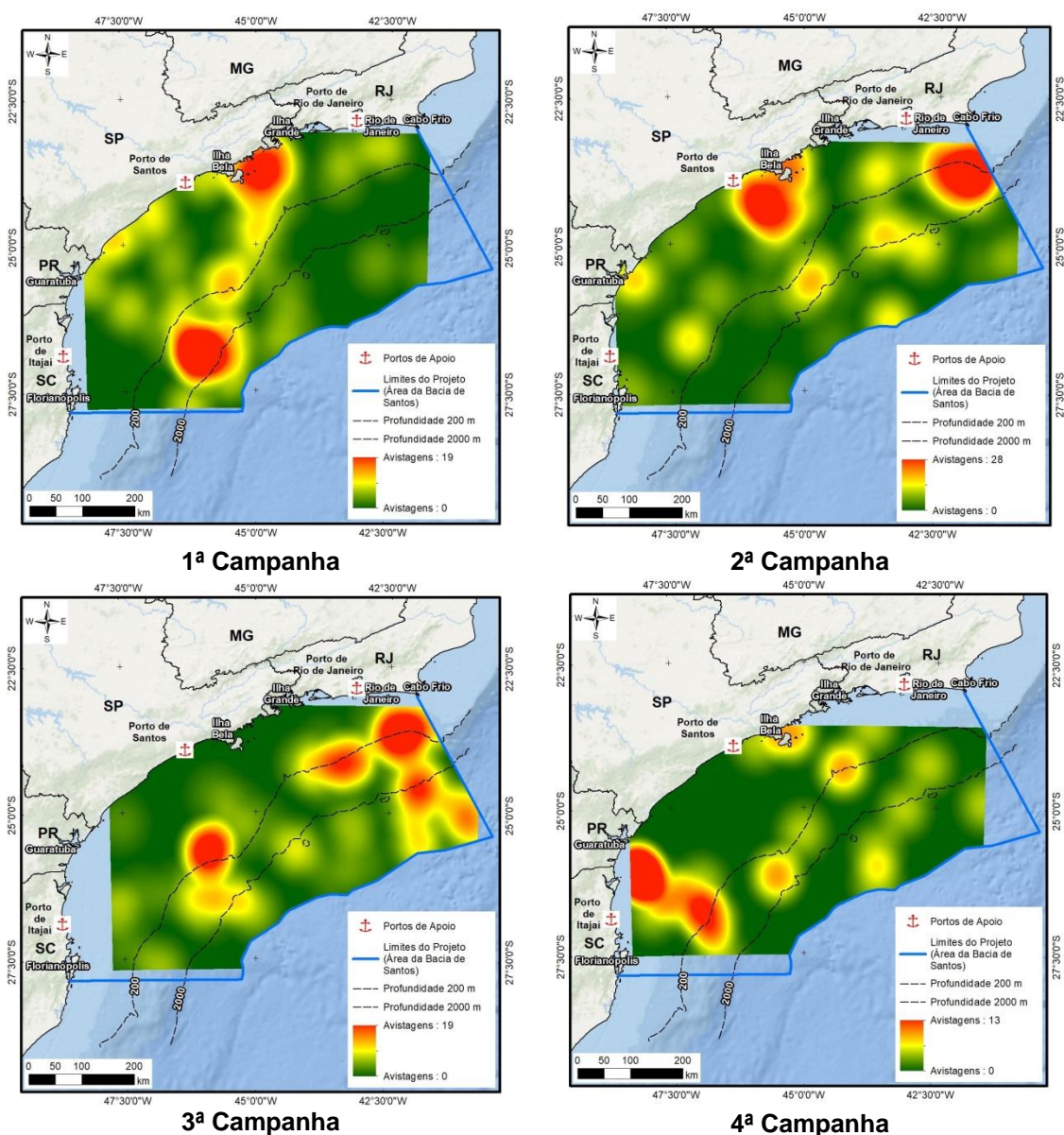


**Figura IV.1.5-1:** Concentração de registros de cetáceos durante as Campanhas de Avistagem Embarcada do PMC-BS. Densidade de Kernel evidenciando as regiões de alta densidade de avistagens (áreas vermelhas).





**Figura IV.1.5-2:** Concentração de registros de cetáceos durante Monitoramento Acústico Passivo do PMC-BS. Densidade de Kernel evidenciando as regiões de alta densidade de avistagens (áreas vermelhas).

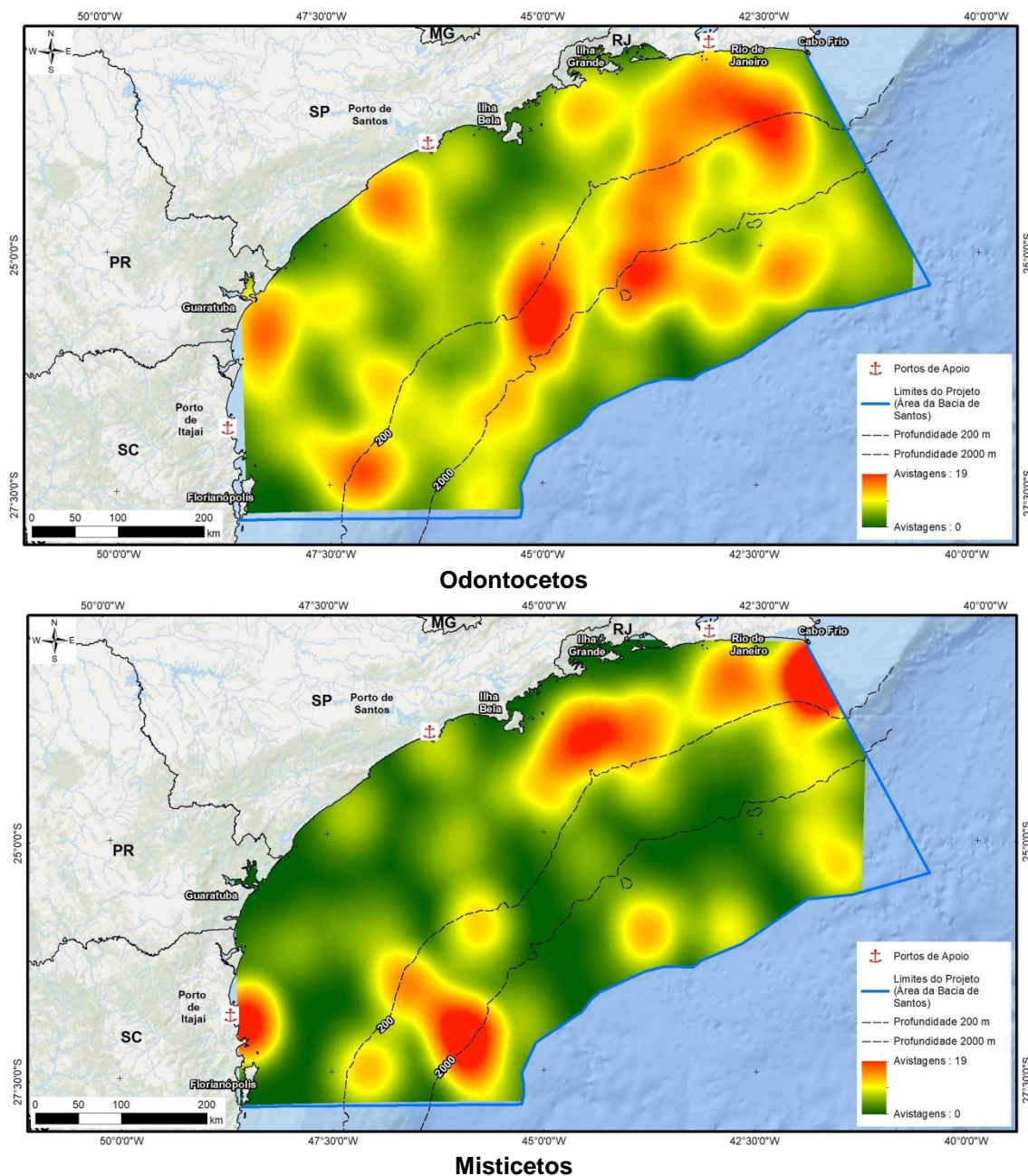


**Figura IV.1.5-3:** Concentração de registros de cetáceos durante Campanhas de Avistagem Aéreas do PMC-BS. Densidade de Kernel evidenciando as regiões de alta densidade de avistagens (áreas vermelhas).

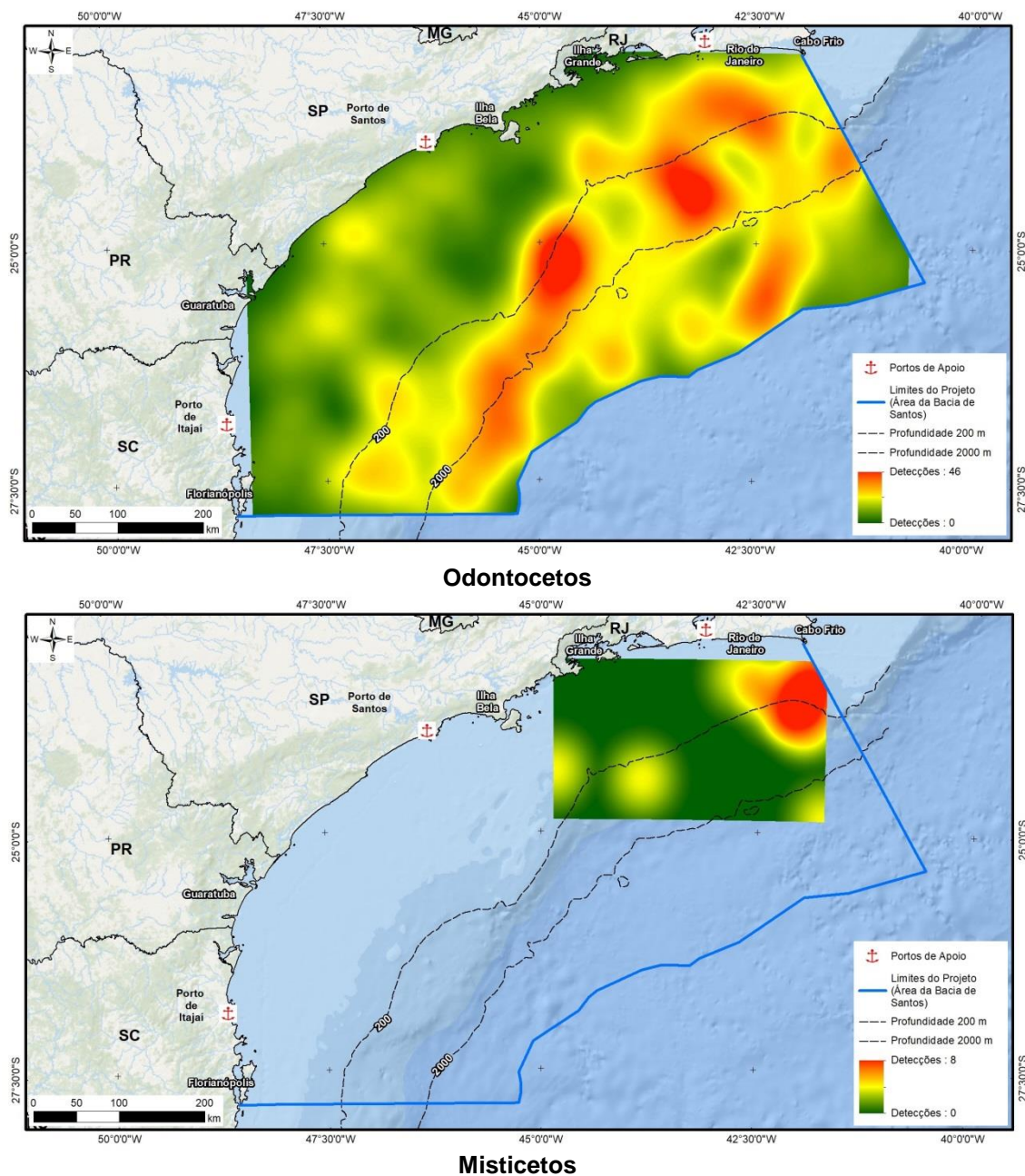
Quando comparamos a distribuição de mysticetos e odontocetos, fica evidente que a distribuição dos odontocetos é menos concentrada e mais difusa que a distribuição dos mysticetos (**Figuras IV.1.5-4 a IV.1.5-6**). Enquanto as áreas de concentração de odontocetos foram distribuídas pelo talude continental e por outras regiões costeiras, os mysticetos estiveram mais restritos a determinadas regiões, como os arredores de Cabo Frio e no talude



continental da parte sul da Bacia de Santos. Eventualmente também foram observadas regiões de concentração de grandes baleias na costa de Santa Catarina e Paraná.

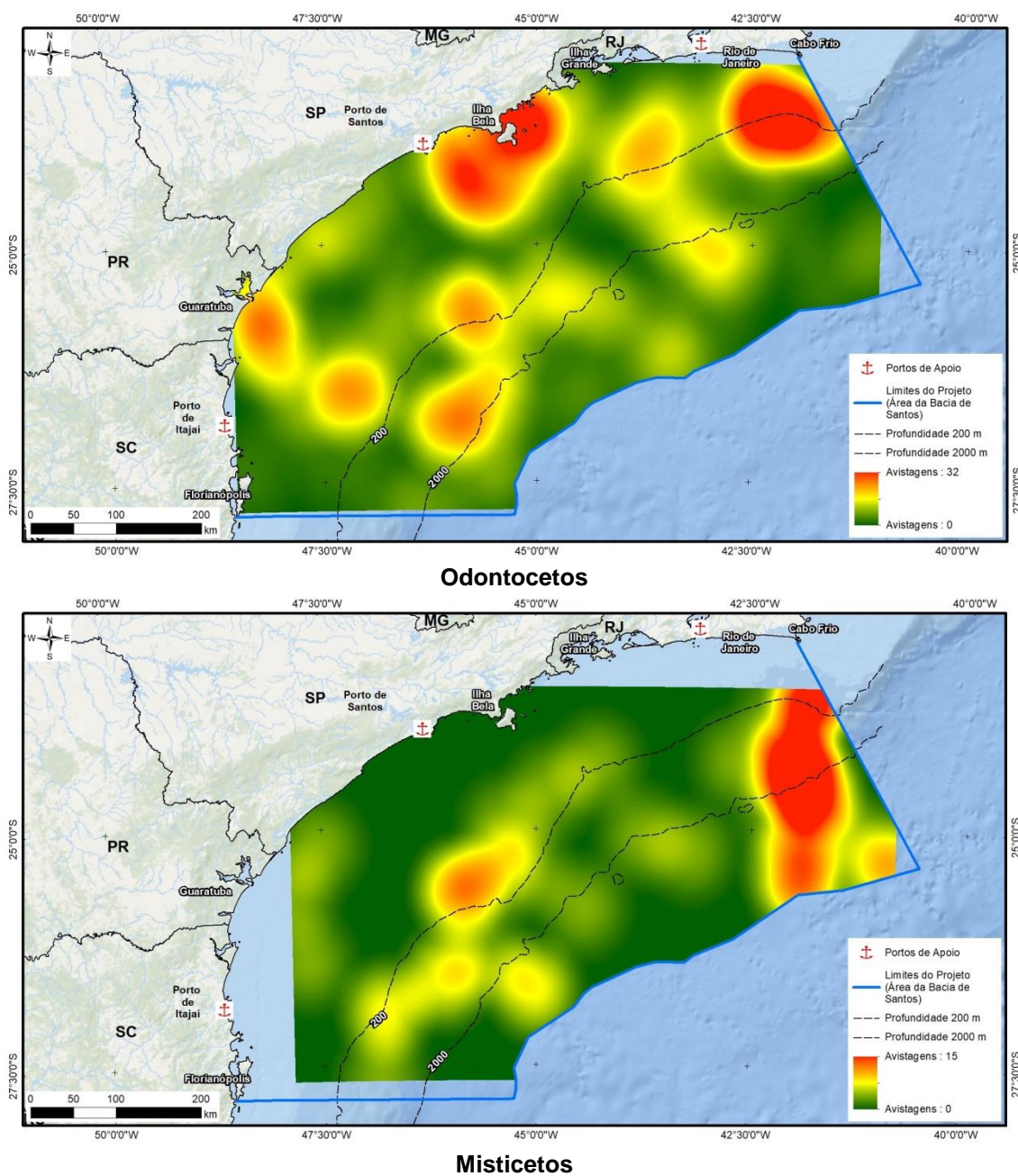


**Figura IV.1.5-4:** Concentração de registros visuais de Odontocetos e Misticetos durante Campanhas de Avistagem Aéreas do PMC-BS. Densidade de Kernel evidenciando as regiões de alta densidade de avistagens (áreas vermelhas).



**Figura IV.1.5-5:** Concentração de registros acústicos de Odontocetos e Mysticetos durante Monitoramento Acústico Passivo do PMC-BS. Densidade de Kernel evidenciando as regiões de alta densidade de avistagens (áreas vermelhas). Vale observar que existem poucos registros de vocalizações de misticetos em toda a região sul da Bacia de Santos, resultando em ausência de previsões de densidade kernel para a maior parte da bacia.





**Figura IV.1.5-6:** Concentração de registros visuais de Odontocetos e Misticetos durante Campanhas de Avistagem Aérea do PMC-BS. Densidade de Kernel evidenciando as regiões de alta densidade de avistagens (áreas vermelhas).

### Discussão

A distribuição heterogênea dos cetáceos é amplamente reconhecida, e pode ter relação com a distribuição agregada das presas e predadores que, por

sua vez, respondem à heterogeneidade ambiental (MATTHIOPOULOS & ARTS, 2010). A distribuição em áreas de reprodução de mysticetos migratórios, como os mares tropicais e subtropicais do Brasil, reflete características que propiciam o cuidado parental e as atividades de corte e cópula.

Uma região consistente de concentração de mysticetos são os arredores de Cabo Frio, que reflete a alta frequência de grupos de baleias-jubarte observados no local. Além das observações visuais, os registros acústicos também sugerem se tratar de uma importante região de reprodução, com registros de cantos da baleia-jubarte através do MAP concentrados somente nesta região da Bacia de Santos. Eventualmente foram detectados cantos da espécie ao largo do Rio de Janeiro, mas nenhuma detecção de cantos da espécie na parte sul da Bacia de Santos. Além das evidências de reprodução apresentadas aqui, a região de Cabo Frio é uma notável rota de migração das baleias-jubarte que usam a costa brasileira para reprodução (ZERBINI *et al.*, 2006).

Além disso, mesmo em áreas de reprodução, as baleias podem se alimentar para minimizar o déficit energético da migração e jejum (e.g., BORTOLOTTI *et al.*, 2016). Evidências recentes de diferentes espécies de grandes baleias migratórias se alimentando na Bacia de Santos foram observadas através de dados coletados por tags digitais (ver item **IV.4.1 Comportamento de mergulho**).

A concentração de cetáceos nas regiões de talude continental já foi enfatizada em outras localidades do mundo, sendo áreas de grande riqueza específica e abundância de cetáceos (e.g., DAVIS *et al.*, 1998). As variações observadas nas áreas de concentração tanto de mysticetos quanto de odontocetos em diferentes campanhas do PMC pode ter relação com aspectos oceanográficos dinâmicos, que serão investigados em mais detalhes no item **IV.3 Uso de habitat**.

### IV.1.6 Movimentos

Ao longo dos dois primeiros anos foram definidas diferentes programações para os transmissores, considerando conhecimentos existentes na literatura para cada espécie, assim como a experiência adquirida ao longo do processo e aquela dos tagueadores. Os transmissores foram programados para transmitir durante 12 ou 13 horas por dia, e com um máximo de 450 transmissões por dia, buscando otimizar o uso da bateria para os períodos com melhor cobertura de satélites na região de estudo. As previsões de passagem de satélites foram obtidas a partir da *homepage* do Argos para determinar os melhores horários do dia para transmissão considerando a passagem dos satélites. Nas três primeiras campanhas a programação previu uma transmissão diária nos primeiros 30 dias, seguida de um ciclo de dias intercalados (dia sim/dia não), visando economizar a bateria a partir do segundo mês para aumentar o tempo de transmissão. Considerando os resultados obtidos neste período, na quarta campanha a programação foi alterada para uma transmissão diária contínua, considerando o tempo máximo de permanência dos transmissores.

O reduzido tempo de permanência dos cetáceos na superfície da água restringe o número de sinais enviados ao satélite, resultando numa elevada proporção de posições de baixa qualidade ou de qualidade indefinida (FREITAS *et al.*, 2008). As posições enviadas pelo sistema Argos são classificadas em categorias definidas em função da qualidade do ponto. Neste sentido, a qualidade (= precisão) da posição é dividida nas categorias 3, 2, 1, 0, A, B e Z, numa sequência decrescente de precisão. As categorias 3, 2, 1 e 0 têm uma precisão estimada em 150, 350, 1.000 e > 1.000 m, respectivamente.

As classes A, B e Z estão baseadas em menos de quatro sucessivas transmissões, portanto, não têm uma precisão estimada, sendo que os da categoria Z são pontos para os quais o processo falhou, por isso são desconsiderados. Esta imprecisão dos pontos de localização transmitidos via sistema Argos fazem com que estes dados sejam normalmente filtrados para lidar com a reduzida precisão de muito pontos. Neste trabalho, o algoritmo

proposto por Freitas *et al.* (2008) foi utilizado para filtrar os dados, usando o pacote ‘argosfilter’ do programa R.

Apenas os pontos resultantes após a filtragem dos dados foram utilizados nas análises de distribuição e movimentação dos animais. Após a filtragem, o número restante de posições variou de 63,6 a 95,3% para os transmissores na configuração implantável e de 20,6 a 88,3% para os transmissores na configuração LIMPET. Para um dos transmissores LIMPET, instalado em uma baleia-fin, nenhum ponto atendeu aos critérios de qualidade após a filtragem dos dados (**Tabela IV.1.6-1**). Foi calculada a velocidade média diária percorrida por cada animal, em km/dia, como sendo a distância total percorrida dividida pelos dias.



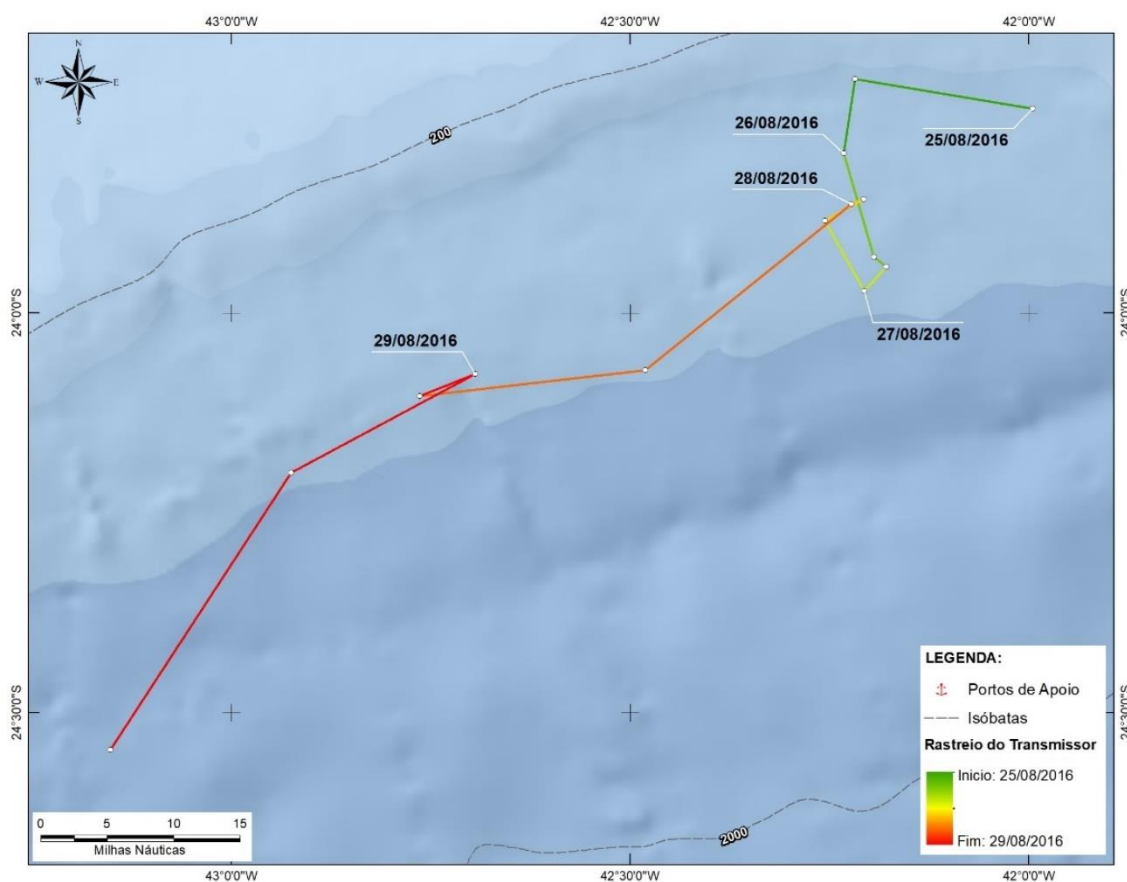
**Tabela IV.1.6-1:** Informações sobre os indivíduos marcados com sucesso com transmissores satelitais nas quatro Campanhas de Telemetria do PMC-BS. PTT = número de identificação do transmissor no sistema Argos; Qualidade dos pontos: divididos em seis categorias, segundo o sistema Argos, que são apresentadas em ordem crescente de qualidade; PT = total de pontos de localização recebidos; PF = total de pontos resultantes após a filtragem; DP = distância percorrida pelo indivíduo desde a data de marcação até o último ponto registrado, em km; VMD = velocidade média diária em km/dia.

N	PTT	Espécie	Qualidade dos pontos (pós-filtro)						PT	PF	%	DP	VMD
			B	A	0	1	2	3					
1	158551	<i>T. truncatus</i>	20	9	11	5	6	3	68	54	79,4	503,2	62,9
2	158544	<i>T. truncatus</i>	30	18	5	20	10	6	108	89	82,4	918,9	70,7
3	158542	<i>M. novaeangliae</i>	98	53	6	45	48	32	296	282	95,3	462,1	24,3
4	158553	<i>M. novaeangliae</i>	71	25	12	13	15	5	187	141	75,4	1.501,2	100,1
5	158554	<i>M. novaeangliae</i>	6	1	0	0	0	0	11	7	63,6	38,9	12,9
6	158546	<i>B. borealis</i>	43	11	2	5	5	0	87	66	75,9	338,9	56,5
7	158549	<i>B. physalus</i>	0	0	0	0	0	0	7	Sem dados após filtro			
8	158547	<i>O. orca</i>	13	7	3	3	4	0	36	30	83,3	147,3	49,1
9	162628	<i>O. orca</i>	47	43	12	23	14	6	170	145	85,3	682,4	52,5
10	162629	<i>B. borealis</i>	7	0	0	0	0	0	34	7	20,6	452,9	64,7
11	162630	<i>B. borealis</i>	200	51	7	20	14	13	409	305	74,6	3.533,1	92,9
12	162631	<i>T. truncatus</i>	3	0	0	0	0	0	9	3	33,3	64,72	16,2
13	158556	<i>M. novaeangliae</i>	43	6	1	2	4	3	66	59	89,4	117,12	13,0
14	162634	<i>T. truncatus</i>	18	2	12	7	2	2	44	24	54,5	158,7	39,7
15	162632	<i>T. truncatus</i>	20	10	6	16	8	14	74	56	75,7	515,7	73,7

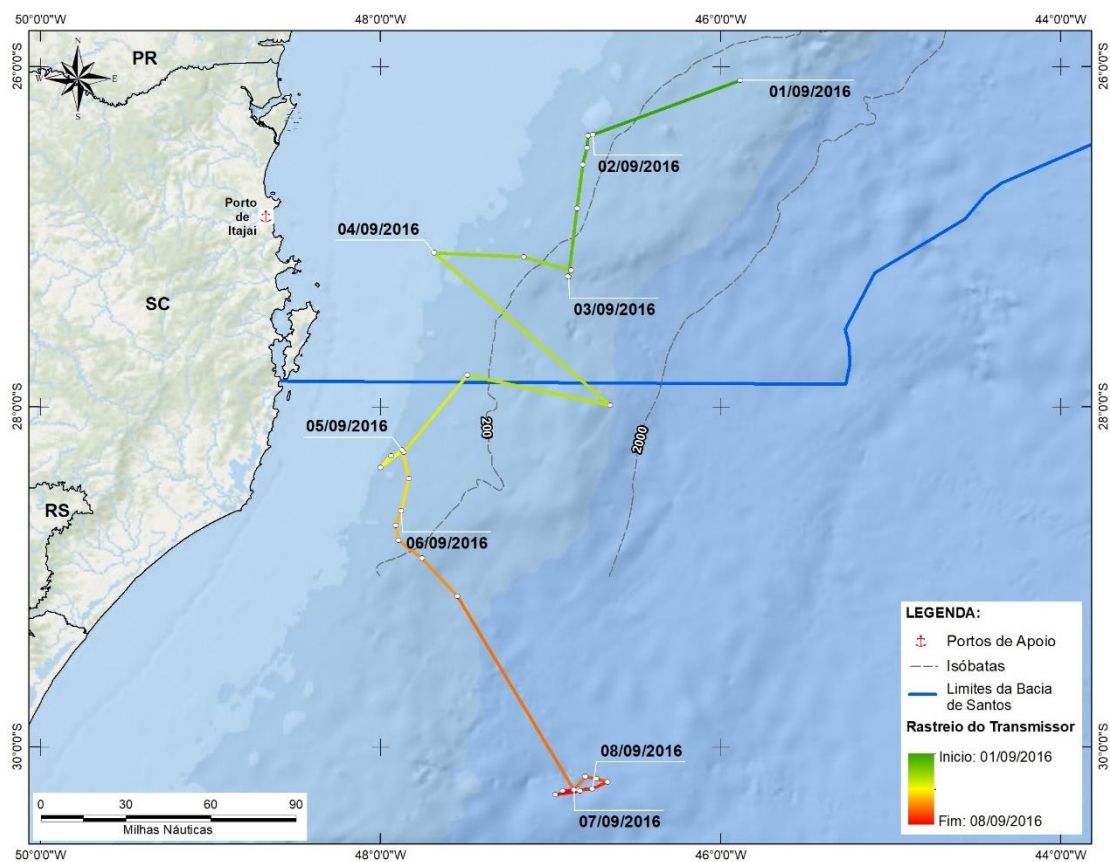
N	PTT	Espécie	Qualidade dos pontos (pós-filtro)						PT	PF	%	DP	VMD
			B	A	0	1	2	3					
16	162637	<i>T. truncatus</i>	23	15	19	25	23	20	125	105	84	665,9	66,6
17	166666	<i>B. bonaerensis</i>	134	25	4	6	3	1	174	72	41,4	1.845,9	102,5
18	34588	<i>M. novaengliae</i>	328	148	37	83	67	34	697	591	84,8	5.162,7	95,6
19	166663	<i>T. truncatus</i>	45	24	8	22	10	11	120	94	78,3	565,9	40,4
20	34686	<i>M. novaengliae</i>	287	66	8	23	18	7	409	330	80,7	2.753,5	76,5
21	166662	<i>B. brydei</i>	102	2	3	0	0	0	107	69	64,5	1.111,1	39,7
22	162633	<i>O. orca</i>	267	148	26	45	47	22	555	490	88,3	2.692,5	81,6

### *Baleia-sei*

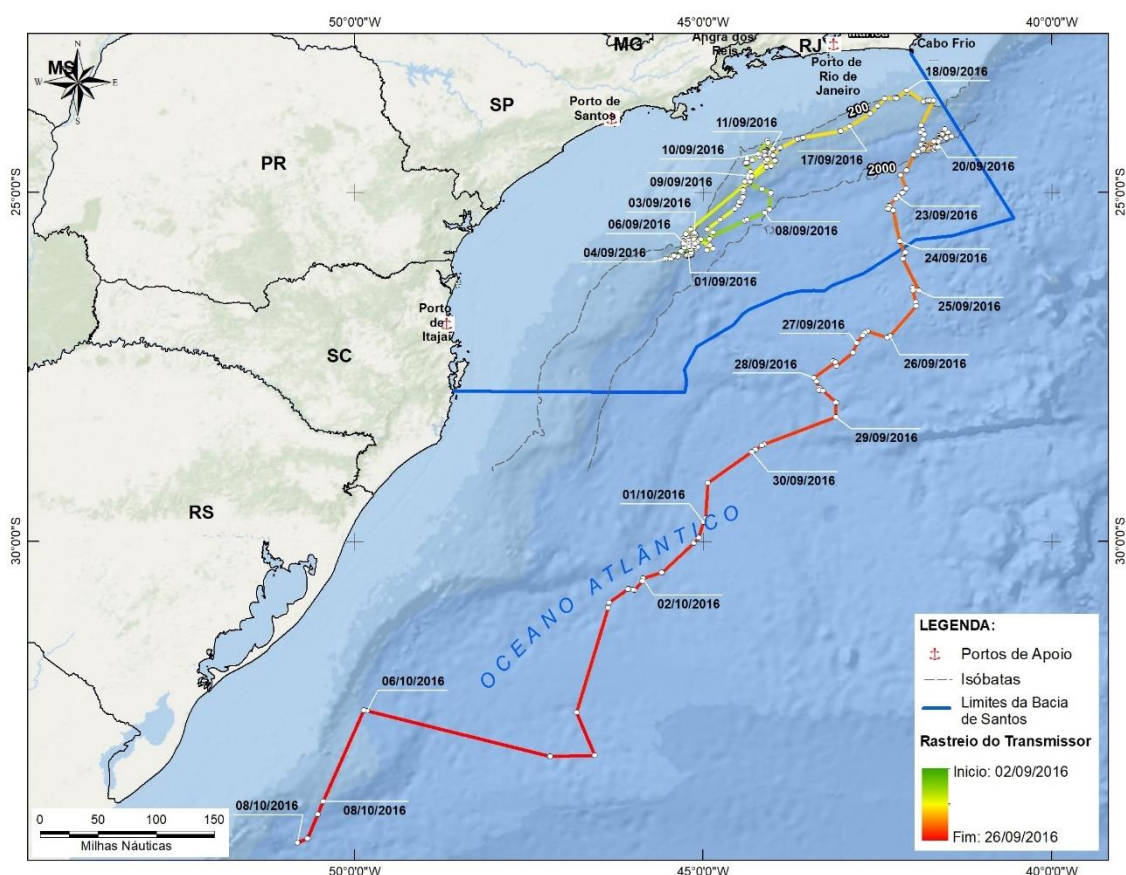
Foram realizadas oito tentativas de marcação de baleias-sei (*Balaenoptera borealis*), todas na 2ª Campanha, o que correspondeu ao inverno. Em duas ocasiões não houve condições de realizar o procedimento devido ao comportamento do animal e em uma ocasião houve falha na instalação, com a perda do transmissor. Em cinco oportunidades houve sucesso na marcação, sendo obtidas informações para três animais, todos marcados com transmissores na configuração LIMPET. Destes, apenas um teve a coleta de biópsia. Apenas um transmissor na configuração implantável foi utilizado para esta espécie, mas houve falha na transmissão de dados. Todos os indivíduos foram marcados perto do talude continental (**Figuras IV.1.6-1 a IV.1.6-3**). O tempo médio de monitoramento foi de 17 dias (variando de 6 a 38 dias) e a distância média percorrida foi de 1.441,6 km (variando de 338,9 a 3.533,1 km). Considerando os dados obtidos até o momento, a velocidade média diária variou de 56,5 a 92,9 km/dia.



**Figura IV.1.6-1:** Movimentação de baleia-sei (*Balaenoptera borealis*) marcada no dia 25/08/2016 (PTT 158546) durante a 2ª Campanha de Telemetria do PMC-BS



**Figura IV.1.6-2:** Movimentação de baleia-sei (*Balaenoptera borealis*) marcada no dia 31/08/2016 (PTT 162629) durante a 2ª Campanha de Telemetria do PMC-BS



**Figura IV.1.6-3:** Movimentação de baleia-sei (*Balaenoptera borealis*) marcada no dia 01/09/2016 (PTT 162630) durante a 2ª Campanha de Telemetria do PMC-BS

Os três indivíduos marcados realizaram, pelo menos ao final do monitoramento, um movimento em direção ao sul. O indivíduo PTT 158546 foi marcado próximo do limite norte da Bacia de Santos, ao sul da região de Cabo Frio, RJ, a uma distância de 85 km da costa, em um grupo com 4 indivíduos adultos. Seus movimentos foram monitorados durante 6 dias, período no qual percorreu 338,9 km, com uma velocidade média de 56,5 km/dia. Ao longo dos três primeiros dias, ele permaneceu na mesma área onde foi marcado, enquanto que nos três últimos dias de monitoramento ele iniciou um movimento em direção sudoeste, distante 180 km da costa.

O indivíduo PTT 162629, marcado num grupo com 3 indivíduos adultos a uma distância de 170 km da costa, era um macho, conforme identificado pela análise genética. Seu deslocamento também iniciou em direção ao sul, após



permanecer por três dias na região onde foi marcado, percorrendo 452,9 km no período em velocidade média de 64,7 km/dia. Ao final da transmissão estava a 293 km da costa. O tempo reduzido de permanência dos transmissores nestes dois indivíduos (6 e 7 dias, respectivamente) não permitiu confirmar a continuidade deste movimento em direção ao sul.

O indivíduo PTT 162630, marcado num grupo com dois indivíduos adultos a uma distância de 209 km da costa, realizou ao longo de 27 dias um deslocamento de 2.066 km. Nos primeiros 6 dias de monitoramento, o animal permaneceu na mesma região onde foi marcado e em seguida fez um deslocamento em sentido NE, movimentando-se ao longo do talude. Após 16 dias de monitoramento, o animal foi em direção a Cabo Frio, RJ, onde permaneceu a uma distância média de 67 km da costa durante seis dias. Após 22 dias de monitoramento o animal iniciou um movimento em direção sul/sudoeste. Em 08/10, última data de transmissão, o animal estava a aproximadamente 400 km da costa. Sua velocidade média durante o período foi de 92,9 km/dia.

Os dados aqui apresentados sobre *B. borealis* são muito relevantes, dada a escassez de informações sobre a espécie no Atlântico Sul (PRIETO, 2014). Além disso, o uso de telemetria via satélite (OLSEN *et al.*, 2009; PRIETO *et al.*, 2014) para descrever padrões de deslocamento desta espécie ainda é incipiente. A presença da baleia-sei no Brasil é considerada ocasional (LODI & BOROBIA, 2013) e nada se conhece sobre sua estrutura genética, seus movimentos e padrão de migração nesta região do Atlântico. A espécie foi abundante nos registros de capturas em Costinha, na Paraíba, entre 1947 e 1974 (ver ZERBINI *et al.*, 1997). Contudo, levantamentos realizados nesta antiga área de caça na região da Paraíba, no período de 1998 a 2001, registraram apenas dois indivíduos (ANDRIOLO *et al.*, 2010). Os dados indicam que a espécie sofreu uma redução significativa, com a população original estimada em 100.000 indivíduos em 1930, sendo reduzida para aproximadamente 16.000 indivíduos em 1979 (HORWOOD, 1987)

DI TULLIO *et al.* (2016) registraram apenas um indivíduo na região Sul, na primavera, após realizarem oito cruzeiros na região do talude continental entre

os anos de 2009 e 2014, ao longo das regiões Sudeste e Sul do Brasil. Os três indivíduos marcados no presente trabalho tiveram seus movimentos monitorados no mês de agosto (inverno) e seu deslocamento em direção ao sul pode indicar uma migração de retorno para as áreas de alimentação, em latitudes mais altas, onde a espécie provavelmente ocorre entre a primavera e o verão.

A baleia-sei realiza migrações latitudinais, como a maioria dos mysticetos (WEIR *et al.*, 2001; JEFFERSON *et al.*, 2015), permanecendo no verão em altas latitudes para alimentação e no inverno em baixas latitudes para reprodução (HORWOOD, 1987). Enquanto as áreas de alimentação são bem conhecidas, as áreas de reprodução permanecem pouco definidas (PRIETO, 2014). A espécie costuma ocupar a região oceânica, mas pode se aproximar da costa com fins de alimentação (SHILLING *et al.*, 1992).

O único trabalho realizado até o momento usando telemetria satelital com esta espécie ocorreu no Atlântico Norte e registrou uma migração de 4.102 km de distância na primavera, entre a Ilha Faial (Açores) e as águas produtivas do mar de Labrador, num intervalo de 43 dias (OLSEN *et al.*, 2009). A distribuição das baleias-sei está estreitamente associada a características oceanográficas, tanto físicas como biológicas, durante a sua migração para as latitudes maiores, onde estão suas áreas de alimentação (SKOV *et al.*, 2008; OLSEN *et al.*, 2009).

### *Baleia-fin*

Foram realizadas sete tentativas de marcação de baleias-fin (*Balaenoptera physalus*), sendo uma na 2ª Campanha de Avistagem e MAP, uma na 2ª Campanha de Telemetria e as outras cinco na 4ª Campanha de Telemetria. Em três ocasiões não houve condições de realizar o procedimento devido ao comportamento do animal e em outras três ocasiões houve falha na instalação, com a perda do transmissor. Apenas uma baleia foi marcada com sucesso utilizando um transmissor na configuração LIMPET, sem a coleta de biópsia. O animal foi marcado na região oceânica, a cerca de 150 km da costa e 686 m de

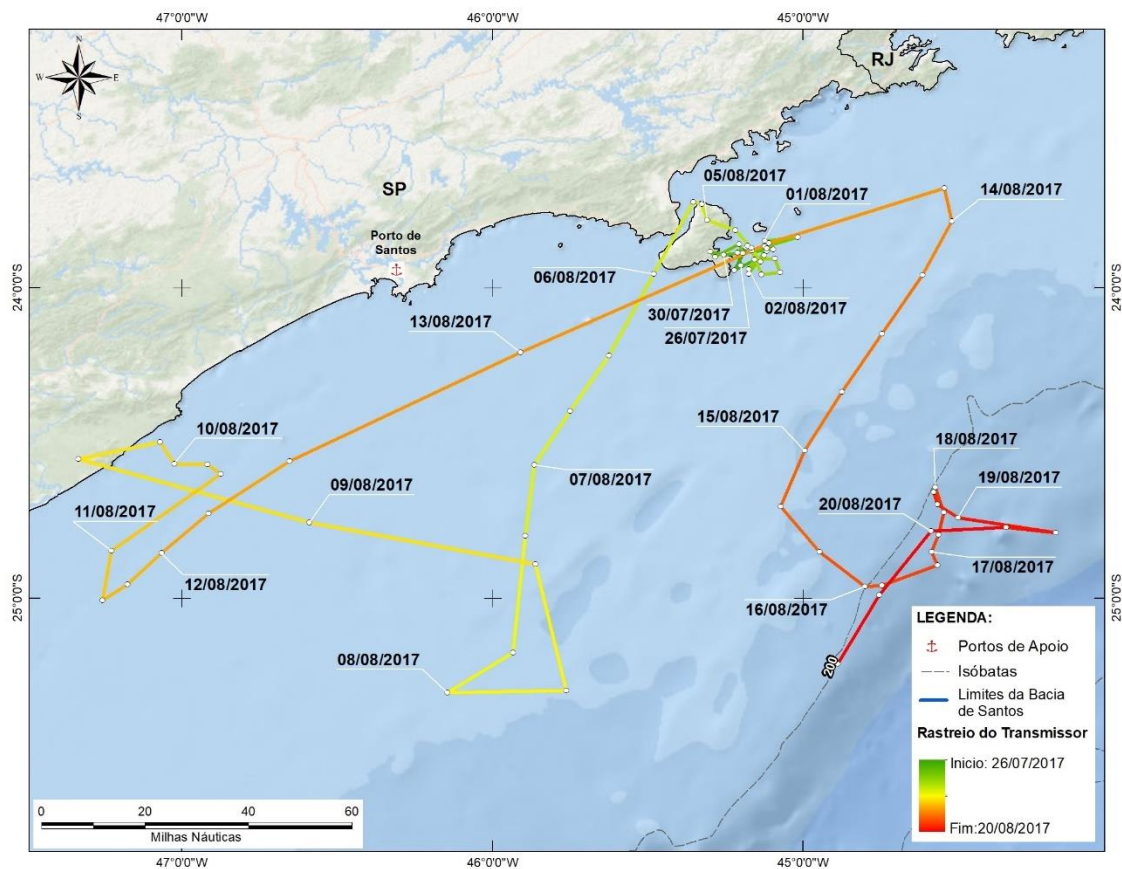
profundidade, durante a 2ª Campanha, correspondendo ao inverno. O equipamento transmitiu apenas durante dois dias. Contudo, após a filtragem dos dados, nenhum dos pontos recebidos atendeu aos parâmetros de qualidade definidos na análise. Portanto, não foi possível obter informações sobre os padrões de movimentação desta espécie.

### *Baleia-de-bryde*

Foi marcada uma baleia-de-bryde (*Balaenoptera brydei*) com um transmissor na configuração LIMPET, com seis pétalas, no dia 25/07/17 (4ª Campanha), a uma distância de 1 km da costa e em profundidade de 30 m. Onze tentativas de marcação da espécie com transmissores satelitais foram realizadas ao longo de dois anos, sendo oito na configuração implantável e três na configuração LIMPET. Em nove tentativas não houve condições de realizar o procedimento devido ao comportamento do animal e em uma ocasião houve falha na instalação, com a perda do transmissor. Não foi possível a coleta de biópsia deste animal.

Esta baleia foi localizada próximo a Baía do Sombrio, em Ilhabela (SP), e tinha uma cicatriz profunda no dorso, provavelmente originada pela colisão com um navio de grande porte (**Figura IV.1.6-4**). Em função desta característica foi possível confirmar que se tratava do mesmo animal registrado em 2016, nesta mesma baía. Naquela oportunidade foi feita uma tentativa de marcação, mas seu comportamento evasivo não permitiu a realização do procedimento.

O monitoramento durou 28 dias, período no qual a baleia PTT 166662 percorreu 1.111,1 km, a uma velocidade média de 39,7 km/dia. Após a marcação, realizada no dia 25/07/17, o animal permaneceu por 12 dias junto a Baía do Sombrio, deslocando-se depois para o sul. Durante todo o período de monitoramento a movimentação não seguiu uma rota definida, entre Cananeia e Caraguatatuba (SP), um trecho de cerca de 300 km de litoral. Contudo, o animal afastou-se da costa neste período, até uma distância de cerca de 110 km. e 200 m de profundidade (**Figura IV.1.6-4**).



**Figura IV.1.6-4:** Movimentação da baleia-de-bryde (*Balaenoptera brydei*) marcada no dia 25/07/2017 (PTT 166662) durante a 4ª Campanha de Telemetria do PMC-BS.

A baleia-de-bryde não é uma espécie migratória e as evidências indicam que os organismos desta espécie permanecem em águas tropicais e temperadas ao longo do ano (KATO & PERRIN, 2008). A espécie já foi registrada na costa Sul e Sudeste do Brasil ao longo do ano e há evidências de que esta região seja utilizada tanto para reprodução como para alimentação, incluindo a costa Nordeste do Brasil, Rio de Janeiro e São Paulo (SICILIANO *et al.*, 2004; LIMA *et al.*, 2006; ANDRIOLO *et al.*, 2010). Em Costinha, Paraíba, a espécie foi alvo da caça entre os anos 1940 e 1970 (WILLIAMSON, 1975; DA ROCHA, 1984), embora não fosse considerada abundante nesta região. Registros mais recentes na costa Nordeste são raros e reportam animais tanto na região costeira como oceânica (ANDRIOLO *et al.*, 2010). Em cruzeiros

realizados no talude das regiões Sul e Sudeste, a espécie foi frequente no Sudeste (DI TULLIO *et al.*, 2016).

Embora seja escasso o conhecimento sobre a espécie no Brasil, duas áreas de maior concentração são conhecidas no sudeste: Cabo Frio (RJ) (SICILIANO *et al.*, 2004; FIGUEIREDO *et al.*, 2015) e a Laje de Santos (SP) (GONÇALVES & ANDRIOLO, 2006), com registros ao longo de todo o ano. Algumas evidências sugerem que os indivíduos têm fidelidade a alguns locais (FIGUEIREDO *et al.*, 2015).

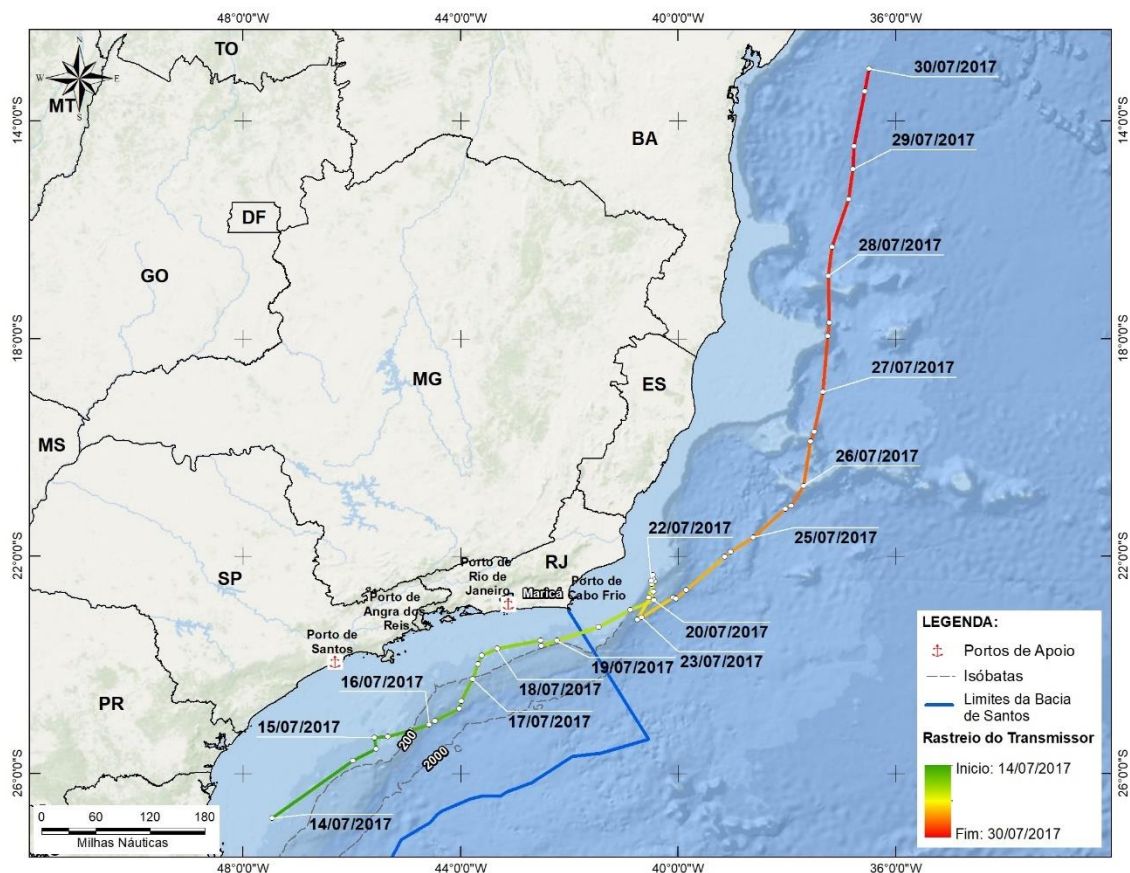
O único indivíduo marcado até o momento se manteve ao longo de todo o período na mesma região da costa de São Paulo. A presença da marca no dorso confirmou sua permanência no local entre os anos, o que sugere de fato algum nível de residência. Filhotes também já foram registrados nesta região.

#### *Baleia-minke-antártica*

Foi marcada uma baleia-minke-antártica (*Balaenoptera bonaerensis*) com um transmissor na configuração LIMPET, com seis pétalas, no dia 13/07/17 (4ª Campanha), a uma distância de cerca de 100 km da costa e em profundidade de 502 m. Esta foi a primeira tentativa de marcação da espécie no PMC. Este animal havia sido identificado como baleia-de-bryde em campo, por causa da ocorrência das duas espécies no local no mesmo momento, o que foi corrigido pela análise genética.

Esta baleia (PTT 166666) era um macho que estava acompanhado de uma fêmea com filhote (**Figura IV.1.7-5**). O monitoramento durou 18 dias, período no qual a baleia percorreu 1.845,9 km, a uma velocidade média de 102,5 km/dia. Após a marcação, o animal seguiu em direção ao norte, permanecendo cerca de seis dias nas proximidades de Cabo Frio e seguindo novamente ao norte. A baleia chegou até Salvador (BA) no dia 30/07/17, quando o transmissor parou seu funcionamento (**Figura IV.1.6-5**).





**Figura IV.1.6-5:** Movimentação da baleia-minke-Antártica (*Balaenoptera bonaerensis*) marcada no dia 13/07/2017 (PTT 166666) durante a 4ª Campanha de Telemetria do PMC-BS.

A baleia-minke-antártica está distribuída no Hemisfério Sul e a região Nordeste do Brasil é considerada uma área reprodutiva da espécie (LUCENA, 2006; ANDRIOLO *et al.*, 2010). Em Costinha, na Paraíba, cerca de 10.886 indivíduos foram capturados entre os anos 1960 e 1980, antes da moratória de caça (LUCENA, 2006). Nesta região a espécie foi registrada em águas oceânicas, entre 200 e 4.675 m de profundidade, com maior concentração em torno de 1.000 m de profundidade e nos meses de agosto a outubro (ANDRIOLO *et al.*, 2010). A espécie também já foi registrada na região Norte do Brasil (Pará) (SICILIANO *et al.*, 2008; BALENSIEFER *et al.*, 2014); no talude da região Sul e Sudeste a espécie foi registrada em todas as estações, embora tenha sido rara (DI TULLIO *et al.*, 2016).



O reduzido número de filhotes e fêmeas prenhes ou amamentando na costa Nordeste sugere que esta região seja utilizada apenas para o acasalamento, com os nascimentos ocorrendo em latitudes maiores (LUCENA, 2006). Os meses de setembro e outubro foram aqueles de maior abundância de baleias no período da caça, sendo este o período de ovulações eminentes na região (ROCHA & BRAGA, 1982). Nesta região, a proporção de fêmeas tende a ser maior do que de machos (LUCENA, 2006).

O movimento do indivíduo PTT 166666 seguiu o padrão esperado, com base nos dados existentes sobre a espécie na literatura para esta região. Ao final de julho o indivíduo estava no litoral da Bahia e provavelmente chegou à região principal de reprodução no mês de agosto.

Esta foi a primeira marcação da espécie com transmissor satelital no Atlântico Sul. Outros trabalhos com a espécie utilizaram transmissores na configuração implantável e LIMPET na Península Antártica (GALES et al., 2014; LEE et al., 2017).

### *Baleia-jubarte*

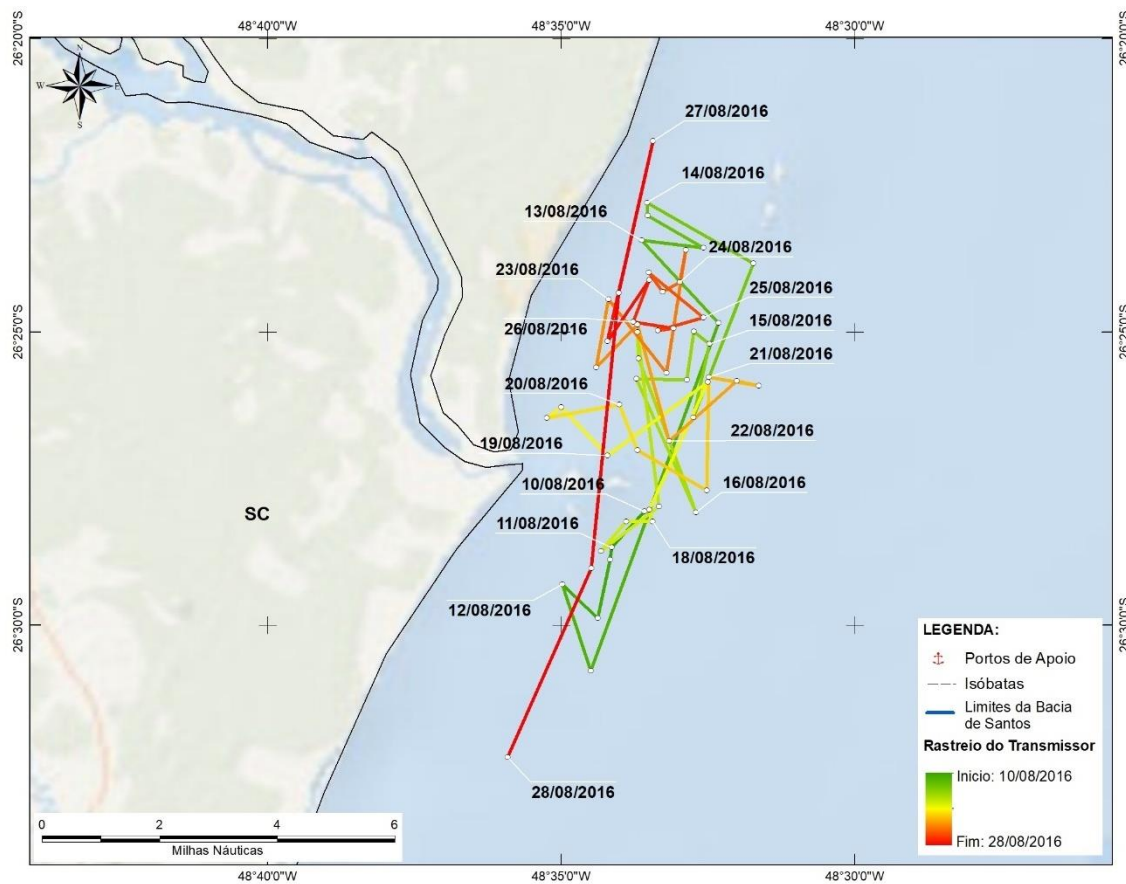
Foram realizadas 15 tentativas de marcação de baleias-jubarte (*Megaptera novaeangliae*), sendo 11 na 2ª Campanha e quatro na 4ª Campanha. Em nove ocasiões não houve condições de realizar o procedimento devido ao comportamento do animal, não havendo a perda de transmissores em procedimentos com esta espécie. Em todas as ocasiões foram utilizados transmissores na configuração implantável.

Foram marcados quatro indivíduos na 2ª Campanha e dois indivíduos na 4ª Campanha, em ambos os casos correspondendo ao inverno. O tempo médio de monitoramento foi de 22,7 dias (variando de 3 a 54 dias) e a distância média percorrida foi de 1.672,6 km (variando de 38,95 a 5.162,7 km). Analisando as campanhas separadamente, verificamos uma diferença significativa na qualidade dos dados da primeira em relação a segunda campanha: o número de dias de monitoramento na primeira campanha teve uma média de 11,5 dias

(variando de 3 a 19 dias), enquanto na 4ª Campanha o número médio foi de 45 dias (variando de 36 a 54).

Dois indivíduos foram marcados no litoral norte de Santa Catarina na 2ª Campanha, em agosto e setembro de 2016. No início de agosto foi marcado um macho, com tamanho estimado em 13 m de comprimento (PTT 158542), e no início de setembro foi marcada uma fêmea, com tamanho estimado em 11 m de comprimento (PTT 158556). Em ambos os casos eram animais subadultos. Ambos permaneceram na mesma região em que foram marcados durante todo o período de monitoramento, que foi de 19 dias na primeira marcação e 9 dias na segunda. As baleias realizaram deslocamentos ao longo da costa, em sentido nordeste/sudoeste. Permaneceram numa área bastante restrita e muito próxima da costa, entre os municípios de São Francisco do Sul e Barra do Sul, SC, em áreas com profundidade de 10 a 15 m (**Figuras IV.1.6-6 e IV.1.6-7**).

Na marcação do indivíduo PTT 158542 foram registrados outros 3 no local, enquanto que, na marcação do indivíduo PTT 158556, não foram registrados outros indivíduos no local. O comportamento dos indivíduos, em ambos os casos, indicou que eles estavam se alimentando na área. A velocidade média percorrida foi de 24,3 e 13 km/dia, respectivamente.

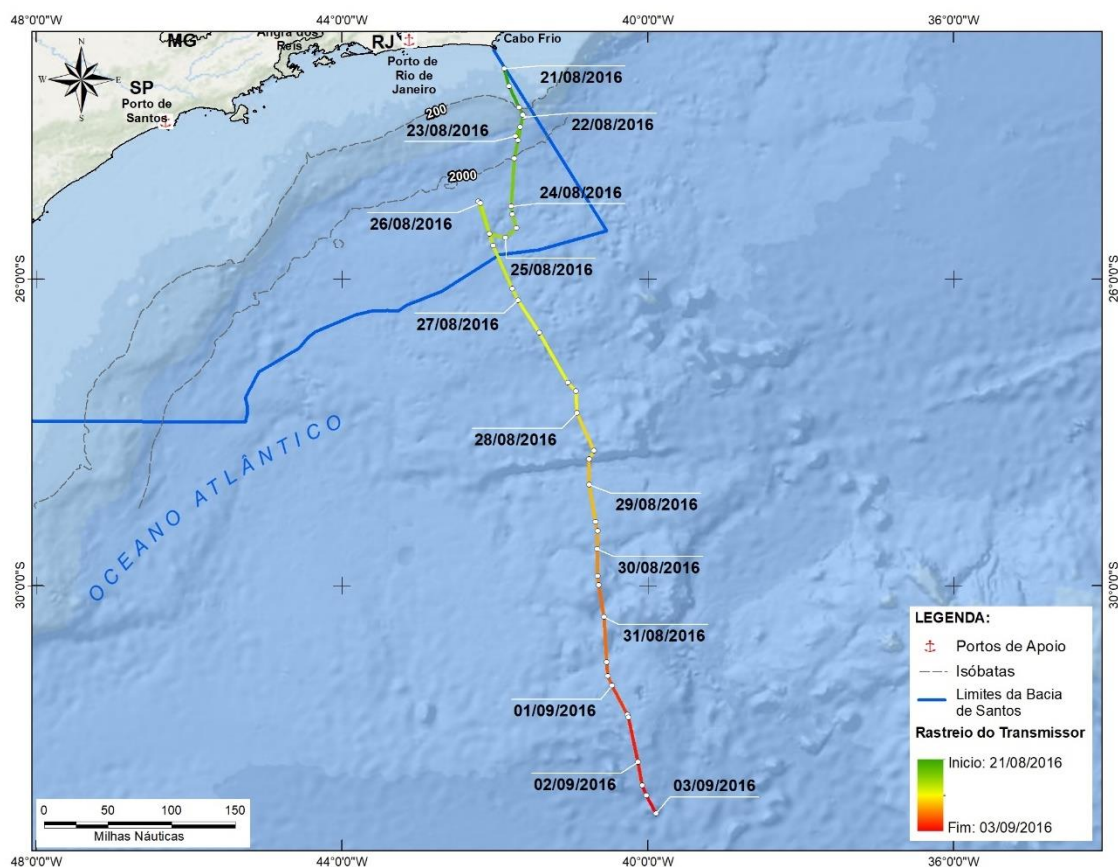


**Figura IV.1.6-6:** Movimentação da baleia-jubarte (*Megaptera novaeangliae*) marcada no dia 10/08/2016 (PTT 158542) durante a 2ª Campanha de Telemetria do PMC-BS.



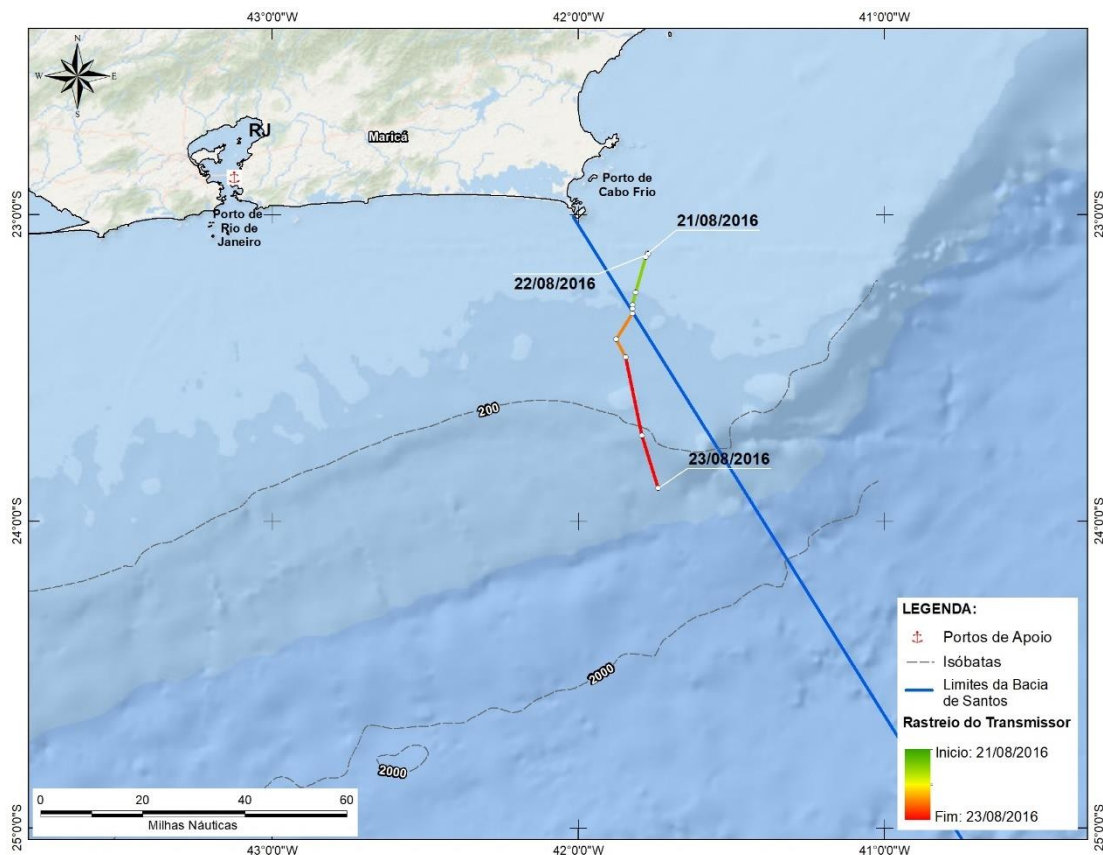
que o animal estava seguindo na rota de migração de retorno ao sul. A velocidade média foi de 100,1 km/dia.

O indivíduo PTT 158554, marcado um dia depois do PTT 158553, a uma distância de 27 km da costa, era um adulto e estava acompanhado de outro indivíduo. Ele foi monitorado por um tempo bem mais reduzido (3 dias), período no qual se manteve na mesma região, na região de Cabo Frio. Os dados indicam que este indivíduo estava seguindo a mesma rota do indivíduo PTT 158553, apesar do reduzido tempo de transmissão. Sua velocidade média foi de 12,9 km/dia.



**Figura IV.1.6-8:** Movimentação de baleia-jubarte (*Megaptera novaeangliae*) marcada no dia 20/08/2016 (PTT 158553) durante a 2ª Campanha de Telemetria do PMC-BS.





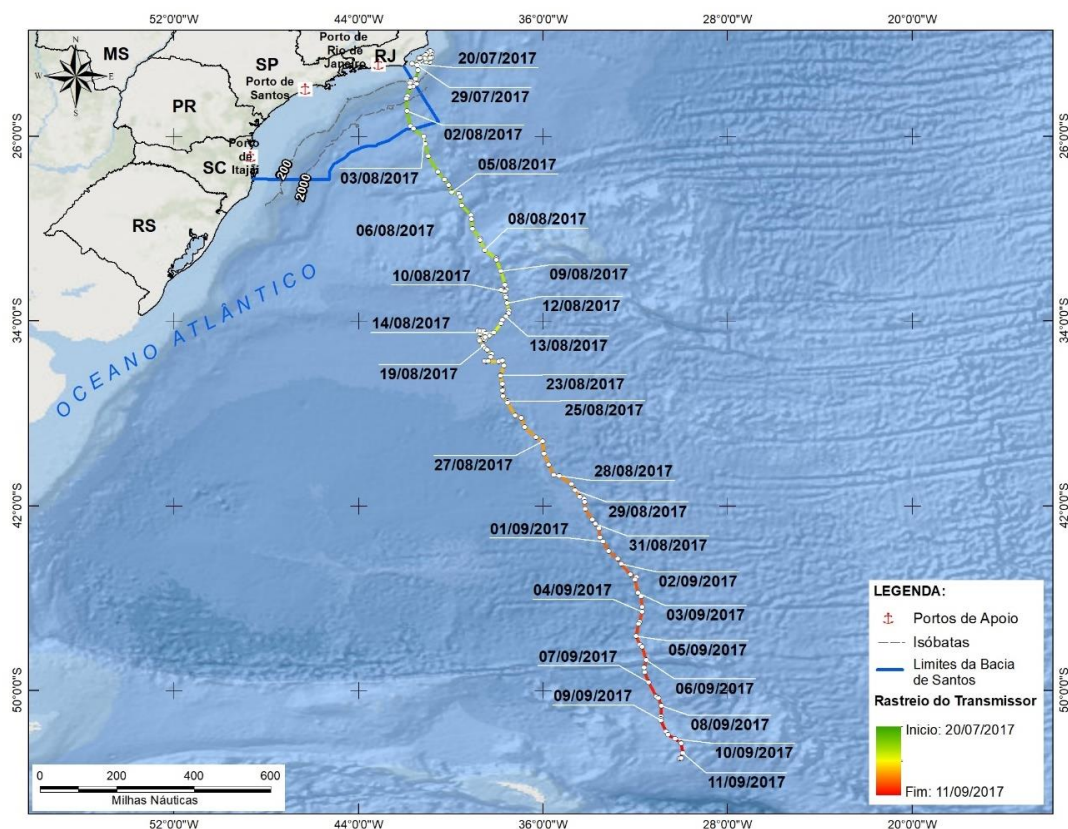
**Figura IV.1.6-9:** Movimentação de baleia-jubarte (*Megaptera novaeangliae*) marcada no dia 21/08/2016 (PTT 158554) durante a 2ª Campanha de Telemetria do PMC-BS.

As baleias marcadas na 4ª Campanha apresentaram comportamento muito distinto, embora tenham sido marcadas em datas muito próximas. O indivíduo PTT 34588 era uma fêmea com tamanho estimado em 15 m de comprimento. Foi marcado em 20/07/17 ao norte de Cabo Frio (RJ) a uma distância de 1,5 km da costa, com profundidade de 51 m, e estava acompanhado de outro indivíduo adulto. As baleias estavam acompanhadas de um grupo de 30 golfinhos-nariz-de-garrafa, *Tursiops truncatus*, com os quais foi observada uma interação. Este indivíduo foi monitorado durante 54 dias. Nos primeiros oito dias o animal permaneceu na mesma região, movimentando-se entre Cabo Frio e Armação de Búzios (RJ). No dia 29/07 se afastou da costa na altura de Cabo Frio, e no dia 01/08 iniciou um deslocamento no sentido sul, seguindo em

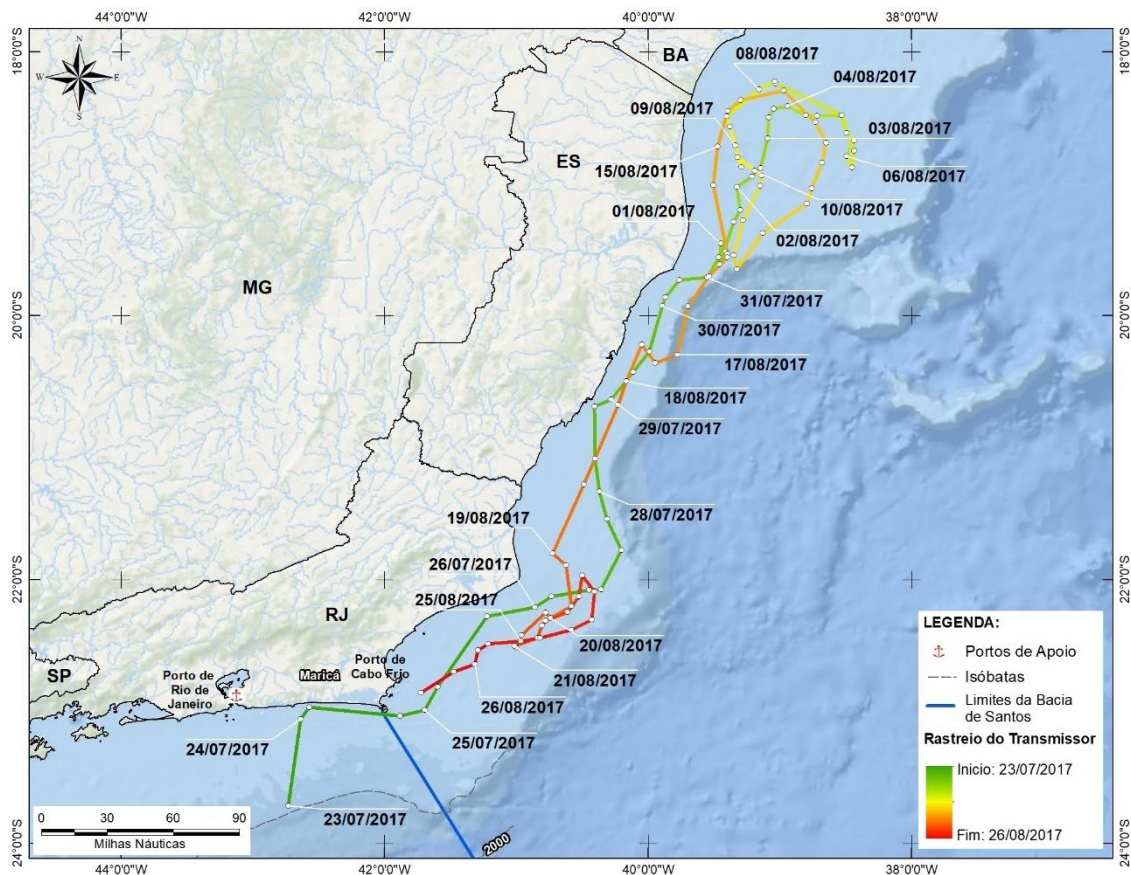


rota migratória até as ilhas Geórgia do Sul, quando o transmissor parou de funcionar (**Figura IV.1.6-10**).

A outra baleia, o indivíduo PTT 34686, também teve o tamanho estimado em 15 m de comprimento e não foi sexado. Foi marcado no dia 23/07/17 ao sul de Cabo Frio (RJ), a uma distância de 60 km da costa, em profundidade de 1532 m. Era o escort principal num grupo competitivo de 3 indivíduos, onde estavam presentes o animal nuclear e um escort secundário. Este indivíduo foi monitorado durante 36 dias. Nos primeiros 11 dias o animal seguiu em direção ao norte, chegando na região sul do Arquipélago de Abrolhos (BA). Permaneceu entre o sul de Abrolhos e Linhares (ES) durante 12 dias, quando começou um movimento em sentido ao sul, chegando ao norte de Cabo Frio em 27/08/17, quando encerrou a transmissão. Durante todo o período de monitoramento deste indivíduo seus movimentos não seguiram uma trajetória linear (**Figura IV.1.6-11**).



**Figura IV.1.6-10:** Movimentação da baleia-jubarte (*Megaptera novaeangliae*) marcada no dia 20/07/2017 (PTT 34588) durante a 4ª Campanha de Telemetria do PMC-BS.



**Figura IV.1.6-11:** Movimentação da baleia-jubarte (*Megaptera novaeangliae*) marcada no dia 23/07/2017 (PTT 34686) durante a 4ª Campanha de Telemetria do PMC-BS.

Comparando a movimentação de animais marcados em 2016 e 2017, pelo menos dois indivíduos foram registrados em rota migratória em direção ao sul em meados de agosto, sendo um deles subadulto, sem sexo confirmado, e o outro um indivíduo adulto macho. Um terceiro indivíduo, marcado no mesmo período em 2016, possivelmente também estava em rota migratória em direção ao sul, o que não pode ser confirmado devido ao reduzido tempo de transmissão. Outro aspecto que se destaca foi a permanência de baleias-jubarte na costa norte catarinense, registrada apenas em 2016. Eram animais subadultos, que estavam se alimentando na área, e este padrão comportamental pode ser considerado atípico para a espécie.

A baleia-jubarte é uma das espécies de mysticetos mais bem estudada no mundo, restando contudo muitas lacunas de informação sobre sua ecologia no Hemisfério Sul (IWC, 2006). A IWC denomina como “Estoque reprodutivo A” a população que migra anualmente para a costa leste da América do Sul (IWC, 2005). A região do Banco de Abrolhos, no litoral do Brasil, é a principal área de reprodução deste estoque (ANDRIOLO *et al.*, 2006; WEDEKIN *et al.*, 2010).

A abundância relativa na região aumenta gradualmente depois de julho, atingindo um pico entre o final de agosto e início de setembro, e reduzindo novamente em novembro, quando a população retorna para as áreas de alimentação (MORETE *et al.*, 2008). A rota migratória desta população indica que as Ilhas Sanduíche e as Ilhas da Geórgia do Sul são a principal região de alimentação deste estoque (ZERBINI *et al.*, 2006; ENGEL & MARTIN, 2009).

A rota percorrida pelos indivíduos PTT 158553 (agosto/2016) e PTT 34588 (macho – agosto/2017) seguiu o “corredor migratório” desta população, sendo semelhante as rotas registradas por ZERBINI *et al.* (2006) para uma fêmea acompanhada por filhote e um macho de baleia-jubarte, marcados com transmissor satelital em 2003. Contudo, pode-se considerar que a migração destes indivíduos para a região de alimentação ocorreu antes do previsto, já que este movimento costuma ocorrer entre outubro e novembro, após a temporada reprodutiva (ZERBINI *et al.*, 2006; MORETE *et al.*, 2008). O primeiro indivíduo era um subadulto, o que pode explicar este retorno precoce às áreas de alimentação, já que nesta fase da vida os indivíduos ainda não estão envolvidos diretamente nas atividades reprodutivas. Contudo, o animal marcado em 2017 era um macho adulto. Neste caso, o retorno precoce às áreas de alimentação pode estar associado a necessidades nutricionais. Entretanto, deve-se considerar que existe variação no comportamento migratório relacionada ao sexo e estado reprodutivo (BROWN *et al.*, 1995), e essa variação individual ainda precisa ser descrita para a costa brasileira.

O comportamento dos indivíduos PTT 158543 e PTT 158546 pode ser considerado atípico para a espécie na costa brasileira. Não há registros pretéritos de áreas de concentração de baleias-jubarte ao longo do litoral sul do Brasil. Encalhes de animais mortos são documentados há vários anos na

região sul (PINEDO, 1985; CHEREM *et al.*, 2004), mas são raros os registros de animais vivos ao longo da costa, incluindo o litoral catarinense. Em 2016 foram registrados muitos encalhes de jovens mortos no litoral brasileiro, incluindo a região Sul (ver em <http://pmp.acad.univali.br/simba>). É possível que o aumento populacional da espécie nos últimos anos esteja ocasionando uma maior dispersão da população, que passa a ocupar novas áreas. O fato destes animais serem jovens também contribui para explicar sua permanência numa região que normalmente não é utilizada pela espécie.

#### *Golfinho-nariz-de-garrafa*

Foram marcados oito golfinhos-nariz-de-garrafa (*Tursiops truncatus*), sendo dois na 1ª Campanha (verão), um na 2ª Campanha (inverno), quatro na 3ª Campanha (verão) e um na 4ª Campanha (inverno). Contudo, para um dos animais marcados na 3ª Campanha não houve a transmissão de dados. A duração média do monitoramento foi de 8,4 dias (variando de 4 a 14 dias) e a distância média percorrida foi de 484,7 km (variando de 64,7 a 918,9 km). Todos eles foram marcados com transmissores na configuração LIMPET, com três pétalas.

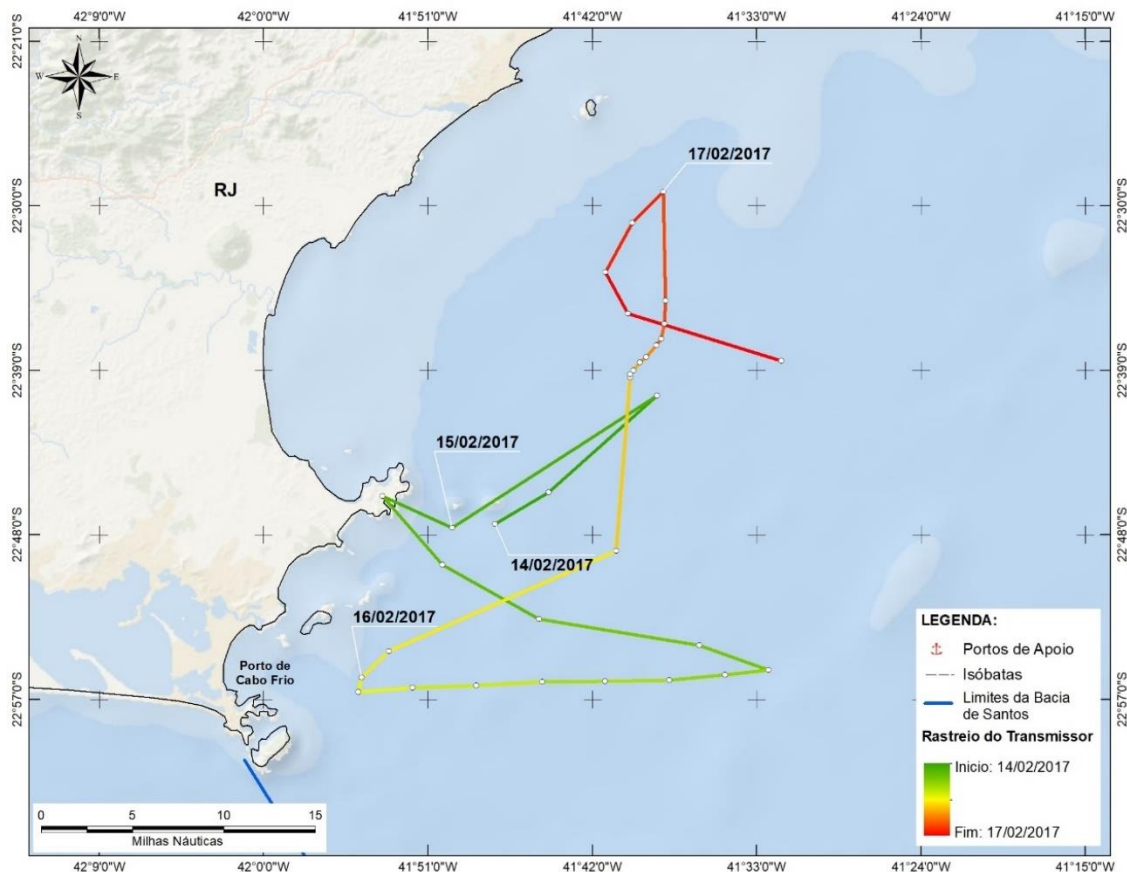
Seis indivíduos foram marcados na região costeira, sendo dois no Rio de Janeiro (3ª e 4ª Campanhas) e quatro entre Paraná e Santa Catarina (1ª e 3ª Campanhas). Apenas um indivíduo foi marcado na região oceânica (2ª Campanha).

A duração média dos transmissores na região costeira foi de 9,2 dias, com uma distância média percorrida de 555,2 km. A velocidade média foi de 59,03 km/dia. Contudo, quando comparamos os animais do Rio de Janeiro com os animais do Paraná/Santa Catarina, a velocidade média foi de 40,05 km/dia no RJ e de 68,5 km/dia no PR/SC. Na região oceânica a distância percorrida em 4 dias foi de 64,7km, resultando numa velocidade média de 16,2 km/dia.

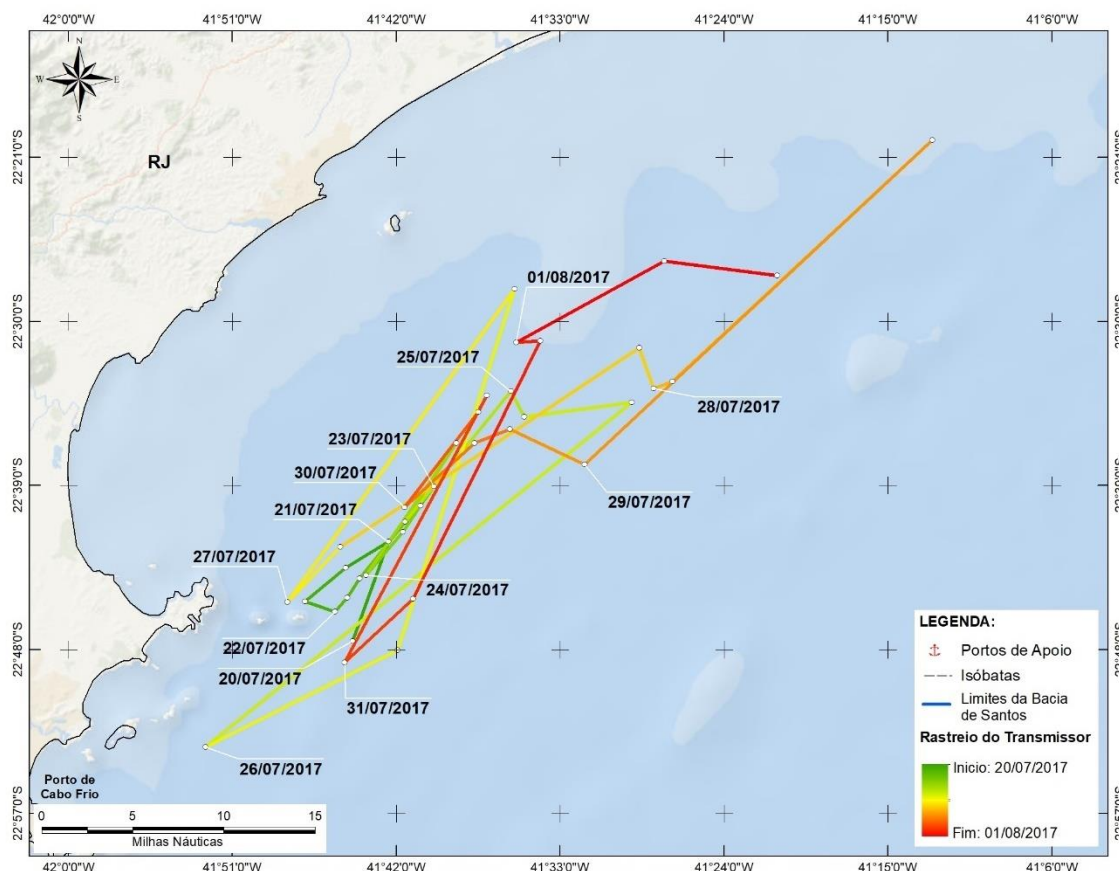
Os indivíduos na costa do RJ foram marcados em diferentes estações (verão e inverno de 2017), mas apresentaram uma distribuição muito semelhante, permanecendo próximo à costa entre Cabo Frio e Macaé, movimentando-se ao longo de um trecho de cerca de 70 km de costa. A



velocidade média também foi muito semelhante entre os dois (39,7 e 40,4 km/dia). O indivíduo PTT 162634, marcado no verão/2017, era uma fêmea e estava num grupo de 12 adultos e três filhotes, enquanto para o outro indivíduo (PTT 166663), que estava num grupo de 30 adultos e um filhote, não foi possível a coleta de biópsia (**Figuras IV.1.6-12 e IV.1.6-13**).



**Figura IV.1.6-12:** Movimentação do golfinho-nariz-de-garrafa (*Tursiops truncatus*) marcado no dia 14/02/2017 (PTT 162634) durante a 3ª Campanha de Telemetria do PMC-BS.

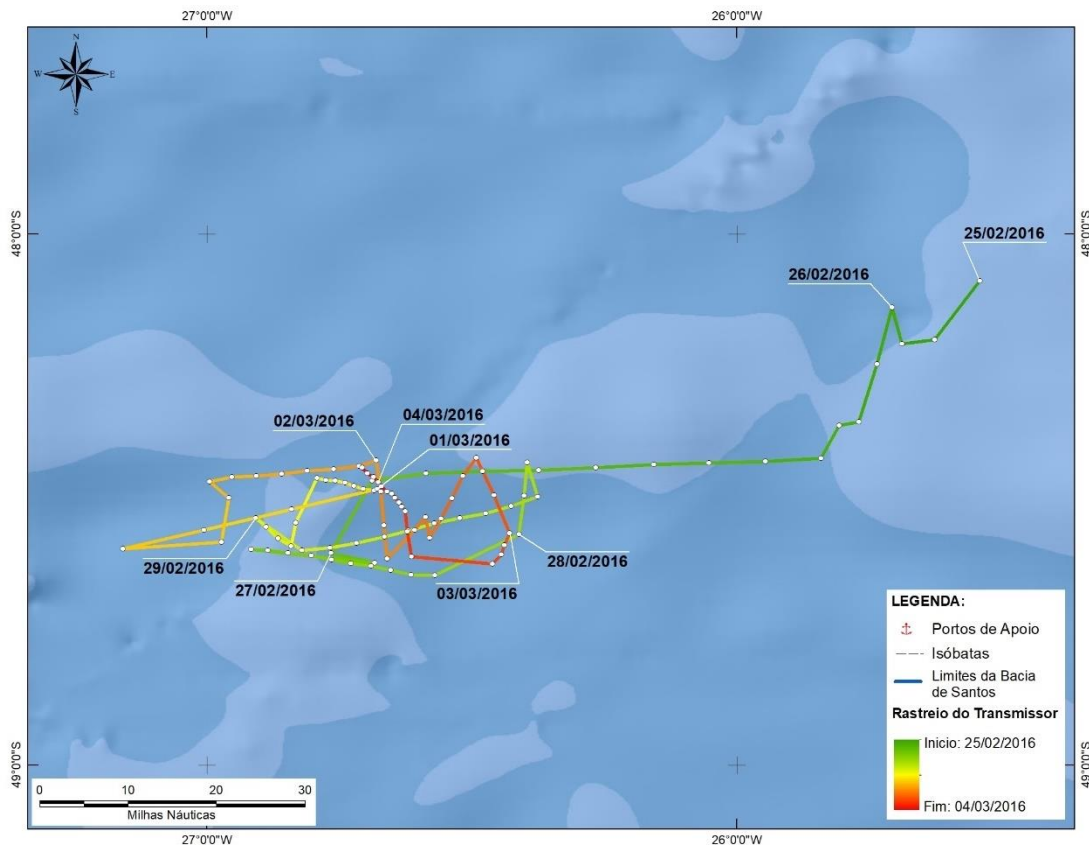


**Figura IV.1.6-13:** Movimentação do golfinho-nariz-de-garrafa (*Tursiops truncatus*) marcado no dia 20/07/2017 (PTT 166663) durante a 4ª Campanha de Telemetria do PMC-BS.

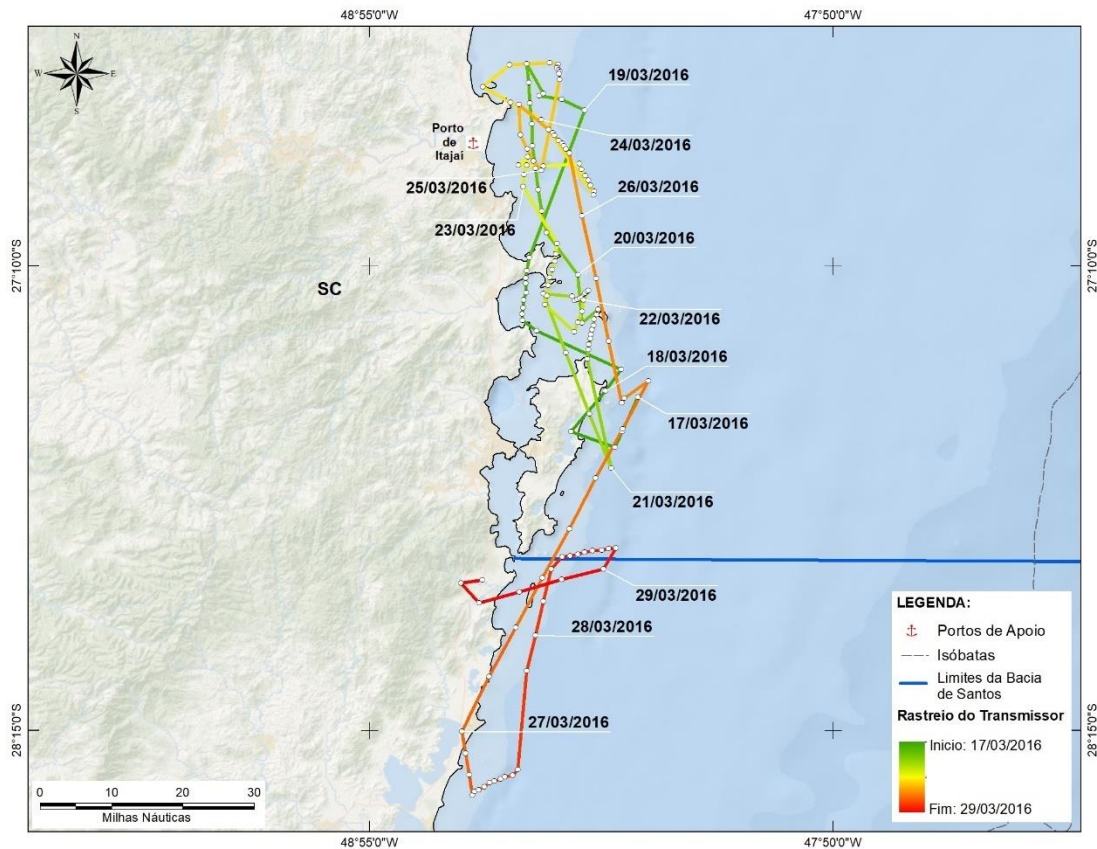
Todos os indivíduos do litoral do Paraná/Santa Catarina foram marcados no verão, sendo dois em 2016 e dois em 2017. Apenas para o indivíduo PTT 162632 foi possível identificar o sexo, sendo este uma fêmea. Todos os indivíduos permaneceram muito perto da costa durante todo o monitoramento, realizando movimentos ao longo do litoral (**Figura IV.1.6-14** e **Figura IV.1.6-15**). Os dois indivíduos marcados em 2016 se movimentaram ao longo de um trecho de cerca de 180 km de costa. O indivíduo PTT 158551 foi marcado ao largo do Complexo Estuarino de Paranaguá (PR), a cerca de 12 km da costa, e estava num grupo com 70 indivíduos, dos quais 3 eram filhotes. O limite sul deste animal foi Laguna (SC), transitando neste trecho ao longo de 8 dias em velocidade média de 62,9 km/dia. O indivíduo PTT 158544 foi marcado no



litoral norte da Ilha de Santa Catarina, a cerca de 5 km da costa, e estava num grupo com 40 adultos. Este animal foi monitorado durante 13 dias, transitando no trecho entre Penha e Laguna a uma velocidade média de 70,7 km/dia.

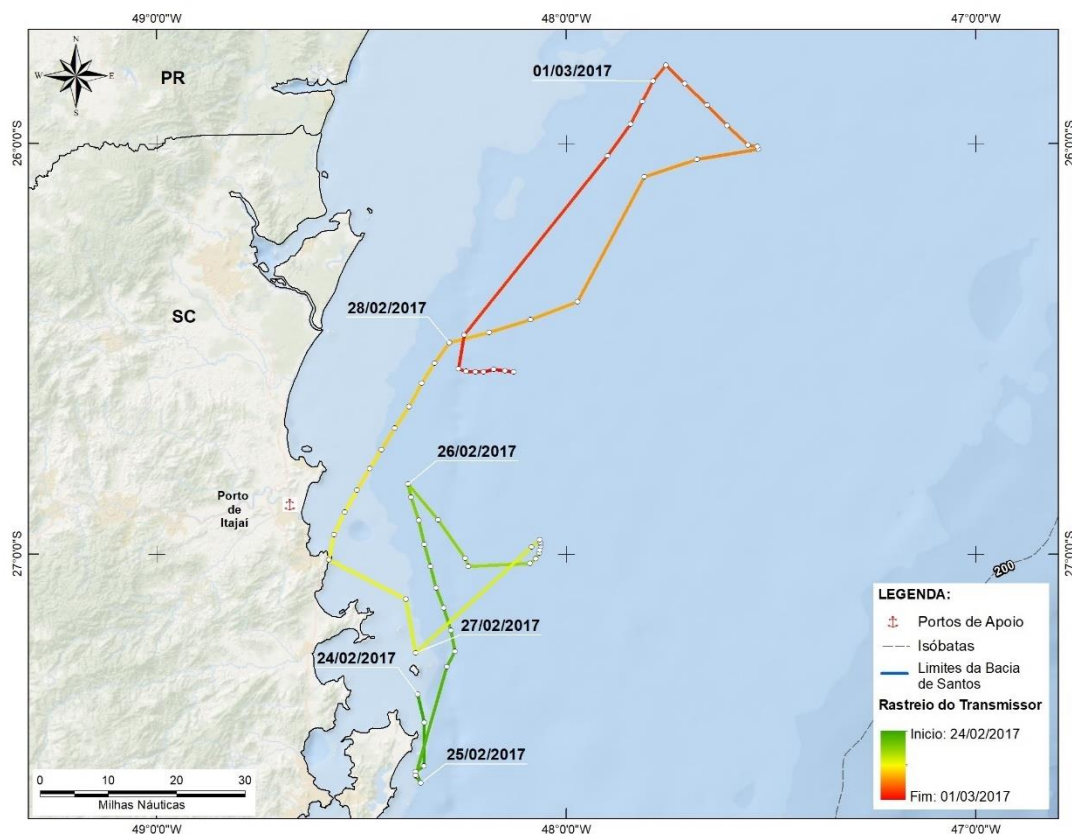


**Figura IV.1.6-14:** Movimentação do golfinho-nariz-de-garrafa (*Tursiops truncatus*) marcado no dia 25/02/2016 (PTT 158551) durante a 1ª Campanha de Telemetria do PMC-BS.

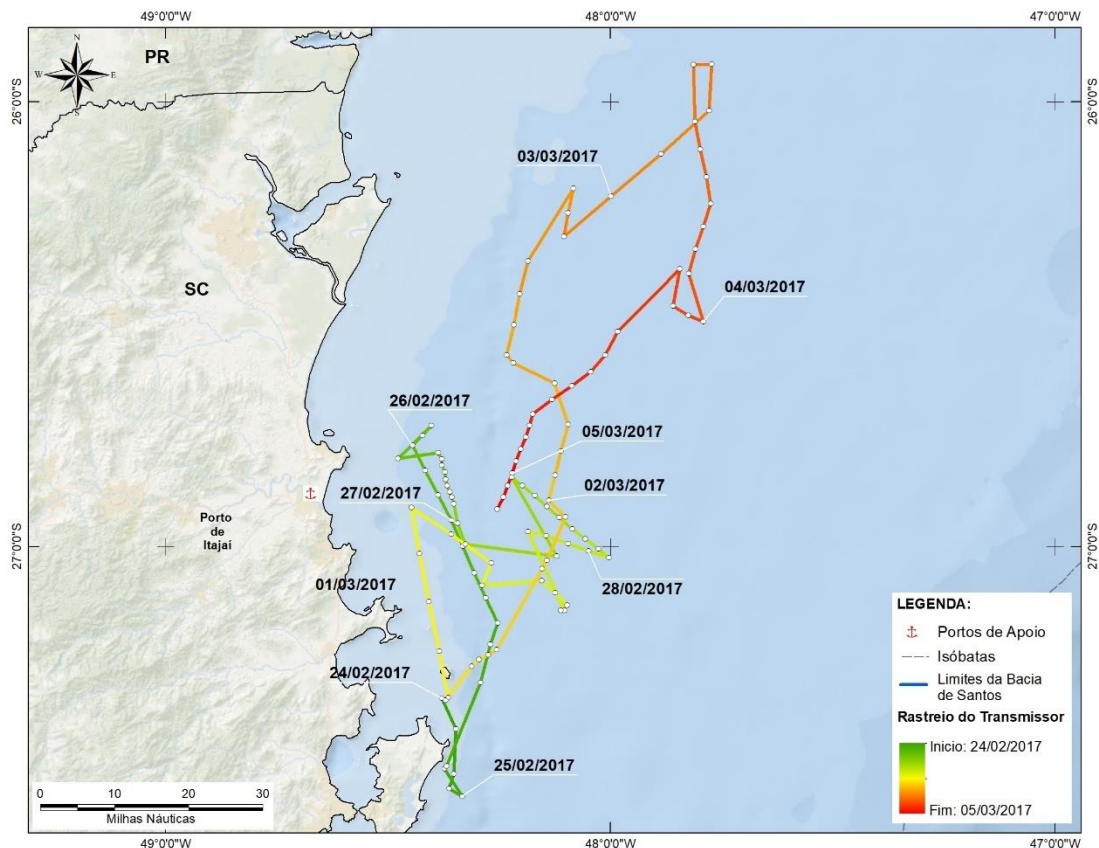


**Figura IV.1.6-15:** Movimentação do golfinho-nariz-de-garrafa (*Tursiops truncatus*) marcado no dia 17/03/2016 (PTT 158544) durante a 1ª Campanha de Telemetria do PMC-BS.

Os indivíduos marcados em 2017 (PTT 162632 e PTT 162637) faziam parte de um mesmo grupo que tinha 30 adultos e um filhote. A marcação ocorreu ao norte de Florianópolis e ambos transitaram ao longo de um trecho de 190 km de costa, entre Florianópolis (SC) e Paranaguá (PR), a uma velocidade média de 73,9 e 66,6 km/dia, respectivamente. Foram monitorados durante sete e dez dias, respectivamente (**Figura IV.1.6-16 e IV.1.6-17**).



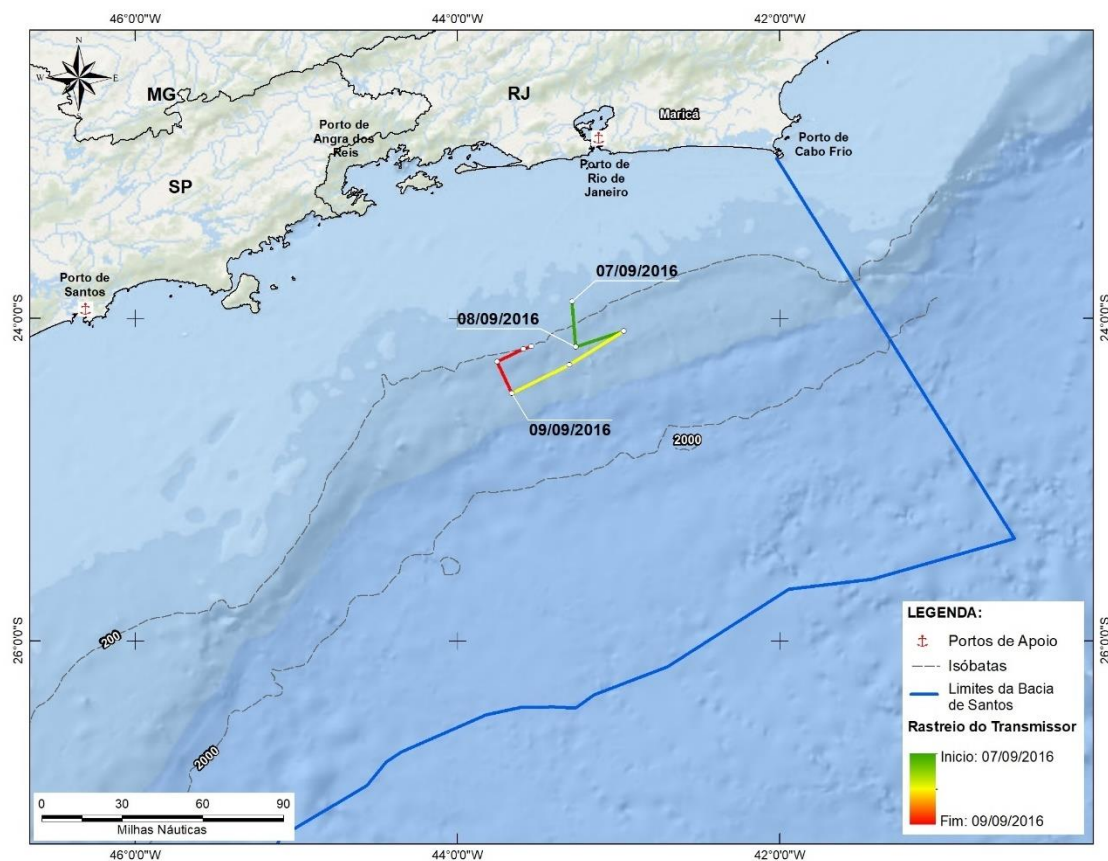
**Figura IV.1.6-16:** Movimentação do golfinho-nariz-de-garrafa (*Tursiops truncatus*) marcado no dia 24/02/2017 (PTT 162632) durante a 3ª Campanha de Telemetria do PMC-BS.



**Figura IV.1.6-17:** Movimentação do golfinho-nariz-de-garrafa (*Tursiops truncatus*) marcado no dia 24/02/2017 (PTT 162637) durante a 3ª Campanha de Telemetria do PMC-BS.

O indivíduo PTT 162631 foi o único marcado na região oceânica, a uma distância de 220 km da costa, ao norte da Bacia de Santos (**Figura IV.1.6-18**). Estava num grupo com cerca de 200 indivíduos, dos quais 20 eram filhotes. Também foi o único marcado no inverno (2016) e transmitiu por pouco tempo (4 dias), o que não permitiu analisar de forma mais detalhada sua movimentação. Durante o período de monitoramento permaneceu na mesma região onde foi marcado, movimentando-se numa área relativamente restrita, com velocidade média de 16,2 km/dia, percorrendo 117,1 km.





**Figura IV.1.6-18:** Movimentação do golfinho-nariz-de-garrafa (*Tursiops truncatus*) marcado no dia 01/09/2016 (PTT 162631) durante a 2ª Campanha de Telemetria do PMC-BS.

*Tursiops truncatus* é uma espécie de ampla distribuição, ocorrendo em águas tropicais e temperadas e ocupando uma variedade de habitats, incluindo águas pelágicas, baías costeiras e estuários ao longo de toda sua distribuição (LEATHERWOOD & REEVES, 1983). As populações costeiras são mais conhecidas e apresentam uma ampla variedade de padrões de movimentação (SHANE *et al.*, 1986).

No Atlântico Sul Ocidental são reconhecidos dois ecótipos, ou mesmo subespécies: *Tursiops truncatus truncatus* (ecótipo oceânico) e *T. t. gephyreus* (ecótipo costeiro) (COSTA *et al.*, 2016), baseados na análise de diferenças na morfologia craniana e da coluna vertebral de animais encontrados mortos nas praias. Esta definição é bastante recente, por isso a maior parte da literatura considera a existência apenas de uma espécie, *Tursiops truncatus*. Populações costeiras podem realizar grandes deslocamentos, de até 670 km (WELLS *et al.*, 1990). Em regiões oceânicas, os movimentos podem chegar a 4.200 km (WELLS *et al.*, 1999).

No Brasil, a espécie está distribuída de forma contínua ao longo da costa de Santa Catarina e Rio Grande do Sul, onde o ecótipo costeiro forma populações residentes em quatro diferentes sistemas estuarinos, desde Laguna, SC, até a Lagoa dos Patos, RS (SIMÕES-LOPES & FABIÁN, 1999; FRUET *et al.*, 2011), sendo estas as mais conhecidas em todo o Atlântico Sul Ocidental. Contudo, está presente em todo o litoral brasileiro, o que pode ser evidenciado principalmente pela ocorrência de animais mortos nas praias e de registros pontuais de animais vivos. Por meio da fotoidentificação, já foram descritos movimentos de indivíduos do ecótipo costeiro a uma distância de até 314 km, entre o Rio Grande do Sul e Santa Catarina (MOLLER *et al.*, 1994; SIMÕES-LOPES & FABIÁN, 1999).

No litoral do Rio de Janeiro já foi registrado o deslocamento de 8 indivíduos numa distância de 100 km ao longo da costa (LODI *et al.*, 2008). Em Florianópolis (SC) também há registros de grupos com até 200 indivíduos próximos à costa (WEDEKIN *et al.*, 2008). Para a região oceânica há registros pontuais de ocorrência da espécie, não havendo informações disponíveis sobre os padrões de distribuição e movimento destas populações (BARACHO *et al.*,



2007; CREMER *et al.*, 2009; CARVALHO & ROSSI-SANTOS, 2010; WEDEKIN *et al.*, 2014).

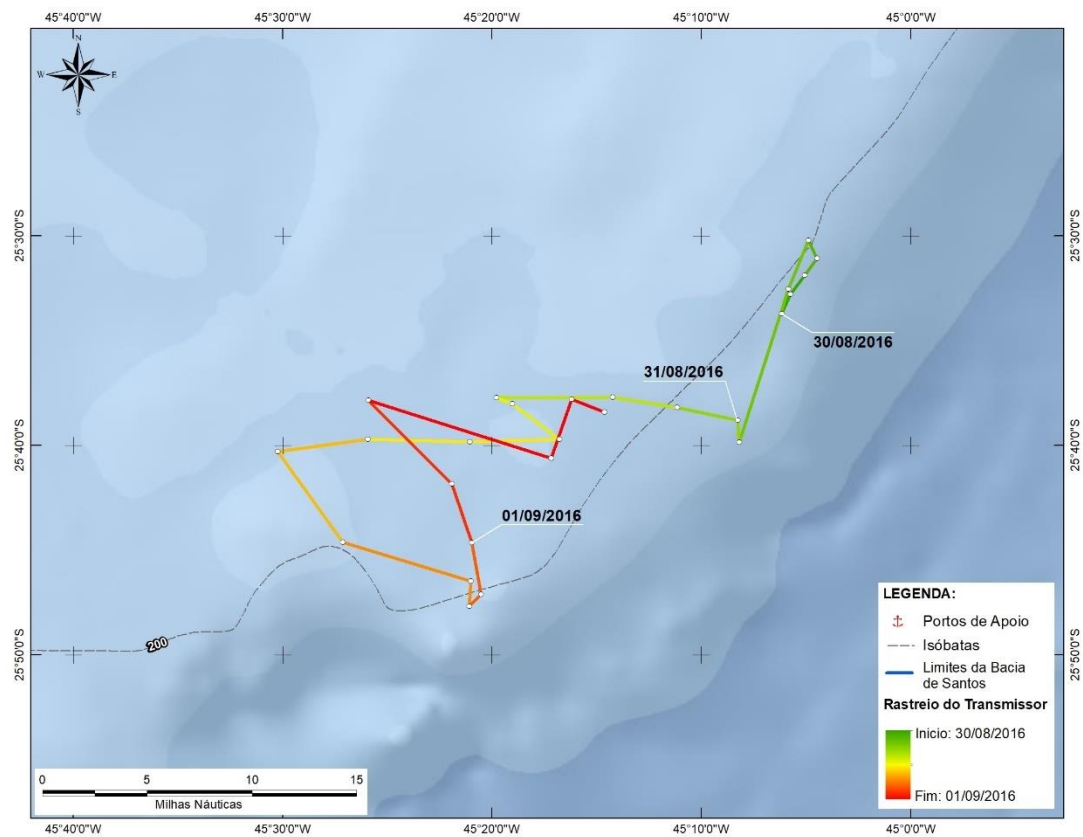
Até o presente não foram realizados estudos com a espécie no Atlântico Sul Ocidental utilizando a telemetria satelital. Os seis indivíduos marcados na região costeira, tanto no litoral de SC/PR como no litoral do RJ, tinham um padrão de coloração similar ao que é descrito para o ecótipo oceânico. Todos os animais permaneceram ao longo da costa durante todo o período de monitoramento, transitando ao longo de trechos de tamanho similar, entre 180 e 190 km de extensão.

O único indivíduo marcado na região oceânica transmitiu por um período bastante reduzido, o que dificultou uma análise mais detalhada de seus movimentos. Durante quatro dias o animal permaneceu na mesma região em que foi marcado.

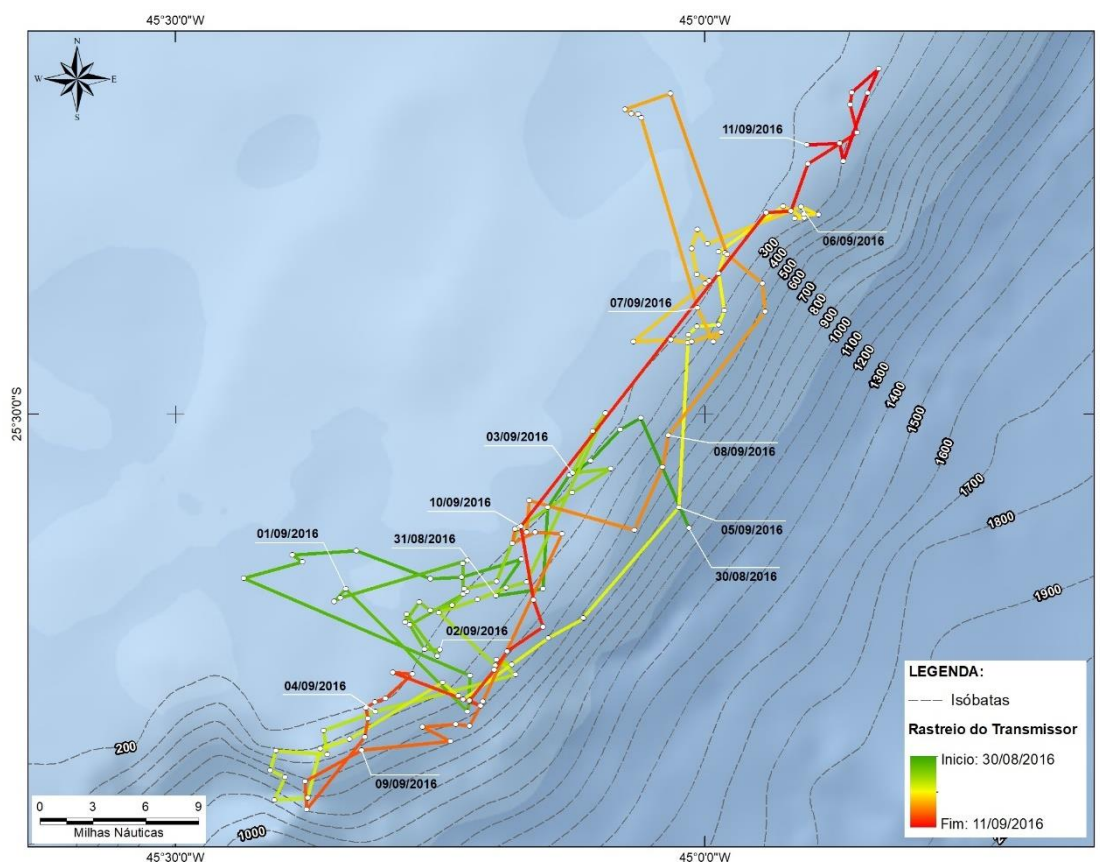
### Orca

Foram marcadas até o momento quatro orcas (*Orcinus orca*), sendo três machos adultos em águas oceânicas e um macho na região costeira. Todas foram marcadas no inverno. O acentuado dimorfismo sexual da espécie, onde os machos têm nadadeira dorsal maior do que as fêmeas, permitiu a identificação do sexo dos indivíduos machos. Um dos transmissores não transmitiu, portanto foram obtidos dados para três indivíduos. Todos eles foram marcados com transmissores na configuração LIMPET, com seis pétalas.

Os machos oceânicos foram marcados no inverno de 2016 (2ª Campanha) e estavam num mesmo grupo, composto por 8 adultos e um filhote. Foram marcados a uma distância de cerca de 225 km da costa. Um terceiro macho também foi marcado neste mesmo grupo, mas o transmissor falhou e não foram transmitidos dados. Os transmissores tiveram uma duração variável, de três (PTT 158547) e 13 dias (PTT 162628), período no qual percorreram 147,3 e 682,4 km numa velocidade média de 49,1 km/dia e 52,5 km/dia, respectivamente. Ambos os indivíduos se mantiveram na mesma região em que foram marcados (**Figuras IV.1.6-19 e IV.1.6-20**).



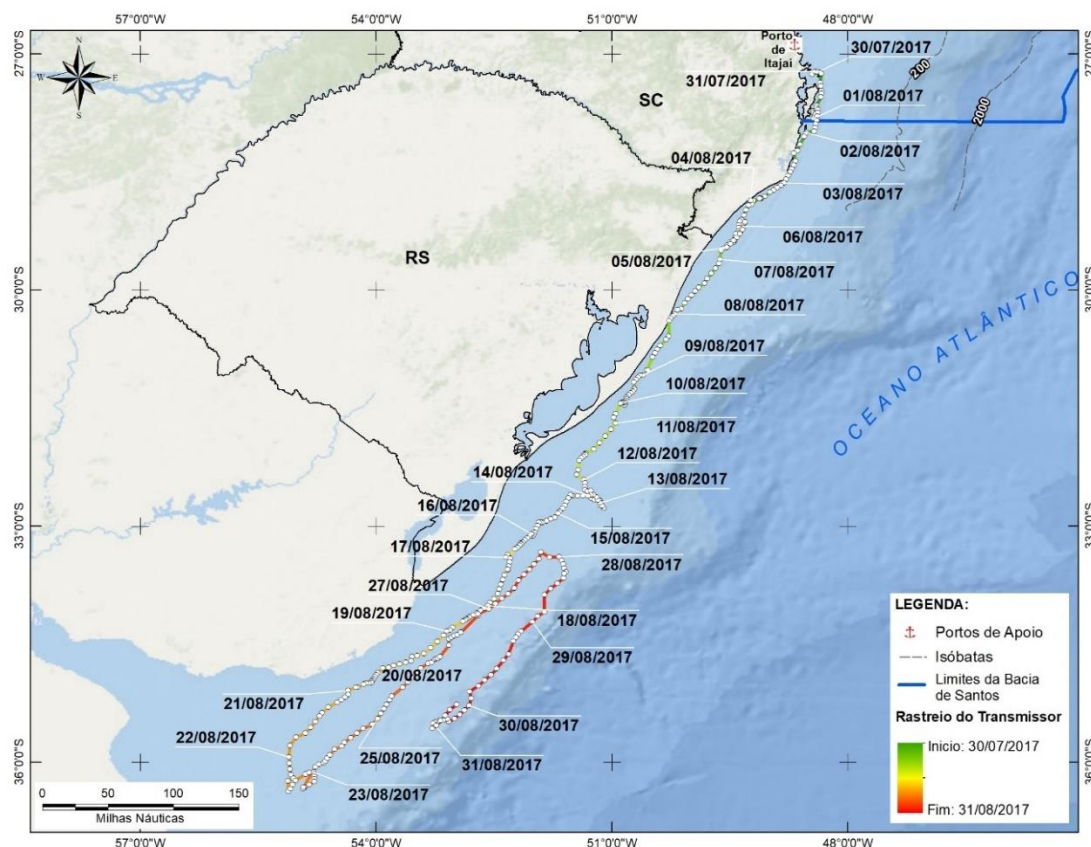
**Figura IV.1.6-19:** Movimentação da orca (*Orcinus orca*) marcada no dia 30/08/2016 (PTT 158547) durante a 2ª Campanha de Telemetria do PMC-BS.



**Figura IV.1.6-20:** Movimentação da orca (*Orcinus orca*) marcada no dia 30/08/2016 (PTT 162628) durante a 2ª Campanha de Telemetria do PMC-BS.

O macho da região costeira foi marcado no inverno de 2017 ao norte de Florianópolis (SC), junto ao Arquipélago do Arvoredo (PTT 162633). Estava sozinho e foi monitorado por 33 dias, quando percorreu 2.692,5 km a uma velocidade média de 81,6 km/dia. Um dia após a marcação o animal seguiu em direção ao sul, deslocando-se paralelamente à costa. Após 12 dias a orca chegou próximo à desembocadura da Lagoa dos Patos (RS), onde afastou-se um pouco da costa, permanecendo nesta área por cerca de quatro dias. Em seguida seguiu novamente rumo ao sul, chegando na costa uruguaia no dia 19/08/17. Atingiu seu limite sul ( $\approx 36^{\circ}$  S) no dia 22/08/17, permanecendo por cerca de quatro dias na desembocadura do Rio da Prata. Depois seguiu no sentido norte até o sul do Rio Grande do Sul, permanecendo ao largo da plataforma entre o Brasil e o Uruguai até o final do período de transmissão, em

31/08/17 (**Figura IV.1.6-21**). O animal transitou ao longo de cerca de 1.300 km de costa.



**Figura IV.1.6-21: Movimentação da orca (*Orcinus orca*) marcada no dia 30/07/2017 (PTT 162633) durante a 4ª Campanha de Telemetria do PMC-BS.**

Não há informações na literatura sobre os movimentos de orcas no Atlântico Sul. Na costa brasileira são escassos os registros sobre a espécie e a maior parte é proveniente de encalhes de animais mortos ou de avistagens oportunísticas, neste caso, perto da costa (LODI & HETZEL, 1998; CHEREM *et al.*, 2004; SANTOS & NETTO, 2005; WEDEKIN *et al.*, 2014). Há também registros de conflito entre a orca e a pesca de espinhel nas águas do Sul e Sudeste (SECCHI & VASKE JÚNIOR, 1998; WEDEKIN *et al.*, 2014), o que sugere uma certa regularidade na ocorrência da espécie. Há registros de um macho que foi fotoidentificado de forma oportunística ao longo de 11 anos entre

os estados de São Paulo e Rio de Janeiro, numa distância de aproximadamente 630 km, sendo registrado sempre próximo da costa, até no máximo 2 km de distância e 20 metros de profundidade (SANTOS & SILVA, 2009; LODI & FARIAS-JÚNIOR, 2011). Os autores consideram que o indivíduo tinha fidelidade a esta região, sendo registrado lá em todas as estações, mas principalmente no verão (LODI & FARIAS-JÚNIOR, 2011). DI TULLIO *et al.* (2016) registraram apenas dois grupos de orcas na região do talude da Bacia de Santos, ambos no outono. Em outras regiões a espécie é conhecida por realizar grandes movimentos, de até 15.600 km (GOLEY & STRALEY, 1994; MATKIN *et al.*, 1997; VISSER, 1999).

#### *Considerações sobre espécies-alvo da telemetria satelital*

Foram definidas inicialmente quatro espécies-alvo para o trabalho com telemetria satelital do PMC, conforme previsto no Projeto Executivo, sendo três espécies de grande porte (baleia-de-bryde, *B. brydei*; baleia-jubarte, *M. novaeangliae*; e cachalote, *P. macrocephalus*) e uma espécie de médio porte (a orca, *O. orca*).

Após o primeiro ano de execução do projeto, foi possível constatar que algumas espécies consideradas alvo no projeto executivo tiveram uma abundância reduzida (p.ex., orcas), demonstraram um comportamento que não favoreceu a marcação (p.ex., baleia-de-Bryde) ou até mesmo não foram registradas durante os cruzeiros de telemetria (cachalote), reduzindo substancialmente o sucesso na colocação dos transmissores nestas espécies. Neste sentido, foram incorporadas mais duas espécies, consideradas promissoras para a colocação de transmissores: o golfinho-nariz-de-garrafa (*T. truncatus*) e a baleia-sei (*B. borealis*). Para a análise dos dados de telemetria satelital é importante obter informações de um número significativo de indivíduos (amostra) de cada espécie para definir padrões que permitam comparações futuras na análise de possíveis impactos causados pelas atividades do polo pré-sal da Bacia de Santos. O projeto tem atualmente seis espécies como alvo da telemetria, pertencentes a duas sub-ordens e três famílias (**Tabela IV.1.6-2**). No segundo ano do projeto houve a primeira



marcação de uma baleia-de-Bryde, assim como de duas baleias-jubarte, uma orca e quatro golfinhos-nariz-de-garrafa. Não foi possível até o momento a marcação de um cachalote, espécie que não foi registrada durante as campanhas de telemetria.

Considerando a meta de instalação de 25 transmissores satelitais ao ano, segundo o previsto no Projeto Executivo que seguiu o definido no Projeto Conceitual (Proposta Técnica), e as baixas taxas de encontro de cetáceos de maneira geral, dar-se-á continuidade à proposta inicial de marcar todas as espécies com potencial de marcação.

A baleia-jubarte é a espécie para a qual existe um maior conjunto de informações sobre seus padrões de movimentação na Bacia de Santos e, portanto, é a espécie com maior potencial de resposta para as questões propostas para o PMC no âmbito da telemetria satelital. Tem um corredor de migração conhecido na região oceânica, com aproximação da costa principalmente a partir de Cabo Frio, no Rio de Janeiro (WEDEKIN, 2011). Contudo, mesmo para esta espécie novas informações foram incorporadas com a marcação de indivíduos junto à costa catarinense, que permaneceram na região por um período prolongado. Esta espécie tem uma sazonalidade marcante que precisa sempre ser levada em consideração nas análises.

Para outras espécies, como o golfinho-nariz-de-garrafa e a orca, não foram registrados movimentos entre a região costeira e a região oceânica, embora tenham sido registrados e marcados indivíduos em ambas as regiões. É possível que ocorra uma movimentação de indivíduos ao largo da plataforma continental, entre a costa e o talude, não havendo evidências de populações estritamente oceânicas. A marcação de animais na região oceânica não garante, por si só, a obtenção de respostas às questões propostas no âmbito do PMC-BS. Entende-se que deva ser mantido o esforço tanto na região costeira como na região oceânica. Ao longo dos dois primeiros anos do PMC foi possível constatar que, tanto na região costeira como na oceânica, há locais com maiores taxas de encontro de cetáceos. Considerando que o principal objetivo dos cruzeiros de telemetria é a marcação de cetáceos para gerar um conhecimento sobre seus padrões de movimentação na Bacia de Santos,



entendemos que seja muito importante focar os esforços para os locais com maiores taxas de encontro, aumentando as chances de marcar um maior número de animais.

**Tabela IV.1.6-2:** Espécies-alvo da telemetria satelital definidas a partir do primeiro ano do Projeto de Monitoramento de Cetáceos da Bacia de Santos, número de indivíduos marcados com sucesso a cada ano e características-chave das espécies.

Táxon	N - Ano 1	N - Ano2	Características
Subordem Mysticeti			
Família			
Balaenopteridae			
<i>Balaenoptera brydei</i> , baleia-de-bryde	0	1	- espécie não migratória, de grande porte, com ocorrência comprovada tanto na região costeira como oceânica do Brasil;
<i>Balaenoptera borealis</i> , baleia-sei	2	0	- espécie migratória, de grande porte, com evidências de ocorrência apenas na região oceânica;
<i>Megaptera novaeangliae</i> , baleia-jubarte	4	2	- espécie migratória, de grande porte, com ocorrência comprovada tanto na região costeira como oceânica do Brasil.
Subordem Odontoceti			
Família Physeteridae			
<i>Physeter macrocephalus</i> , cachalote	0	0	- espécie de topo de cadeia, de grande porte, com ocorrência restrita à região oceânica;
Família Delphinidae			
<i>Orcinus orca</i> , orca	2	1	- espécie de topo de cadeia, de médio porte, com ocorrência comprovada tanto na região costeira como oceânica do Brasil;
<i>Tursiops truncatus</i> , golfinho-nariz-de-garrafa	3	4	- espécie de elevado nível trófico, de pequeno porte, com ocorrência comprovada tanto na região costeira como oceânica do Brasil.

### *Movimentos por meio de fotoidentificação*

Até o momento foram observados 14 reavistagens (ou *matches*) em 5 espécies (*Tursiops truncatus*, *Steno bredanensis*, *Sotalia guianensis*, *Balaenoptera brydei* e *B. physalus*). Alguns indivíduos foram reavistados mais de duas vezes, e 5 reavistagens foram realizadas via comparação de catálogos do PMC com de outros grupos de pesquisa.

#### *1) Reavistagens de Tursiops truncatus*

O primeiro indivíduo identificado em duas ocasiões (dias de campo) distintas foi um *Tursiops truncatus*, catalogado como 16#. Registrado pela primeira vez no dia 25/02/2016, na 1ª Campanha de Telemetria, foi novamente fotoidentificado em 17/03/2016, na mesma campanha (**Figura IV.1.6-22**). As posições geográficas desses dois registros do indivíduo 16# indicaram um deslocamento mínimo de 100 quilômetros. Nota-se que estes registros ocorreram em um intervalo maior que 20 dias, sendo o primeiro no início da campanha, e o segundo no final (**Figura IV.1.6-23**).

No 3º ciclo outros 3 *matches* foram realizados para *Tursiops truncatus*, sendo dois dentro da mesma campanha e um entre campanhas, com intervalo de 1 ano entre eles. Os indivíduos catalogados como 143# e 147# (**Figura IV.1.6-24**) foram registrados no dia 14/02/2017, na 3ª Campanha de Telemetria, e novamente no dia seguinte, aproximadamente 5 km ao sul (**Figura IV.1.6-25**). Estes movimentos observados dentro da mesma campanha sugerem um padrão de movimentação da direção Norte para o Sul que coincide com os movimentos de dois indivíduos observados por telemetria satelital. Caso esse padrão de movimento, em termos sazonais e direcionais, se repita em anos seguintes, o mesmo deve indicar um evento condicionado ao movimento de presas específicas. Uma avaliação da sazonalidade e distribuição de atividades de pesca na área pode contribuir para se apontar qual ou quais presas poderiam estar motivando esses movimentos.

Já o indivíduo 27# (**Figura IV.1.6-26**), registrado no dia 25/02/2016, na 1ª

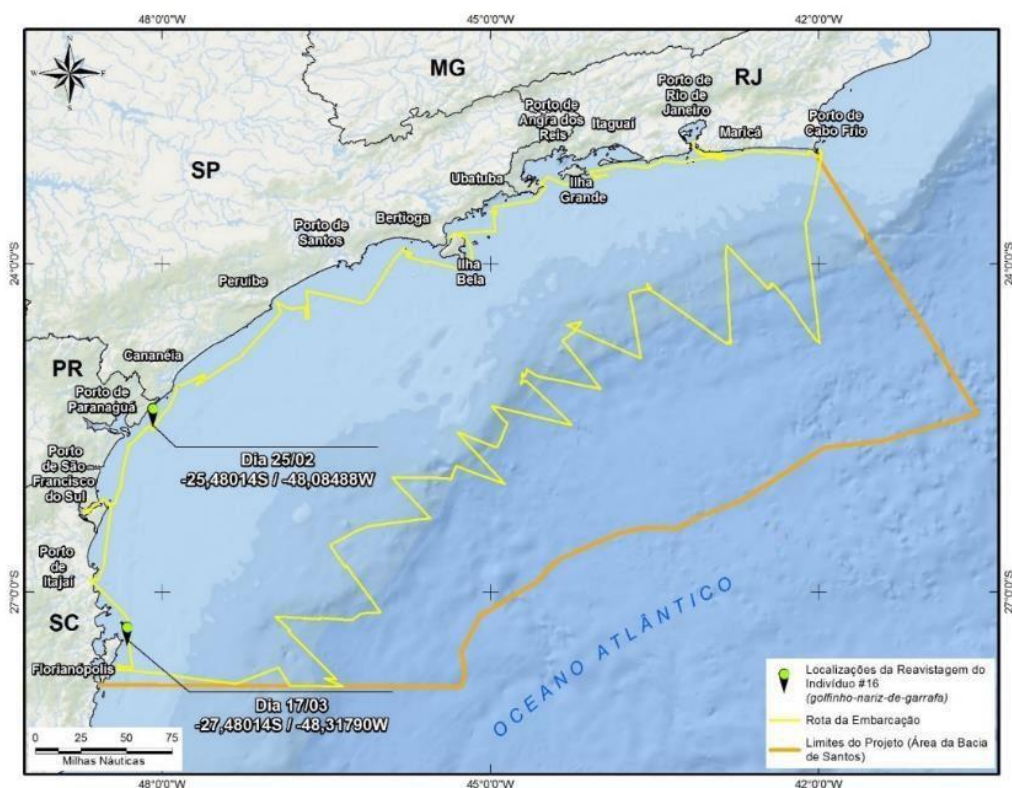
Campanha de Telemetria, foi novamente registrado no dia 14/02/2017, na 3ª Campanha de Telemetria, quase um ano depois, aproximadamente 700 quilômetros ao norte do primeiro registro (**Figura IV.1.6-27**). Esse *match* de *Tursiops truncatus* (27#) pode indicar um momento anterior de um possível padrão de movimento norte-sul que se repete entre anos, já que o registro ocorreu 11 dias antes ao registro do ano anterior. Nota-se que ambos os registros ocorreram em áreas costeiras, embora a forma da nadadeira dorsal seja típica de um padrão oceânico (COSTA *et al.*, 2016). Isso sugere que indivíduos oceânicos utilizam áreas costeiras com frequência.

Na 4ª Campanha de Telemetria não foram identificados indivíduos já catalogados. No entanto, por meio de comparação de catálogos, o indivíduo 67#, registrado em 05/03/2016, na 1ª Campanha de Telemetria, foi identificado no catálogo do Projeto Baleias e Golfinhos do Rio de Janeiro (PBGRJ), com registro de 03/04/2014 (**Figura IV.1.6-28**). Estes registros ocorreram a uma distância de aproximadamente 120 km, próximo à costa do Rio de Janeiro (**Figura IV.1.6-29**). Este indivíduo foi registrado em outras 2 oportunidades pelo PBGRJ, sugerindo tratar-se de um indivíduo de uma população transiente e costeira, com algum grau de fidelidade ao Arquipélago das Cagarras (RJ) (LODI *et al.*, 2014).

O segundo registro por comparação de catálogo para *T. truncatus*, foi do indivíduo 190#, fotoidentificado em 30/01/2017 nas proximidades de Itajaí/SC (**Figura IV.1.6-30**). Este indivíduo é observado sistematicamente desde 2007 pelo projeto de monitoramento da população residente de *T. truncatus* em Laguna/SC, aproximadamente 200 km ao sul (**Figura IV.1.6-31**). Este registro do PMC sugere que indivíduos da população de *T. truncatus* residente em Laguna abandonam a área temporariamente. Embora possa ser um movimento ocasional, esta é uma novidade não observada pelos estudos que monitoram continuamente parâmetros populacionais daquela população e sugerem alto grau de residência ao Complexo Lagunar de Santo Antônio dos Anjos-Imaruí-Mirim (DAURA-JORGE *et al.*, 2013), e estudos genéticos que sugerem alto grau de isolamento desta população costeira (FRUET *et al.*, 2014).



**Figura IV.1.6-22:** Registros fotográficos do indivíduo 16#, *Tursiops truncatus*. Foto direita – dia 25/02; foto esquerda – dia 17/03, 1º campanha de telemetria.



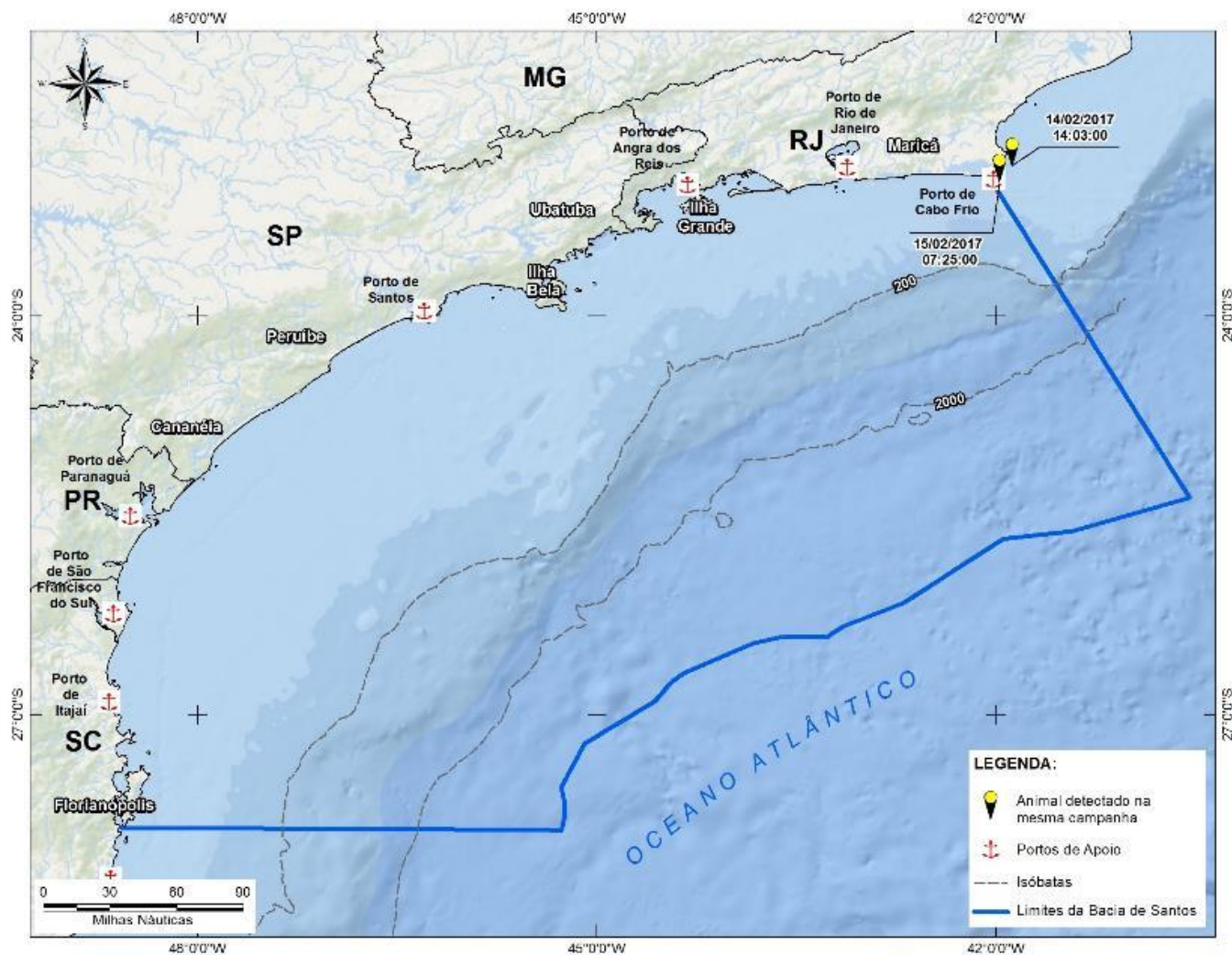
**Figura IV.1.6-23:** Localizações do indivíduo 16#, *Tursiops truncatus*, avistado primeiro no dia 25/02/2016 e depois no dia 17/03/2016, 1º campanha de telemetria.





**Figura IV.1.6-24:** Registros fotográficos dos indivíduos 143# (superior) e 147# (inferior), *Tursiops truncatus*. Fotos direita – dia 14/02/2017; foto esquerda – dia 15/02/2017, 3º Campanha de Telemetria.

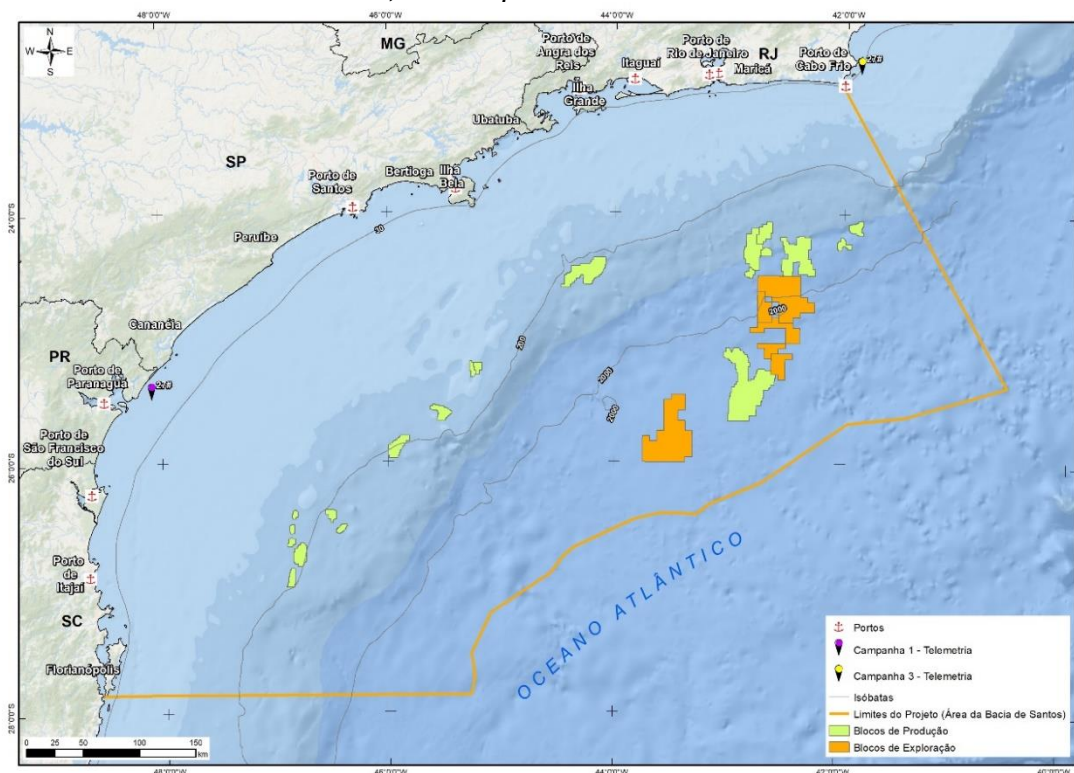




**Figura IV.1.6-25:** Localizações dos indivíduos 143# e 147# (vistos no mesmo grupo), *Tursiops truncatus*, avistado primeiro no dia 14/02/2017 e depois no dia 15/02/2017, 3º Campanha de Telemetria.



**Figura IV.1.6-26:** Registros fotográficos do indivíduo 27#, *Tursiops truncatus*. Foto direita – dia 25/02/2016, 1º Campanha de Telemetria; foto esquerda – dia 14/02/2017, 3º Campanha de Telemetria.

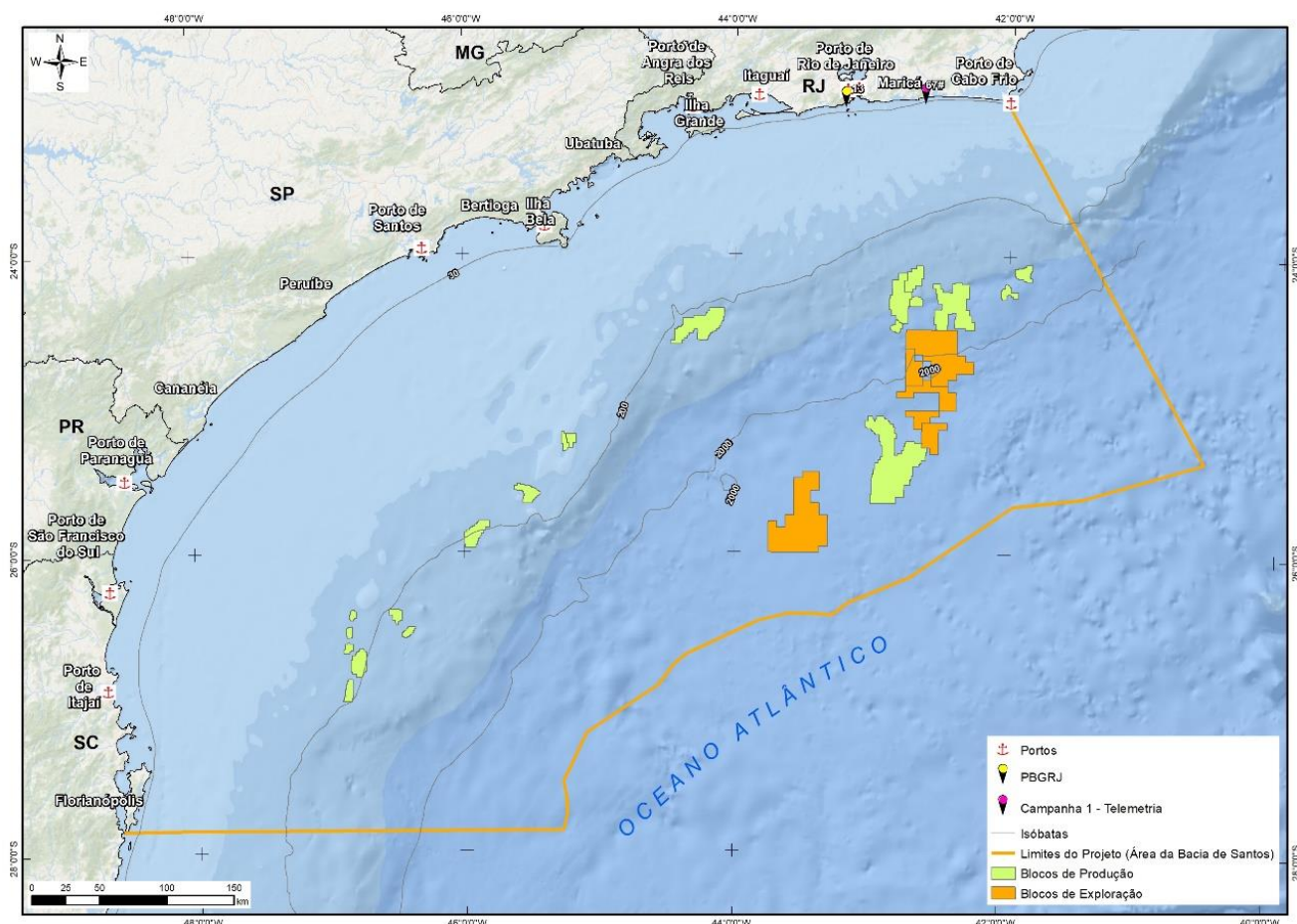


**Figura IV.1.6-27:** Localizações dos indivíduos 27#, *Tursiops truncatus*, avistado no dia 25/02/2016, na 1º Campanha de Telemetria, e no dia 14/02/2017, na 3º Campanha de Telemetria.

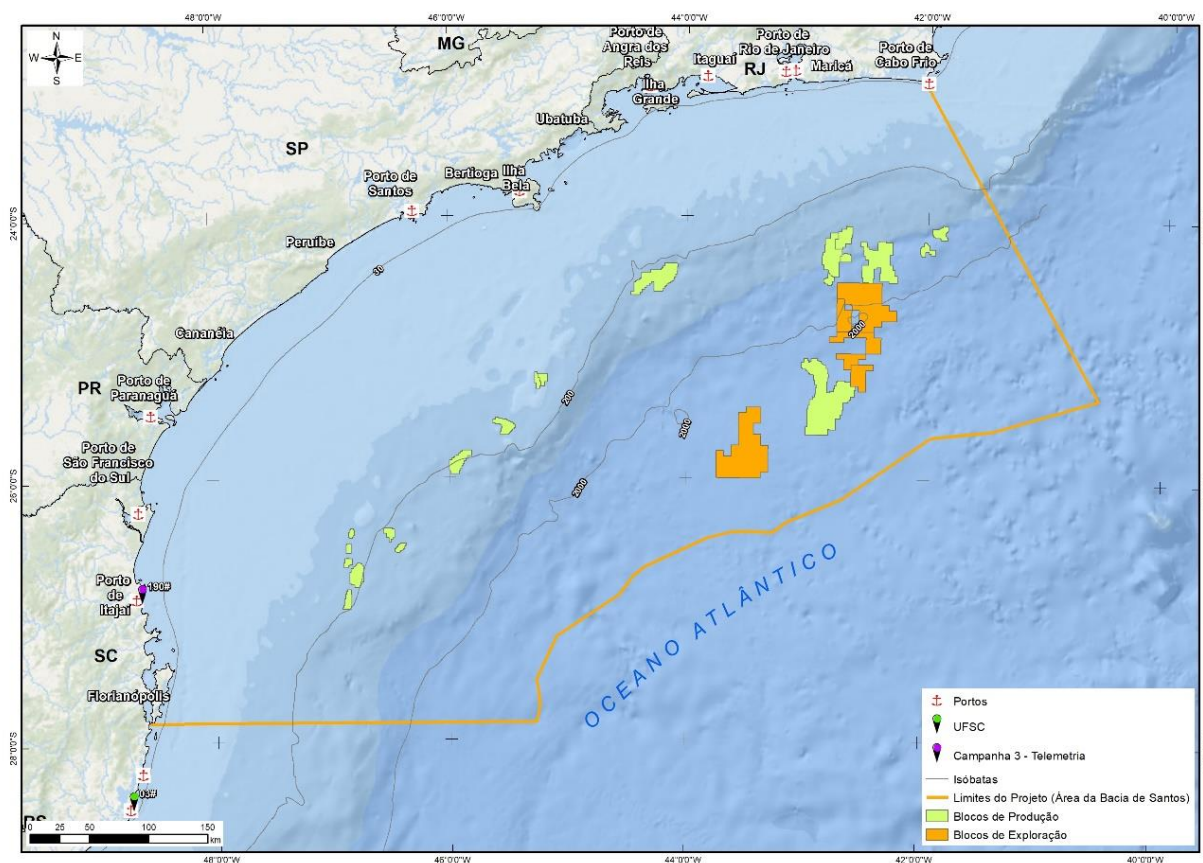




**Figura IV.1.6-28:** Registros de *Tursiops truncatus* por comparação de catálogos: entre o indivíduo 67# (superior esquerdo) do catálogo PMC (foto de 05/03/2016) com o indivíduo RJ13 (superior direito) do catálogo do Projeto Baleias e Golfinhos do Rio de Janeiro (foto de 03/04/2014); entre o indivíduo 190# (inferior esquerdo) do catálogo do PMC (foto de 30/01/2017) com o indivíduo 03# (inferior direito) do catálogo do Laboratório de Mamíferos Aquáticos da UFSC (foto de 09/05/2017).



**Figura IV.1.6-29:** Localizações dos indivíduos 67#, *Tursiops truncatus*, avistado no dia 05/03/2016, na 1ª Campanha de Telemetria, e no dia 03/04/2014, pelo Projeto Baleias e Golfinhos do Rio de Janeiro.



**Figura IV.1.6-30:** Localizações dos indivíduos 190#, *Tursiops truncatus*, avistado no dia 30/01/2017, na 3ª Campanha de Telemetria, e no dia 09/05/2017, pelo Laboratório de Mamíferos Aquáticos (UFSC).

## 2) Reavistagens de *Steno bredanensis*

Para *Steno bredanensis*, um indivíduo foi fotoidentificado mais de uma vez. O indivíduo 1# (**Figura IV.1.6-31**), registrado em 02/03/2016 na 1ª Campanha de Telemetria, foi novamente registrado em 16/02/2017, na 3ª Campanha de Telemetria e em 19/07/2017, na 4ª Campanha de Telemetria. Todos esses registros ocorreram em áreas costeiras entre Ilha Grande e Cabo Frio, litoral do Rio de Janeiro. Adicionalmente, este indivíduo desde 2011 compõe o catálogo de fotoidentificação do Projeto Baleias e Golfinhos do Rio de Janeiro, sendo registrado em 5 oportunidades nas proximidades do Arquipélago de Cagarras (RJ) (**Figura IV.1.6-**

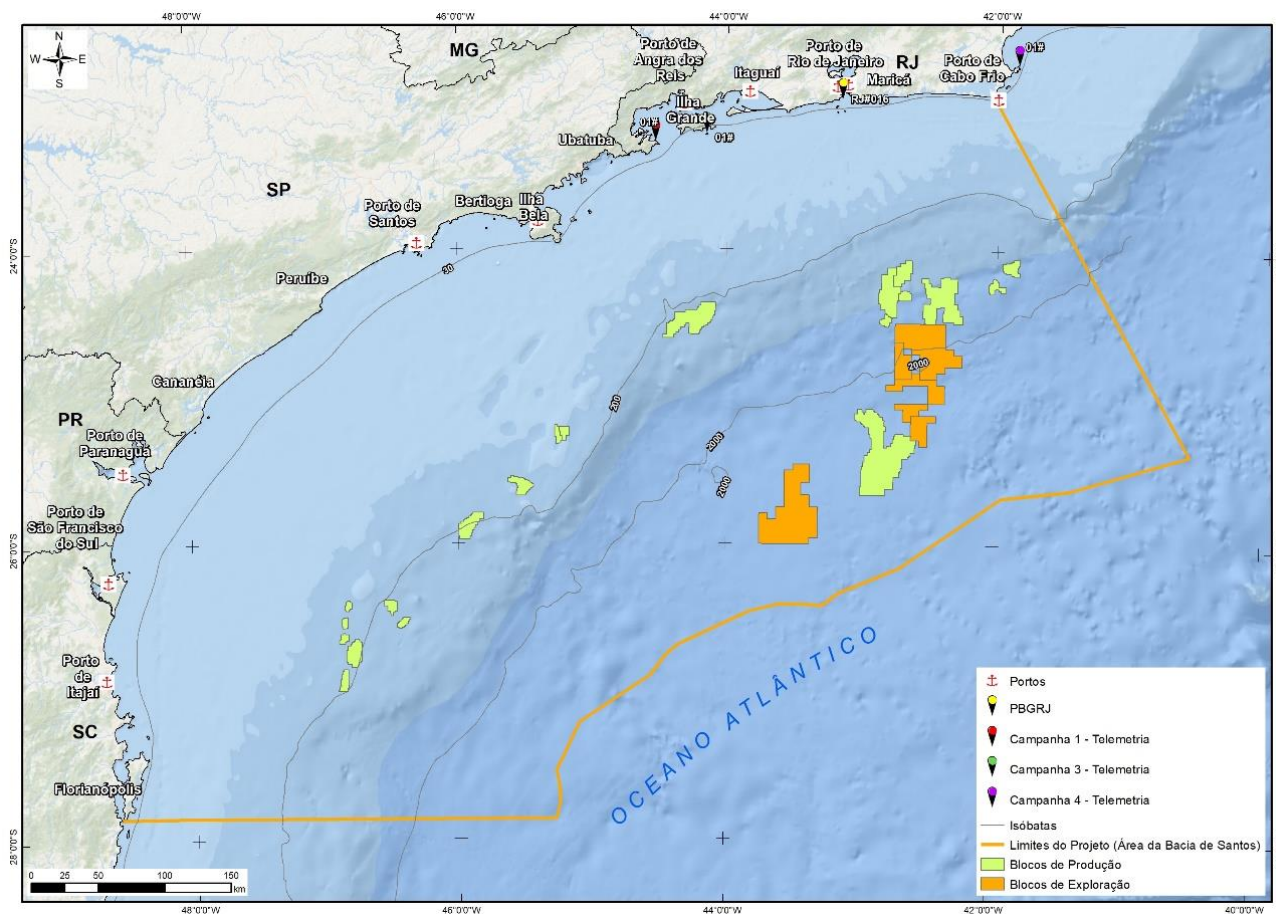


32). Um padrão de movimento entre essas áreas já foi proposto (LODI *et al.*, 2012). Outros dois registros do PMC, indivíduos 04# e 06#, também foram observados pelo PBGRJ (**Figura IV.1.6-33**). Ambos os registros do PMC ocorreram nas proximidades de Ilha Grande, uma área aparentemente importante para atividades de forrageio (LODI *et al.*, 1999), e pelo PBGRJ nas proximidades do Arquipélago das Cagarras (**Figura IV.1.6-34 e Figura IV.1.6-35**). Além de reforçar a hipótese de um movimento comum entre essas áreas, estas reavistagens ocorreram em anos diferentes, sugerindo que estes indivíduos compõem uma unidade populacional costeira e com um possível padrão de residência e/ou fidelidade a área. Dados futuros ajudarão a elucidar esses padrões.





**Figura IV.1.6-31:** Registros fotográficos do indivíduo 1#, *Steno bredanensis*. Foto direita superior – dia 02/03/2016, 1ª Campanha de Telemetria; foto esquerda superior – dia 16/02/2017, 3ª Campanha de Telemetria; foto esquerda inferior – dia 19/07/2017, 4ª Campanha de Telemetria; foto direita inferior – dia 16/09/2011, Projeto Baleias e Golfinhos do Rio de Janeiro.

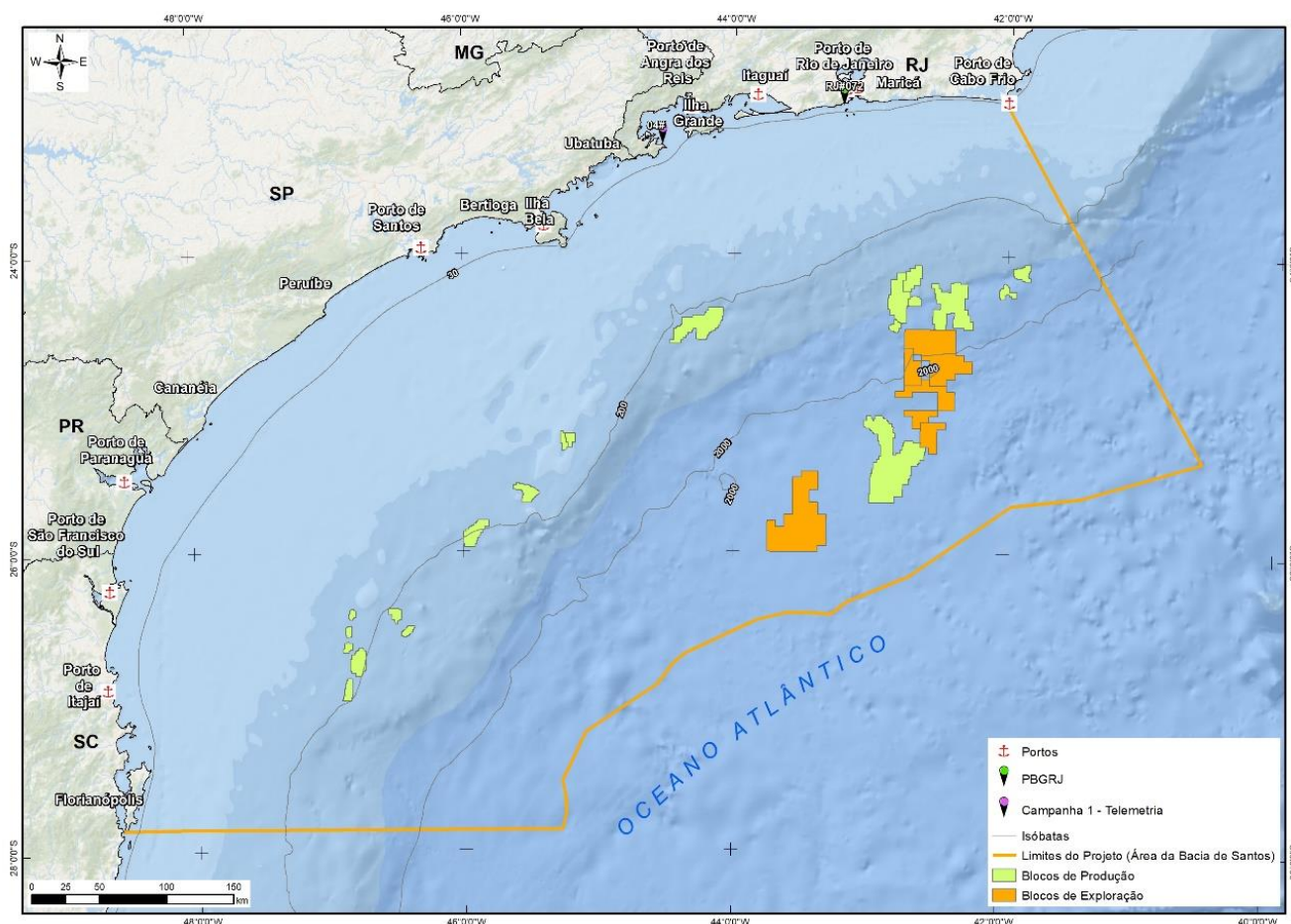


**Figura IV.1.6-32:** Localizações dos indivíduos 1#, *Steno bredanensis*, avistado no dia 02/03/2016, na 1ª Campanha de Telemetria, no dia 16/02/2017, na 3ª Campanha de Telemetria, no dia 19/07/2017, na 4ª Campanha de Telemetria, e no dia 16/09/2011, pelo Projeto Baleias e Golfinhos do Rio de Janeiro.

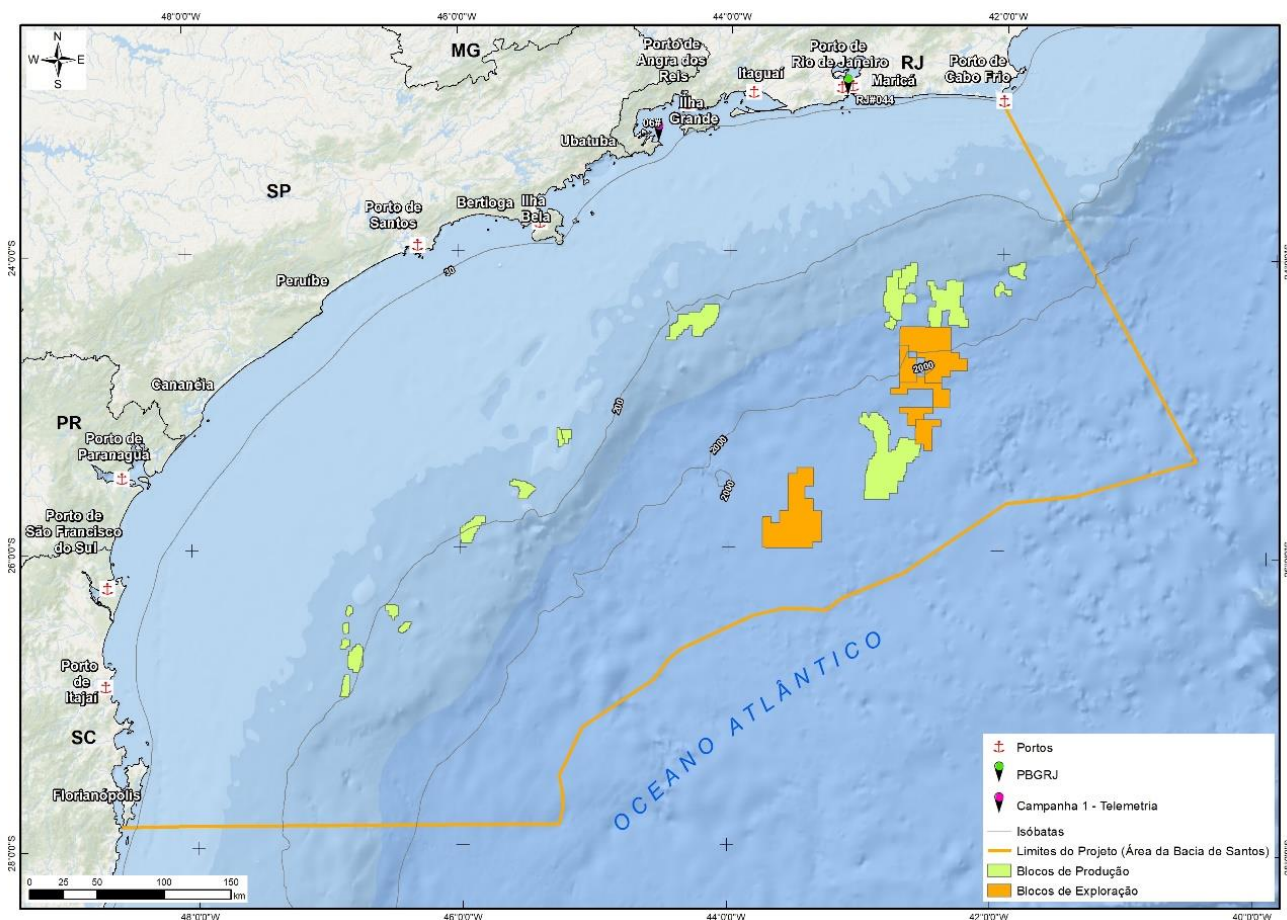


**Figura IV.1.6-33:** Registros fotográficos dos indivíduos 04# e 06#, *Steno bredanensis*. Foto esquerda superior – dia 02/03/2016, indivíduo 04#, 1º Campanha de Telemetria; foto direita superior – dia 25/01/2017, indivíduo 04# (RJ#72), Projeto Baleias e Golfinhos do Rio de Janeiro; Foto esquerda inferior – dia 02/03/2016, indivíduo 06#, 1º Campanha de Telemetria; foto direita inferior – dia 29/04/2015, indivíduo 06# (RJ#44), Projeto Golfinhos do Rio de Janeiro.





**Figura IV.1.6-34:** Localizações do indivíduo 04#, *Steno bredanensis*, avistado no dia 02/03/2016, na 1ª Campanha de Telemetria, e no dia 25/01/2017, pelo Projeto Baleias e Golfinhos do Rio de Janeiro.



**Figura IV.1.6-35:** Localizações dos indivíduos 06#, *Steno bredanensis*, avistado no dia 02/03/2016, na 1ª Campanha de Telemetria, e no dia 29/04/2015, pelo Projeto Baleias e Golfinhos do Rio de Janeiro.

### 3) Reavistagens de *Sotalia guianensis*

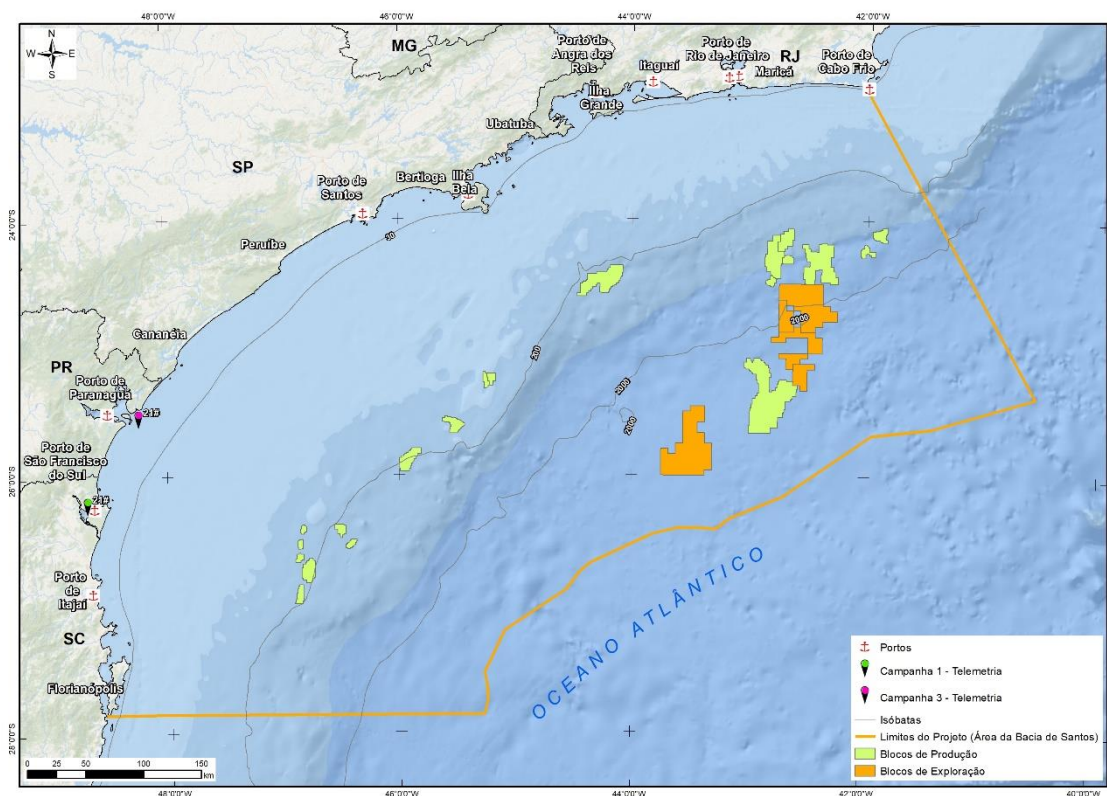
Também foi realizado neste segundo ano um *match* de *Sotalia guianensis*, na região da Baía da Babilonga. O indivíduo 21# (**Figura IV.1.6-36**) foi registrado em 24/02/2016 na região da Baía da Babilonga, sendo provavelmente um registro procedente da população residente de *Sotalia* na área (HARDT *et al.*, 2010). No entanto, no dia 22/02/2017 o mesmo indivíduo foi observado próximo a Paranaguá, 60 quilômetros ao norte (**Figura IV.1.6-37**). Este registro sugere que os indivíduos da população residente de *Sotalia* da Baía da Babilonga se deslocam para áreas

adjacentes, ou indivíduos de áreas adjacentes visitam a Baía da Babitonga. Movimentos como esse não foram registrados anteriormente pelos monitoramentos sistemáticos que ocorrem na área (CREMER *et al.*, 2011), e devem ser considerados em estudos futuros que avaliam o estado das populações costeiras da espécie.



**Figura IV.1.6-36:** Registros fotográficos do indivíduo 21#, *Sotalia guianensis*. Foto direita – dia 24/02/2016, 1ª Campanha de Telemetria; foto esquerda – dia 22/02/2017, 3ª Campanha de Telemetria.





**Figura IV.1.6-37:** Localizações do indivíduo 21#, *Sotalia guianensis*, avistado no dia 24/02/2016, na 1ª Campanha de Telemetria, e no dia 22/02/2017, na 3ª Campanha de Telemetria.

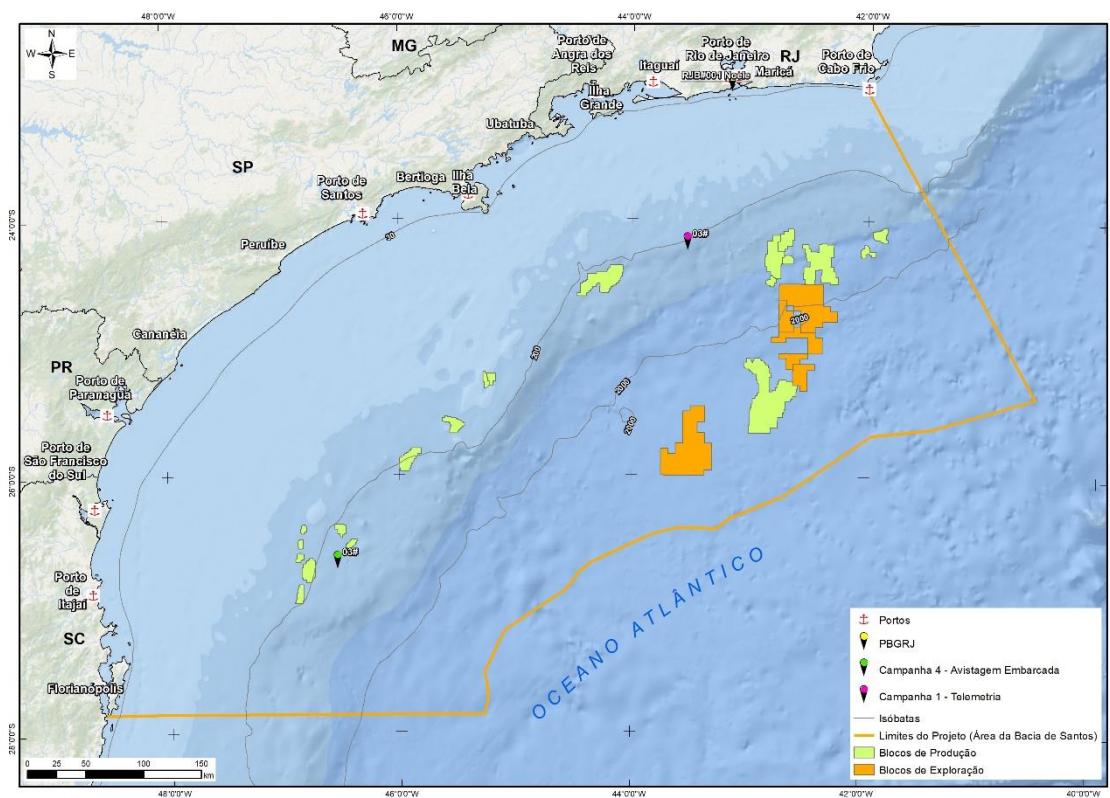
#### 4) Reavistagens de *Balaenoptera brydei*

Foram realizadas duas reavistagens de *Balaenoptera brydei*. O indivíduo 03# foi observado em 7 oportunidades durante o verão, entre 2012 e 2014, pelo PBGRJ (**Figura IV.1.6-38**), em áreas costeiras próximas ao Arquipélago de Cagarras. Em 2016 foi observado pelo PMC aproximadamente 150 km ao sul, nas proximidades do talude. Treze meses depois este mesmo indivíduo foi observado 500 km ao sul, também nas proximidades do talude (**Figura IV.1.6-39**). A utilização de áreas costeiras na região de Cabo Frio em meses quentes já foi previamente documentada, sendo comum a observação de comportamento de forrageio nesta área de alta produtividade (LODI *et al.*, 2015). O indivíduo 9# (**Figura IV.1.6-40**) também foi observado em duas oportunidades em áreas costeiras, nas proximidades

de Ilhabela (SP), com um intervalo de 5 meses entre cada observação, uma ocorrendo no verão e outra no inverno (**Figura IV.1.6-41**). Movimentos para áreas costeiras devem ser motivados por movimentos de presas pelágicas potenciais, como sardinhas que durante verão e outono se aproximam da costa para desovar (PAIVA & MOTTA 2000), e são uma importante presa para a baleia-de-brydei (TERSHEY *et al.*, 1993). No entanto, o movimento do indivíduo 03# de áreas costeiras ao talude e então ao sul requer mais informações para se concluir se foi um evento ocasional ou um padrão comum para a espécie.



**Figura IV.1.6-38:** Registros fotográficos do indivíduo 03#, *Balaenoptera brydei*. Foto esquerda superior – dia 08/03/2016, 1ª Campanha de Telemetria; foto direita superior – dia 14/04/2017, 4ª Campanha de Telemetria; foto esquerda inferior – dia 22/12/2012, pelo Projeto Golfinhos do Rio de Janeiro.

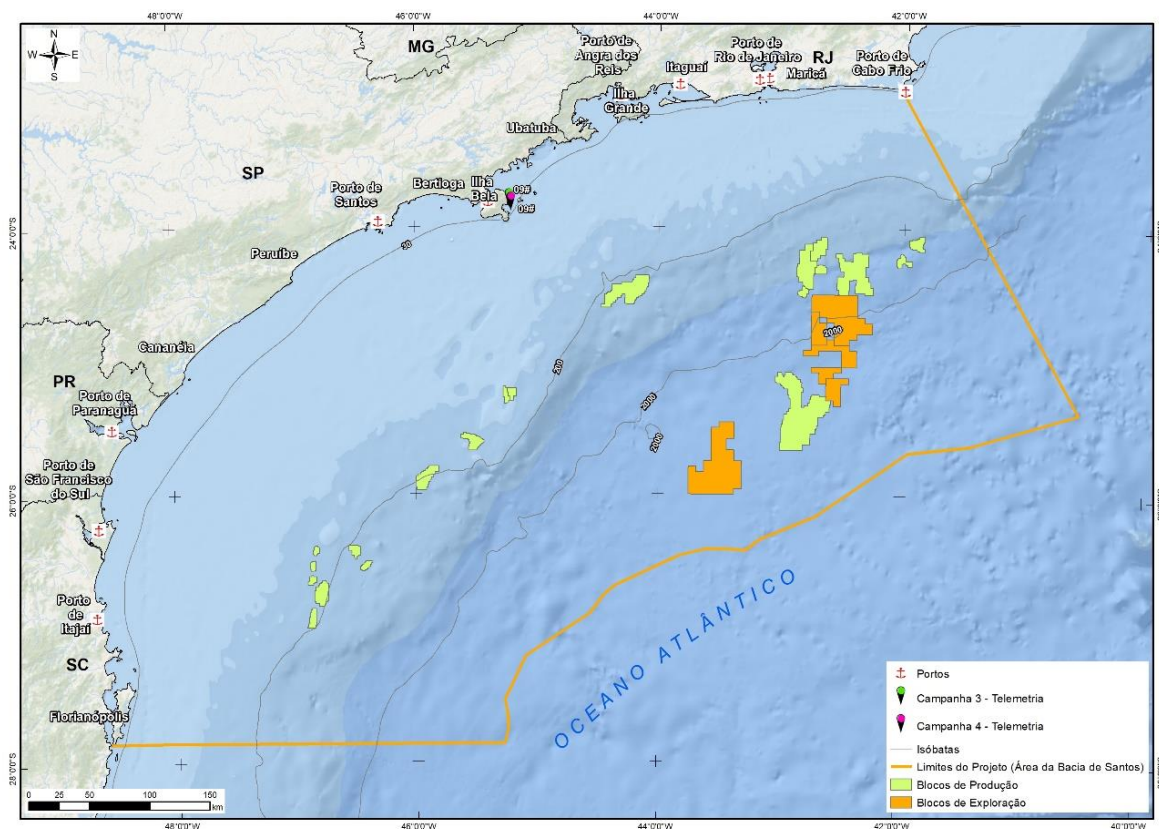


**Figura IV.1.6-39:** Mapa com as localizações dos indivíduos 03#, *Balaenoptera brydei*, avistado no dia 08/03/2016, na 1ª Campanha de Telemetria, no dia 14/04/2017, na 4ª Campanha de Telemetria, e no dia 29/04/2015, pelo Projeto Baleias e Golfinhos do Rio de Janeiro.





**Figura IV.1.6-40:** Registros fotográficos do indivíduo 09#, *Balaenoptera brydei*. Foto esquerda – dia 18/02/2017, 3º Campanha de Telemetria; foto direita – dia 25/07/2017, 4º Campanha de Telemetria.

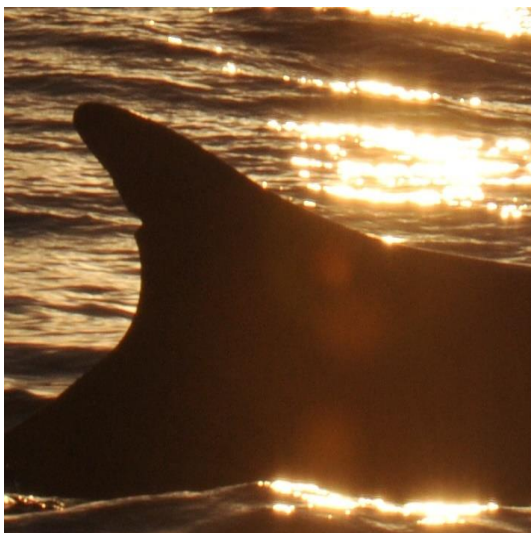


**Figura IV.1.6-41:** Mapa com as localizações dos indivíduos 09#, *Balaenoptera brydei*, avistado no dia 18/02/2017, na 3ª Campanha de Telemetria, no dia 25/07/2017, na 4ª Campanha de Telemetria.

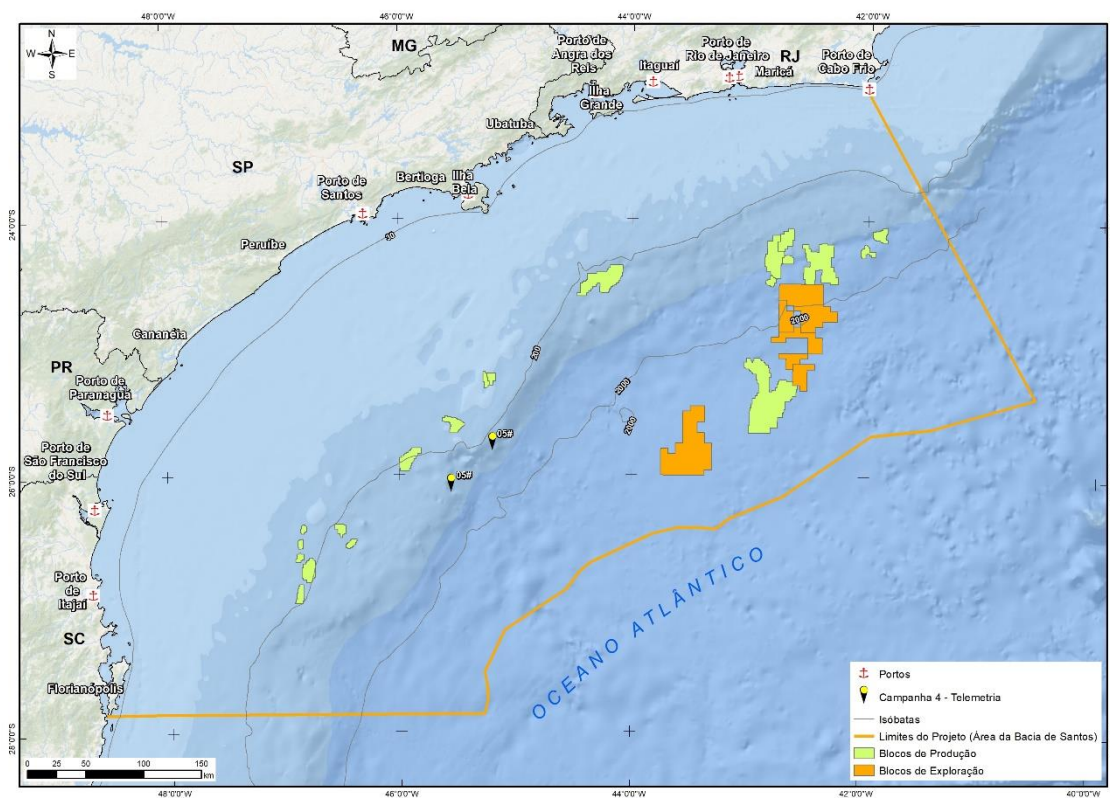
##### 5) Matches de *Balaenoptera physalus*

Um indivíduo de *Balaenoptera physalus* foi fotoidentificado em dias subsequentes ao longo da 4ª Campanha de Telemetria (**Figura IV.1.6-42**). Entre avistagens o indivíduo fez um deslocamento ao norte de aproximadamente 100 km acompanhando a linha do talude (**Figura IV.1.6-43**). Novos registros são necessários para se discutir qualquer padrão de movimento.





**Figura IV.1.6-42:** Registros fotográficos do indivíduo 05#, *Balaenoptera physalus*. Foto esquerda – dia 13/07/2017, 4º Campanha de Telemetria; foto direita – dia 14/07/2017, 4º Campanha de Telemetria.



**Figura IV.1.6-43:** Localizações dos indivíduos 05#, *Balaenoptera physalus*, avistado no dia 13/07/2017, na 4ª Campanha de Telemetria, no dia 14/07/2017, na 4ª Campanha de Telemetria.

## **IV.2 Densidade e Abundância**

### **IV.2.1 Estimativas de densidade de cetáceos em Campanhas de Avistagem Embarcada**

A densidade e a abundância são dois parâmetros demográficos básicos para a descrição de populações de seres vivos. A densidade e a abundância de cetáceos na Bacia de Santos foram estimadas pelo método de transecções lineares com amostragem de distâncias (BUCKLAND *et al.*, 2001). Utilizando dados de todo o período de dois anos do PMC, foram geradas estimativas para cetáceos da Família Delphinidae (golfinhos) e da Sub-Ordem Mysticeti (baleias-verdadeiras).

#### **Métodos**

A distância perpendicular para cada grupo foi obtida pela leitura do número de retículos de binóculos 7x50, utilizando as conversões de retículos disponíveis na literatura e respectivos ângulos estimados considerando a curvatura da terra (LERCZAK & HOBBS, 1998; KINZEY & GERRODETTE, 2001).

O principal passo da análise é construir uma função ou modelo de detecção que descreva como a probabilidade de detectar os grupos de cetáceos pelos observadores diminui com o aumento da distância em relação à linha de transecção (BUCKLAND *et al.*, 2001). Ou seja, este procedimento analítico descreve a detectabilidade dos grupos em função da distância e resulta em estimativas de densidade e abundância mais precisas e menos enviesadas. Os modelos de detecção foram construídos usando o programa ‘Distance’ (THOMAS *et al.*, 2010).

Primeiramente foi escolhida uma distância máxima para truncar os dados, ou seja, eliminar as observações mais distantes. Este passo é necessário, pois os dados mais importantes para o ajuste da curva de detecção são aqueles próximos da linha de transecção (BUCKLAND *et al.*, 2001). Para isto foram ajustados diferentes modelos de detecção sem covariáveis usando diferentes distâncias de truncagem.

As curvas foram inspecionadas visualmente e foi escolhida uma distância de truncagem que eliminasse a cauda longa na distribuição das detecções em função das distâncias.

Após a truncagem, testaram-se modelos que consideram diferentes fatores que podem afetar a distância com que os cetáceos são observados, que foram inseridos nos modelos de detecção como covariáveis (MARQUES & BUCKLAND, 2004). Foram testadas duas funções básicas de detecção: curva meia-normal e curva taxa-de-risco, além de ajustes de série visando melhorar o ajuste das funções de detecção (cosseno, polinomial simples e polinomial de Hermite).

O melhor modelo foi escolhido com base no menor valor de AIC – Critério de Informação de Akaike (BURNHAM & ANDERSON, 2002), que considera o bom ajuste do modelo aos dados e penaliza pelo número de parâmetros no modelo. A diferença no AIC do melhor modelo ( $\Delta AIC = 0$ ) para os outros modelos, que constitui o  $\Delta AIC$ , determina quais modelos são mais plausíveis. Um  $\Delta AIC$  de até dois indica os modelos que devem ser considerados como os melhores.

Foram consideradas nove covariáveis nos modelos. São elas: (1) meio de detecção (Olho nu, Binóculo 7x50, Binóculo 15x50); (2) Pista de detecção (borrifo, corpo ou comportamento aéreo); (3) Visibilidade (Péssima, Ruim, Boa, Excelente); (4) Tamanho de grupo; (5) Estado do mar na escala Beaufort (como variável contínua); (6) Estado do mar Beaufort (como variável categórica); (7) Reflexo do sol (em %); (8) Cobertura de nuvens (em %); e (9) Profundidade (em metros). A modelagem foi feita partindo de modelos mais simples, contendo uma das covariáveis isoladamente. As covariáveis que tiveram um valor de AIC muito alto nos modelos foram eliminadas. Posteriormente foram construídos modelos com combinação de no máximo duas covariáveis. Este procedimento de modelagem visou não construir modelos muito complexos e de difícil interpretação, e evitar problemas de falha na estimação dos parâmetros.

## Resultados

Um total de 246 linhas de transecção percorridas em quatro campanhas foi considerado para as análises, totalizando 11.733,95 milhas náuticas percorridas na área de estudo (**Tabela IV.2.1-1**).

**Tabela IV.2.1-1:** Esforço amostral e número de grupos de delfinídeos e mysticetos observados durante as campanhas de Avistagem Embarcada nos dois primeiros anos do PMC-BS. mn = milhas náuticas; DP = desvio padrão.

Campanha	Linhas de transecção	Esforço (mn)	Grupos de Delphinidae	Grupos de Mysticeti
1	58	2.847,39	31	1
2	65	2.969,37	33	28
3	53	2.960,41	46	45
4	70	2.956,78	42	7
TOTAL	246	11.733,95	152	81

Ao longo das quatro campanhas foram avistados 152 grupos de delfinídeos, totalizando 2.631 indivíduos (**Tabela IV.2.1-2**). O tamanho médio dos grupos oscilou entre as campanhas, variando de 10 a 35 indivíduos.

**Tabela IV.2.1-2:** Esforço amostral e número de grupos de delfinídeos durante as campanhas de Avistagem Embarcada nos dois primeiros anos do PMC-BS. mn = milhas náuticas; DP = desvio padrão.

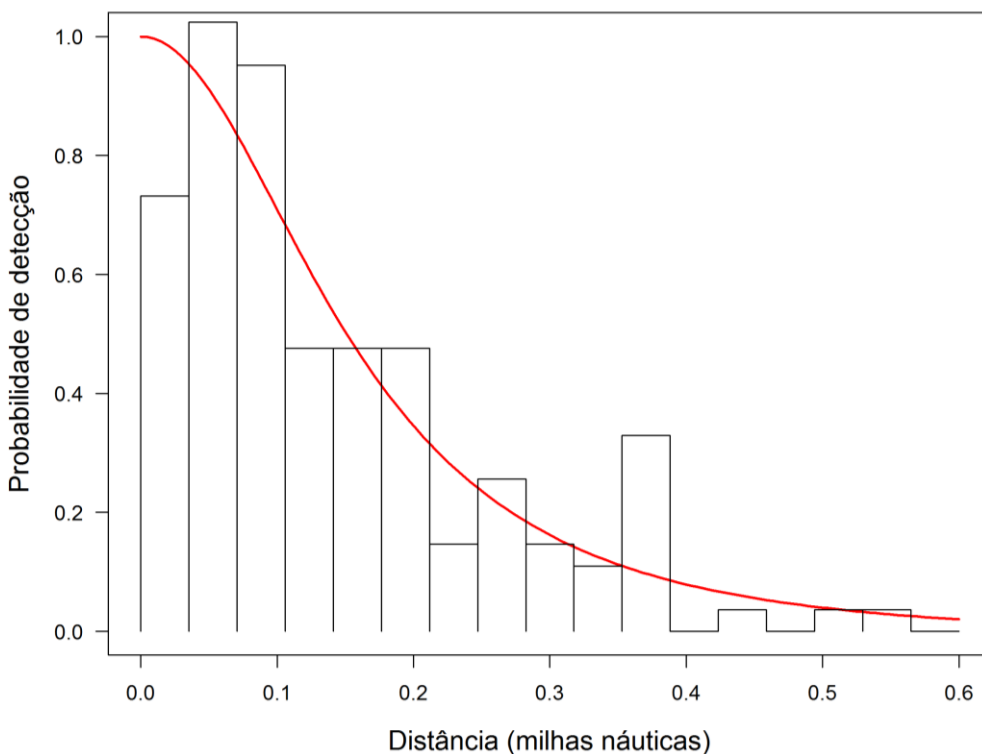
Campanha	Grupos	Indivíduos	Indivíduos por mn	Tamanho de grupo (média ± DP)	Tamanho de grupo (min - máx)
1	31	309	0,108	10,0 ± 12,3	1 - 50
2	33	1155	0,389	35,0 ± 48,9	1 - 200
3	46	393	0,133	8,5 ± 9,1	1 - 40
4	42	774	0,262	18,4 ± 25,0	1 - 100
TOTAL	152	2.631	0,224	17,3 ± 28,9	1 - 200



A truncagem dos dados para os delfinídeos foi realizada a uma distância de 1.111 metros (0,6 milha náutica), resultando na eliminação de 9 detecções que foram feitas a distâncias maiores (~6% do total de detecções). A curva meia-normal foi escolhida como melhor função para os dados coletados no PMC-BS (**Figura IV.2.1-1**), a partir da qual foram construídos 13 modelos com diferentes covariáveis (**Tabela IV.2.1-1**).

O melhor modelo levou em consideração a visibilidade e o meio de detecção, tendo se ajustado bem aos dados de acordo com a plotagem quantil-quantil. O melhor modelo prevê que quanto pior a visibilidade percebida em campo pelos observadores, menor é a probabilidade de detectar grupos a uma distância maior da linha. Com relação ao meio de detecção, os grupos observados a olho nu tenderam a ser avistados mais próximos da linha, enquanto as detecções de binóculos foram realizadas a maiores distâncias. Quanto maior o aumento do binóculo, maior foi a distância da detecção.

As estimativas de densidade e abundância de delfinídeos variaram entre as campanhas do PMC (**Tabela IV.2.1-3**). As menores abundâncias foram observadas para as duas primeiras campanhas, cujas estimativas ficaram próximas de 22.000 golfinhos. Na campanha 3, na primavera de 2016, foi estimada a maior abundância, com cerca de 36.700 animais. Na última campanha a estimativa foi de aproximadamente 30.000 delfinídeos na Bacia de Santos. Todas as estimativas tiveram uma precisão aceitável para este tipo de estudos, variando entre 25 e 30% de coeficiente de variação.



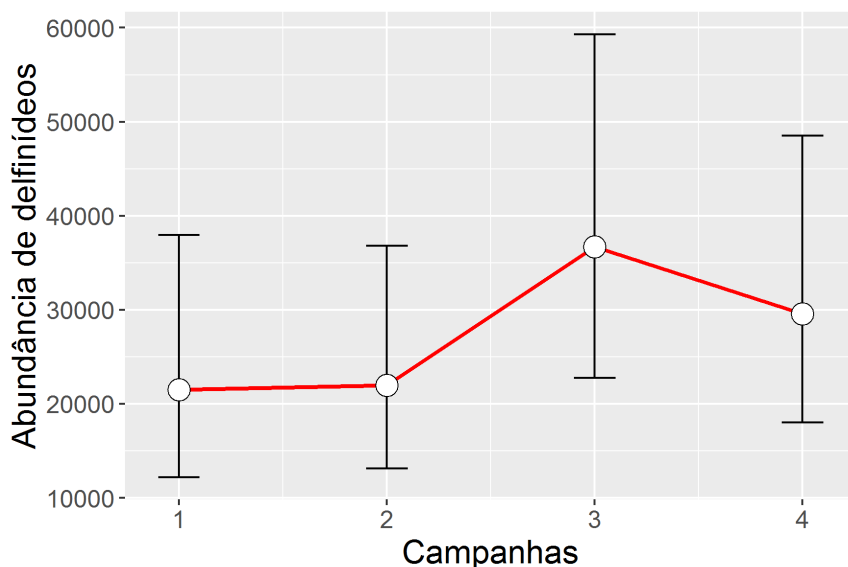
**Figura IV.2.1-1:** Curva de detecção (linha vermelha) meia-normal de um modelo sem covariáveis, ajustado aos dados de delfínídeos observados durante as Campanhas de Avistagem Embarcada dos primeiros anos do PMC-BS.

**Tabela IV.2.1-3:** Modelos de detecção para delfinídeos na Bacia de Santos em função da distância das linhas de transecção. *K* = número de parâmetros.

Modelo	k	AIC	Delta AIC
Meio de detecção + Visibilidade	6	-310.352	0.00
Meio de detecção + Beaufort (contínua)	4	-306.702	3.65
Meio de detecção + Grupo	4	-300.365	9.99
Meio de detecção	3	-298.812	11.54
Beaufort (contínua)	3	-291.753	18.60
Visibilidade	4	-290.592	19.76
Grupo	2	-286.227	24.13
Profundidade	2	-282.821	27.53
Reflexo	2	-281.171	29.18
Pista de detecção	3	-280.876	29.48
Nulo	2	-280.77	29.58
Beaufort (categórica)	8	-280.498	29.85
Nuven	2	-278.338	32.01

**Tabela IV.2.1-4:** Estimativa de densidade e abundância de delfinídeos durante as campanhas de Avistagem Embarcada nos dois primeiros anos do PMC-BS. *IC* = intervalo de confiança.

Campanha	Densidade (inds/km <sup>2</sup> )	Densidade IC95%	Abundância	Abundância IC95%	Abundância CV%
1	0,082	0,046 – 0,144	21.509	12.187 – 37.962	29,18
2	0,083	0,049 – 0,139	21.990	13.135 – 36.813	26,44
3	0,139	0,086 – 0,225	36.728	22.741 – 59.317	24,57
4	0,112	0,068 – 0,184	29.548	18.003 – 48.498	25,44



**Figura IV.2.1-2:** Abundância de delfínídeos observados ao longo das quatro Campanhas de Avistagem Embarcada dos primeiros anos do PMC-BS.

Ao longo das quatro campanhas foram observados 81 grupos de grandes baleias, totalizando 123 indivíduos avistados (**Tabela IV.2.1-5; Figura IV.2.1-3**). O tamanho médio de grupos de grandes baleias foi pequeno, variando entre 1 a 2 indivíduos.

Para as grandes baleias (Mysticeti), a truncagem dos dados foi realizada com 2.784 metros, resultando na eliminação de sete detecções (8,6% do total de detecções). Foram construídos 11 modelos com diferentes covariáveis utilizando a curva meia-normal como função de detecção (**Tabela IV.2.1-6**). De acordo com o gráfico de quantil-quantil, este modelo se ajustou bem aos dados.

Dois modelos tiveram suporte e foram considerados como boas representações dos dados de acordo com o AIC. O melhor modelo considerou a pista de detecção como covariável, prevendo menor distância de detecção para animais que foram detectados pela visualização do corpo, enquanto borrfos e comportamentos aéreos foram detectados a maiores distâncias. O segundo modelo plausível considerou o estado do mar na escala Beaufort como variável categórica. Este modelo prevê que

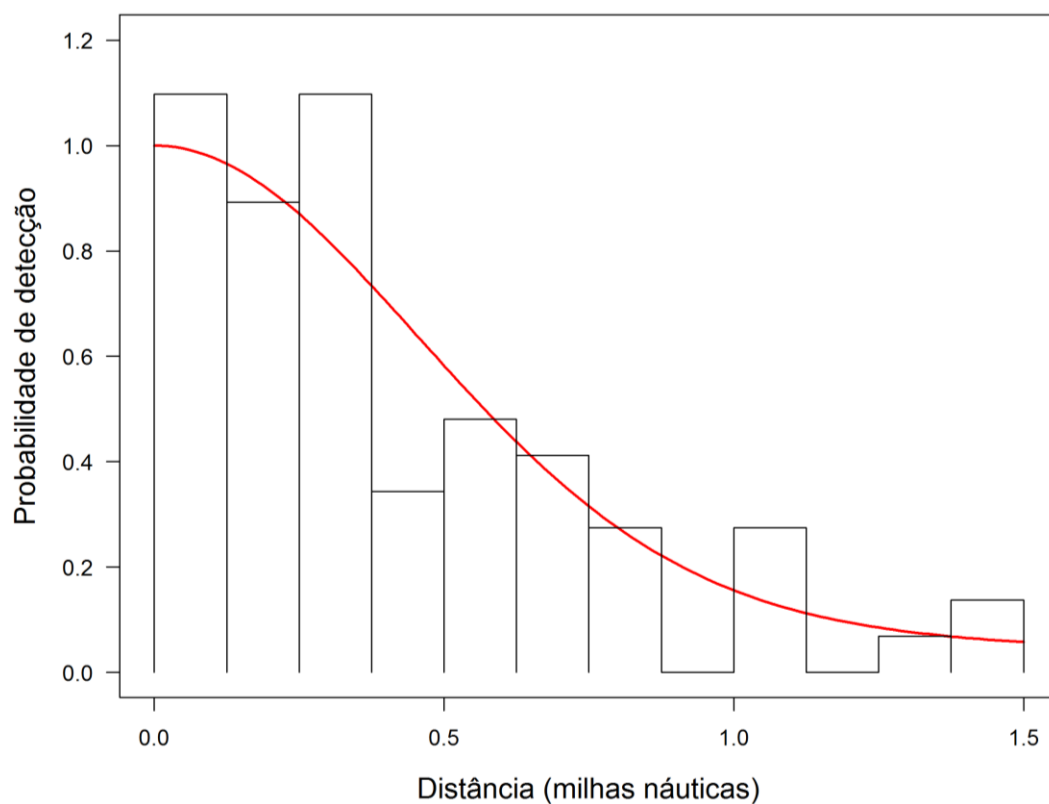
a distância de detecção diminui gradualmente do mar 2 ao 4, e volta a crescer no mar 5.

A densidade mostrou uma grande variabilidade entre as campanhas, com a abundância estimada entre 14 e 1.140 baleias na Bacia de Santos (**Figura IV.2.1-4**). As campanhas realizadas em meses mais quentes, incluindo o verão, mostraram uma menor abundância de misticetos.

**Tabela IV.2.1-5:** Esforço amostral e número de grupos de misticetos durante as campanhas de Avistagem Embarcada nos dois primeiros anos do PMC-BS. mn = milhas náuticas; DP = desvio padrão.

Campanha	Grupos	Indivíduos	Indivíduos por mn	Tamanho de grupo (média ± DP)	Tamanho de grupo (min - máx)
1	1	1	0,0004	1	1
2	28	40	0,013	1,4 ± 0,9	1 - 5
3	45	73	0,025	1,6 ± 0,9	1 - 4
4	7	9	0,003	1,3 ± 0,8	1 - 3
<b>TOTAL</b>	<b>81</b>	<b>123</b>	<b>0,010</b>	<b>1,5 ± 0,9</b>	<b>1 - 5</b>





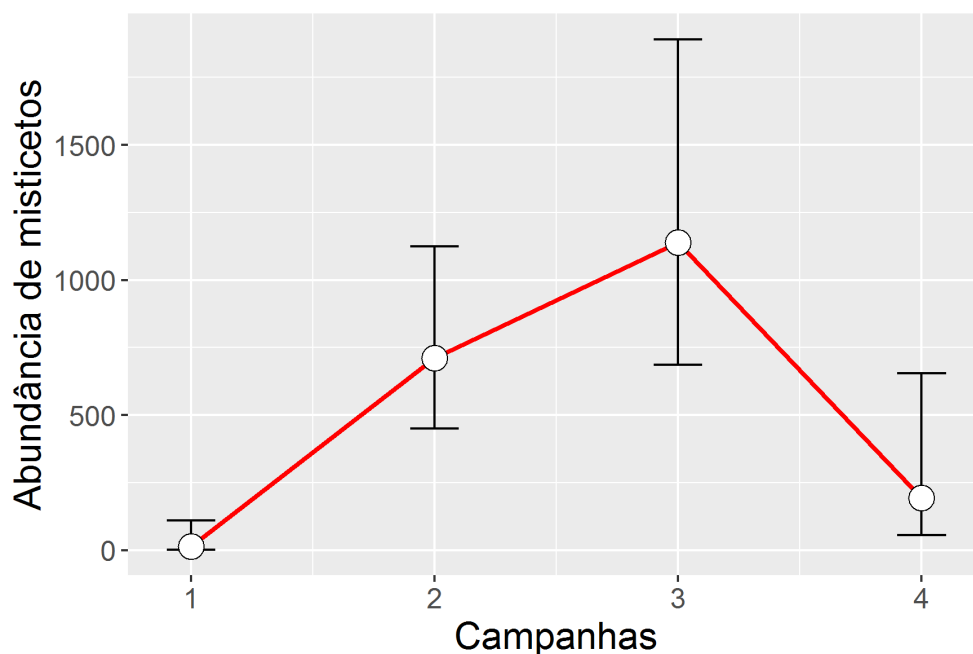
**Figura IV.2.1-3:** Curva de detecção (linha vermelha) meia-normal de um modelo sem covariáveis, ajustado aos dados de misticetos observados durante as Campanhas de Avistagem Embarcada dos primeiros anos do PMC-BS.

**Tabela IV.2.1-6:** Modelos de detecção para misticetos na Bacia de Santos em função da distância das linhas de transecção. *K* = número de parâmetros.

Modelo	k	AIC	Delta AIC
Pista de detecção	3	0.00	8.81
Beaufort (categórica)	5	1.19	10.00
Pista de detecção + Beaufort (categórica)	7	4.26	13.07
Null	2	5.99	14.79
Grupo	2	6.37	15.17
Beaufort (contínua)	2	8.96	17.77
Reflexo	2	9.44	18.24
Profundidade	2	9.53	18.33
Nuvens	2	9.59	18.40
Visibilidade	4	9.91	18.72
Meio de detecção	3	10.43	19.23

**Tabela IV.2.1-7:** Estimativa de densidade e abundância de misticetos durante as campanhas de Avistagem Embarcada nos dois primeiros anos do PMC-BS. IC = intervalo de confiança.

Campanha	Densidade (inds/km <sup>2</sup> )	Densidade IC95%	Abundância	Abundância IC95%	Abundância CV%
1	0,00005	0,0000 – 0,0004	14	2 - 110	128,79
2	0,003	0,002 – 0,004	712	451 - 1125	23,17
3	0,004	0,003 – 0,007	1140	687 - 1891	25,62
4	0,0007	0,0002 – 0,002	194	57 - 656	66,21



**Figura IV.2.1-4:** Abundância de misticetos observados ao longo das quatro Campanhas de Avistagem Embarcada dos primeiros anos do PMC-BS.

### Discussão

Este é um dos poucos esforços de estimativa de densidade e abundância de cetáceos da costa brasileira. A baleia-jubarte foi bastante estudada quanto à sua densidade e abundância, especialmente na região Nordeste (e.g., ZERBINI *et al.*, 2004; ANDRIOLO *et al.*, 2006; PAVANATO *et al.*, 2017). O boto-cinza também teve sua densidade e abundância estimadas em baías protegidas do Brasil (e.g., FLACH *et al.*, 2008; CREMER *et al.*, 2011). Este estudo avalia várias espécies, ao passo que os estudos anteriores eram focados em uma espécie em particular, e inclui uma variedade maior de habitats, incluindo o talude continental e regiões oceânicas. Este estudo também é pioneiro na Bacia de Santos, fornecendo linhas de base para um monitoramento de longo prazo dos cetáceos da região.

A incorporação de covariáveis de natureza metodológica (e.g., meio de

detecção), ambiental (e.g., estado do mar) ou comportamental (e.g., pista de detecção) foi importante para levar em conta fatores que afetam a detectabilidade dos cetáceos em levantamentos embarcados. Com relação aos golfinhos, ficou evidente que o uso de binóculos é uma parte importante do protocolo amostral e resulta em aumento da distância de detecção dos grupos.

O estado do mar foi importante tanto para golfinhos quanto para grandes baleias. Enquanto a distância de detecção dos golfinhos diminui continuamente conforme aumenta a agitação do mar, para as grandes baleias este padrão é menos óbvio. O incremento do estado do mar diminui a distância de detecção até o mar Beaufort 4, e em mar 5 a distância de detecção sobe. Este padrão pode ter relação com o comportamento das baleias, que tendem a realizar mais comportamentos aéreos com o aumento do vento e do estado do mar (DUNLOP *et al.*, 2010). Segundo os autores, este comportamento é causado pela redução da eficiência da comunicação vocal com o aumento da agitação do mar devido ao aumento do ruído ambiente, o que levaria os grandes cetáceos a mudarem de estratégia de comunicação.

A variação na densidade e abundância foi evidente tanto para delfínídeos quanto para misticetos. Os delfínídeos foram substancialmente mais abundantes que os misticetos e demonstraram oscilações de até 50% de aumento na abundância (ver **Figura IV.2.1-4**). Apesar dessa evidente flutuação na abundância, as médias das estimativas entre as campanhas se sobrepõem em seus intervalos de confiança, e qualquer conclusão ainda é prematura. As flutuações na abundância podem decorrer de fatores como movimentos latitudinais, tanto para regiões ao sul, quanto para regiões ao norte da Bacia de Santos, em busca de condições mais produtivas ou propícias. Estas variações temporais de delfínídeos já foram descritas para a Bacia de Santos e talude continental do Sul do Brasil, com maiores taxas de encontro na primavera (DI TULLIO *et al.*, 2016). A primavera foi justamente a época da Campanha 3, quando a abundância de delfínídeos foi maior, o que pode indicar uma sazonalidade de ocorrência deste grupo.

A sazonalidade na abundância das grandes baleias já era esperada devido ao

comportamento migratório da maioria das espécies, com exceção de poucas espécies que não migram (como a baleia-de-bryde). A maior abundância de mysticetos no inverno e primavera está bem descrita para espécies como a baleia-jubarte (MORETE *et al.*, 2008), que foi a espécie com maior número de avistamentos durante os cruzeiros de Avistagem Embarcada do PMC ( $n = 24$ ; 30% dos registros). Entretanto, a densidade e abundância de grandes baleias na Bacia de Santos foi significativamente menor do que em regiões de alta concentração, como o Banco dos Abrolhos (ANDRIOLO *et al.*, 2010).

Em relação ao relatório anual anterior, as análises apresentadas neste relatório incluíram avanços importantes. O primeiro deles é a estimativa de abundância para grupos distintos de cetáceos, como delfínídeos e mysticetos. Espera-se que acumulando mais dados se possa refinar ainda mais tais estimativas, assim como para determinadas espécies mais abundantes (como golfinhos do gênero *Stenella*, baleia-de-bryde e baleia-jubarte). Outro avanço foi a utilização de um tamanho amostral maior (de linhas de transecção e detecções), que resultou em estimativas mais precisas de densidade. Finalmente, nas análises do presente relatório foram descritas importantes variações sazonais na abundância e densidade dos cetáceos da Bacia de Santos.

#### ***IV.2.2 Estimativas de densidade em Campanhas de Avistagem***

##### ***Aérea***

Durante as Campanhas de Avistagem Aérea foram registrados grupos de cetáceos, embarcações de carga e pesca (**Tabela IV.2.2-1**). Os dados de atividades humanas serão analisados quanto a sua distribuição e frequência sazonal no próximo Relatório Anual (consolidado), em 2018. A **Tabela IV.2.2-2** é uma descrição das avistagens de cetáceos durante as Campanhas de Avistagem Aérea do PMC. Nesta tabela separamos os grupos de animais identificados como Mysticetos dos grupos identificados como delfínídeos. Os grupos de animais que não foram



identificados em nível de Família, apenas de subordem, compuseram a coluna odontoceto.

As **Tabelas IV.2.2-1 e IV.2.2-2** em sua porção inferior apresentam valores percentuais, cuja soma das linhas é igual a 100%.

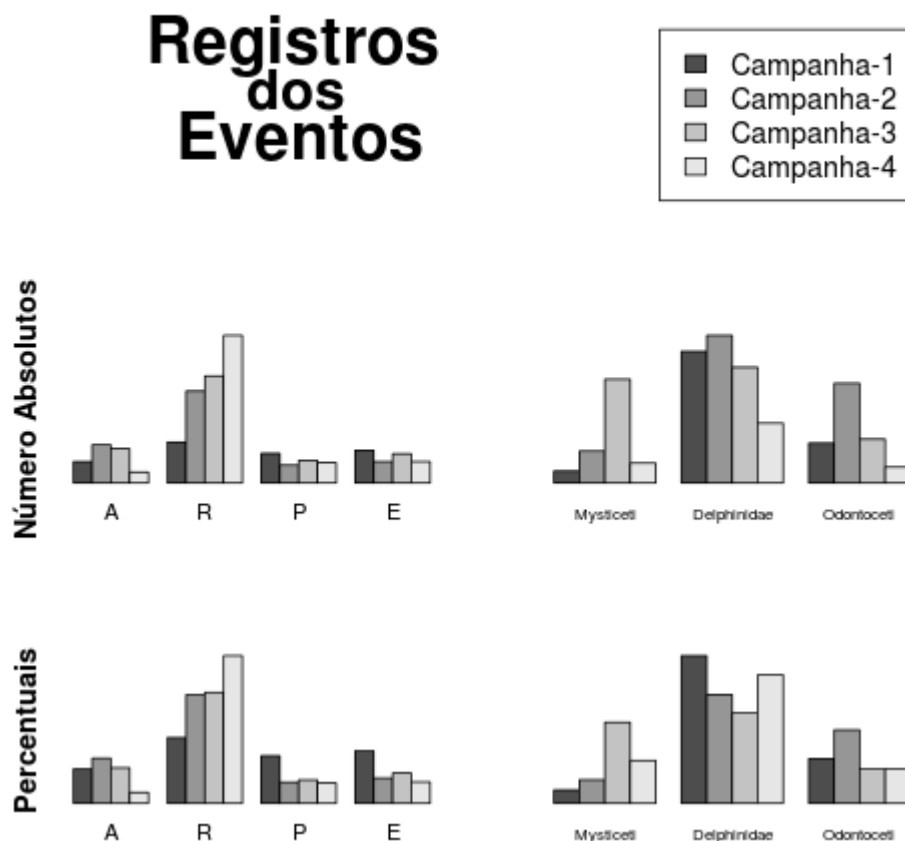
**Tabela IV.2.2-1:** *Registros efetuados durante as quatro Campanhas de Avistagem Aérea. Nesta tabela, "Avistagem" indica os grupos de cetáceos observados; "Registro" representa outros animais observados (tubarões e raias); "Pesca", indica barcos ou petrechos de pesca e "Embarcação", navios e supplies em trânsito na área amostrada. As quatro últimas linhas da tabela, (%) representam os percentuais dos registros, que foram apresentados nas quatro primeiras. A soma desses percentuais em cada linha equivale a 01, ou seja (100%).*

	<b>Avistagem</b>	<b>Registro</b>	<b>Pesca</b>	<b>Embarcação</b>
Número de Registros				
Campanha-1	55	105	76	84
Campanha-2	98	236	46	55
Campanha-3	88	275	58	75
Campanha-4	28	379	52	55
Percentual (%)				
Campanha-1	0,172	0,328	0,238	0,263
Campanha-2	0,225	0,543	0,106	0,126
Campanha-3	0,177	0,554	0,117	0,151
Campanha-4	0,054	0,737	0,101	0,107

**Tabela IV.2.2-2:** *Número de grupos de cetáceos registrados nas quatro Campanhas de Avistagem Aérea. Na coluna "Odontocetos" foram agrupados todos os grupos de animais não identificados em nível de Família. As quatro últimas linhas da tabela, (%) representam os percentuais das quatro primeiras. A soma desses percentuais em cada linha equivale a 01, ou seja (100%).*

	Misticeto	Delfinídeos	Odontoceto
Número de Registros			
Campanha-1	3	33	10
Campanha-2	8	37	25
Campanha-3	26	29	11
Campanha-4	5	15	4
Percentual (%)			
Campanha-1	0,65	0,718	0,217
Campanha-2	0,114	0,529	0,357
Campanha-3	0,394	0,439	0,167
Campanha-4	0,208	0,625	0,167

A **Figura IV.2.2-1**, primeira linha, é a representação gráfica do que está exposto nas **Tabelas IV.2.2-1 e IV.2.2-2**. Da mesma forma, que a segunda linha da **Figura IV.2.2-1** é a representação gráfica, com relação a porção inferior das referidas tabelas, isto é, percentual. Na **Figura IV.2.2-1**, primeira linha, primeira coluna, é possível observar uma tendência crescente da variável Registro, (R). Esse mesmo padrão crescente é possível observar na mesma variável da **Figura IV.2.2-1**, segunda linha, primeira coluna. Entretanto, observa-se que as variáveis Pesca (P) e Embarcação (E) permanecem constantes enquanto Avistagem (A) apresenta um padrão decrescente, contrário ao apresentado pela variável Registro (R) (**Figura IV.2.2-1**). O mesmo padrão decrescente é apresentado pela variável delfinídeos na **Figura IV.2.2-1**, segunda coluna.



**Figura IV.2.2-1:** Eventos ocorridos durante as Campanhas de Avistagem Aérea do PMC. Os gráficos representam a quantidade de eventos ocorridos durante as quatro campanhas. Na primeira linha são observados os valores absolutos enquanto na segunda linha, os valores percentuais. Já na primeira coluna observa-se os eventos registrados como Avistagem, (A); Pesca, (P); Embarcações, (E) e Registro, (R), que representa todos os animais avistados, à exceção dos cetáceos. Na segunda coluna, o evento avistagem está discriminando em Mysticeti, Odontoceti e Delphinidae todos os grupos de cetáceos registrados durante as quatro campanhas.

### Preparação dos dados

As covariáveis consideradas foram as seguintes: campanha (camp); latitude (lat); longitude (long); espécie (sp); tamanho de grupo (tgrupo); filhote (calf); pista (cue); beaufort (bf); reflexo (ref); retículo (ret); observador 1 (obs1); observador 2 (obs2); ambos os observadores (ambos); angulo (angulo); e distância (dist).

Os dados de avistagens de diferentes táxons estão sumarizados nas **Tabelas IV.2.2-3, IV.2.2-4 e IV.2.2-5**. Diferentemente da **Tabela IV.2.2-2**, onde a variável Odontoceto representa apenas os grupos identificados até o nível de Subordem; na **Tabela IV.2.2-4**, Odontocetos representam os indivíduos identificados em nível de Subordem, mais os indivíduos identificados em nível de Delfínídeos. Já a **Tabela IV.2.2-3**, Delfínídeos, representa apenas os indivíduos identificados em nível de Família. E a **Tabela IV.2.2-5**, cetáceos, representa todos os indivíduos avistados. As taxas de recaptura, (rr) apresentadas nas tabelas acima citadas, são a razão entre os animais observados por ambos os observadores e o total de animais observados. Isto é:

$$rr(x) = p(\text{ambos}) / p(\text{obs1}) + p(\text{obs2}) + p(\text{ambos})$$

**Tabela IV.2.2-3:** Grupos de Delfínídeos observados, nas quatro Campanhas de Avistagem Aérea, pelo observador 1 (Obs1); observador 2 (Obs2); ambos os observadores (Ambos); taxa de recaptura total (rr) e o total dos grupos observados (Total\_ob).

Campanha	Total_Ob	Obs1	Obs2	Ambos	rr
Campanha-1	33	14	11	8	0,2424
Campanha-2	37	10	9	18	0,4865
Campanha-3	29	6	12	11	0,3793
Campanha-4	15	6	6	3	0,2

**Tabela IV.2.2-4:** Grupos de Odontocetos observados, nas quatro Campanhas de Avistagem Aérea, pelo observador 1 (Obs1); observador 2 (Obs2); ambos os observadores (ambos); taxa de recaptura total (rr) e o total dos grupos observados (Total\_ob).

Campanha	Total_Ob	Obs1	Obs2	Ambos	rr
Campanha-1	43	20	14	9	0,2093
Campanha-2	62	21	17	24	0,3871
Campanha-3	40	10	15	15	0,375
Campanha-4	19	7	9	3	0,1579

**Tabela IV.2.2-5:** Grupos de Cetáceos observados, nas quatro Campanhas de Avistagem Aérea, pelo observador 1 (Obs1); observador 2 (Obs2); ambos os observadores (ambos); taxa de recaptura total (rr) e o total dos grupos observados (Total\_ob).

Campanha	Total_Ob	Obs1	Obs2	Ambos	rr
Campanha-1	46	21	16	9	0,1957
Campanha-2	70	25	17	28	0,4
Campanha-3	66	15	29	22	0,3333
Campanha-4	24	8	12	4	0,1667

Na **Tabela IV.2.2-6** constam os modelos usados para as análises da primeira e segunda campanha. Manteve-se a numeração que constava no relatório de 2016 para que seja possível fazer a conexão com o relatório anterior.

**Tabela IV.2.2-6:** Modelos usados nas Análises das Campanhas 3 e 4. Reescrevemos com  $p_i$  a probabilidade de detecção,  $g(x_i) = p_i$  apenas para melhor visualização do modelo. Enquanto  $x_i$  representa a covariável distância perpendicular do animal à linha de transecção.

Modelos	Descrição
M5	double quad DOLT – logit
M6	double quad DOLT – probit



### Análise dos dados (Campanha 3 e Campanha 4)

A partir dos dois modelos mencionados na **Tabela IV.2.2-6**; dos dados da terceira e da quarta campanhas e da ênfase na modelagem dos dados em relação aos delfinídeos, rodou-se cada modelo seis vezes. Os parâmetros utilizados foram os mesmos estabelecidos para modelar os dados da primeira e segunda campanha (Ver relatório de 2016). Os resultados são observados nas **Tabelas IV.2.2-7, IV.2.2-8, IV.2.2-9, IV.2.2-10** e nas **Figuras IV.2.2-2 a IV.2.2-6**. Como Medida de ajuste do modelo aos dados foi utilizado o DIC (*Deviance Information Criterion*), que é uma parâmetro análogo ao AIC (*Akaike Information Criterion*), mas adequado à inferência Bayesiana.

Um padrão facilmente observado é que a probabilidade de detecção do segundo observador foi maior do que a probabilidade de detecção do primeiro (**Tabelas IV.2.2- 7 e IV.2.2-8 e Figuras IV.2.2-3 e IV.2.2-4**). Dado o aumento da acurácia dos observadores que adquiriram experiência na área de estudo desde o início do trabalho e a "limitação" da janela plana em relação a janela bolha, forçando o observador-2 a "varrer" uma área menor do que a área "varrida" pelo observador-1, leva aquele a não perder animais que estejam em seu campo de visão. O fato da área de cobertura do observador-1 ser maior, pode estar ocasionando "perda" de algumas avistagens. Tal fato não ocorre em uma embarcação, cuja velocidade é inferior à velocidade da aeronave (~ 240 km/h). Uma análise das **Tabelas IV.2.2-3, IV.2.2-4 e IV.2.2-5**, nos permite verificar que o observador-2 avistou mais animais do que o observador-1 durante as campanhas 3 e 4.

**Tabela IV.2.2-7:** Média e desvio padrão posteriores das probabilidades de detecção à distância zero, estimadas pelo Modelo 5 para o observador 1,  $g1(0)$ ; observador 2,  $g2(0)$ ; máxima probabilidade de detecção para o observador 1,  $g1(x_0)$ ; para o observador 2,  $g2(x_0)$  e DIC (*Deviance Information Criterion*).

Campanha-3									
	g1(0)	sd	g2(0)	sd	g1(x <sub>0</sub> )	sd	g2(x <sub>0</sub> )	sd	DIC
Delfinídeos	0,602	0,136	0,701	0,136	0,495	0,401	0,749	0,201	288

Odontocetos	0,637	0,109	0,748	0,107	0,191	0,331	0,811	0,209	382
Cetáceos	0,610	0,101	0,671	0,108	0,191	0,310	0,367	0,379	718
<b>Campanha-4</b>									
	<b>g1(0)</b>	<b>sd</b>	<b>g2(0)</b>	<b>sd</b>	<b>g1(xo)</b>	<b>sd</b>	<b>g2(xo)</b>	<b>sd</b>	<b>DIC</b>
Delfinídeos	0,474	0,208	0,447	0,202	0,548	0,382	0,436	0,394	325
Odontocetos	0,377	0,190	0,456	0,208	0,338	0,369	0,480	0,373	501
Cetáceos	0,401	0,170	0,493	0,168	0,362	0,384	0,165	0,307	508

**Tabela IV.2.2-8:** Média e desvio padrão posteriores das probabilidades de detecção à distância zero, estimadas pelo Modelo 6 para o observador 1,  $g1(0)$ ; observador 2,  $g2(0)$ ; máxima probabilidade de detecção para o observador 1,  $g1(xo)$ ; para o observador 2,  $g2(xo)$  e DICs.

<b>Campanha-3</b>									
	<b>g1(0)</b>	<b>sd</b>	<b>g2(0)</b>	<b>sd</b>	<b>g1(xo)</b>	<b>sd</b>	<b>g2(xo)</b>	<b>sd</b>	<b>DIC</b>
Delfinídeos	0,627	0,164	0,630	0,150	0,331	0,379	0,662	0,166	289
Odontocetos	0,609	0,148	0,680	0,128	0,425	0,375	0,701	0,173	363
Cetáceos	0,657	0,110	0,716	0,980	0,650	0,158	0,112	0,225	741
<b>Campanha-4</b>									
	<b>g1(0)</b>	<b>sd</b>	<b>g2(0)</b>	<b>sd</b>	<b>g1(xo)</b>	<b>sd</b>	<b>g2(xo)</b>	<b>sd</b>	<b>DIC</b>
Delfinídeos	0,529	0,224	0,525	0,225	0,413	0,365	0,237	0,330	249
Odontocetos	0,481	0,227	0,519	0,233	0,347	0,354	0,329	0,350	326
Cetáceos	0,497	0,195	0,674	0,173	0,208	0,317	0,460	0,109	351

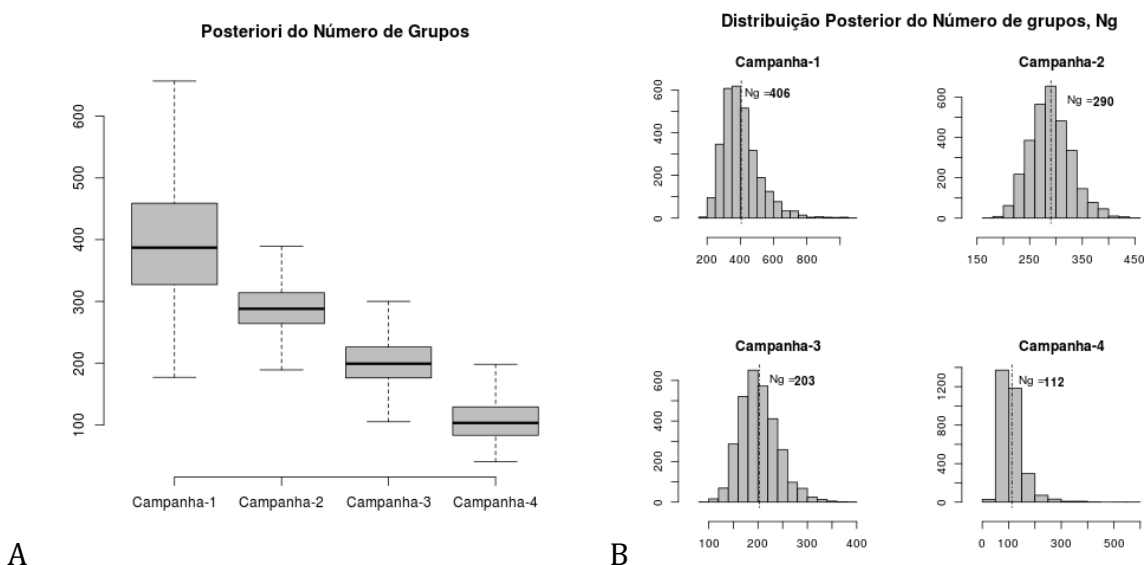
**Tabela IV.2.2-9:** Média e desvio padrão posteriores, coeficiente de variação, quantis (0.05, 0.5 e 0.975) e DICs para as estimativas do número de grupos de Delfinídeos, Odontocetos e Cetáceos feitas pelos Modelos 5 e 6 com os dados da Campanha-3 e Campanha-4.

Campanha-3	Modelo 5							Modelo 6						
	média	dp	cv	2,5%	50%	97,5%	DIC	média	dp	cv	2,5%	50%	97,5%	DIC
Delfinídeos	95	23	0,239	60	92	147	288,096	101	25	0,244	63	97	160	289,344
Odontocetos	128	26	0,205	86	124	188	382,040	131	27	0,205	88	128	192	362,718
Cetáceos	174	31	0,178	123	170	242	717,549	203	38	0,190	140	199	289	741,448
Campanha-4	Modelo 5							Modelo 6						
	média	dp	cv	2.5%	50%	97.5%	DIC	média	dp	cv	2.5%	50%	97.5%	DIC
Delfinídeos	104	87	0,837	36	80	329	325,369	86	66	0,762	35	72	219	248,524
Odontocetos	145	148	0,1023	49	106	469	500,583	100	73	0,734	43	84	255	325,549
Cetáceos	149	92	0,615	63	128	368	508,148	112	45	0,404	57	103	229	350,718

**Tabela IV.2.2-10:** Média e desvio padrão posteriores, coeficiente de variação, quantis (0.05, 0.5 e 0.975) e DICs para a estimativa do número de grupos de Cetáceos feitas pelo Modelo 5 e 6 com os dados das quatro Campanhas.

Campanhas	Modelo 5							Modelo 6						
	média	dp	cv	2,5%	50%	97,5%	DIC	média	dp	cv	2,5%	50%	97,5%	DIC
Campanha-1	492	173	0,5220	274	457	900	872,272	406	114	0,2810	244	387	693	715,294
Campanha-2	285	38	0,1333	218	281	367	541,412	290	39	0,1338	221	288	377	538,989
Campanha-3	174	31	0,1784	123	170	242	717,549	203	38	0,1896	140	199	289	741,448
Campanha-4	149	92	0,6147	63	128	368	508,148	112	45	0,4038	57	103	229	350,718

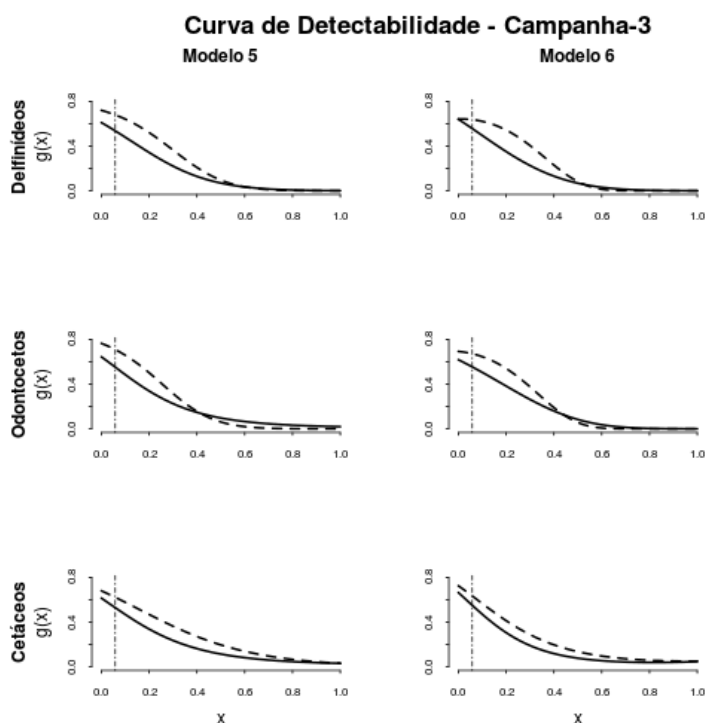
Na **Tabela IV.2.2-7**, os DICs não podem ser comparados. A comparação ocorre entre as **Tabelas IV.2.2-7 e IV.2.2-8**, para cada modelo respeitando as campanhas. Isso porque para cada situação apresentada, as quantidades de grupos de animais, (n) são diferentes. Já na **Tabela IV.2.2-9**, os DICs são comparáveis por linha, assim como na **Tabela IV.2.2-10**. O Modelo 6, de forma geral, mostrou-se melhor do que o Modelo 5. As evidências estão nos DICs e desvios padrão das **Tabelas IV.2.2-7 a IV.2.2-9**. E no caso da **Tabela IV.2.2-10**, DICs, desvios padrão e coeficientes de variação. Essa diferença é pequena podendo ser desconsiderada entre os dois modelos.



**Figura IV.2.2-2:** a) Boxplot das quatro Campanhas de Avistagem Aérea. Boxplot da distribuição posterior da estimativa do número de grupo para as quatro campanhas. b) Distribuição a Posteriori. Histograma da distribuição posterior da estimativa do número de grupos para as quatro campanhas. As linhas tracejadas verticais representam as médias obtidas pelo modelo 6.

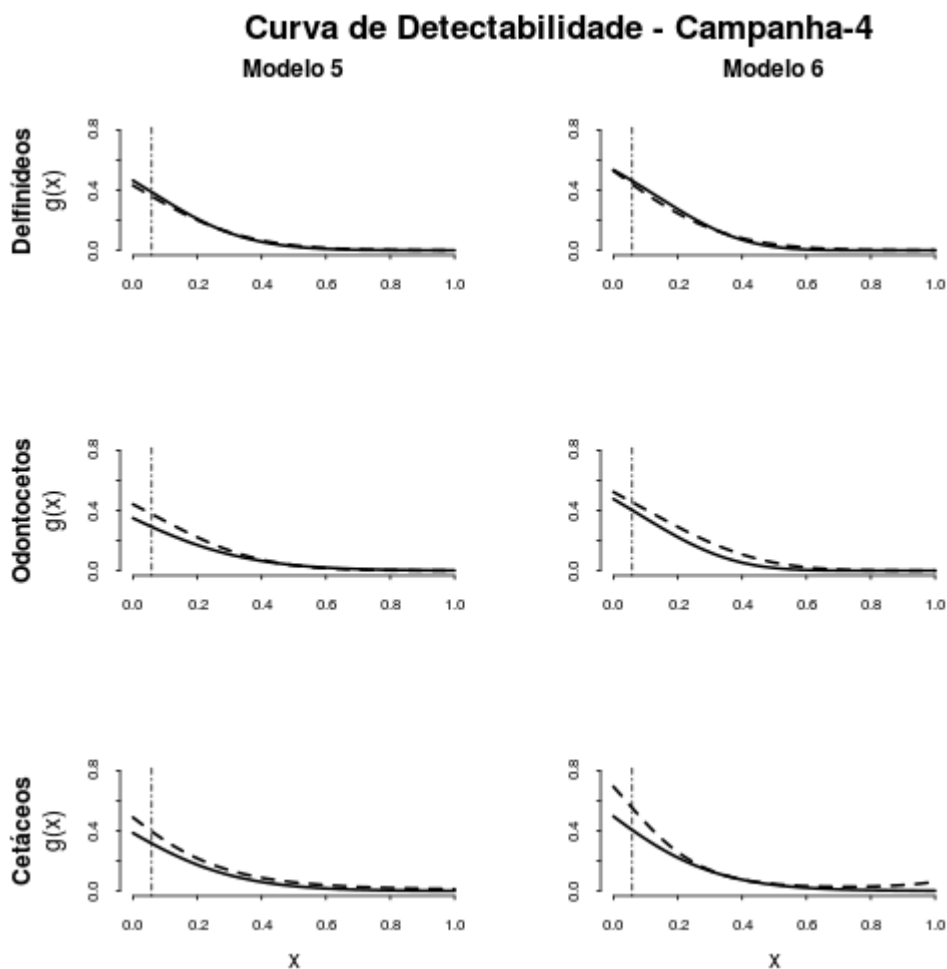
Ainda chama-se a atenção para a **Tabela IV.2.2-10** no que se refere à quantidade de grupos ao longo das quatro campanhas. Os dados descrevem um padrão decrescente na quantidade de grupos avistados. Este fato já foi evidenciado

na **Figura IV.2.2-1**, ficando mais evidente na **Figura IV.2.2-2-a**. Muito embora esse padrão não esteja explicitamente demonstrando na **Figura IV.2.2-2-b**, ao observarmos as grandezas nas escalas, principalmente nas abscissas, os eixos "x", percebemos o decréscimo no número de animais. Este foi o motivo pelo qual os gráficos da **Figura IV.2.2-2-b** não foram apresentados na mesma escala de grandeza. Entretanto a linha vertical que representa a média por campanha, retrata o decréscimo no número de grupos.



**Figura IV.2.2-3:** Curva de detecção dos Modelos 5 e 6 para a campanhas 3. As curvas, cujas linhas são sólidas, representam a probabilidade de detecção do primeiro observador. Já as curvas, cujas linhas são tracejadas, representam a probabilidade de detecção do segundo observador. As linhas tracejadas verticais, representam o retículo 50. Os dados coletados foram agrupados em três situações: Delfínídeos, Odontocetos e Cetáceos. Em Delfínídeos estão agrupadas apenas as avistagens dos grupos de animais identificados a nível de Família. Em Odontocetos estão agrupadas as avistagens de delfínídeos e aqueles grupos de odontocetos não identificados. Em cetáceos encontram-se todas as avistagens.

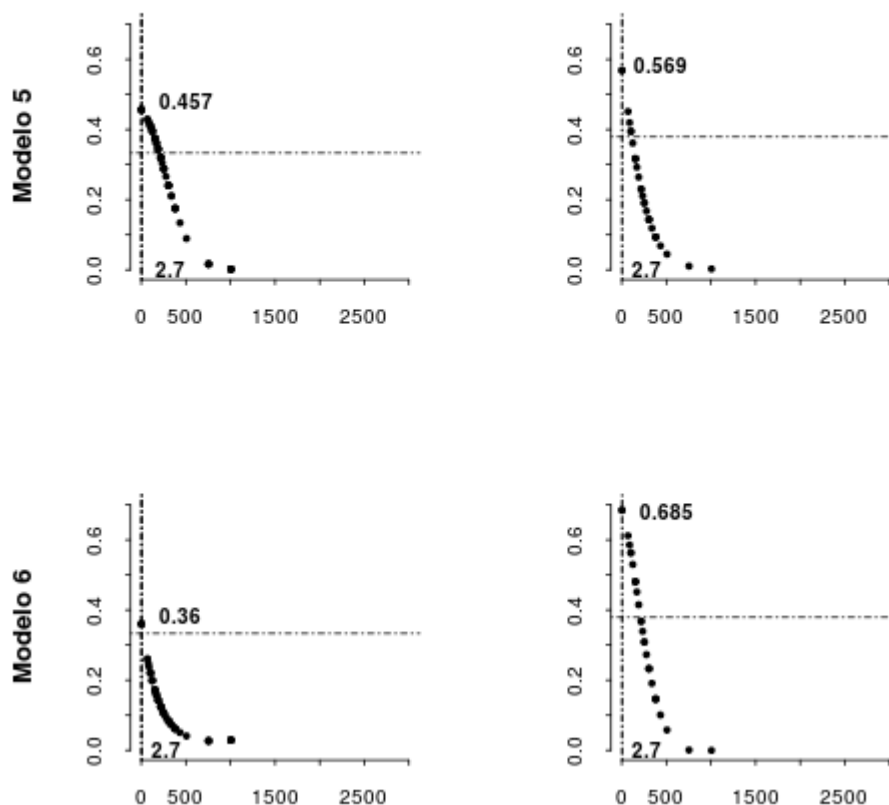




**Figura IV.2.2-4:** Curva de detecção dos Modelos 5 e 6 para as campanhas 4. As curvas, cujas linhas são sólidas, representam a probabilidade de detecção do primeiro observador. Já as curvas, cujas linhas são tracejadas, representam a probabilidade de detecção do segundo observador. As linhas tracejadas verticais, representam o retículo 50. Os dados coletados foram agrupados em três situações: Delfínídeos, Odontocetos e Cetáceos. Em Delfínídeos estão agrupadas apenas as avistagens dos grupos de animais identificados em nível de Família. Em Odontocetos estão agrupadas as avistagens de delfínídeos e aqueles grupos de odontocetos não identificados. Em cetáceos encontram-se todas as avistagens.

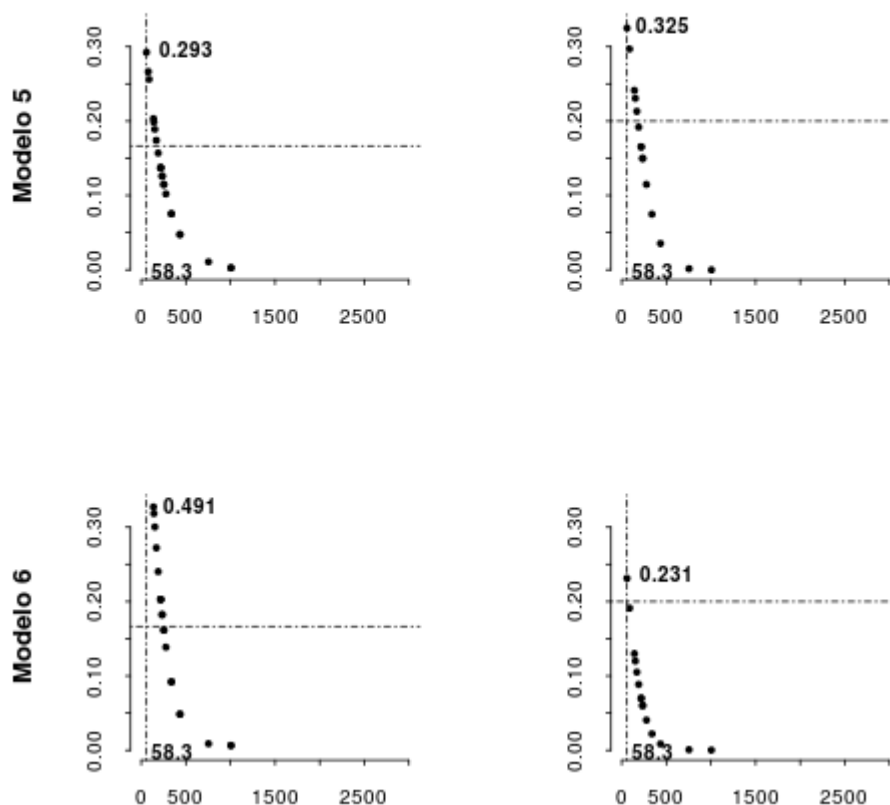
A robustez de uns e a sensibilidade de outros, fazem com que os modelos, respectivamente suavizem e acentuem a expressão das condições ecológicas e/ou observacionais. É a expressão dessas condições, capturados pelos modelos, um dos objetivos que buscou-se na modelagem ecológica. Apesar da diferença irrelevante entre os Modelos 5 e 6, já citado acima, fato interessante foi possível verificar entre ambos. Nas estimativas de  $g_2(0)$  e  $g_2(x_0)$  feitas pelo Modelo 6 para Delfinídeos e Odontocetos observados durante a Campanha 3 (**Tabela IV.2.2-7 e IV.2.2-8**), verificamos que  $g_2(0) < g_2(x_0)$ . Já o Modelo 5, para esse mesmo conjunto de dados, não conseguiu expressar tal condição para o observador-2. A análise da **Figura IV.2.2-3** também nos auxilia a verificar que  $g_2(0) < g_2(x_0)$ . Os termos quadráticos de ambos os modelos (**Tabela IV.2.2-6**), nos permitem identificar um ponto de máxima probabilidade de detecção,  $g(x_0)$  que não necessariamente esteja sobre a linha de transecção, ou seja,  $g(0)$  é diferente de  $g(x_0)$ . Citado na literatura, principalmente quando a plataforma de observação é aérea (QUANG & BECKER, 1996; BECKER & QUANG, 2009). Há caso, em que esse ponto fica a uma distância tal que  $x > 0$ , diminuindo a proporção que se aproxima da transecção. Por conta disso, trunca-se geralmente os dados em uma distância  $x > 0$  para que modelos que fazem uso de curvas de detecção como por exemplo *half-Normal*, *Hazard rate* ou *Gamma* e que necessariamente consideram  $g(0) = 1$ , possam estabelecer as suas respectivas curvas de probabilidade de detecção. Em nosso caso, as curvas de probabilidade de detecção estabelecidas pelos modelos são suficientemente sensíveis para expressar essa condição,  $g_2(0) < g_2(x_0)$ , quando houver, bem como consideram  $g(0) < 1$ . Consequentemente não há necessidade de truncamento dos dados. Truncar dados leva o pesquisador a descartar informação, cuja obtenção é dispendiosa do ponto de vista metodológico e onerosa do ponto de vista financeiro. Esse fato não ficou mais evidente devido à pouca observação de grupos de animais sob a aeronave ou próximo a linha de transecção. Seja devido a janela plana do observador-2, seja pelo fato do clinômetro ir apenas até 50 retículos. Quanto ao clinômetro, o observador não deixa de fazer os registros com valores maiores do que 50 retículos, entretanto devido a velocidade da aeronave,  $\cong 240$  km/h, toda a aquisição de informação em relação a uma avistagem acima deste valor, 50 retículos, torna-se uma operação complexa.

### Estimativa da Curva da Taxa de Recaptura da Campanha-3



**Figura IV.2.2-5:** Curvas das taxas de recaptura ( $rr$ ) para a Campanha-3. As curvas foram obtidas com os coeficientes linear ( $\beta k$ ,  $k = \{0, 1, 2\}$ ) aplicados às funções inversas logit (modelos 5) e probit (modelo 6). As linhas tracejadas horizontais representam as taxas de recaptura obtidas com os dados de campo ( $rr$  cetáceos = 0.3607 e  $rr$  delfinídeos = 0.3793). Já as linhas tracejadas verticais representam o ponto máximo das curvas obtidas com os modelos e suas respectivas distâncias da linha de transecção. Calculou-se curvas para todos os dados coletados (Cetáceos) e apenas para as avistagens identificadas como delfinídeos.

### Estimativa da Curva da Taxa de Recaptura da Campanha-4



**Figura IV.2.2-6:** Curvas das taxas de recaptura ( $rr$ ) para a Campanha-4. As curvas foram obtidas com os coeficientes linear ( $\beta_k$ ,  $k = \{0, 1, 2\}$ ) aplicados às funções inversas logit (modelos 5) e probit (modelo 6). As linhas tracejadas horizontais representam as taxas de recaptura obtidas com os dados de campo ( $rr_{\text{cetáceos}} = 0.1739$  e  $rr_{\text{delfínídeos}} = 0.2000$ ). Já as linhas tracejadas verticais representam o ponto máximo das curvas obtidas com os modelos e suas respectivas distâncias da linha de transecção. Calculou-se curvas para todos os dados coletados (Cetáceos) e apenas para as avistagens identificadas como delfínídeos.

As curvas das taxas de recaptura estimadas por ambos os modelos com os dados das campanhas 3 e 4 são observadas nas **Figuras IV.2.2-5 e IV.2.2-6**. Na **Figura IV.2.2-6** nota-se a pouca avistagem próximo a linha de transecção. Dado a pouca quantidade de informação, a curva assume uma configuração quase que retilínea.

Aqui vale a pena salientar, que o valor da máxima taxa estimada pelas curvas,

não são necessariamente um valor. Dado o fato de que os clinômetros marcam no máximo 50 retículos e a tabela de conversão para graus não apresenta uma precisão a nível de unidade para valores acima de 50 retículos, os valores obtidos após conversão são iguais. Isso acarreta em várias avistagens, cuja distância perpendicular à linha de transecção é a mesma. Soma-se a isto, o fato de que houve poucas avistagem sob ou próximo à linha de transecção. O resultado é um gráfico, cuja curva de taxa de recaptura é praticamente retilínea.

Quanto a taxa de perda ou probabilidade de não avistagem, para delphinídeos na campanha 3 foi de 0.398 (1-g 1 (0)) para o observador-1 e de 0.251 (1-g 2 (xo)) para o observador- 2 e na campanha 4 foi de 0.452 (1 - g 1 (xo)) para o observador-1 e de 0.553 (1 - g 2 (0)) para o observador-2.

### *Discussão*

Os dados coletados até o presente não nos permitem visualizar qualquer padrão na abundância das populações de cetáceos residentes na área amostrada. Mais informação será necessária afim de averiguar uma possível recorrência de algum tipo de padrão. Todavia, existem pelo menos duas possibilidades que não são necessariamente excludentes entre si. Desta forma, tais argumentos explicariam conjunta ou separadamente, em parte ou integralmente, o declínio da estimativa de abundância obtida para a quarta campanha em comparação às demais. Apesar do declínio ao longo das quatro campanhas, comparativamente, a quarta apresentou uma estimativa de abundância muito baixa em relação às demais (**Tabela IV.2.2-10 e Figura IV.2.2-2**).

Quanto a primeira possibilidade, chama-se a atenção para o fato de que organismos vivos, em geral, apresentam variações no seu repertório comportamental ao longo do dia e em épocas distintas do ano como forma de ajuste às oscilações das condições ambientais e climáticas dos locais onde habitam (LEARMONTH *et al.*, 2006). Mamíferos aquáticos como cetáceos possuem uma área de uso extensa e antecipam-se às estações, migrando entre altas e baixas latitudes (CLAPHAN *et al.*, 1993; CLAPHAN, 2000).

Muito embora esta flutuação comportamental seja mais evidente em populações das altas latitudes (READ, 1990; WILSON *et al.*, 1997; LARKMAN & VEIT, 1998;

WOOD, 1998; THAYER *et al.*, 2003). Deve-se considerar que as condições climáticas ou fatores ambientais tenham exercido influência na flutuação comportamental das populações da região amostrada, promovendo uma migração em decorrência de possíveis mudanças nas condições ambientais (SIMILÄ *et al.*, 1996; URIAN *et al.*, 1996; SANTOS *et al.*, 2001; ROSAS & MONTEIRO-FILHO, 2002).

A outra possibilidade diz respeito a questão oceanográfica do Norte da Bacia de Santos. Na região de Cabo Frio ocorre um fenômeno chamado ressurgência. Devido ao contorno do litoral brasileiro nesta região; da relativamente estreita plataforma continental e do ângulo de declividade do talude (PINET, 2009a; TRUJILLO & THURMAN, 2011a), a região é palco de um dos fenômenos de maior produtividade primária e conseqüentemente grande produção de biomassa. Duas são as regiões brasileiras onde a produção pesqueira é favorecida pela ressurgência: a região de Cabo Frio e a região do farol de Santa Marta, ao sul do estado de Santa Catarina (MATSUURA, 1995).

O fenômeno da ressurgência é resultado da subida das Águas Centrais do Atlântico Sul (ACAS), que tem origem próximo ao Círculo Polar Antártico e seguem em direção ao equador pelo fundo oceânico (MATSUURA, 1995; CIRANO *et al.*, 2006; PINET, 2009a; TRUJILLO & THURMAN, 2011a). Ao se aproximar da costa brasileira devido ao contorno continental estas águas de fundo sobem pela declividade do talude à superfície. Rica em minerais e nutrientes que estiveram depositados no fundo, ao encontrar a luz e conseqüentemente o fitoplâncton, provocam outro fenômeno chamado de floração fitoplanctônica (PINET, 2009b; PINET, 2009a; GARRISON, 2010a; TRUJILLO & THURMAN, 2011a). Em decorrência da floração fitoplanctônica, essa biomassa de alta qualidade, torna-se a base da cadeia alimentar, sendo consumida por indivíduos de maior tamanho na cadeia sucessória da teia trófica. Dado o fato de indivíduos maiores processarem um fitoplâncton de maior biomassa, em decorrência da riqueza nutricional, isso acarreta em uma cadeia trófica curta, cuja perda de energia é pequena (PINET, 2009b; TRUJILLO & THURMAN, 2011a). Cadeias tróficas curtas são de grande eficiência energética, atraindo predadores de topo de cadeia como pescado de alto valor comercial, tubarões, pinípedes e cetáceos (PINET, 2009b; TRUJILLO & THURMAN, 2011a).



A ACAS é sazonal, aproximando e afastando-se da costa de Cabo Frio em períodos recorrentes. Desta forma, acarretando em períodos anuais de grande produção de biomassa de alta qualidade nutricional (MATSUURA, 1995; CIRANO *et al.*, 2006; TRUJILLO & THURMAN, 2011c). O que pode estar ocorrendo, como consequência das mudanças climáticas (PINET, 2009c; TRUJILLO & THURMAN, 2011b), é uma alteração na sazonalidade desta produção de biomassa de alta qualidade, forçando uma migração para outras regiões, das populações de cetáceos residentes na área amostrada em busca de recursos alimentares, fora dos períodos usuais de deslocamento desses animais (LEARMONTH *et al.*, 2006; CLAPHAN *et al.*, 1993; CLAPHAN, 2000). Assim como o que ocorre com o fenômeno El Niño, intensificado/atenuado ou deslocado de seu padrão recorrente habitual por conta de alterações climáticas (PINET, 2009d; PINET, 2009c; GARRISON, 2010b; TRUJILLO & THURMAN, 2011c).

#### **IV.2.3 Estimativas de densidade de cachalotes por MAP**

Tradicionalmente, as estimativas de densidade animal pelo método de amostragem de distâncias são feitas por observação visual da espécie-alvo. O emprego da acústica passiva para estes fins é uma ciência emergente, que apresenta uma série de desafios e possibilidades.

A detecção acústica depende de animais vocalmente ativos, o que representa uma vantagem para o MAP, já que a maioria das espécies de cetáceos utilizam sinais acústicos rotineiramente em atividades sociais, navegação e forrageio. A detecção visual depende de animais na superfície, além de boas condições do mar. Para o MAP, a detecção pode ser feita mesmo para animais submersos e as condições do mar têm um efeito menor na detectabilidade. Porém, as tecnologias envolvidas na coleta e processamento de dados acústicos são mais complexas que aquelas empregadas nos métodos visuais.

Os progressos no processamento de sinais, principalmente na detecção, classificação e localização das vocalizações de cetáceos, visam automatizar cada vez mais a coleta de dados para facilitar o seu uso. Para grandes volumes de dados, é cada vez mais comum o emprego de detectores automáticos. Diversos

algoritmos de detecção já foram desenvolvidos pela comunidade científica para ajudar nesta tarefa (MORRISSEY *et al.*, 2006, JARVIS *et al.*, 2008; MELLINGER *et al.*, 2011; ROCH *et al.*, 2011).

A classificação das vocalizações não é um problema trivial, apesar de muitas espécies de cetáceos apresentarem vocalizações distintas. Mistictos e cliques de algumas espécies de odontocetos apresentam características distinguíveis, que permitem a utilização de classificadores eficientes ou mesmo um pesquisador no campo pode identificar as espécies (NORRIS *et al.*, 1999; MELLINGER & CLARK, 2000; MELLINGER *et al.*, 2004; JARVIS *et al.*, 2008; BAUMGARTNER *et al.*, 2008; RICE *et al.*, 2014). Os assovios de delfínídeos já não são tão fáceis de serem classificados em nível de espécie. Apesar das indicações de que estes sinais apresentam características espécie-específicas, os classificadores atuais apresentam diferentes graus de acerto (RENDELL *et al.*, 1999; OSWALD *et al.*, 2003; OSWALD *et al.*, 2007). Outro ponto importante é que muitas vocalizações apresentam caráter regional, o que leva a necessidade de se criar um banco de dados da região que se planeja os estudos (PAPALE *et al.*, 2013; ERBS *et al.*, 2017).

Por fim, a localização dos sinais acústicos visa estimar a distância dos animais detectados. A metodologia mais comum é a utilização de arranjos de hidrofones e técnicas que utilizam a informação do tempo de chegada do som em diferentes elementos do arranjo. Estes elementos combinados: detecção, classificação e localização dos sinais biológicos são os passos fundamentais do processamento que permitem a aplicação de técnicas de estimativa de densidade e abundância animal.

Nas estimativas populacionais, deve-se considerar os fatores associados a probabilidade de detecção particulares do método acústico. Deve-se conhecer as taxas de falsos positivos e falsos negativos dos dados coletados. Um problema central, em muitos estudos do uso de sinais acústicos para as estimativas populacionais, se refere a conversão da quantidade de sinais acústicos detectados (pistas acústicas) em número de indivíduos propriamente ditos (THOMAS & MARQUES, 2012; MARQUES *et al.*, 2013).

A utilização de hidrofones fixos, que amostram uma determinada área através

do método de transectos de pontos, teve os maiores avanços nas estimativas de densidade de cetáceos nos últimos anos (MARQUES *et al.*, 2009; MARQUES *et al.*, 2011; WARD *et al.*, 2012; KHIN *et al.*, 2012). Nestes casos, a área é definida pelo alcance que os sinais podem ser captados pelos sensores dispostos na área a ser amostrada. Diversas tecnologias e diferentes técnicas foram aplicadas nestes estudos, incluindo oportunidades do uso de instalações militares com dezenas de sensores acústicos dispostos no fundo marinho, o desenvolvimento de detectores automáticos para o processamento dos dados e o uso de multiplicadores para estimar a taxa de falsos positivos e conversão de pistas acústicas em número de indivíduos (MARQUES *et al.*, 2009). A função probabilística de detecção em relação a distância, conhecida como  $g(x)$ , é a base para aplicação das fórmulas de estimativa de densidade. Em muitos casos, dados auxiliares através de DTAGs foram utilizados para estimar  $g(x)$ , assim como estabelecer a taxa de vocalização de indivíduos e converter as pistas acústicas em número de indivíduos (MARQUES *et al.*, 2009; WARD *et al.*, 2012). Isto mostra como a metodologia de estimativa de densidade animal e os dados auxiliares necessários, podem se tornar dispendiosos e complexos nas aplicações que envolvem acústica passiva.

O monitoramento acústico passivo através de um cabo com sensores rebocados, também oferece oportunidades para as estimativas de densidade. Nestes casos é utilizada a técnica de linhas de transectos, através de uma plataforma móvel (embarcação). A localização do sinal é feita através do cálculo do tempo de chegada do som em dois ou mais hidrofones dispostos linearmente. A partir de então são calculados os ângulos de direção, que plotados sucessivamente convergem na localização do indivíduo ou grupo (ambiguidade esquerda-direita), técnica conhecida como "análise do alvo em movimento". Uma vez determinada a localização, pode-se medir a distância perpendicular dos grupos ou indivíduos detectados. Este método de localização pode ser feito em tempo real ou posteriormente durante o processamento. Após o cálculo da distância perpendicular dos indivíduos, aplicam-se técnicas tradicionais de estimativa de densidade por amostragem de distâncias.

A maioria dos estudos de estimativa de densidade de cetáceos, através de

cabo de hidrofones rebocado em transectos lineares, foi realizada para uma única espécie: o cachalote (*Physeter macrocephalus*) (HASTIE *et al.*, 2003; BARLOW & TAYLOR, 2005; LEWIS *et al.*, 2007).

O cachalote é uma espécie que favorece os estudos de acústica passiva. São animais bastante ativos vocalmente e produzem sons de alta intensidade, que podem se propagar por quilômetros de distância. Além disso, são sinais facilmente distinguíveis das outras espécies (MOHL *et al.*, 2003). Outro ponto importante é a possibilidade de fazer a localização das vocalizações no nível individual (HASTIE *et al.*, 2003; LEWIS *et al.*, 2007), portanto é possível contar os indivíduos.

No PMC-BS, apenas os cliques de cachalote puderam ser utilizados para as estimativas de densidade até o presente. Para outras espécies, os dados ainda não foram suficientes para gerar estimativas populacionais. No caso de delfínídeos, a classificação e estimativa do tamanho de grupo ainda são fatores limitantes para gerar as estimativas.

Neste relatório é apresentada a nova estimativa de densidade feita através da acústica passiva para a população de cachalotes da Bacia de Santos, utilizando dados dos dois primeiros anos do PMC-BS.

### *Métodos*

Os equipamentos utilizados e os princípios do método já foram descritos previamente Relatório Anual do primeiro ano do PMC-BS, porém, segue uma breve descrição da metodologia.

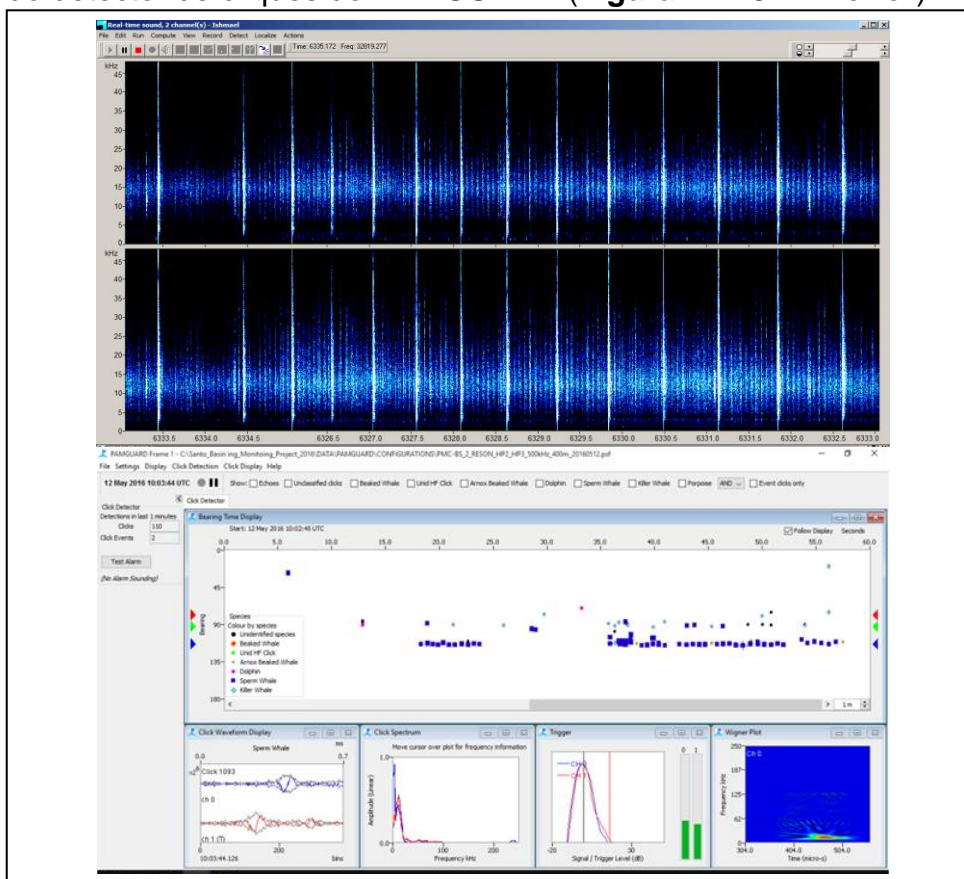
### *Deteção e Classificação*

No PMC-BS está sendo realizado o monitoramento contínuo em tempo real do áudio e espectrogramas em conjunto com o uso de detectores automáticos de cliques do PAMGUARD. Os registros das detecções seguiram o protocolo descrito no Procedimento Operacional 04 (**Anexo II-1: Procedimentos Operacionais**).

Os cliques dos cachalotes apresentam nível de intensidade sonora

suficientemente alto e frequências acima dos níveis de ruído ambiente comum nos oceanos (MOHL *et al.*, 2003), o que possibilita a fácil detecção. Ainda, os cliques são característicos quanto a seu conteúdo espectral e temporal (frequência ~15 kHz e ICI 0,05 - 1,0 s) (MADSEN *et al.*, 2002). Assume-se que os operadores, treinados e experientes, registram todas as vocalizações presentes durante a coleta de dados. Portanto, assume-se que não há falsos negativos dos dados de cachalotes utilizados nas análises. Todas as detecções registradas foram validadas posteriormente por um pesquisador experiente para eliminar a possibilidade de falsos positivos.

A **Figura IV.2.3-1** ilustra uma detecção no campo de cliques de cachalote, tanto através do espectrograma do ISHAMEL (**Figura IV.2.3-1 superior**), quanto do detector de cliques do PAMGUARD (**Figura IV.2.3-1 inferior**).



**Figura IV.2.3-1:** ilustração de uma detecção de cachalote (*Physeter macrocephalus*) realizada em campo, a partir do espectrograma do ISHAMEL (acima) e detector de cliques do PAMGUARD (abaixo).

### *Localização e estimativa da distância perpendicular*

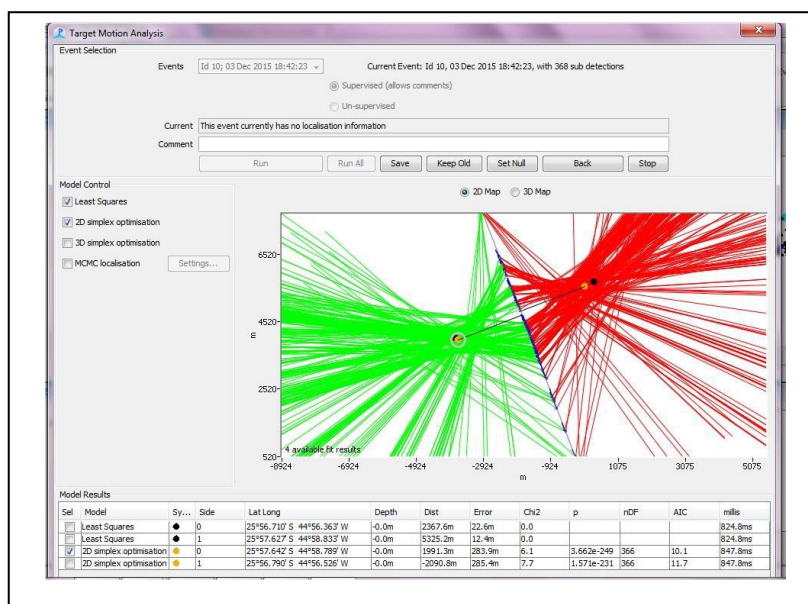
Apesar da localização de todos os registros acústicos do PMC-BS serem feitos no campo em tempo real (sempre que possível), os dados para estimativa populacional são processados posteriormente para este fim. Isto garante maior confiabilidade para fazer a contabilização e localização dos indivíduos durante as análises. Para isto, foi utilizado o modo off-line do programa PAMGUARD. Os dados coletados em campo armazenam informações do detector de cliques e GPS, que podem ser revistos no modo off-line, da mesma maneira que é feito no campo. Os dados de GPS permitem que a localização seja feita novamente, através das informações da trajetória e velocidade do navio. A partir da inspeção visual do detector de cliques do PAMGUARD (gráfico da relação tempo x ângulo da direção dos cliques), os cliques classificados como cachalote foram validados e os indivíduos identificados através da sequência de cliques.

A vantagem do modo off-line é que os dados podem ser revistos em detalhes utilizando diferentes escalas de tempo e diferentes zooms. Isto é importante, principalmente nas seções mais complicadas, onde diversos animais estavam presentes. A identificação das sequências de cliques pertencentes aos diferentes indivíduos foi feita manualmente. Este procedimento foi feito e revisto por três pesquisadores diferentes, para evitar o viés de apenas um pesquisador e dirimir dúvidas nas seções onde diversos indivíduos estavam presentes.

Após a identificação das sequências de cliques dos diferentes indivíduos (denominadas no PAMGUARD de "eventos"), aqueles que tiverem quantidade de cliques suficientes são elegíveis a gerar estimativas de distância. Os cliques caracterizados como um "evento" foram plotados no PAMGUARD, que utiliza diferentes algoritmos para fazer o cálculo e selecionar a estimativa de distância que melhor se adéqua aos dados. Os algoritmos utilizados fazem a localização no plano bidimensional (como se os animais estivessem na superfície, ou seja, não leva em consideração a variável profundidade). O ponto de convergência dos ângulos é definido como a localização do indivíduo (**Figura IV.2.3-2**). A



localização é ambígua (lado esquerdo-direito), e, portanto, é feita uma média de ambos os lados para estimar a distância perpendicular do animal em relação ao transecto. Após a localização acústica e cálculo das distâncias perpendiculares de cada um dos indivíduos, é aplicado o método tradicional de estimativa de densidade a partir de transectos lineares.



**Figura IV.2.3-2:** Localização de um indivíduo do cachalote (*Physeter macrocephalus*) através da "análise do alvo em movimento" no programa PAMGUARD.

### Estimativa de Densidade

As estimativas de densidade e abundância foram realizadas utilizando o software Distance versão 6.0 (THOMAS *et al.*, 2010). Para se obter a densidade foi primeiramente calculada a curva de detecção usando todos os dados (Campanhas 1 a 4). A curva de detecção representa a probabilidade de detecções acústicas em relação a distância do transecto. O  $g(0)$  refere-se a probabilidade de detecção de animais presentes na linha do transecto e foi considerada como 1 (ou 100% de detecção na linha). Isto porque o método acústico detecta os animais mesmo quando estes estão mergulhados, ou seja, assumiu-se que perto da linha de transecção todos os animais presentes foram

detectados. Foram testadas várias funções ou modelos de detecção diferentes para os dados (ver BUCKLAND *et al.*, 2001) e aquela que melhor se ajustou foi escolhida pelo menor valor do Critério de Informação de Akaike - AIC (BURNHAM & ANDERSON, 2002).

A área amostrada foi estratificada de acordo com as profundidades, com as estimativas realizadas somente para as áreas do talude continental (200 – 2000m de profundidade) e oceânicas (acima de 2000m de profundidade). A região da plataforma continental foi excluída, pois não representa o habitat utilizado pelos cachalotes. As linhas de transecção com menos de 5 milhas náuticas de extensão também foram excluídas das análises. A área total considerando os estratos de talude e oceânico foi de 136.353,9 km<sup>2</sup> (64.550,5 km<sup>2</sup> talude e 71.803,4 km<sup>2</sup> oceânico).

### Resultados

As linhas de transecção percorridas nas quais foram feitas amostragens através do MAP totalizaram 11.154,44 km, sendo considerados 57 indivíduos detectados ao longo das quatro campanhas. Indivíduos detectados a uma distância maior que 5.000 metros foram excluídos da análise (distância de truncamento). Houve nove detecções que não foram consideradas nas análises, pois foram cliques fracos e descontínuos, provavelmente de animais distantes que não entrariam na curva de detecção de qualquer maneira.

A **Tabela IV.2.3-1** apresenta os resultados do esforço amostral, número de indivíduos detectados e taxa de encontro separado por campanha e o total para o segundo ano do PMC-BS. As estações do ano nas quais cada campanha foi realizada também estão assinaladas na **Tabela IV.2.3-1**.

**Tabela IV.2.3-1:** Esforço amostral e taxa de encontro considerado para estimativas de densidade de cachalotes por MAP no PMC-BS. CV = coeficiente de variação; IC = Intervalo de confiança.

Campanha	Estação	Linhas de transecção	Deteções (indivíduos)	Total percorrido (km)	Taxa de encontro (ind/km)
1	Primavera/Verão	43	43	2.792,09	0,0154
2	Outono	45	12	2.713,95	0,0044
3	Primavera	38	1	2.841,48	0,0003
4	Verão/Outono	42	1	2.797,92	0,0004
<b>TOTAL</b>		<b>168</b>	<b>57</b>	<b>11.145,44</b>	<b>0,0051</b>

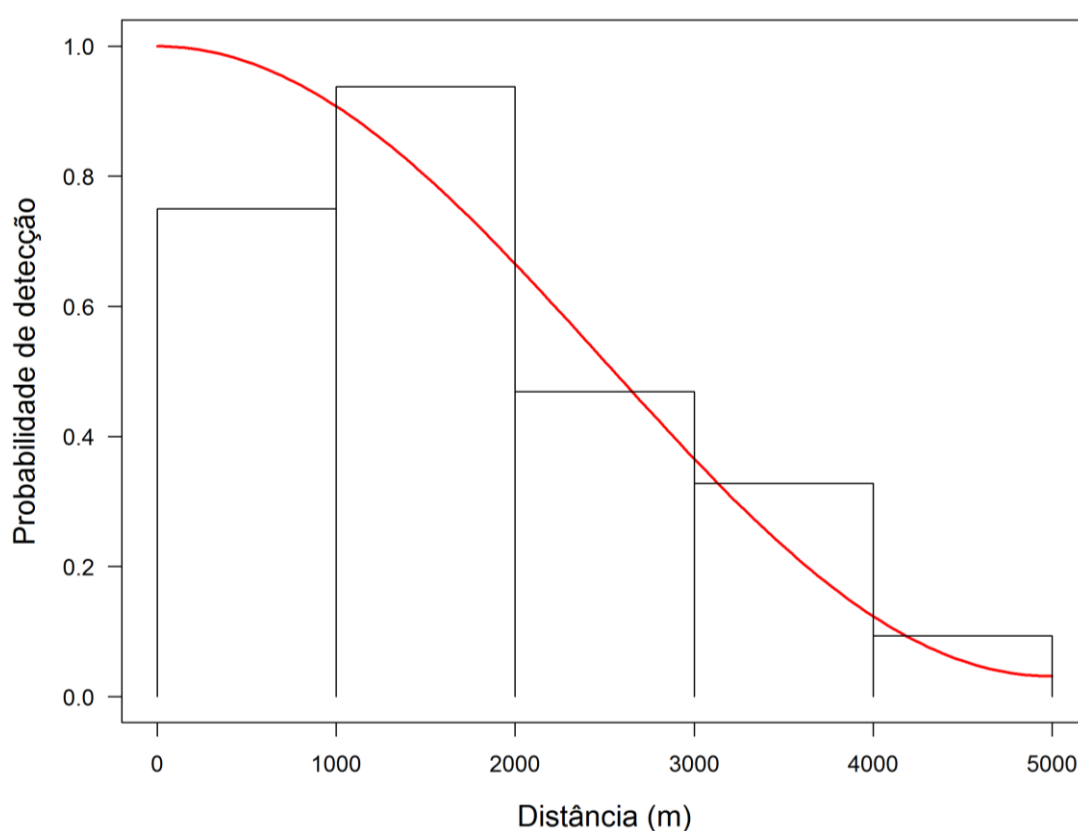
Foram considerados 11 modelos de detecção para os dados cumulados do segundo ano do PMC-BS (**Tabela IV.2.3-2**). O modelo que se ajustou melhor aos dados foi a curva de detecção uniforme com ajuste cosseno (**Figura IV.2.3-3**). Este modelo se ajustou bem aos dados de acordo com os gráficos e testes diagnósticos: gráfico de quantil-quantil com pontos distribuídos próximos da linha diagonal; teste Kolmogorov-Smirnov ( $p > 0,05$ ); teste Cramer-von Mises (uniforme,  $p > 0,05$ ; cosseno,  $p > 0,05$ ); teste de Qui-quadrado de bondade de ajuste ( $p > 0,05$ ).

De acordo com este modelo o tamanho efetivo da faixa foi de 2.578,4 m (CV% = 6,45). A probabilidade de detecção estimada por este modelo foi de 51,56% (IC 95% = 45,32 – 58,67%). A curva de detecção apresentou distribuição atípica, com probabilidades de detecção maior na classe de 1000m a 2000m do que abaixo de 1000m.

**Tabela IV.2.3-2:** Modelos de detecção considerados para estimativa de densidade de cachalotes na Bacia de Santos durante o PMC-BS. Delta AIC = diferença do AIC do modelo para o melhor modelo (menor valor de AIC e Delta AIC = 0).

Modelo	AIC	Delta AIC
Uniforme com ajuste cosseno	915,19	0,00
Meia-Normal com covariável profundidade	915,26	0,07
Meia-Normal	915,99	0,80
Meia-Normal com ajuste cosseno	916,98	1,79

Modelo	AIC	Delta AIC
Taxa de risco	917,19	2,00
Exponencial negativa com ajuste polinomial de Hermite	917,58	2,39
Taxa de risco com ajuste polinomial	917,87	2,68
Taxa de risco com ajuste cosseno	918,35	3,16
Taxa de risco com covariável profundidade	919,61	4,42
Exponencial negativa	921,27	6,08
Uniforme	936,89	21,7



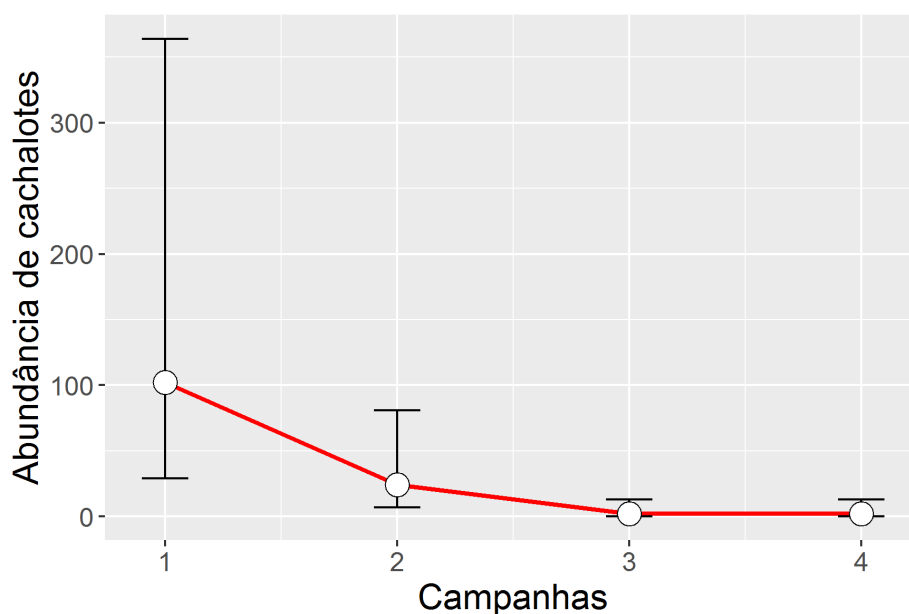
**Figura IV.2.3-3:** Curva de detecção uniforme com ajuste cosseno (linha vermelha) ajustada aos dados de detecções de indivíduos de cachalotes (agrupados em classes de 1.000 metros de distância) ao longo de linhas de transecção no talude continental e região oceânica da Bacia de Santos.

A densidade de cachalotes para a região de estudo na Bacia de Santos apresentou uma variação marcante entre as campanhas, com diferenças grandes entre os anos

(Tabela IV.2.3-3). Foi maior nas duas primeiras campanhas e muito baixa nas duas últimas campanhas (Figura IV.2.3-4). A população total de cachalotes estimada para a Bacia de Santos foi de 130 indivíduos (IC 95% = 45 – 375) e a densidade 0,95 ind/1000km<sup>2</sup>.

**Tabela IV.2.3-3:** Estimativas de densidade e abundância de cachalotes na região do talude continental e oceânica da Bacia de Santos por campanha.

Campanha	Densidade (inds/km <sup>2</sup> )	Abundância	Abundância (CV%)	Abundância (IC95%)
1	0,00074	102	71,13	29 - 364
2	0,00017	24	67,90	7 – 81
3	0,00002	2	101,58	0 – 13
4	0,00002	2	106,21	0 – 13
<b>TOTAL</b>	<b>0,00095</b>	<b>130</b>	<b>57,16</b>	<b>45 - 375</b>



**Figura IV.2.3-4:** Estimativas de abundância para as cachalotes em diferentes campanhas realizadas durante os dois primeiros anos do PMC.

## Discussão

O uso da acústica passiva para estimar a população de cachalotes se mostrou viável. Foi possível detectar, classificar e localizar os indivíduos durante o processamento dos dados no PAMGUARD. A distância de truncamento foi 5.000m e dois indivíduos detectados acima desta distância foram desconsiderados da análises. Houve registros de cachalote feitos no campo no qual foi possível escutar e visualizar os cliques no espectrograma, porém não foram detectados pelo PAMGUARD. Estas detecções estão provavelmente relacionadas a animais distantes e também foram desconsideradas.

O modelo que se ajustou melhor aos dados foi a curva de detecção uniforme com ajuste cosseno e o tamanho efetivo da faixa foi de 2.578,4 m. A curva de detecção apresentou probabilidade de detecção um pouco maior para distâncias entre 1000 – 2000 m do que para as distâncias de 0 – 1000 m. Não se pode afirmar o motivo. Pode ser um efeito relacionado a fatores comportamentais (reação comportamental dos indivíduos mais próximos da embarcação que eventualmente interrompem as vocalizações). Os cliques são produzidos pelos cachalotes durante os mergulhos profundos para forrageio, e caso a presença de embarcações altere o ciclo de mergulhos do cachalote, poderia também afetar as taxas de produção de cliques dos indivíduos. Além disso, o método de localização não é capaz de obter ângulos precisos de animais à frente da embarcação (entre 0 - 20°), devido ao fato da própria embarcação e as bolhas produzidas pelos propulsores à frente dos hidrofones funcionarem como uma barreira acústica (RANKING *et al.*, 2008).

Outro fator que pode influenciar a curva de detecção e os resultados da estimativa é a premissa do  $g(0) = 1$ , conforme foi considerado neste estudo (todos os indivíduos na linha do transecto puderam ser detectados). Considerando-se o comportamento típico de cachalotes, os grupos passam a maior parte do tempo (cerca de 75% do tempo) em atividades de forrageio em grandes profundidades e o restante (cerca de 25% do tempo) em atividades sociais ou descanso na superfície (WHITEHEAD & WEILGART, 1991; WHITEHEAD, 2003). Quando estão em forrageio, os cliques são produzidos em cerca de 70% a 85% do tempo.



Na superfície, os animais geralmente permanecem em silêncio (WHITEHEAD & WEILGART, 1991; JAQUET *et al.*, 2001; TELONI, 2005; WATWOOD *et al.*, 2006). Levando-se em consideração o tempo médio de um mergulho profundo de forrageio em cerca de 40 minutos e a permanência na superfície de cerca de 10 minutos (PAPASTAVROU *et al.*, 1989), os cliques seriam produzidos durante cerca de 28 - 34 minutos com intervalos de 16 - 22 minutos de silêncio. TELONI (2005) estudou o comportamento acústico dos cachalotes no Mar Mediterrâneo e chegou a valores muito próximos: o tempo médio que um indivíduo produziu continuamente os cliques usuais durante um mergulho foi em média 35 minutos e o intervalo médio entre o término da produção de cliques de um mergulho e início da produção de cliques de um novo mergulho foi 18 minutos.

Para avaliar a validade do  $g(0) = 1$ , consideramos o tempo máximo que um cachalote permanece em silêncio em cerca de 20 minutos, a velocidade média da embarcação de 14 km/h e a distância máxima de detecção acústica dos cachalotes de 5000 m. Um cachalote que estiver em silêncio quando a embarcação estiver passando com os hidrofones rebocados deve permanecer em silêncio por cerca de 20 minutos para que a embarcação já esteja 5 km a frente e as vocalizações já não possam mais ser detectadas. Nestas condições, durante os ciclos de mergulho para forrageio, é possível afirmar que o  $g(0)$  é igual a um ou pelo menos próximo de um.

No entanto, este comportamento é típico dos períodos de forrageio dos cachalotes. Estudos comportamentais indicam que períodos prolongados na superfície, após uma série de mergulhos, podem durar até 5 a 6 horas. Estes períodos podem estar relacionados a atividades sociais e descanso e são comuns durante o dia, no período da tarde até o anoitecer (WHITEHEAD & WEILGART, 1991). Períodos de descanso, provavelmente atribuído ao sono, foram descritos por MILLER *et al.* (2008) através do uso de DTAGs. Neste estado comportamental, os cachalotes permanecem submersos próximos a superfície na posição vertical (mergulhos rasos), inativos e vagarosamente derivando junto a correnteza. Este comportamento parece ser estereotipado e foi observado em cachalotes de diferentes partes do mundo. Do total do tempo de registros dos DTAGs, cerca de 7% foi observado neste comportamento.

Portanto, quando consideramos os diferentes estados comportamentais dos cachalotes, existem períodos de socialização e descanso nos quais os animais não estão produzindo os cliques regulares de ecolocalização. Durante os períodos de forrageio a premissa do  $g(0) = 1$  parece ser válida, mas quando se considera outros estados comportamentais, esta premissa pode não estar correta. Como em todas as áreas tropicais dos oceanos, a Bacia de Santos é uma área onde concentram-se grupos matrilineares de cachalotes, onde a socialização é comum e os comportamentos de descanso e sono, ainda que raros, conforme descrito por MILLER *et al.* (2008), também devem ocorrer. A possibilidade do  $g(0)$  ser menor que 1 (nem todos os animais na linha de transecção serem detectados) faria com que os resultados de densidade e abundância fossem subestimados. Idealmente o cálculo do  $g(0)$  deve ser feito levando-se em consideração o comportamento da população no qual as estimativas de abundância e densidade estão sendo calculadas. Neste estudo, foram feitas as estimativas assumindo-se o  $g(0) = 1$  e os dados aqui apresentados devem ser interpretados como uma abundância e densidade mínimas. Estudos do comportamento dos cachalotes além do cruzamento de informações da avistagem podem contribuir para estimativas mais precisas do  $g(0)$  e da densidade de cachalotes na região. Além das estimativas de abundância e densidade mínimas, os resultados dos dados de acústica dos cachalotes do PMC -BS começam a indicar preliminarmente questões de distribuição e sazonalidade, conforme discutido adiante.

O conjunto de dados dos dois primeiros anos do PMC-BS apontam para uma densidade de cachalotes na Bacia de Santos de 0,95 ind/1.000km<sup>2</sup> e abundância de 130 indivíduos (IC 95%: 45 - 375). Este valor está abaixo da média do que foi estimado em outras partes do mundo onde existem dados disponíveis (1,4 ind/1.000km<sup>2</sup>), segundo a revisão feita por WHITEHEAD (2002). Porém, houve regiões com bastante variação em relação a esta média: algumas áreas com densidade bem maior, como na costa leste dos EUA (17 indivíduos/1.000km<sup>2</sup>) e outras bem menor, como na região Antártica (0,17 ind/ 1.000km<sup>2</sup>). Todos os estudos considerados na revisão de WHITEHEAD (2002) utilizaram métodos visuais de estimativa de densidade. Nas águas temperadas do Pacífico Norte,

utilizando a acústica passiva, BARLOW & TAYLOR (2005) estimaram uma densidade de 4,2 indivíduos/1.000 km<sup>2</sup> e abundância de 32.000 baleias para uma área de aproximadamente 7,8 milhões de km<sup>2</sup>. Outros dois estudos utilizando acústica passiva obtiveram valores menores. No canal entre as Ilhas Faroe e Shetland no Atlântico Norte, HASTIE *et al.* (2003) estimaram uma densidade de 1,44 indivíduos/1.000 km<sup>2</sup>, e LEWIS *et al.* (2007) estimaram uma abundância de 62 indivíduos no mar Iônico e nenhuma no Estreito da Sicília, ambos no Mar Mediterrâneo.

Comparando-se os resultados na Bacia de Santos, os valores estariam abaixo da média de outras regiões estudadas. Notavelmente, nas campanhas dos ciclos 3 e 4 o número de cachalotes foi muito menor do que nos ciclos 1 e 2. Isto fica evidente quando as taxas de encontro, abundância e densidade são comparadas entre as campanhas. Os maiores índices foram no ciclo 1: taxa de encontro de 15,4 indivíduos/1000km, abundância de 72 indivíduos e densidade de 0,74 ind/1000km<sup>2</sup> (CV = 71%). Já no ciclo 2, os índices foram mais baixos: taxa de encontro de 4,4 indivíduos/1000km, abundância de 24 indivíduos e densidade de 0,17 ind/1000km<sup>2</sup> (CV = 68%). Nos ciclos 3 e 4 os índices foram muito mais baixos, indicando uma queda abrupta na abundância e densidade dos cachalotes no segundo ano do PMC-BS: taxa de encontro de 0,4 indivíduos/1000km, abundância de 2 indivíduos e densidade de 0,02 ind/1000km<sup>2</sup> (CV = 101%) no ciclo 3 e taxa de encontro de 0,3 indivíduos/1000km, abundância de 2 indivíduos e densidade de 0,02 ind/1000km<sup>2</sup> (CV = 106%) no ciclo 4.

Os dados sugerem a existência de fatores sazonais influenciando a ocorrência dos cachalotes na Bacia de Santos, o que pode explicar a queda na densidade e abundância dos dados acumulados dos dois anos do PMC-BS, quando comparados aos dados do primeiro ano. O erro grande das estimativas provavelmente deve-se ao baixo número amostral e alta variabilidade nas taxas de encontro, que também pode estar relacionado a ocorrência sazonal. As distribuições espaciais das detecções também não foram uniformemente distribuídas na área, contribuindo para a variabilidade das taxas de encontro. Dos 168 transectos amostrados, em apenas 10 (6%) foram encontrados grupos de cachalote. Isto pode indicar preferências por determinadas regiões ou um

comportamento gregário da população.

Existem evidências de que a densidade de cachalotes no Brasil é maior na região ao sul do Cabo de Santa Marta (28°S) do que na região ao norte, que inclui a Bacia de Santos (DI TULLIO *et al.*, 2016). Na região ao sul do Cabo de Santa Marta ocorre maior influência de águas frias e produtivas provenientes das regiões austrais e esforços de avistagem nesta região mostraram taxas de encontro de cachalotes maiores do que na região Sudeste do Brasil. A abundância de presas de cachalote, como a lula argentina (*Illex argentinus*), é maior ao sul do Cabo de Santa Marta (HAIMOVICI *et al.*, 2013). DI TULLIO *et al.* (2016) observaram visualmente agregações de cachalotes maiores no outono e menores na primavera, o que pode estar relacionado a maior abundância de cefalópodes no outono. No PMC-BS, foi verificada maior densidade e abundância no final da primavera e início do verão (ciclo 1 do PMC-BS), que diminuiu no outono (ciclo 2) e de forma ainda mais brusca nos ciclos 3 e 4 (primavera e final do verão/início do outono). Este pico de densidade entre a primavera e verão, observada na Bacia de Santos, pode estar relacionada a distribuição mais esparsa de presas nesta época do ano, quando as concentrações de cachalotes no sul do Brasil se dispersariam para a região Sudeste. A questão sazonal e espacial das detecções acústicas dos cachalotes do PMC-BS também ficou evidente com as estimativas. Os dados ainda são preliminares, mas conforme mais dados sejam coletados, as questões de densidade, abundância, distribuição e sazonalidade dos cachalotes na Bacia de Santos poderão ser melhor elucidadas.

#### **IV.2.4 Proporção Sexual**

A estimativa da proporção sexual em populações de mamíferos é de extrema importância para a compreensão do comportamento reprodutivo, da dinâmica populacional, incluindo a tendência à dispersão por sexo, e da densidade demográfica (BROWN *et al.*, 1991). Embora a proporção sexual esperada seja de 1:1 (mesmo número de fêmeas e machos), em algumas populações de cetáceos essa proporção desvia da taxa esperada de 1:1 (GREEN *et al.*, 2011; CASTILHO

et al., 2015).

Cento e sessenta e três das 169 amostras coletadas de 17 espécies de cetáceos durante as quatro campanhas de Telemetria (n = 131) e as quatro campanhas de Avistagem Embarcada e MAP (n = 38) do 1º, 2º, 3º e 4º Ciclos do PMC-BS, tiveram o sexo determinado geneticamente, resultando na identificação de 92 fêmeas e 71 machos. Além disso, as três amostras de baleia-jubarte (**GM1 a GM3**) coletadas na costa norte de Santa Catarina foram identificadas geneticamente como de dois machos e uma fêmea, sendo que as amostras GM1 e GM2 são reamostragem do mesmo macho (ver Item IV.1.3 Diversidade genética).

Após a identificação da espécie para cada amostra (disponível no item IV.1.2 de Riqueza e distribuição), o número de machos e fêmeas para cada espécie amostrada foi determinado (**Tabela IV.2.4-1**).

**Tabela IV.2.4-1:** Número de machos e fêmeas identificados geneticamente para cada espécie amostrada nas campanhas de Avistagem Embarcada e MAP, e de Telemetria dos 4 Ciclos do PMC-BS.

Espécie	Macho	Fêmea	Total
<i>Tursiops truncatus</i>	13	22	35
<i>Sotalia guianensis</i>	1	1	2
<i>Delphinus delphis</i>	2	3	5
<i>Steno bredanensis</i>	2	2	4
<i>Stenella frontalis</i>	13	26	39
<i>Stenella longirostris</i>	5	14	19
<i>Stenella attenuata</i>	0	2	2
<i>Stenella clymene</i>	3	2	5
<i>Globicephala macrorhynchus</i>	1	0	1
<i>Orcinus orca</i>	1	0	1
<i>Balaenoptera brydei</i>	3	6	9
<i>Balaenoptera bonaerensis</i>	3	2	5
<i>Balaenoptera borealis</i>	8	5	13
<i>Balaenoptera physalus</i>	4	2	6
<i>Balaenoptera musculus</i>	2	1	3
<i>Megaptera novaeangliae</i> *	10	5	15
<i>Eubalaena australis</i>	1	0	1
Total	72	93	165

\* Inclui 2 amostras coletadas no norte de Santa Catarina

Até o momento, a proporção sexual foi estimada para cada espécie bem amostrada (número amostral maior que seis indivíduos). A proporção de fêmeas foi maior para *S. longirostris* (2,8:1 fêmeas para machos), *S. frontalis* (2:1 fêmeas para machos), *B. brydei* (2:1 fêmeas para machos) e *Tursiops truncatus* (1,7:1 de fêmeas para machos). Mas essa diferença na proporção não diferiu significativamente ( $P > 0,05$ ) da taxa esperada de 1:1 para essas espécies. Para *M. novaeangliae*, *B. physalus* e *B. borealis* a proporção de machos foi maior (2:1, 2:1 e 1,6:1 de machos para fêmeas, respectivamente), mas também não diferiu significativamente ( $P > 0,05$ ) da taxa de 1:1 esperada. No entanto, o número amostral é ainda pequeno para cada espécie, e espera-se ter estimativas da proporção sexual mais acuradas ao longo dos próximos anos de coleta com a obtenção de mais amostras. Além disso, a proporção sexual populacional poderá ser estimada se existirem amostras e dados suficientes de cada espécie em questão (mínimo de 100 amostras por espécie).

Estudos genéticos que estimaram a proporção sexual para três dessas sete espécies têm apresentado diferentes taxas. GREEN *et al.* (2011) encontraram uma razão sexual maior para fêmeas (1,4:1 fêmeas para machos) de *S. frontalis* na Ilha de Grande Bahmas. Do mesmo modo, um número ligeiramente maior de fêmeas (1,2:1 fêmeas para machos) dessa espécie foi encontrado em um estudo no oeste do Atlântico Norte e no Golfo do México. Ambos os estudos apresentaram tendência em relação as fêmeas semelhantemente ao que foi encontrado para *S. frontalis* na Bacia de Santos até o momento. No entanto, no leste do Oceano Atlântico Norte a espécie apresentou uma razão sexual maior para machos (3,3:1 e 1,3:1 machos para fêmeas na Ilha da Madeira e no Arquipélago dos Açores, respectivamente).

Por outro lado, a razão sexual foi maior para machos para *S. longirostris* (1,7:1 machos para fêmeas) no Arquipélago da Sociedade, na Polinésia Francesa, e tanto para os adultos da população *offshore* de *T. truncatus* no Arquipélago de São Pedro e São Paulo (1,8:1 machos para fêmeas), quanto para a população *offshore* da espécie no Arquipélago dos Açores (2,8:1 machos para fêmeas) (OREMUS *et al.*, 2007; QUEROUIL *et al.*, 2007; CASTILHO *et al.*, 2015).



Tanto CASTILHO *et al.* (2015) quanto QUEROUIL *et al.* (2007) sugerem que uma tendência na amostragem pode explicar essa diferença já que as fêmeas com filhote evitam se aproximar do barco. No entanto, nas campanhas do PMC-BS as fêmeas com filhote das espécies do gênero *Stenella* e de *T. truncatus* se aproximaram da embarcação, e assim como os machos apresentaram o comportamento de nadar na proa do barco (*bow-riding*).

### IV.3 Uso de Habitat

A distribuição dos cetáceos (e suas presas) pode responder a variáveis estáticas (e.g., batimetria) e/ou dinâmicas que oscilam em diferentes escalas temporais e espaciais (e.g., temperatura, clorofila). As variáveis que podem afetar a distribuição dos cetáceos podem ser de diferentes tipos: ambientais, oceanográficas, bióticas e antrópicas.

Neste item buscou-se explicar a variação espacial no número de detecções de misticetos e odontocetos na Bacia de Santos em função de variáveis ambientais e antrópicas. Como primeiro exercício de modelagem do uso de habitat dos cetáceos do PMC, somente os dados das Campanhas de Avistagem Embarcada foram utilizados, e a variação temporal ao longo das campanhas não foi considerada.

#### *Variáveis ambientais e antrópicas*

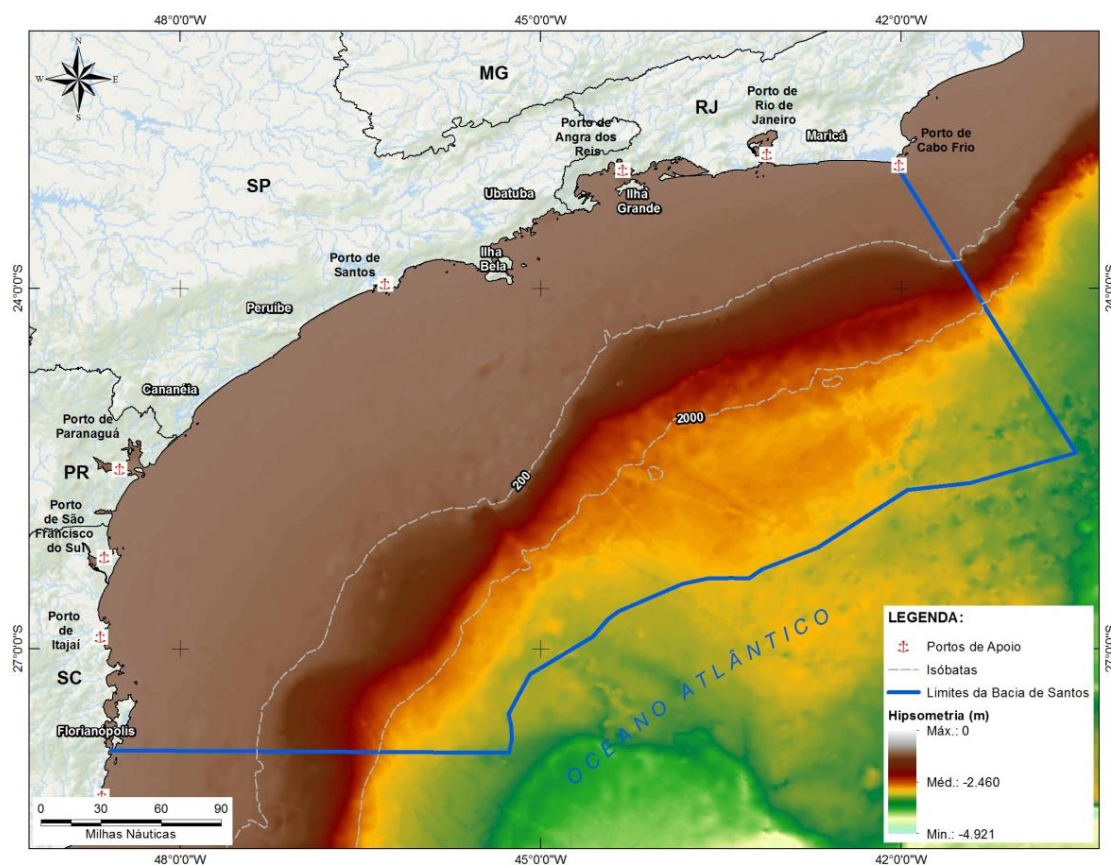
Para as análises foi utilizado um grid com 974 quadrantes de aproximadamente 16 km de largura, que correspondem à unidade amostral da modelagem de habitat. Deste total de quadrantes, foram excluídos 54 quadrantes que não foram amostrados durante as campanhas embarcadas, restando 880 quadrantes para análise.

Estes quadrantes foram caracterizados quanto a diversas variáveis ambientais e antrópicas. São elas:

- **BATIMETRIA:** Os dados Batimétricos foram obtidos junto ao *General*

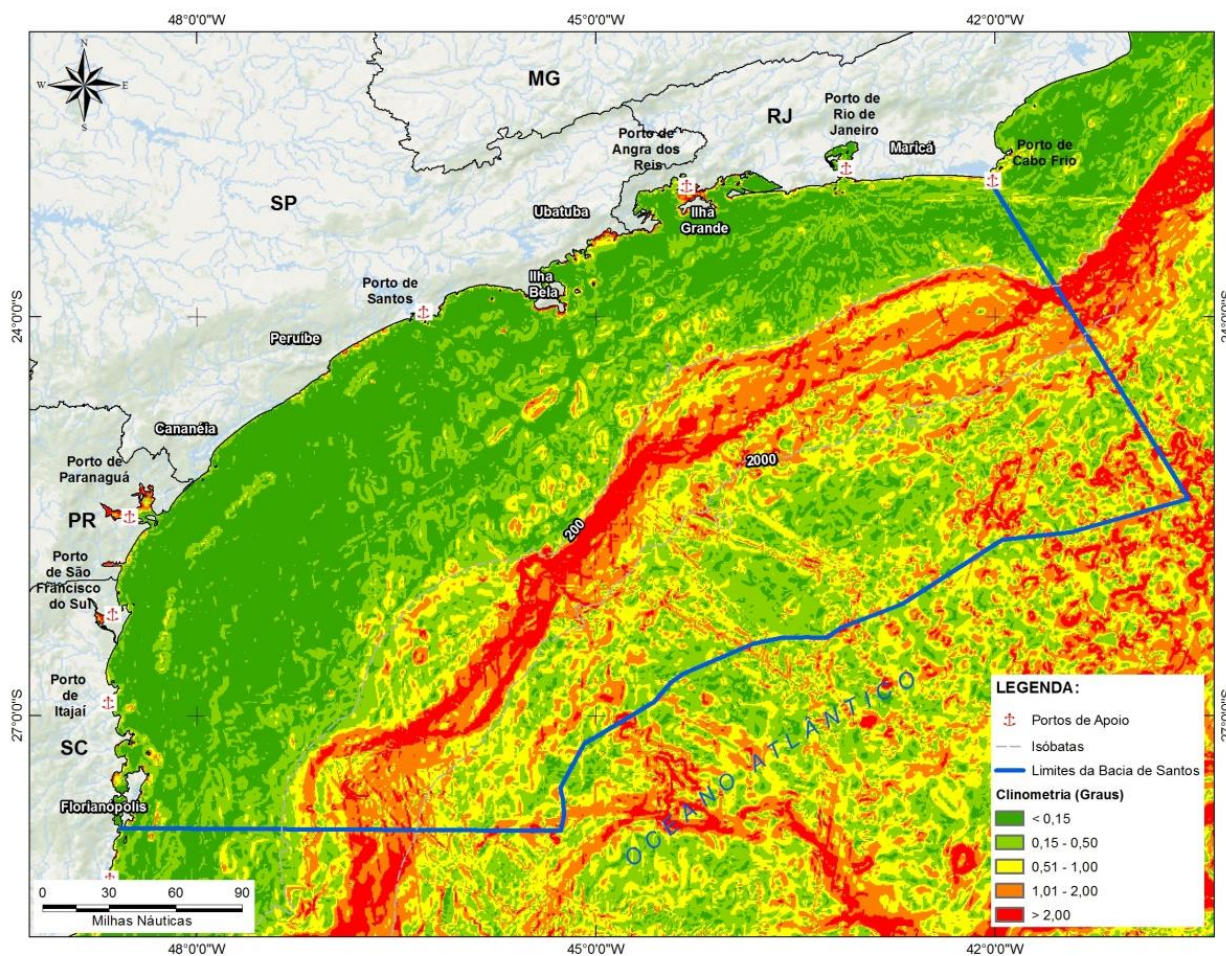
*Bathymetric Chart of the Oceans* (GEBCO)<sup>1</sup>, que corresponde ao modelo de Elevação do fundo dos oceanos (**Figura IV.3-1**). O conjunto de dados GEBCO são modelos mundiais e estão disponíveis para download em uma grade global de intervalo de 30 segundos (2014) e 1 minuto (2008).

Os dados batimétricos foram obtidos em formato raster, possibilitando o processamento em ambiente SIG, permitindo, assim, a construções de modelos hipsométricos e clinográficos (**Figura IV.3-2**) do assoalho oceânico na área do projeto e no seu entorno.



**Figura IV.3-1:** Batimetria (em metros) da Bacia de Santos.

<sup>1</sup> [http://www.gebco.net/data\\_and\\_products/gridded\\_bathymetry\\_data/](http://www.gebco.net/data_and_products/gridded_bathymetry_data/)



**Figura IV.3-2:** Declividade (em graus) da Bacia de Santos.

- **TEMPERATURA:** Os dados de temperatura da superfície do mar (SST) foram obtidos de duas fontes distintas com dados gerados diariamente (**Figura IV.3-3**). A primeira corresponde aos dados coletados entre 27 de novembro de 2015<sup>2</sup> até 11 de outubro de 2016<sup>3</sup>, obtidos junto à base operacional pela Rede de Modelagem e Observação Oceanográfica (REMO) do Laboratório de Meteorologia Aplicada da Universidade Federal do Rio de Janeiro (LMA / UFRJ)<sup>4</sup>.

A coleta dos dados realizada pela REMO usa a técnica optimal interpolation de Barnes (OI) em uma grade regional de 0,05 graus usando dados avançados de radiômetro de alta resolução (AVHRR) da série de satélites da Administração

<sup>2</sup> Início das campanhas do PMC.

<sup>3</sup> Último dia do processamento dos dados SST pela REMO.

<sup>4</sup> Disponível em [https://podaac.jpl.nasa.gov/dataset/REMO\\_OI\\_SST\\_5km-UFRJ-L4-SAMERICA-v1.0](https://podaac.jpl.nasa.gov/dataset/REMO_OI_SST_5km-UFRJ-L4-SAMERICA-v1.0)



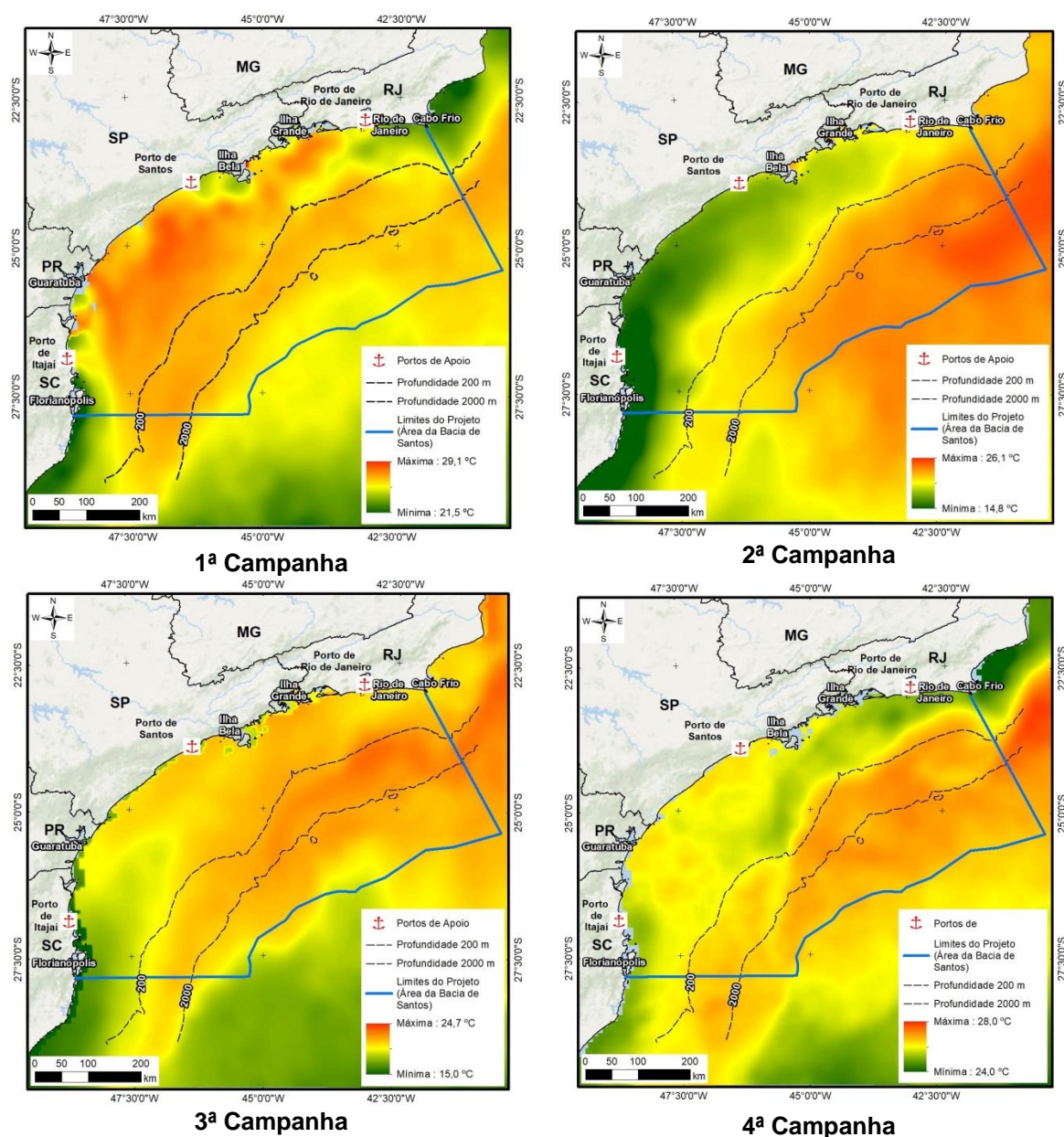
Oceânica e Atmosférica Nacional (NOAA) e dados de microondas (TMI) da Missão de Medição Tropical Rainfall (TRMM), que é uma missão conjunta entre a NASA e a Agência Japonesa de Exploração Aeroespacial (JAXA) para gerar produtos de SST sem costura (com infravermelho e microondas) de 0,05 graus de diâmetro (aproximadamente 5,5 km).

Os dados disponibilizados pela REMO situam-se entre as latitudes 45° S e 15° N e as longitudes 70° W e a região de 15° W, (que recobrem todo o oceano da costa brasileira) e são totalmente validados por medições in situ a partir de onze boias de Previsão e Pesquisa no Atlântico Tropical (PIRATA).

O outro conjunto de dados satelitais da temperatura da superfície do oceano foi adquirido junto ao Instituto Meteorológico Dinamarquês (DMI)<sup>5</sup>, que também usa uma abordagem de optimal interpolation (OI), também em uma grade de 0,05 graus, entretanto recobrendo todo o globo. Neste conjunto de dados a análise baseia-se na observação do sensor GHRSSST L2P e as observações SBS secundárias de vários satélites. Os sensores utilizados para aquisição dos dados incluem o *Radiometer Advanced Very High Resolution* (AVHRR), o *Spinning Enhanced Visible e Infrared Imager* (SEVIRI), o *Advanced Microwave Scanning Radiometer 2* (AMSR2), o *Visible Infrared Imager Radiometer Suite* (VIIRS) e o *Spectroradiometer* de Imagem de Resolução Moderada (MODIS) no AQUA. Este conjunto de dados adere à versão 2 *GHRSSST Data Processing Specification* (GDS).

Os dados adquiridos junto ao Instituto Meteorológico Dinamarquês (DMI) correspondem aos dados de temperatura coletados após 11 de outubro de 2016 até o final das campanhas do 4º ciclo. A aquisição de dados a partir de uma segunda fonte foi necessária uma vez que o Projeto REMO, passou a não mais processar os dados de temperatura após o dia 16 de outubro de 2016.

<sup>5</sup> Disponível em [https://podaac.jpl.nasa.gov/dataset/DMI\\_OI-DMI-L4-GLOB-v1.0](https://podaac.jpl.nasa.gov/dataset/DMI_OI-DMI-L4-GLOB-v1.0)



**Figura IV.3-3:** Temperatura (em graus Celsius) da Bacia de Santos durante as Campanhas de Avistagem Embarcada do PMC.

- **CORRENTES OCEÂNICAS:** Os dados de correntes oceânicas (Figura IV.3-4) foram obtidos junto ao projeto *Ocean Surface Current Analyzes - Real Time* (OSCAR) da NOAA, que publica estimativas globais das correntes de superfície do oceano, combinando observações de satélites de altímetros que

medem a altura da superfície do mar<sup>6</sup>, os dispersores que estimam os vetores de vento do oceano<sup>7</sup> e sensores de temperatura da superfície do mar<sup>8</sup>. O objetivo do projeto OSCAR é fornecer estimativas de corrente oceânica mais precisas do que aquelas baseadas em altimetria, particularmente em regiões tropicais, ao combinar a dinâmica de cisalhamento geostrófica, Ekman e Stommel e um termo complementar do gradiente de flutuação da superfície (BONJEAN & LAGERLOEF, 2002).

Embora seus resultados sejam descritos para as correntes na superfície do oceano, é importante salientar que seus metadados especificam que as correntes são para uma profundidade de até 15 metros.

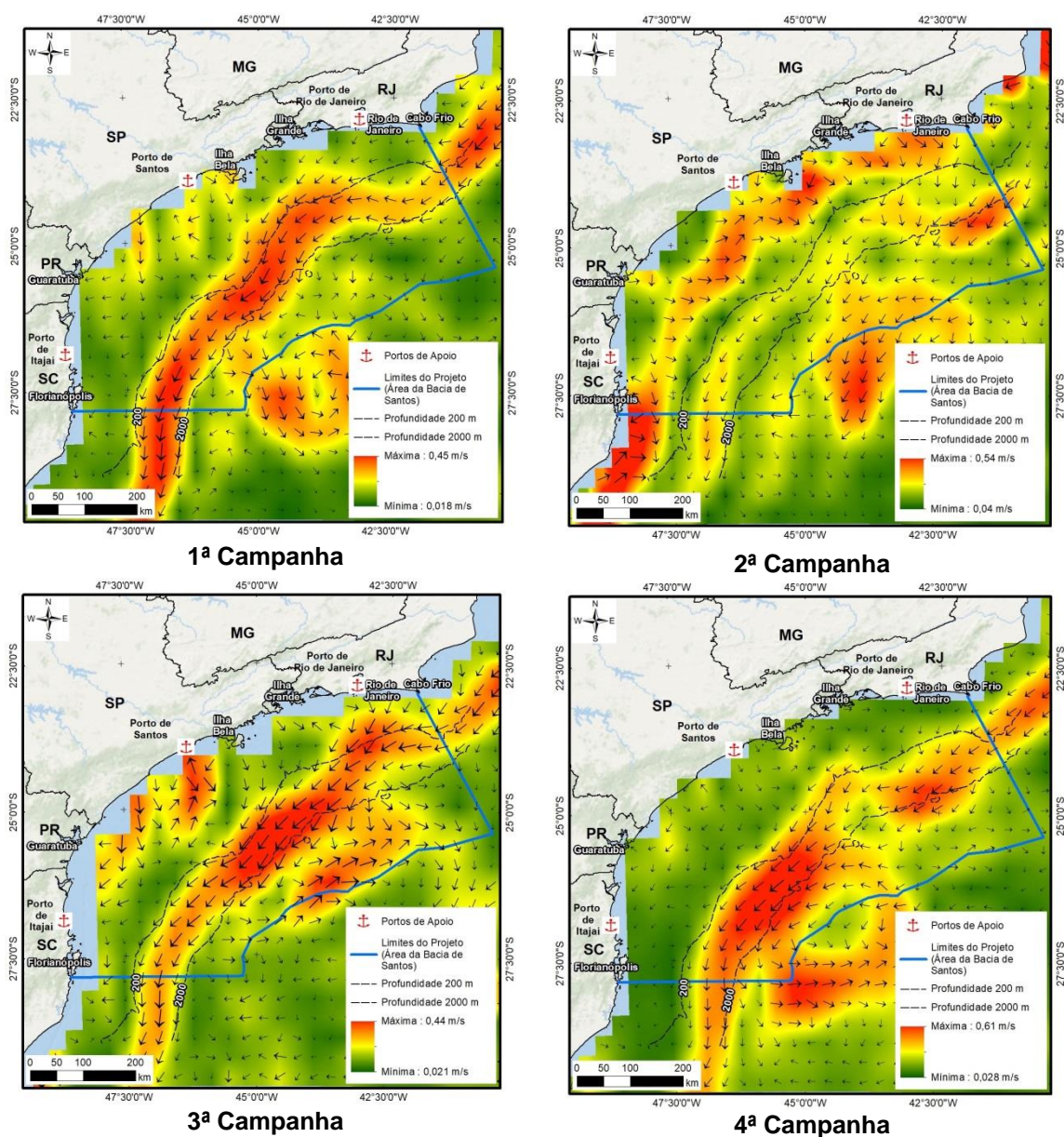
---

<sup>6</sup> por exemplo, TOPEX / Poseidon.

<sup>7</sup> por exemplo, QuikSCAT

<sup>8</sup> por exemplo, AVHRR





**Figura IV.3-4:** Velocidade (em m/s) e direção das correntes marítimas da Bacia de Santos durante as Campanhas de Avistagem Embarcada do PMC.

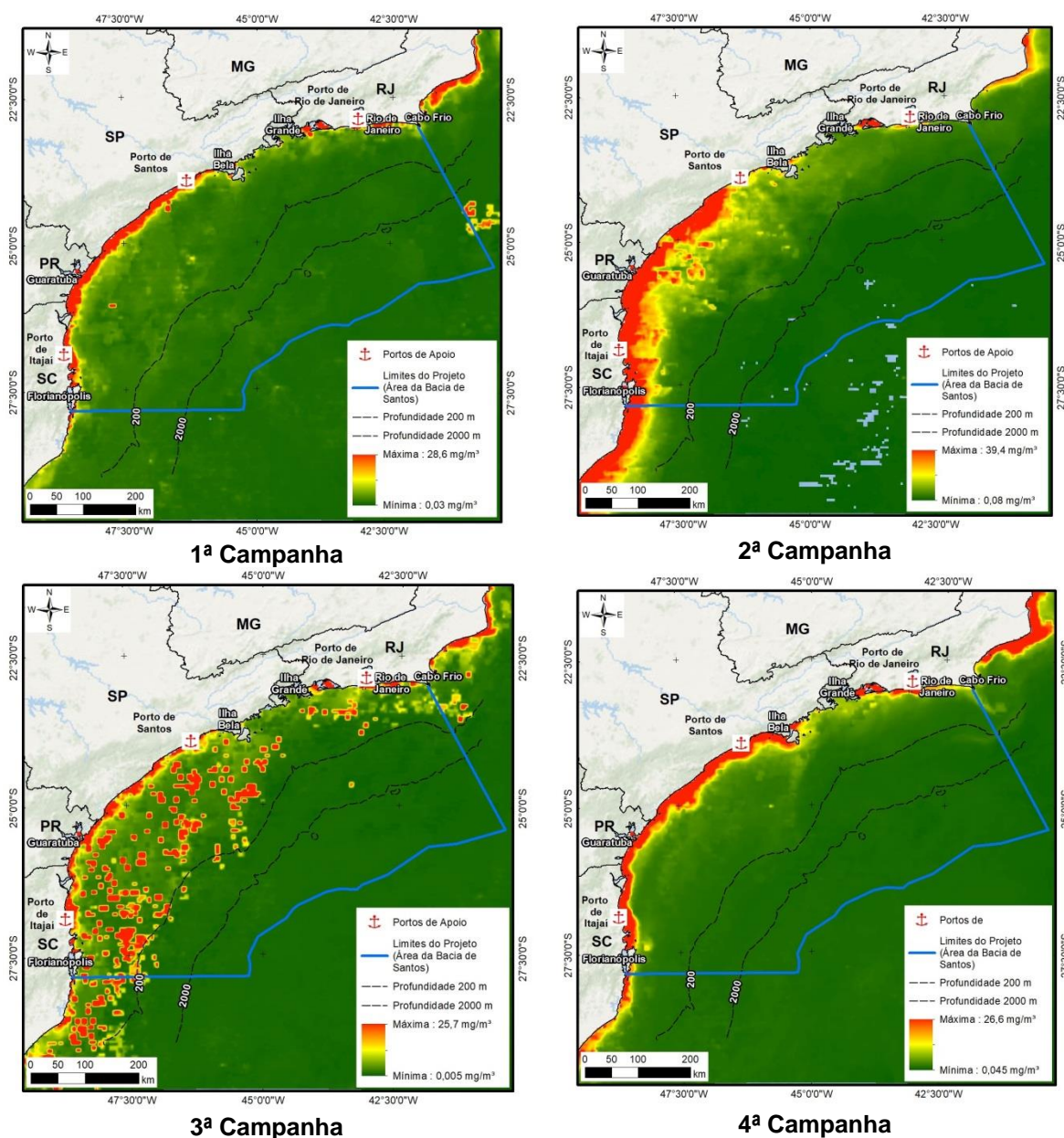
- **CLOROFILA:** Os dados de concentração de clorofila A foram obtidos junto ao Grupo OceanColor da NASA GSFC<sup>9</sup>, que disponibiliza dados Rasters climatológicos para um produto de Imagem Padrão Nível 3 (SMI) (**Figura IV.3-5**).

O OceanColor Group da NASA Goddard Space Flight Center (GSFC) publica uma variedade de produtos de imagem de satélite derivados de observações de cores oceânicas feitas por sensores em órbita polar, como MODIS, SeaWiFS, OCTS e CZCS.

Segundo o projeto, o algoritmo que retorna à concentração superficial de clorofila-a em mg/m<sup>3</sup>, usa uma relação empírica derivada de medições *in situ* de clorofila e de reflectâncias de sensoriamento remoto na região azul-para-verde do espectro visível. A implementação está subordinada à disponibilidade de três ou mais bandas de sensores abrangendo o regime espectral 440 - 670 nm. O produto que resulta nos dados de Clorofila A está incluído como parte do conjunto de produtos padrão do Level-2 OC e do conjunto de produtos CHL do Level-3.

É importante destacar que o algoritmo diverge um pouco do que foi publicado em HU *et al.* (2012) em que a transição entre IC e OCx agora ocorre em  $0,15 < IC < 0,2 \text{ mg / m}^3$  para garantir uma transição suave.

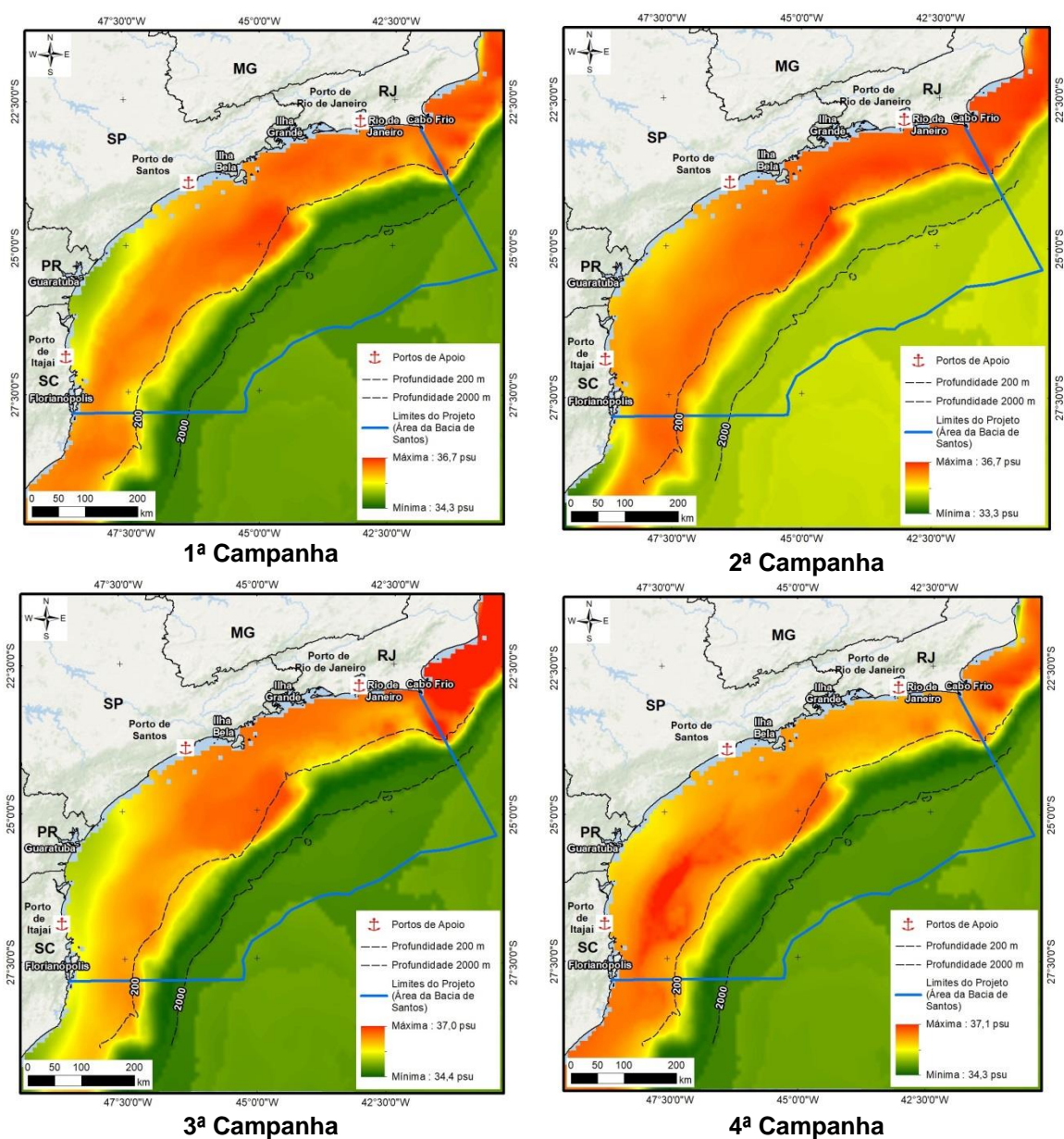
<sup>9</sup> Disponível em [https://oceancolor.gsfc.nasa.gov/atbd/chlor\\_a/](https://oceancolor.gsfc.nasa.gov/atbd/chlor_a/)



**Figura IV.3-5:** *Clorofila a (em mg/m³) da Bacia de Santos durante as Campanhas de Avistagem Embarcada do PMC.*



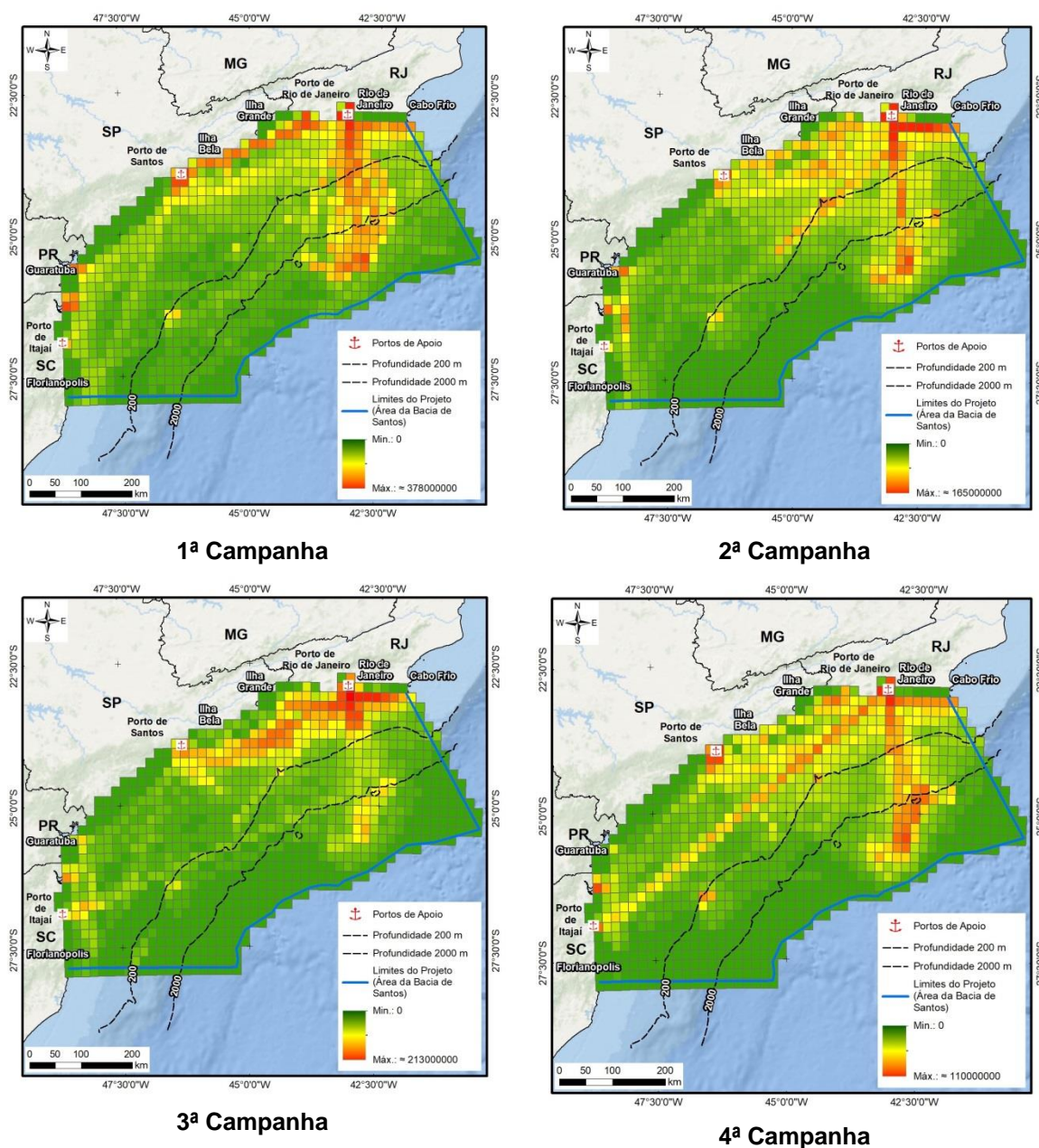
**SALINIDADE:** Os dados de Salinidade foram obtidos a partir do projeto HYCOM. O projeto é mantido como um único código fonte escalável / portátil mantido pelo *Naval Oceanographic Office* (NAVOCEANO). O modelo de forçamento para o oceano vem da Reanálise do Sistema de Previsão Climática do Centro Nacional de Previsão Ambiental (NCEP) (CFSR, SAHA *et al.*, 2010). As condições de limite aberto são fornecidas pela reanálise HYCOM global. Os dados são interpolados para uma grade uniforme de  $1/25^\circ$  (GOMu0.04), convertidos para NetCDF e interpolados para 40 níveis, podendo entregar resultados das seguintes (5) variáveis: Elevação do fundo do oceano, Temperatura da água, Salinidade da água do Mar, Velocidade (sentido norte) e Velocidade (sentido leste). Os resultados obtidos para salinidade são medidos em PSU (Practical Salinity Unit) (**Figura IV.3-6**).



**Figura IV.3-6:** Salinidade (em psu) da Bacia de Santos durante as Campanhas de Avistagem Embarcada do PMC.

**- TRÁFEGO DE EMBARCAÇÕES E PROXIMIDADE DE UNIDADES DE PRODUÇÃO DE ÓLEO E GÁS:** Foram consideradas na análise espacial duas variáveis antrópicas. A primeira foi a distância da borda do quadrante até a unidade de exploração/produção de petróleo e/ou gás mais próxima. A segunda foi a intensidade total de tráfego marítimo em cada quadrante no período, medido pela distância percorrida pelas embarcações em metros dentro do quadrante (**Figura IV.3-7**). Estes dados foram fornecidos em caráter mensal pelo Programa de Monitoramento do Tráfego de Embarcações (PMTE) da Bacia de Santos.





**Figura IV.3-7:** Intensidade de tráfego de embarcações na Bacia de Santos durante as Campanhas de Avistagem Embarcada do PMC.

### *Processamento dos dados ambientais*

Todos os dados satelitais analisados nesse estudo foram obtidos com o auxílio da ferramenta *Marine Geospatial Ecology Tools* (MGET), também conhecido como o pacote GeoEco Python. O MGET é uma “caixa de ferramentas” de geoprocessamento de fonte aberta projetada para pesquisadores costeiros e marinhos e analistas de GIS que trabalham com dados ecológicos e oceanográficos, que permite o acesso aos dados oceanográficos; a Identificação de características oceanográficas ecologicamente relevantes em imagens de sensoriamento remoto; e a detecção de padrões espaciotemporais em dados de séries temporais.

O acesso aos dados é realizado com base nas datas de cada uma das campanhas e no tipo de informação que se deseja adquirir, gerando, assim, a média das informações em cada intervalo. Os dados são adquiridos em formato Raster, onde a informação fica relacionada ao pixel e vão corresponder, respectivamente, a resolução espaço-temporal de cada sensor.

Alguns dados foram adquiridos a partir do resultado da média do intervalo relativo a cada campanha. Outros foram adquiridos o conjunto de dados das médias diárias e processados em ambiente SIG a média do intervalo da campanha, realizando um cruzamento pixel a pixel.

Os processamentos desses dados resultaram em um arquivo Raster de toda a área do projeto e adjacências, de cada um dos parâmetros analisados, para cada uma das campanhas realizadas.

De posse da setorização dos blocos de análise foi realizado o cruzamento dos setores com os dados de satélite, resultando, assim, no valor médio de cada parâmetro, em cada bloco.

Esse processo foi possibilitado a partir da ferramenta *Zonal Statistical as Table* em ambiente GIS, que resume os valores de um Raster dentro das zonas de outro conjunto de dados e relata os resultados a uma tabela. Dessa maneira, foi extraído, dentro da área de cada bloco de análise, a média dos registros dos pixels existentes naquela região.

### *Análises dos dados*

Dois conjuntos de modelos foram construídos e analisados, um para mysticetos e outro para odontocetos. Nos dois casos a variável resposta ou dependente foi o número de detecções total no quadrante durante as quatro campanhas. O número de detecções foi corrigido pelo esforço, que foi incluindo como o logaritmo natural comprimento total de rotas navegadas dentro do quadrante. O esforço foi incluído como um termo *offset* no modelo.

Os dados foram analisados usando Modelos Generalizados Lineares (GLM) com distribuição de erros Binomial Negativa (MCCULLAGH & NELDER, 1989). Devido à grande quantidade de quadrantes com nenhuma detecção (82% de zeros para odontocetos e 92% de zeros para os mysticetos), optou-se por uma distribuição que considere a sobre-dispersão dos dados, como a distribuição Binomial Negativa.

Foram consideradas 17 variáveis explanatórias conforme descrito na **Tabela IV.3-1**. As variáveis foram avaliadas quanto à sua correlação, pois a colinearidade (correlação entre variáveis explanatórias) pode ser um problema para os GLM (ZUUR *et al.*, 2007). As variáveis também foram standardizadas pela grande diferença de escalas e unidades utilizadas.

Dada a grande quantidade de zeros, optou-se por construir modelos mais simples, contendo apenas uma variável. A partir dos modelos mais simples foi adicionada uma ou mais variáveis quando pertinente. O melhor modelo foi escolhido com base no menor valor de AIC, que reflete o bom ajuste do modelo aos dados e penaliza pelo número de parâmetros do modelo (BURNHAM & ANDERSON, 2002).

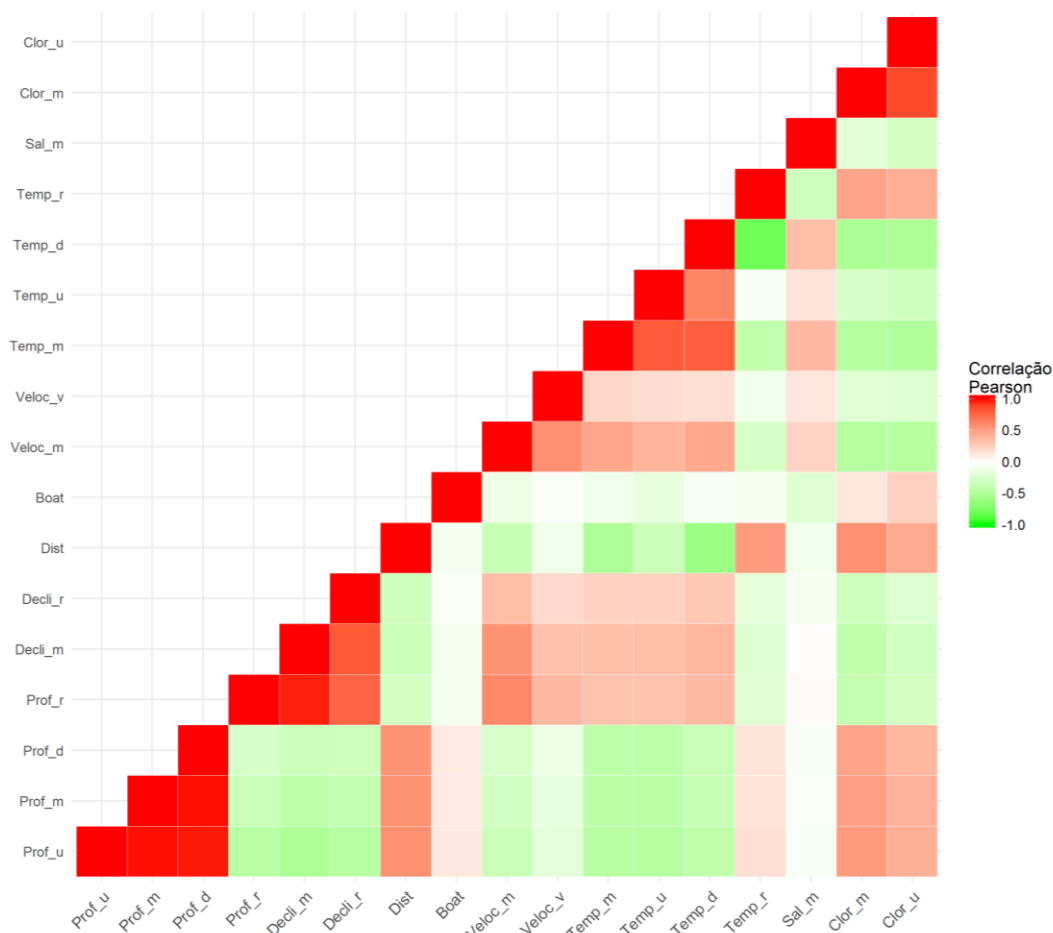
### *Resultados*

Algumas variáveis explanatórias estavam fortemente correlacionadas, tanto positivamente quanto negativamente (**Figura IV.3-8**). As maiores correlações foram observadas entre as variáveis de mesma natureza, como a profundidade (correlação entre Prof\_m, Prof\_d e Prof\_u), clorofila a (Clor\_m e Clor\_u) e

temperatura (Temp\_d e \_Temp\_r). As variáveis correlacionadas não foram incluídas em um mesmo modelo.

**Tabela IV.3-1:** Variáveis ambientais e antrópicas consideradas na modelagem de habitat.

Abreviação	Variável
Prof_m	Profundidade média (em metros)
Prof_u	Profundidade máxima (em metros)
Prof_d	Profundidade mínima (em metros)
Prof_r	Variação da profundidade (em metros)
Decli_m	Declividade média (em graus)
Decli_r	Variação da declividade (em graus)
Veloc_m	Velocidade média da corrente (em m/s)
Veloc_v	Variação da velocidade da corrente (em m/s)
Temp_m	Temperatura média da superfície (em graus Celsius)
Temp_u	Temperatura máxima (em graus Celsius)
Temp_d	Temperatura mínima (em graus Celsius)
Temp_r	Variação da temperatura (em graus Celsius)
Sal_m	Salinidade média (psu)
Clor_m	Clorofila a média (mg/m <sup>3</sup> )
Clor_u	Clorofila a máxima (mg/m <sup>3</sup> )
Dist	Distância de unidade de produção/exploração de óleo ou gás
Boat	Intensidade do tráfego de embarcações (em metros percorridos no quadrante)



**Figura IV.3-8:** Correlação entre as variáveis explanatórias consideradas na modelagem de uso de habitat.

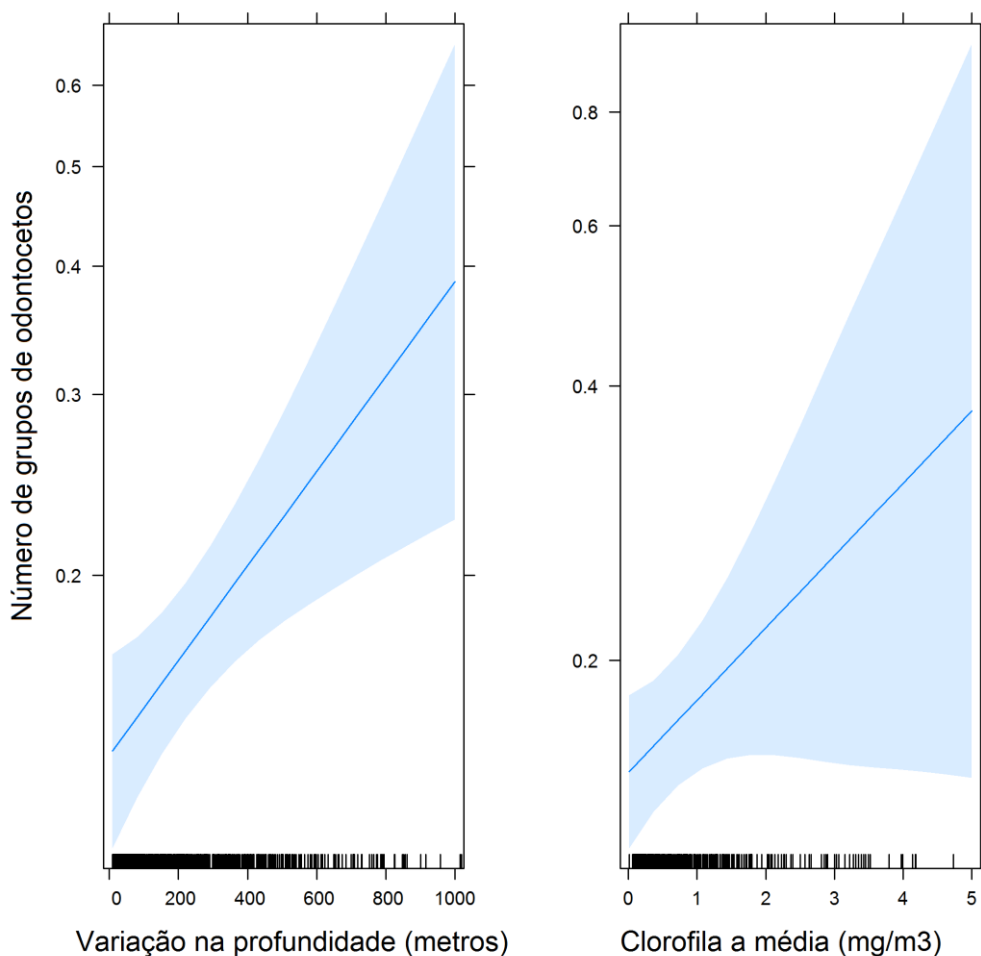
Foram construídos 21 modelos considerando diferentes variáveis explanatórias que podem afetar a taxa com que os odontocetos são detectados em quadrantes distribuídos pela Bacia de Santos (**Tabela IV.3-2**). O melhor modelo teve a variação na profundidade no quadrante e a concentração de clorofila a como variáveis importantes. Segundo as previsões do modelo, o número de detecções de odontocetos aumenta conforme aumenta a variação da profundidade no quadrante (**Figura IV.3-8**). O coeficiente referente à variação na profundidade do modelo foi significativamente diferentes de zero ( $z = 3,09$ ;  $p < 0,05$ ). O modelo também prevê um aumento no número de detecções de odontocetos com o aumento da concentração de clorofila a, embora este

coeficiente não tenha sido significativamente diferente de zero ( $z = 1,76$ ;  $p > 0,05$ ). O modelo explicou somente 3,7% da variação dos dados.

**Tabela IV.3-2:** Modelos Generalizados Lineares (GLM) considerando os efeitos de variáveis ambientais e antrópicas no número de detecções de odontocetos observados durante o PMC na Baía de Santos.

Modelo	k	AICc	Delta AICc	Peso AICc
Prof_r + Clor_m	4	978.73	0.00	0.19
Prof_r	3	979.41	0.69	0.13
Prof_r + Decli_r	4	979.58	0.85	0.12
Prof_r + Sal_m + Clor_m	5	980.47	1.74	0.08
Prof_r + Sal_m	4	980.71	1.98	0.07
Prof_r + Dist	4	981.08	2.35	0.06
Prof_r + Veloc_m	4	981.10	2.38	0.06
Prof_r + Temp_m	4	981.25	2.53	0.05
Prof_r + Temp_r	4	981.30	2.57	0.05
Prof_r + Boat	4	981.39	2.66	0.05
Decli_m	3	981.84	3.11	0.04
Veloc_m	3	984.86	6.13	0.01
Decli_r	3	985.01	6.28	0.01
Sal_m	3	985.57	6.85	0.01
Clor_m	3	985.92	7.19	0.01
Temp_m	3	985.93	7.20	0.01
Prof_m	3	986.10	7.37	0.00
Veloc_v	3	986.21	7.49	0.00
Temp_r	3	986.23	7.50	0.00
Dist	3	986.28	7.55	0.00
Boat	3	986.28	7.56	0.00



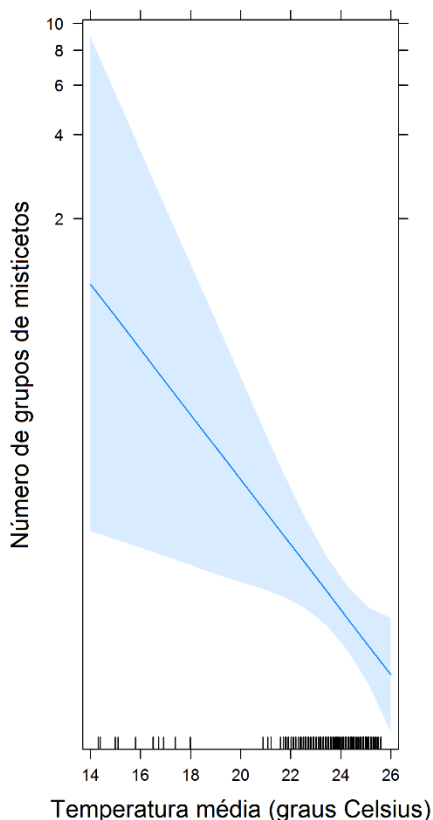


**Figura IV.3-9:** Previsões do melhor GLM para o número de detecções de odontocetos em quadrantes na Bacia de Santos durante as Campanhas de Avistagem Embarcada do PMC.

Para os mysticetos, foram construídos 21 modelos, sendo que o melhor modelo considerou a temperatura média como variável explanatória (**Tabela IV.3-3**). O modelo prevê que o número de detecções de mysticetos aumenta com a diminuição da temperatura (**Figura IV.3-10**). Entretanto, o coeficiente de inclinação da reta não foi significativo ( $z = -1,56$ ;  $p > 0,05$ ). Este modelo explicou 10,1% da variação dos dados de acordo com o pseudo coeficiente de determinação.

**Tabela IV.3-3:** Modelos Generalizados Lineares (GLM) considerando o efeitos de variáveis ambientais e antrópicas no número de detecções de mysticetos observados durante o PMC na Baía de Santos.

Modelo	k	AICc	Delta AICc	Peso AICc
Temp_m	3	545.29	0.00	0.11
Temp_m + Clor_m	4	545.56	0.28	0.09
Temp_m + Dist	4	546.65	1.36	0.06
Temp_m + Temp_r	4	546.86	1.57	0.05
Decl_i_r	3	546.94	1.65	0.05
Temp_m + Decl_i_r	4	547.02	1.73	0.05
Prof_m	3	547.12	1.83	0.04
Temp_m + Veloc_m	4	547.17	1.88	0.04
Temp_m + Boat	4	547.22	1.93	0.04
Temp_m + Prof_r	4	547.27	1.98	0.04
Temp_m + Sal_m	4	547.29	2.00	0.04
Decl_i_m	3	547.34	2.05	0.04
Veloc_m	3	547.45	2.16	0.04
Boat	3	547.53	2.24	0.04
Temp_m + Sal_m + Clor_m	5	547.57	2.28	0.03
Sal_m	3	547.60	2.31	0.03
Prof_r	3	547.60	2.31	0.03
Veloc_v	3	547.60	2.31	0.03
Dist	3	547.64	2.35	0.03
Clor_m	3	547.65	2.36	0.03
Temp_r	3	547.66	2.38	0.03



**Figura IV.3-10:** Previsões do melhor GLM para o número de detecções de misticetos em quadrantes na Bacia de Santos durante as Campanhas de Avistagem Embarcada do PMC.

### Discussão

Como primeiro exercício de modelagem espacial dos dados, as análises apresentadas aqui fornecem importantes informações sobre os fatores determinantes da distribuição dos cetáceos na Bacia de Santos. A modelagem estatística foi uma ferramenta importante para a análise destes dados, pois permite descrever, explicar e gerar previsões sobre a abundância relativa de cetáceos nos quadrantes em função de fatores ambientais, bióticos e humanos.

O problema de muitos quadrantes sem detecção (excesso de zeros na amostra) pode ser contornado com a mudança da escala de análise, utilizando quadrantes de maiores tamanhos. Outros modelos alternativos ao usado aqui também podem ser usados para análise dos dados, como o GLM Binomial ou modelos com inflação de zeros (ZUUR *et al.*, 2007). Cabe mencionar também os

modelos que consideram a auto-correlação espacial que existe neste tipo de estudo. Além de avanços na modelagem, para os próximos anos do PMC espera-se que novas variáveis ambientais e humanas sejam incluídas nos modelos, como os ruídos e atividades de pesca. A inclusão destas variáveis depende de processamento de dados espaciais, disponibilidade e coerência amostral dos dados com a malha de transecções realizadas durante o PMC-BS.

Para os odontocetos, o melhor modelo indica que existe uma influência da produtividade primária na ocorrência de grupos, evidenciada pela maior frequência de grupos em regiões com alta clorofila *a*. Estas regiões produtivas correspondem principalmente às regiões costeiras, que consistentemente mostraram regiões de concentração de odontocetos. A influência da grande variação da profundidade na frequência dos grupos, que está correlacionada com a declividade, indica que as regiões do talude também são propícias para os odontocetos.

Os mysticetos foram encontrados em maior frequência em regiões de baixa temperatura, que podem ter relação com a região sul da Bacia de Santos ou com as áreas de ressurgência, como o litoral do Rio de Janeiro. Dois eventos de ressurgência foram amostrados durante as campanhas do PMC, com uma extensa faixa de águas mais frias no entorno do Cabo Frio. Nesta região foram observadas baleias-de-bryde e baleias-jubarte em grande concentração durante os dois anos do PMC. A região do Cabo Frio é área de reconhecida ocorrência destas baleias (SICILIANO *et al.*, 2004; PAVANATO *et al.*, 2017).

Apesar destes indicativos dos modelos, o ajuste dos modelos aos dados não foi tão forte. Os dois modelos explicaram pouca variação dos dados (menos de 10%). Além disso, vários modelos ficaram dentro do intervalo de plausibilidade (Delta AIC menor que 2), sendo representações plausíveis dos padrões observados nos dados.

Este ajuste fraco dos modelos aos dados pode ser devido à vários fatores não excludentes. Um deles é a grande quantidade de quadrantes sem avistagem. Isto gera ruídos nos dados e estimativas de coeficientes do GLM pouco precisos. Outra questão que merece destaque é que variáveis explanatórias importantes podem ter ficado de fora dos modelos. As variáveis ambientais geralmente

influenciam na presença de presas que, por sua vez, influenciam a distribuição de cetáceos (ACEVEDO-GUTIÉRREZ, 2009). Assim, as presas podem responder de formas complexas à variabilidade ambiental, com lags de tempo nas respostas a um aumento da produtividade primária, por exemplo. Finalmente, as diferentes espécies podem responder de maneiras diferentes à variabilidade ambiental (e.g., ROSSI-SANTOS *et al.*, 2006). Ou seja, agrupando diferentes espécies como foi feito nesta modelagem pode ser um fator de confusão nos resultados dos modelos.

As duas variáveis antrópicas utilizadas não foram importantes em determinar a distribuição dos cetáceos odontocetos e mysticetos. Mas os resultados apresentados aqui devem ser tratados como preliminares pelos motivos expostos acima. A inclusão da variação temporal dos parâmetros é um importante avanço na modelagem de habitat que deve ser incorporada no relatório consolidado do próximo ano, com três anos de dados e seis campanhas realizadas.

## **IV.4 Padrões comportamentais**

### **IV.4.1 Comportamento de mergulho**

#### *Transmissores satelitais*

Os dados de mergulho foram coletados utilizando o *Wildlife Computers Behavior Log*, que compila os dados de padrões de mergulho pré-estabelecidos na programação e os transmite via sistema de satélites Argos. Falhas podem ocorrer neste processo, sem a transmissão destas informações, decorrentes de uma cobertura reduzida de satélites, do comportamento de superfície da espécie/indivíduo, condições ambientais e ciclo de trabalho pré-estabelecido na programação do transmissor.

Neste sentido, considerando a ausência de informações sobre comportamento de mergulho para a maioria das espécies, nos dois primeiros anos foram testados diferentes parâmetros para a definição de um mergulho para as diferentes espécies. A definição de um mergulho considera o comportamento da espécie, onde é estabelecida uma profundidade mínima e uma duração mínima para que o comportamento seja considerado como um mergulho. Estes parâmetros visam reduzir vieses relacionados ao tamanho dos indivíduos e ao comportamento de superfície de muitas espécies, que podem realizar várias respirações subsequentes próximos à linha d'água, que não necessariamente caracterizam um mergulho. O formato dos mergulhos foi classificado automaticamente pelo Programa de Análises de Mergulho da Wildlife Computers (DAP), versão 3.0, que considera três categorias que refletem a forma do perfil de mergulho: “square” (ou “quadrado”, em português), “U” e “V”. Estas categorias, portanto, são baseadas no perfil de mergulho, que considera a proporção de tempo que o animal permanece no fundo, descida/subida mais rápida ou lenta e tempo em cada profundidade.



Os transmissores foram programados também para gerar três tipos de histogramas: o “time at depth”, que quantifica em termos percentuais o tempo que o animal permanece, ao longo do dia, num determinado intervalo de profundidade pré-estabelecido. O “dive maximum depth” quantifica o número de mergulhos realizados em cada intervalo de profundidade pré-estabelecido a cada dia e o “dive duration” quantifica o número de mergulhos realizados em cada intervalo de tempo pré-estabelecido.

Em algumas situações foi testada a opção “time series”, que permite a obtenção de séries contínuas de mergulho, com taxa amostral previamente estabelecida na programação. Embora esta seja uma informação de interesse para o trabalho, este dado ocupa uma quantidade significativa de espaço no pacote de dados enviados para o satélite, o que nem sempre se torna possível já que a informação de posição geográfica é priorizada na programação. Por este motivo, em muitos casos foram observadas falhas nos perfis de mergulho.

Os diferentes recursos disponíveis nos transmissores para o registro de dados de mergulho são complementares e constituem amostragens do comportamento dos animais. Até o momento buscou-se utilizar o máximo possível de recursos disponíveis nos transmissores, o que nos permite gradualmente identificar aqueles que melhor se adequam as condições do presente trabalho.

#### *Baleia-sei (Balaenoptera borealis)*

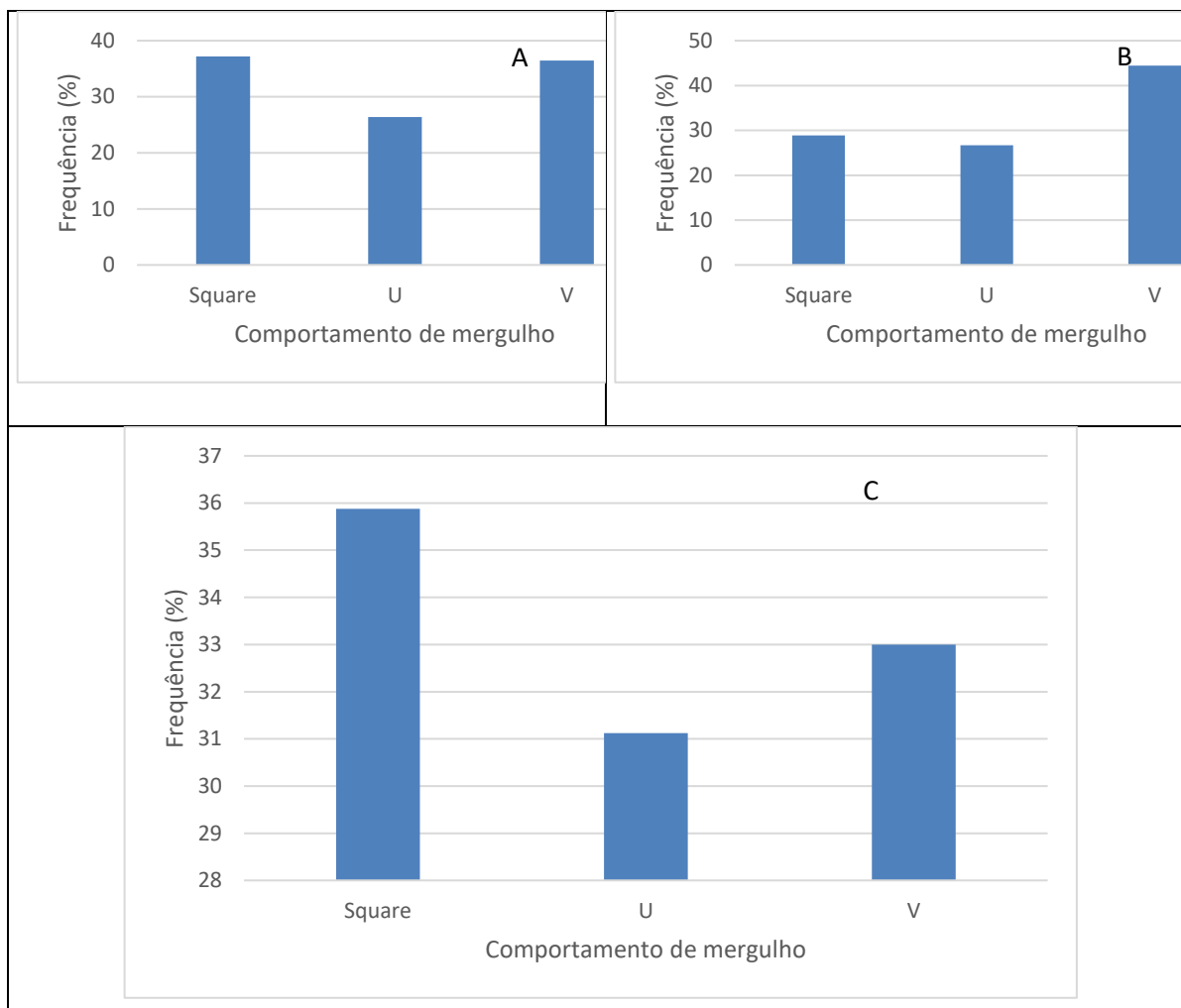
Foi definido um único parâmetro de mergulho para esta espécie. Um mergulho foi considerado como uma imersão até uma profundidade mínima de 10 m e com duração mínima de 30 s.

Para os PTTs158546 e 162629 foi reduzido o número de informações de histograma recebidas, o que limita a análise destes dados.

Para os três indivíduos (PTTs 158546, 162629 e 162630), os mergulhos em V foram os mais profundos e os mergulhos *square* foram os mais longos (**Tabela IV.4.1-1; Figura IV.4.1-1**). A profundidade máxima de mergulho para a espécie foi 94 m.

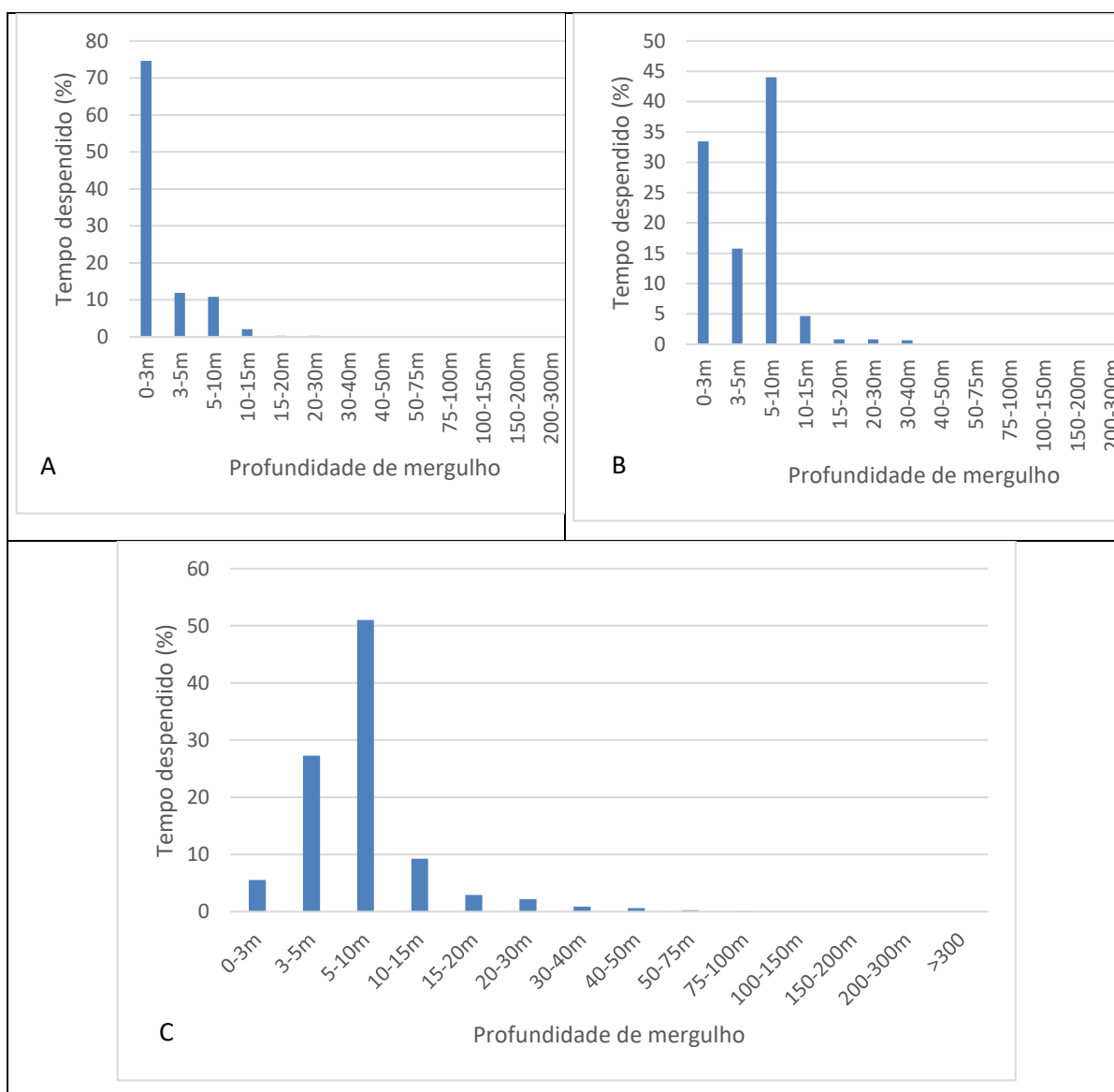
**Tabela IV.4.1-1:** Comportamento de mergulho registrado para baleias-sei marcadas com transmissor satelital na região oceânica da Bacia de Santos. *PMín* = profundidade mínima; *PMáx* = profundidade máxima; *DMín* = duração mínima; *DMáx* = duração máxima.

PTT	Mergulho	PMín - PMáx (m)	DMín – Dmáx (s)
<b>158546</b>	Square (n = 48)	10 – 21	36 - 550
	U (n = 34)	10 – 25,5	46 - 268
	V (n = 47)	10 – 32,5	30 - 314
Total = 129			
<b>162629</b>	Square (n = 13)	10 – 15	52 - 952
	U (n = 12)	10 – 23	52 – 838
	V (n = 20)	10 – 31,5	66 - 892
<b>Total = 45</b>			
<b>162630</b>	Square (n = 249)	10 – 19,5	40 – 942
	U (n = 216)	10 – 74	30- 716
	V (n = 229)	10 – 94	32- 862
Total = 694			



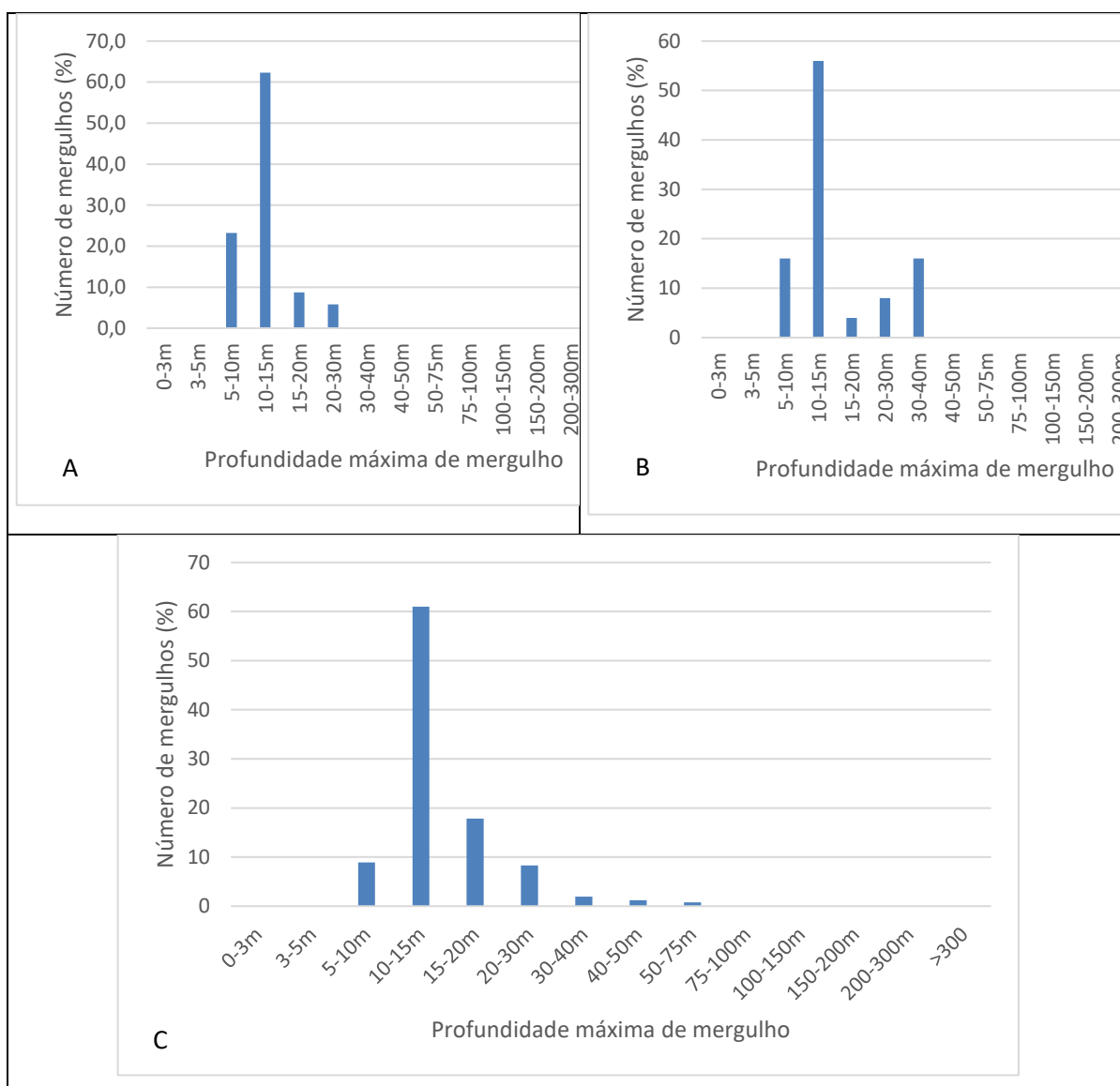
**Figura IV.4.1-1:** Comportamento de mergulho registrado para baleias-sei marcadas com transmissor satelital na região oceânica da Bacia de Santos. A) PTT 158546; B) PTT 162629; C) 162630.

Os dados relativos ao comportamento de mergulho do PTT 158546 e PTT 162629 foram limitados, considerando que o transmissor permaneceu por poucos dias (6 e 7 dias, respectivamente), enquanto o PTT 162630, que permaneceu por 38 dias, forneceu uma amostragem mais completa. Os dados indicam que a espécie permanece a maior parte do tempo próximo a superfície, até uma profundidade de cerca de 15 m (**Figura IV.4.1-2**).



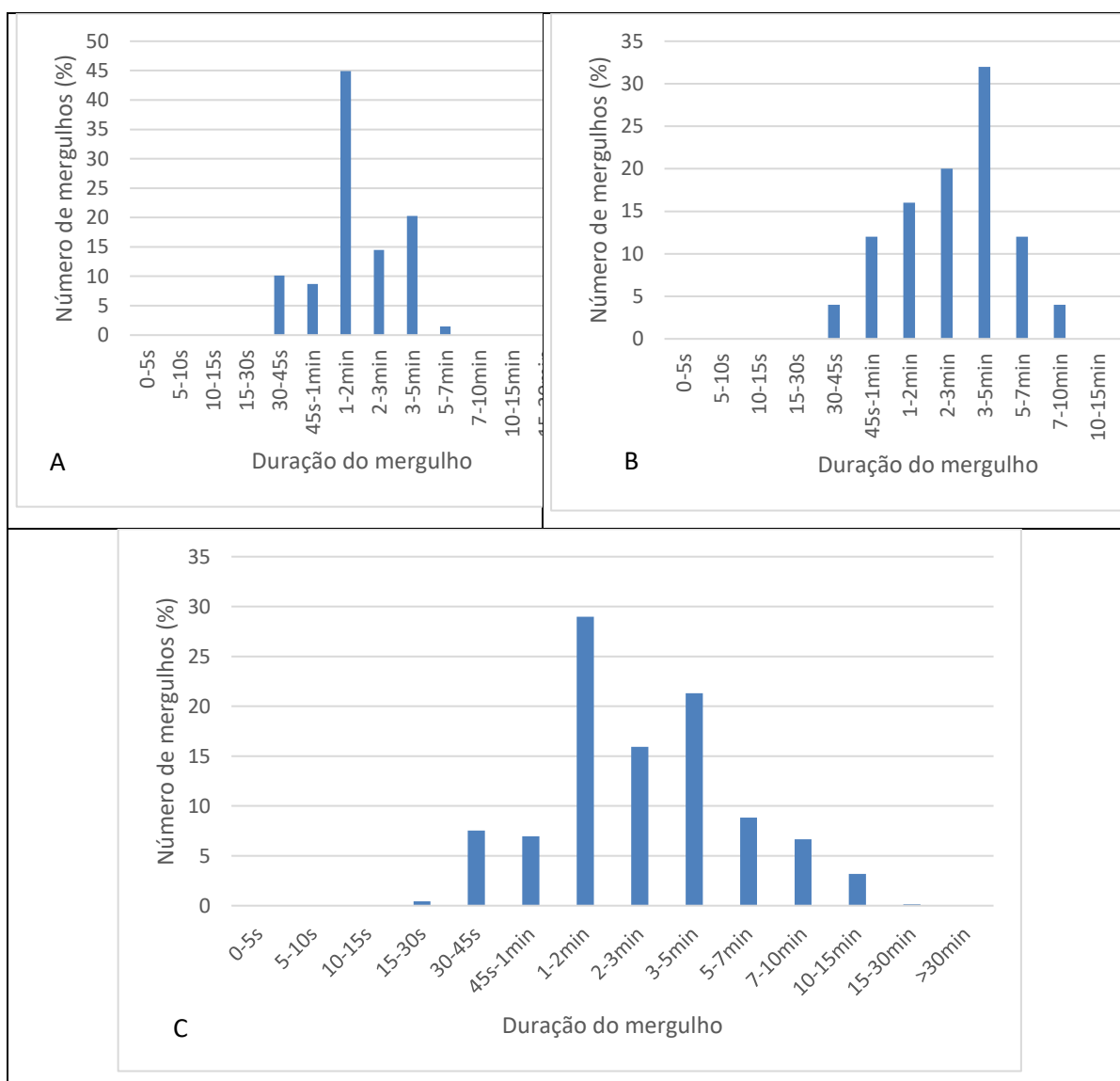
**Figura IV.4.1-2:** Tempo despendido em cada intervalo de profundidade (*time-at-depth*) para baleias-sei marcadas com transmissor satelital na região oceânica da Bacia de Santos. A) PTT 158546 ( $n = 2$ ); B) PTT 162629 ( $n = 2$ ); C) 162630 ( $n = 26$ ).

Contudo, quando analisamos a número de mergulhos realizados em profundidade máxima a cada dia, é possível observar que estes ocorrem no intervalo de 5 a 40 m, com maior número entre 10 e 15 m de profundidade (Figura IV.4.1-3).



**Figura IV.4.1-3:** Número de mergulhos realizados em cada intervalo de profundidade (Dive Maximum Depth) para baleias-sei marcadas com transmissor satelital na região oceânica da Bacia de Santos. A) PTT 158546 ( $n = 2$ ); B) PTT 162629 ( $n=2$ ); C) 162630 ( $n= 28$ ).

A maior parte dos mergulhos teve duração entre 30 s e 10 min, com duração máxima registrada entre 15 e 30 min (**Figura IV.4.1-4**).



**Figura IV.4.1-4:** Número de mergulhos realizados em cada intervalo de duração (Dive Duration) para baleias-sei marcadas com transmissor satelital na região oceânica da Bacia de Santos. A) PTT 158546 ( $n = 2$ ); B) PTT 162629 ( $n=2$ ); C) 162630 ( $n=30$ ).

Não há registros na literatura sobre o comportamento de mergulho da espécie, o que não permite fazer comparações. A profundidade máxima de mergulho registrada para a baleia-sei no Atlântico Sul foi de 94 m para o PTT 162630, indivíduo que migrou em direção ao sul durante o período de monitoramento. Os outros indivíduos, embora também estivessem na região oceânica, realizaram apenas mergulhos rasos, chegando no máximo a 40 m de



profundidade. Apesar disso, mais de 60% dos mergulhos ocorreram a menos de 30 m de profundidade e mais de 80% do tempo os indivíduos permaneceram a menos de 10 m de profundidade. A espécie é conhecida por se alimentar de copépodes, em regiões de grande produtividade (JEFFERSON *et al.*, 2009; OLSEN *et al.*, 2009). Portanto, é provável que, durante sua migração entre áreas reprodutivas, em latitudes menores, e áreas de alimentação, em latitudes maiores, a espécie não se alimente. Assim, é possível que os mergulhos registrados para a espécie, todos na região oceânica durante a migração, estejam relacionados exclusivamente ao deslocamento, o que em geral é feito próximo da superfície (JEFFERSON *et al.*, 2009).

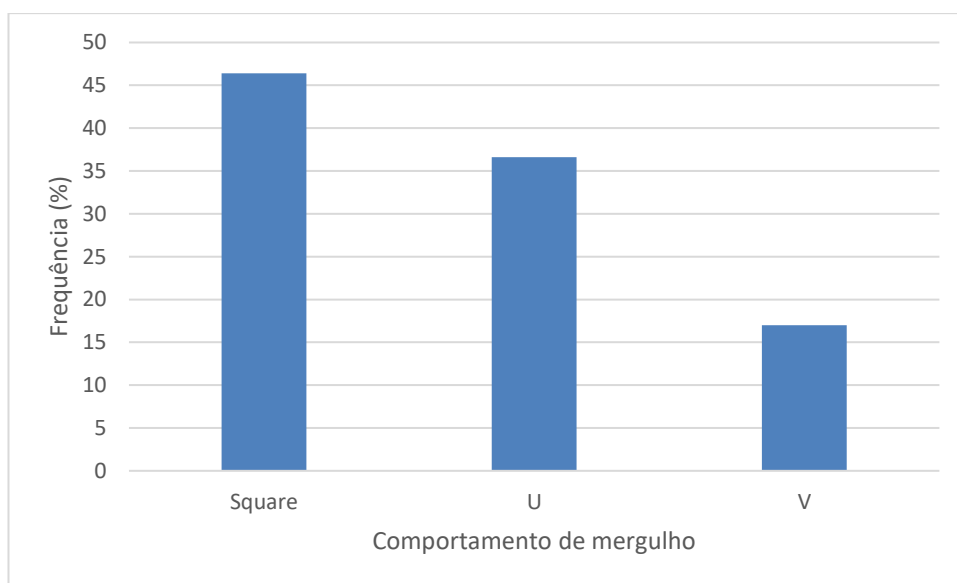
#### Baleia-de-bryde (*Balaenoptera brydei*)

Foi marcado apenas um indivíduo da espécie no litoral de São Paulo. Foi reduzido o número de informações de histograma recebidas, o que limita a análise destes dados.

A profundidade máxima registrada foi de 81 m, e duração máxima de 24 min (Tabela IV.4.1-2). Foram registrados 194 mergulhos, sendo que a maior parte foi do tipo “square” (Figura IV.4.1-5).

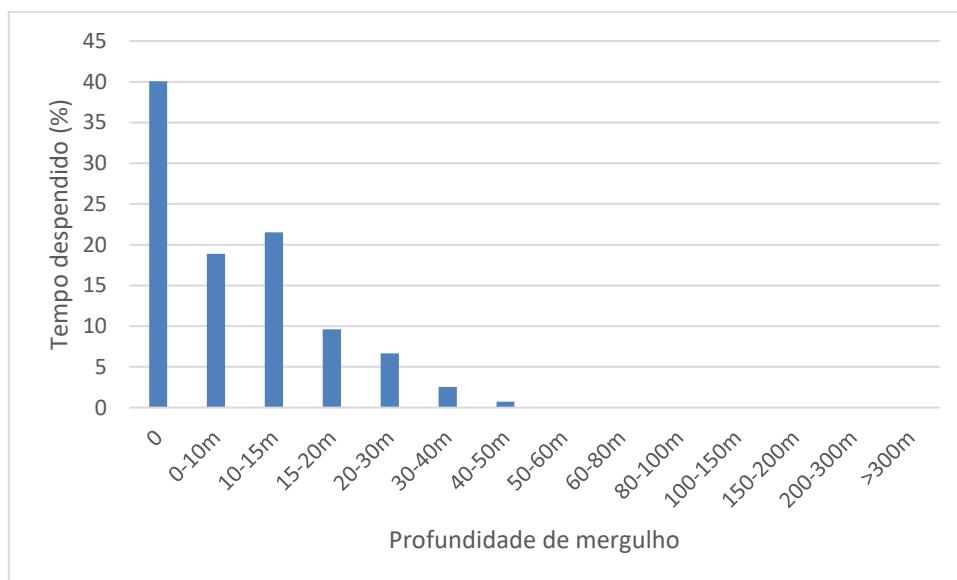
**Tabela IV.4.1-2:** Comportamento de mergulho registrado para a baleia-de-Bryde marcada com transmissor satelital na região costeira na Bacia de Santos. PMín = profundidade mínima; PMáx = profundidade máxima; DMín= duração mínima; DMáx= duração máxima.

PTT	Mergulho	PMín - PMáx (m)	DMín - DMáx (s)
166662	Square (n = 90)	5 – 41,5	34 - 788
	U (n = 71)	5 – 43,5	32 – 1.140
	V (n = 33)	5 -81,5	40 – 1.490
Total = 194			



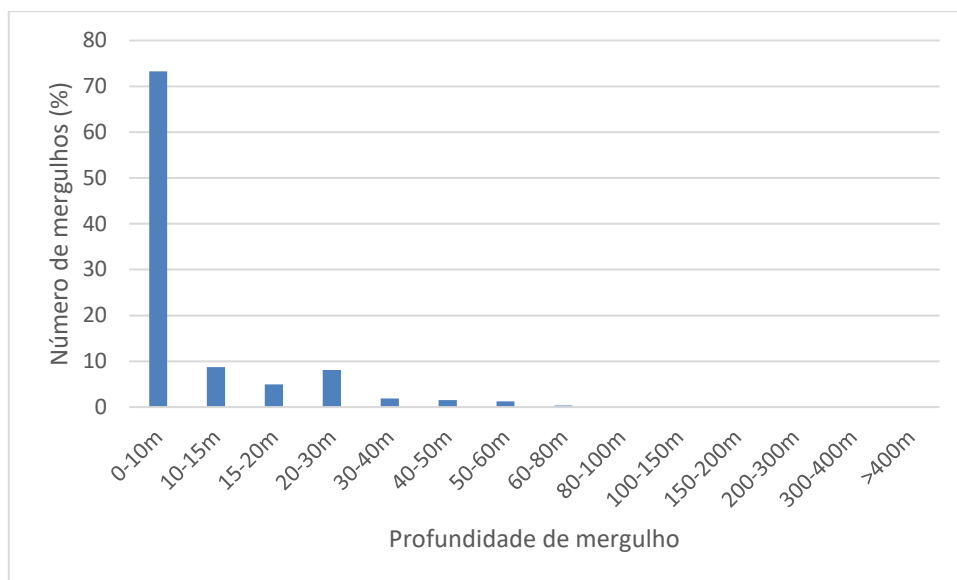
**Figura IV.4.1-5:** Comportamento de mergulho registrado para a baleia-de-Bryde marcada com transmissor satelital na região costeira da Bacia de Santos. PTT 166662.

A baleia permaneceu a maior parte do tempo próximo da superfície ou até uma profundidade de 15 m (**Figura IV.4.1-6**).



**Figura IV.4.1-6:** Tempo despendido em cada intervalo de profundidade (time-at-depth) para a baleia-de-bryde marcada com transmissor satelital na região costeira da Bacia de Santos. PTT 166662 (n = 4).

Contudo, a maior proporção foi de mergulhos muito rasos, de até 10 m de profundidade (**Figura IV.4.1-7**).



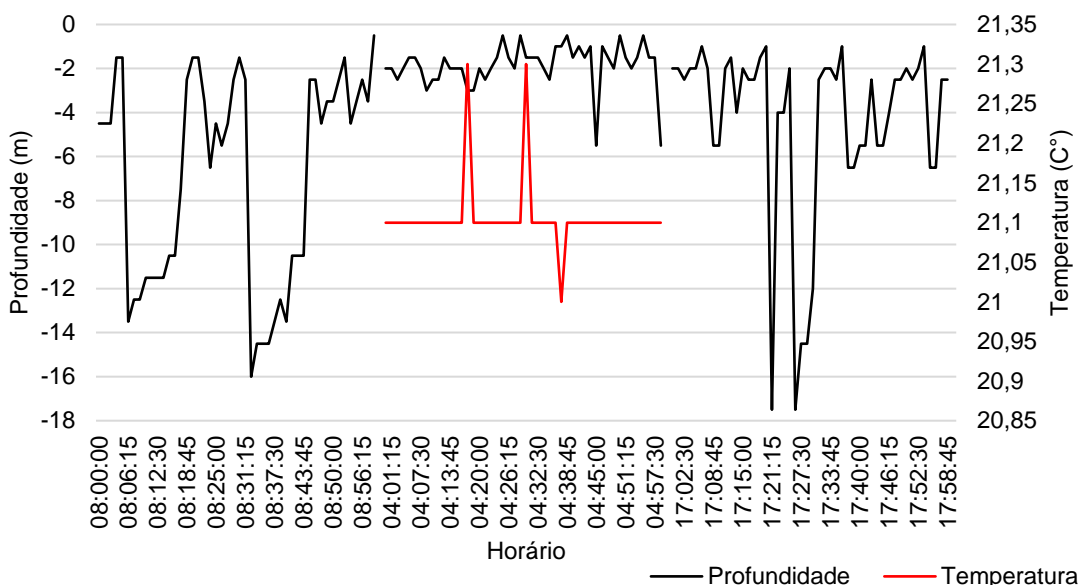
**Figura IV.4.1-7:** Número de mergulhos realizados em cada intervalo de profundidade (Dive Maximum Depth) para a baleia-de-bryde marcada com transmissor satelital na região costeira da Bacia de Santos. PTT 166662 ( $n = 3$ ).

Mesmo rasos, a maior parte dos mergulhos teve duração entre 1 e 10 min (**Figura IV.4.1-8**).



**Figura IV.4.1-8:** Número de mergulhos realizados em cada intervalo de duração (Dive Duration) para a baleia-de-bryde marcada com transmissor satelital na região costeira da Bacia de Santos. PTT 166662 ( $n = 3$ ).

Não foram obtidas boas séries de perfil de mergulho, com muitas falhas na transmissão de dados. As amostras obtidas permitem confirmar um comportamento característico de superfície, com eventuais mergulhos um pouco mais profundos (**Figura IV.4.1-9**).



**Figura IV.4.1-9:** Perfis de mergulho (time series) dos dias 26/07/17 e 12/08/17 registrados para a baleia-de-Bryde marcada com transmissor satelital na região costeira da Bacia de Santos PTT 166662.

O comportamento de mergulho das baleias-de-Bryde já foi documentado em diferentes regiões utilizando sempre “suction cup” tag, sendo este o primeiro registro obtido por meio de telemetria satelital. SOLDEVILLA *et al.* (2017) registraram um padrão estereotipado a partir dos dados de um indivíduo, com mergulhos mais profundos (>70 m) durante o dia e mergulhos rasos (<30 m) à noite, similar ao registrado por ALVES *et al.* (2010) nas Ilhas Madeira, no Atlântico Norte. O único registro de perfil de mergulho obtido ficou restrito a um período de mergulhos rasos, e neste caso também os mergulhos mais profundos também ocorreram de dia, enquanto de noite o animal permaneceu na superfície; cabe destacar neste caso que o animal marcado permaneceu numa região costeira (principalmente até 10 m, mas chegou eventualmente até 60 m) durante todo o período de transmissão, o que difere do registro de SOLDEVILLA *et al.* (2017), cujos dados foram obtidos numa região com mais de 200 m de profundidade. Um padrão distinto também foi observado na Nova Zelândia, com mergulhos mais rasos à noite (CONSTANTINE *et al.*, 2015), embora nesta região a profundidade fosse menor, chegando a 50 m.

A profundidade máxima de mergulho chegou a 271 m (Golfo do México), mas 70% do tempo a baleia permaneceu a menos de 15 m. A baleia marcada na Bacia de Santos também permaneceu mais de 70% do tempo a uma profundidade inferior a 15 m, sendo que a profundidade máxima de mergulho registrada foi de 81,5 m.

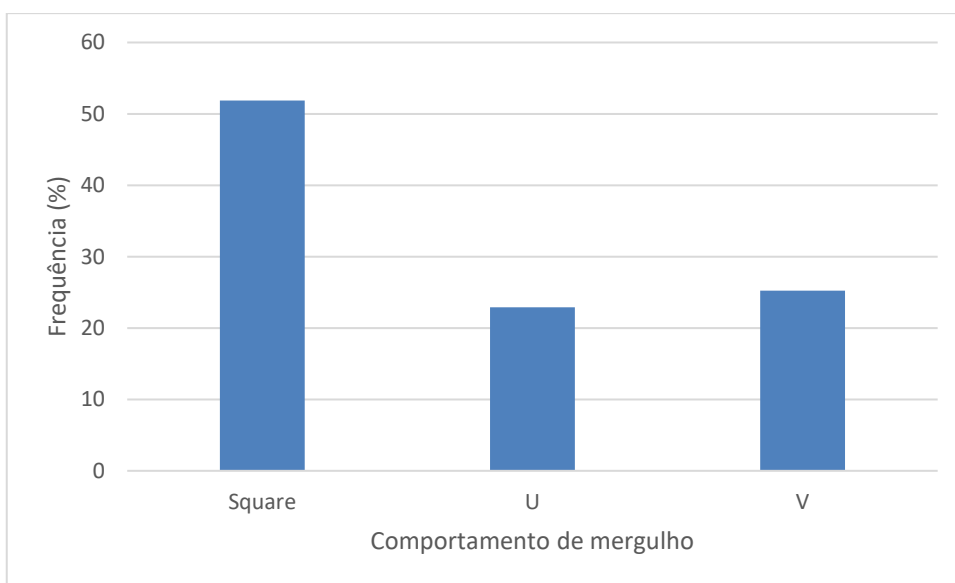
*Baleia-minke-antártica (Balaenoptera bonaerensis)*

Foi marcado um indivíduo desta espécie no litoral do Rio de Janeiro, que seguiu em rota migratória para a região Nordeste do Brasil. Foram registrados 345 mergulhos, sendo que a maior parte foi do tipo “square”, o que indica um maior tempo de fundo durante o mergulho (**Tabela IV.4.1-3**). Foi reduzido o número de informações de histograma recebidas, o que limita a análise destes dados.

**Tabela IV.4.1-3:** Comportamento de mergulho registrado para a baleia-minke-antártica marcada com transmissor satelital na região costeira na Bacia de Santos. PMín = profundidade mínima; PMáx = profundidade máxima; DMín = duração mínima; DMáx = duração máxima.

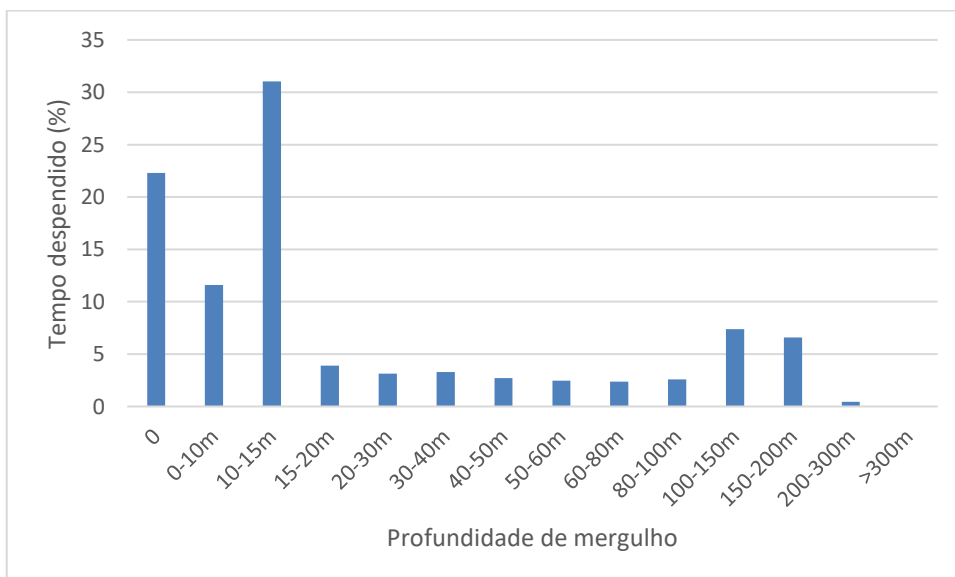
PTT	Mergulho	PMín - PMáx (m)	DMín - DMáx (s)
166666	Square (n = 179)	5 – 53,5	30 – 1.048
	U (n = 79)	5 – 179	30 - 944
	V (n = 87)	5 - 84	30 – 1.160
Total = 345			





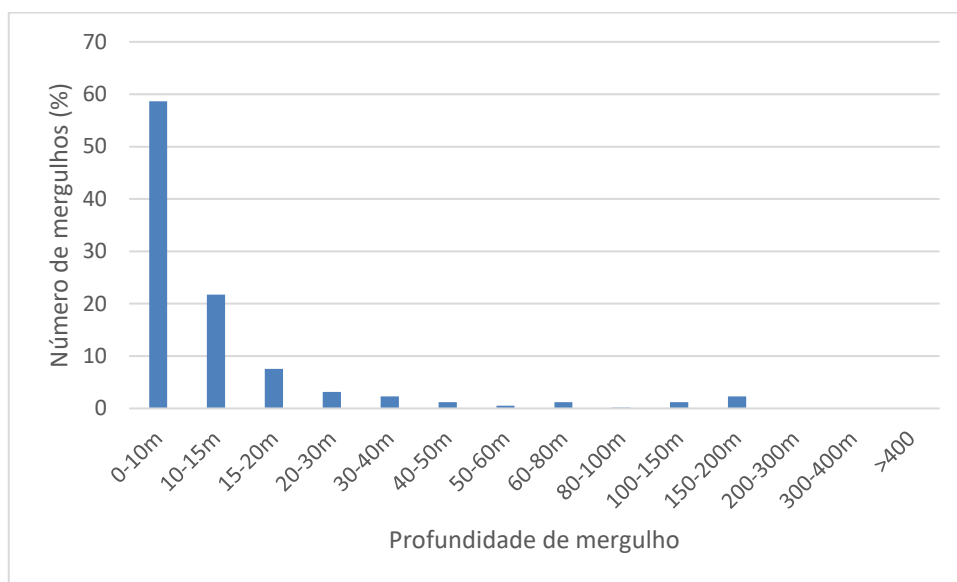
**Figura IV.4.1-10:** Comportamento de mergulho registrado para a baleia-minke-antártica marcada com transmissor satelital na região costeira da Bacia de Santos. PTT 166666.

O animal permaneceu a maior parte do tempo a uma profundidade de até 15 m, embora tenham sido registrados mergulhos de até 300 m de profundidade (Figura IV.4.1-11; Tabela IV.4.1-4).



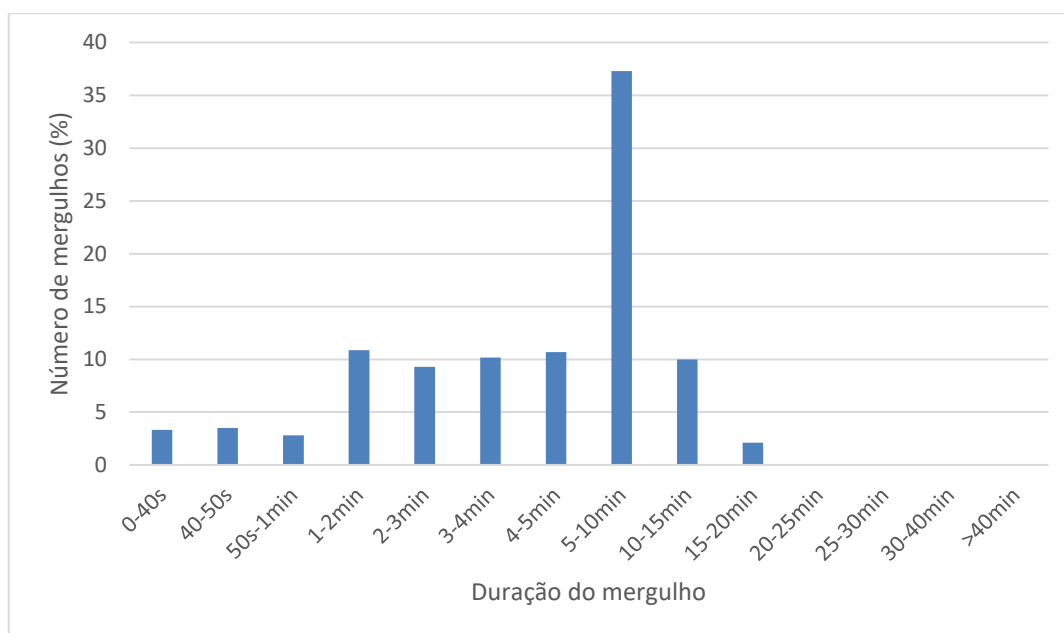
**Figura IV.4.1-11:** Tempo despendido em cada intervalo de profundidade (time-at-depth) para a baleia-minke-antártica marcada com transmissor satelital na região costeira da Bacia de Santos. PTT 166666 (n = 4).

O maior número de mergulhos ocorreu até uma profundidade de 15 m (**Figura IV.4.1-12**), o que se confirma pelo tempo de permanência nesta faixa de profundidade.



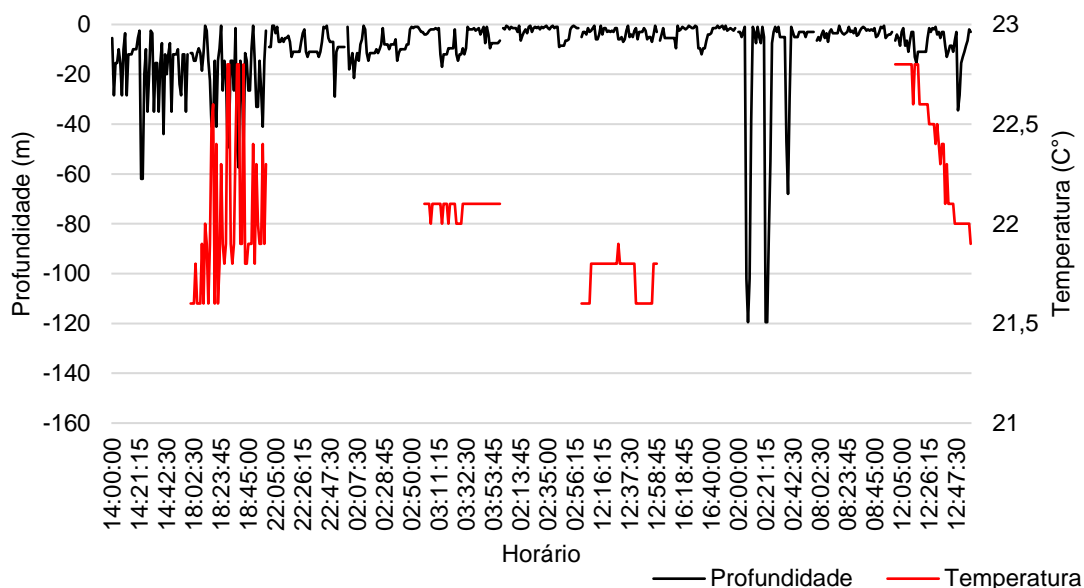
**Figura IV.4.1-12:** Número de mergulhos realizados em cada intervalo de profundidade (Dive Maximum Depth) para a baleia-minke-antártica marcada com transmissor satelital na região costeira da Bacia de Santos. PTT 166666 ( $n = 5$ ).

A maior parte dos mergulhos teve duração entre 4 e 15 min (**Figura IV.4.1-13**).

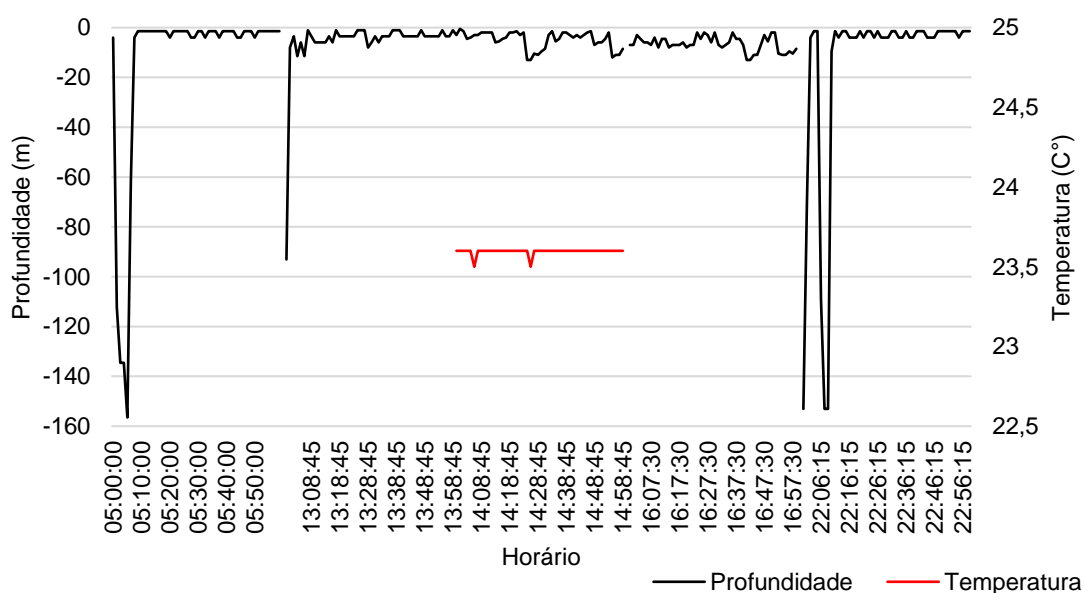


**Figura IV.4.1-13:** Número de mergulhos realizados em cada intervalo de duração (Dive Duration) para a baleia-minke-antártica marcada com transmissor satelital na região costeira da Bacia de Santos. PTT 166666 ( $n=4$ ).

Não foram obtidas boas séries de perfil de mergulho, com muitas falhas na transmissão de dados. As amostras obtidas permitem confirmar um comportamento característico de superfície, com eventuais mergulhos mais profundos (Figuras IV.4.1-14 e IV.4.1-15).



**Figura IV.4.1-14:** Perfis de mergulho (time series) dos dias 13 a 17/07/17 registrados para a baleia-minke-antártica marcada com transmissor satelital na região costeira da Bacia de Santos, PTT 166666.



**Figura IV.4.1-15:** Perfis de mergulho (time series) do dia 24/07/17 registrados para a baleia-minke-antártica marcada com transmissor satelital na região costeira da Bacia de Santos, PTT 166666.

São escassas as informações sobre o comportamento de mergulho das baleias-minke-antárticas (GALES *et al.*, 2005). FRIEDLAENDER *et al.* (2014) utilizaram *suction-cup* tags na região da Antártica e registraram uma profundidade média de 18,5 m e duração média de 1,4 min para baleias em comportamento de alimentação, com o registro de profundidade máxima em 105 m e duração máxima de 7,2 min. A profundidade máxima de mergulho registrada neste trabalho foi na faixa de 200-300 m, mas pouco frequente, embora o único animal marcado tenha permanecido mais de 60% do tempo a uma profundidade de até 15m. Embora este registro tenha sido de um animal em migração para a área reprodutiva no nordeste do Brasil, é possível que a espécie também possa se alimentar ocasionalmente neste período, da mesma forma como já registrado para as baleias-jubarte (WITTEVEEN *et al.*, 2011), o que estaria relacionado aos mergulhos mais profundos. De maneira geral, os animais tendem a permanecer mais próximos da superfície nas áreas reprodutivas, o que pode estar associado também a presença de um filhote no grupo deste macho que foi marcado.

Embora o registro dos perfis de mergulho tenha sido limitado, os resultados obtidos indicam a ocorrência de mergulhos mais profundos a noite. A mesma tendência foi observada por FRIEDLAENDER *et al.* (2014), enquanto JOYCE (1990) registrou uma maior taxa de emersão durante o dia em comparação à noite para *B. acutorostrada*, o que poderia indicar também uma tendência de os animais permanecerem mais próximos da superfície durante o dia.

#### *Baleia-jubarte (Megaptera novaeangliae)*

Foram consideradas três configurações para a definição dos parâmetros de mergulho para esta espécie: imersão até uma profundidade mínima de 5 m e com duração mínima de 30 s; imersão até uma profundidade mínima de 10 m com duração mínima de 30 s; e imersão até uma profundidade mínima de 25 m com duração mínima de 1 min.

Foram marcadas até o momento seis baleias jubarte e dados de mergulho foram obtidos para cinco indivíduos (**Tabela IV.4.1-4**). Não foram obtidos dados de mergulho para o indivíduo PTT 158556.

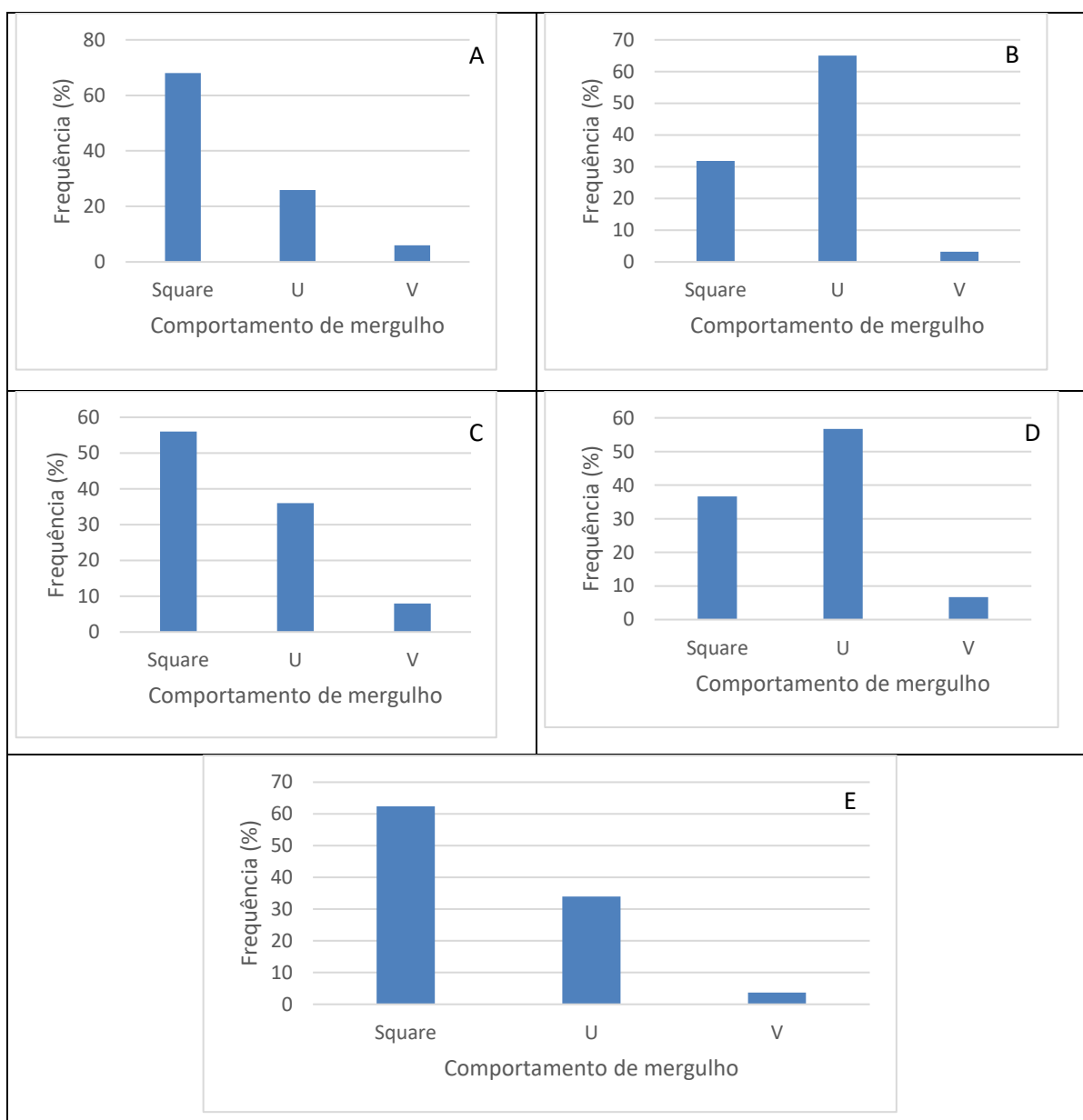
Para o indivíduo PTT 158542 os mergulhos square foram os mais profundos e os mergulhos em V os mais longos, sendo este o animal que permaneceu no litoral de Santa Catarina, onde a profundidade máxima de mergulho foi de 23 m.

O comportamento de mergulho foi distinto para os indivíduos que migraram para o sul (PTT 158553 e PTT34588), com predominância de mergulhos do tipo “U”, que foram também os mais profundos, embora não tenham sido os mais longos (que neste caso foram os “square”). Para os indivíduos que permaneceram junto a costa predominou o mergulho do tipo “square” (**Figura IV.4.1-16**).

**Tabela IV.4.1-4:** Comportamento de mergulho registrado para as baleias-jubarte marcadas com transmissor satelital na região costeira na Bacia de Santos. PMín = profundidade mínima; PMáx = profundidade máxima; DMín= duração mínima; DMáx= duração máxima

PTT	Mergulho	PMín - PMáx (m)	DMín - DMáx (s)
<b>158542</b>	Square (n = 1.109)	5 – 23,5	30 -604
	U (n = 423)	5 – 21,5	30-714
	V (n = 98)	5 -21	30 - 750
Total = 1.630			
<b>158553</b>	Square (n = 240)	10 – 215	30 – 1.606
	U (n = 491)	10 – 352	30 – 988
	V (n = 24)	10 – 73,5	32 - 958
Total = 755			
<b>158554</b>	Square (n= 14)	16,5 – 135,5	64 – 1.372
	U (n = 9)	11,5 – 135,5	80 – 1.022
	V (n= 2)	32,5 – 36,5	278 - 344
Total = 25			
<b>34588</b>	Square (n= 1.496)	5 – 295,5	30 – 872
	U (n = 2.317)	5- 335,5	30 – 758
	V (n= 272)	5 – 143,5	30 - 676
Total = 4.085			
<b>34686</b>	Square (n= 1.069)	5 – 105,5	30 – 1.044
	U (n = 582)	5 – 135,5	30 – 844
	V (n= 63)	7,5 – 69,5	30 - 736
Total = 1.714			

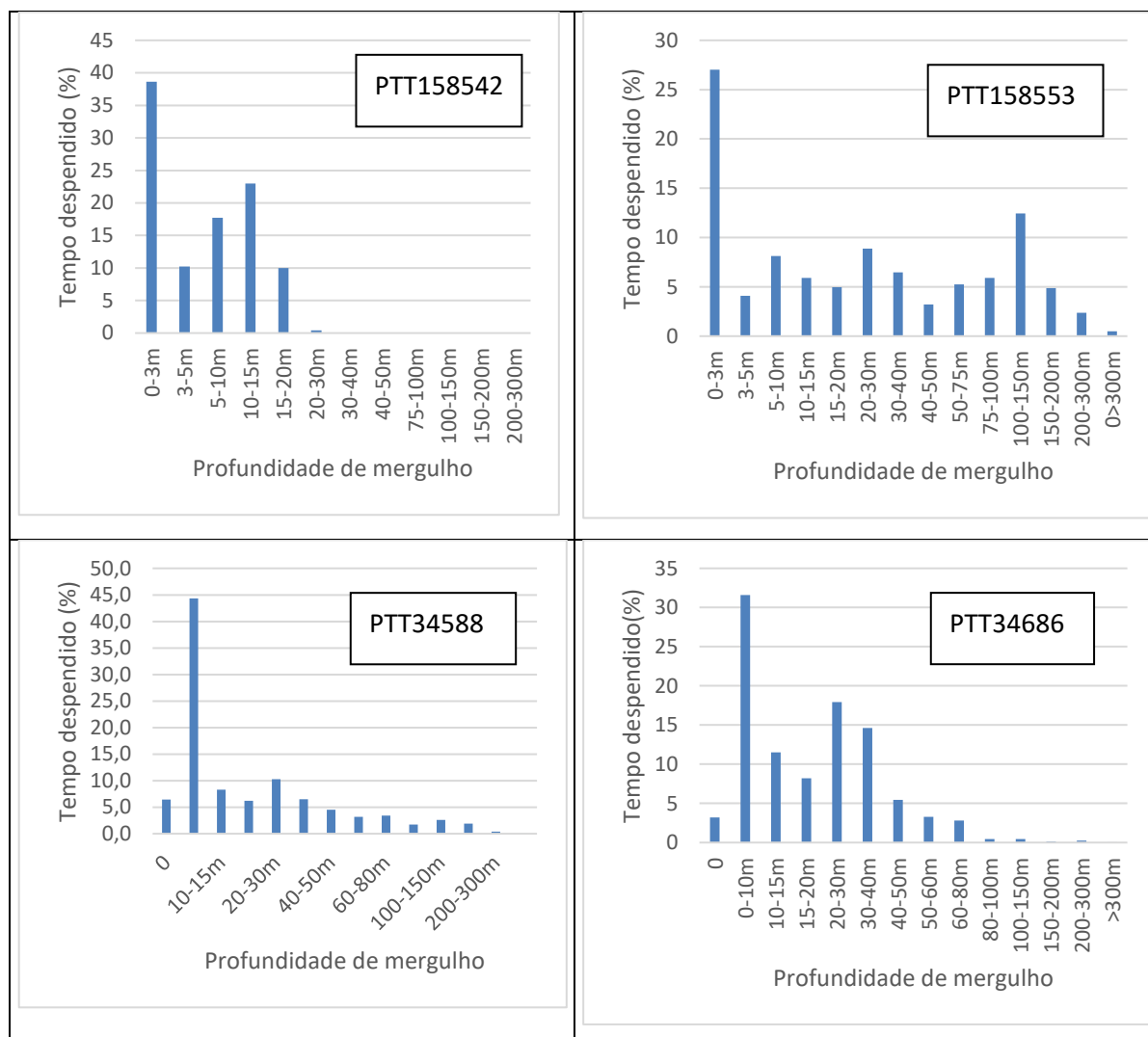




**Figura IV.4.1-16:** *Frequência dos comportamentos de mergulhos registrados em baleias-jubarte marcadas com transmissores satelitais na região costeira da Bacia de Santos. Litoral de Santa Catarina: A) PTT 158542; litoral do Rio de Janeiro: B) PTT 158553; C) PTT 158554; D) PTT 34588; E) PTT 34686. Os dados de tipo de mergulho do PTT 158556 não foram transmitidos.*

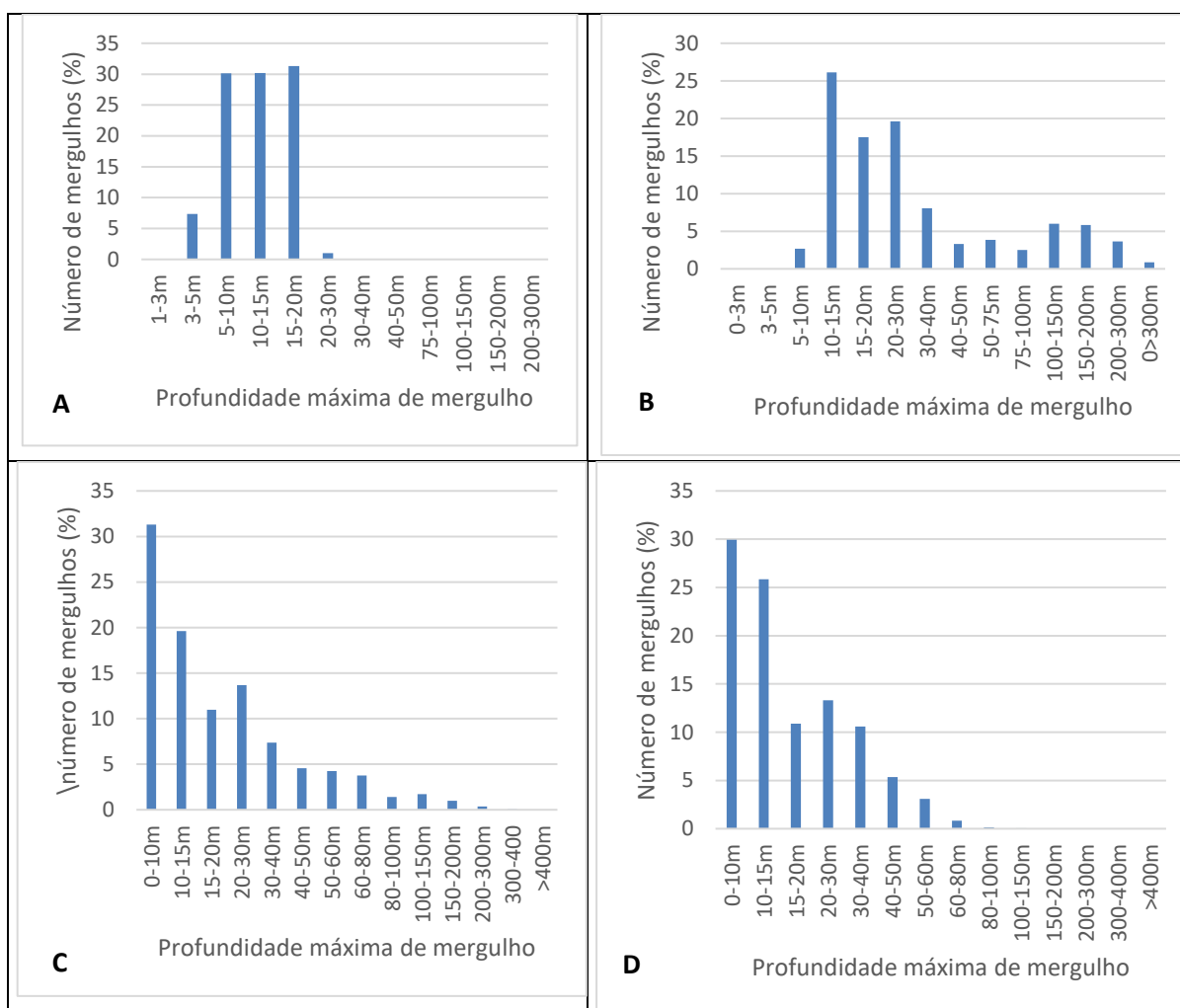
O tempo de permanência nas diferentes profundidades foi distinto entre os indivíduos que migraram. O PTT 34588 permaneceu a maior parte do tempo

próximo a superfície, até 15 m, enquanto o PTT 158553 ocupou de forma mais homogênea uma ampla faixa de profundidade, até 200 m (**Figura IV.4.1-17**).



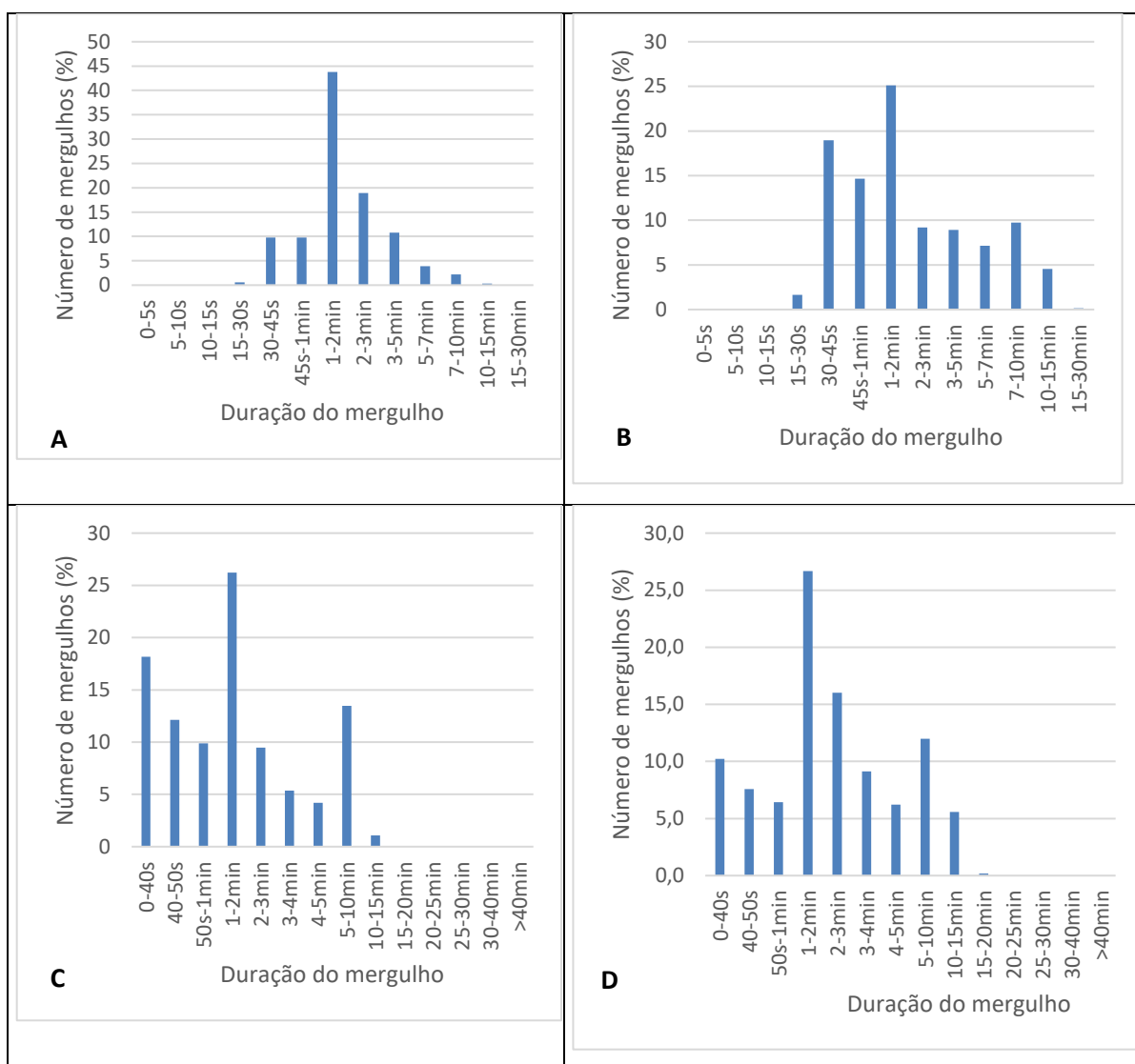
**Figura IV.4.1-17:** Tempo despendido em cada intervalo de profundidade (time-at-depth) para baleias-jubarte marcadas com transmissores satelitais na região costeira da Bacia de Santos. Litoral de Santa Catarina: A) PTT 158542 (n= 44); litoral do Rio de Janeiro: B) PTT 158553 (n = 11); C) PTT 34588 (n = 30); D) PTT 34686 (n = 26). Os dados de histograma do PTT 158556 e PTT 158554 não foram transmitidos.

O maior número de mergulhos também se diferenciou entre os animais que migraram. De maneira geral, a maior parte dos mergulhos foi realizada entre 10 e 30 m (**Figura IV.4.1-18**).



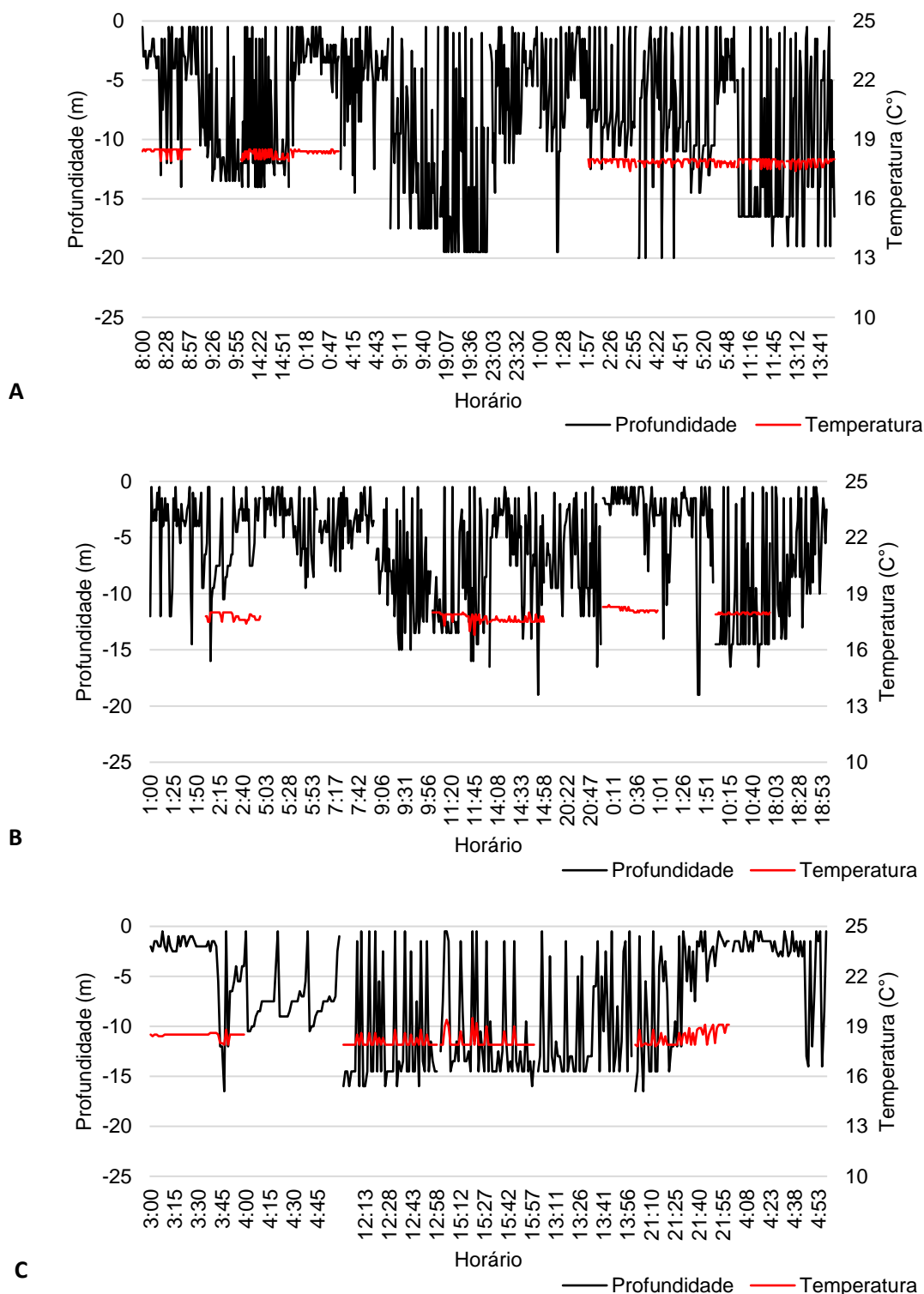
**Figura IV.4.1-18:** Número de mergulhos realizados em cada intervalo de profundidade (Dive Maximum Depth) por baleias-jubarte marcadas com transmissores satelitais na região costeira da Bacia de Santos. Litoral de Santa Catarina: A) PTT 158542 ( $n=43$ ); litoral do Rio de Janeiro: B) PTT 158553 ( $n=11$ ); C) PTT 34588 ( $n=35$ ); D) PTT 34686 ( $n=17$ ). Os dados de histograma do PTT 158556 e PTT 158554 não foram transmitidos.

A maior parte dos mergulhos teve duração que variou de 40 s a 10 min (Figura IV.4.1-19).

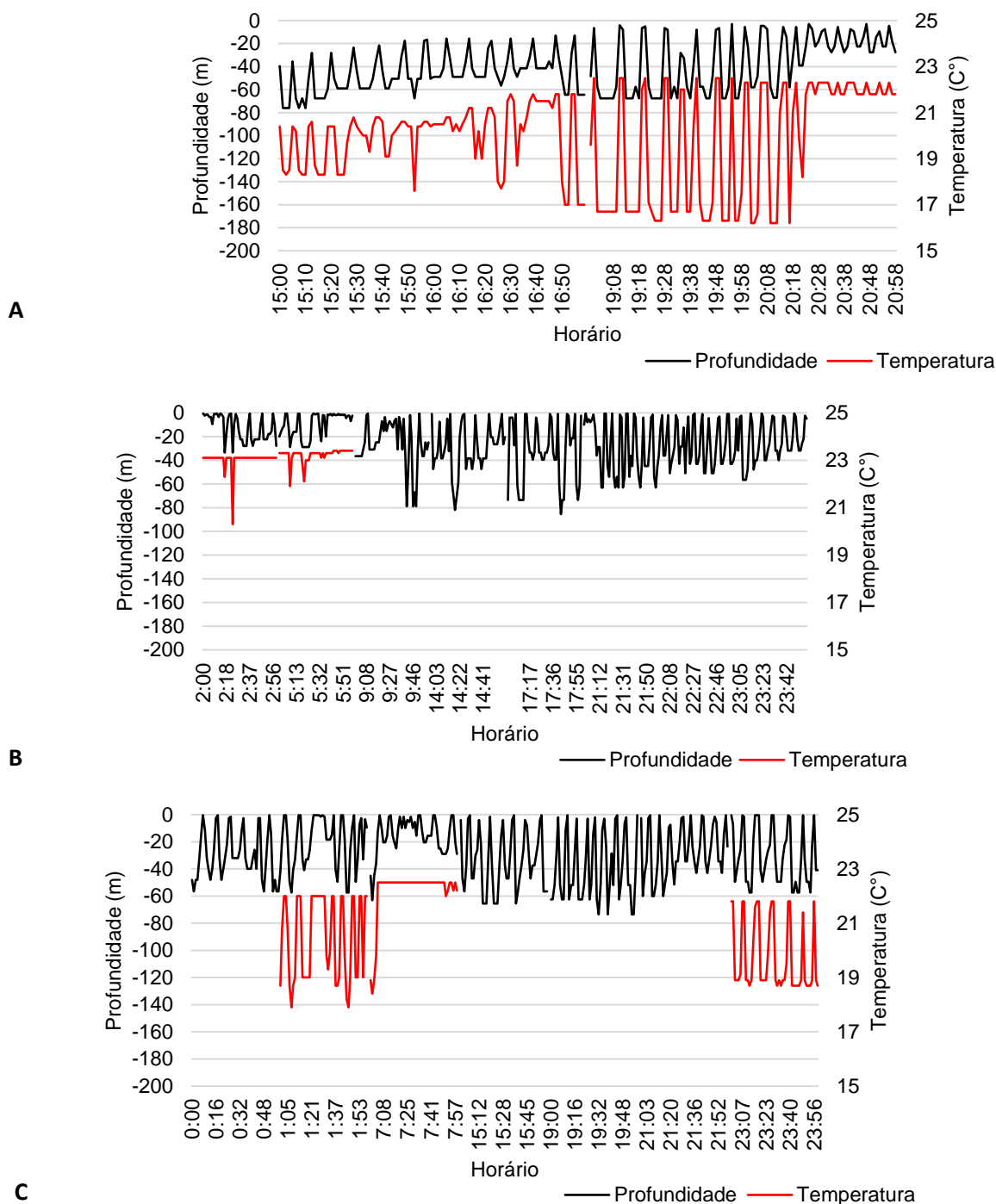


**Figura IV.4.1-19:** Número de mergulhos realizados em cada intervalo de duração (Dive Duration) por baleias-jubarte marcadas com transmissores satelitais na região costeira da Bacia de Santos. Litoral de Santa Catarina: A) PTT 158542 (n=42); litoral do Rio de Janeiro: B) PTT 158553 (n= 11); C) PTT 34588 (n=35); D) PTT 34686 (n= 16). Os dados de histograma do PTT 158556 e PTT 158554 não foram transmitidos.

O indivíduo PTT 158542 realizou frequentes mergulhos até uma profundidade de 20 m, o que confirma as observações de campo de que este animal estava se alimentando no fundo (**Figura IV.4.1-20**).

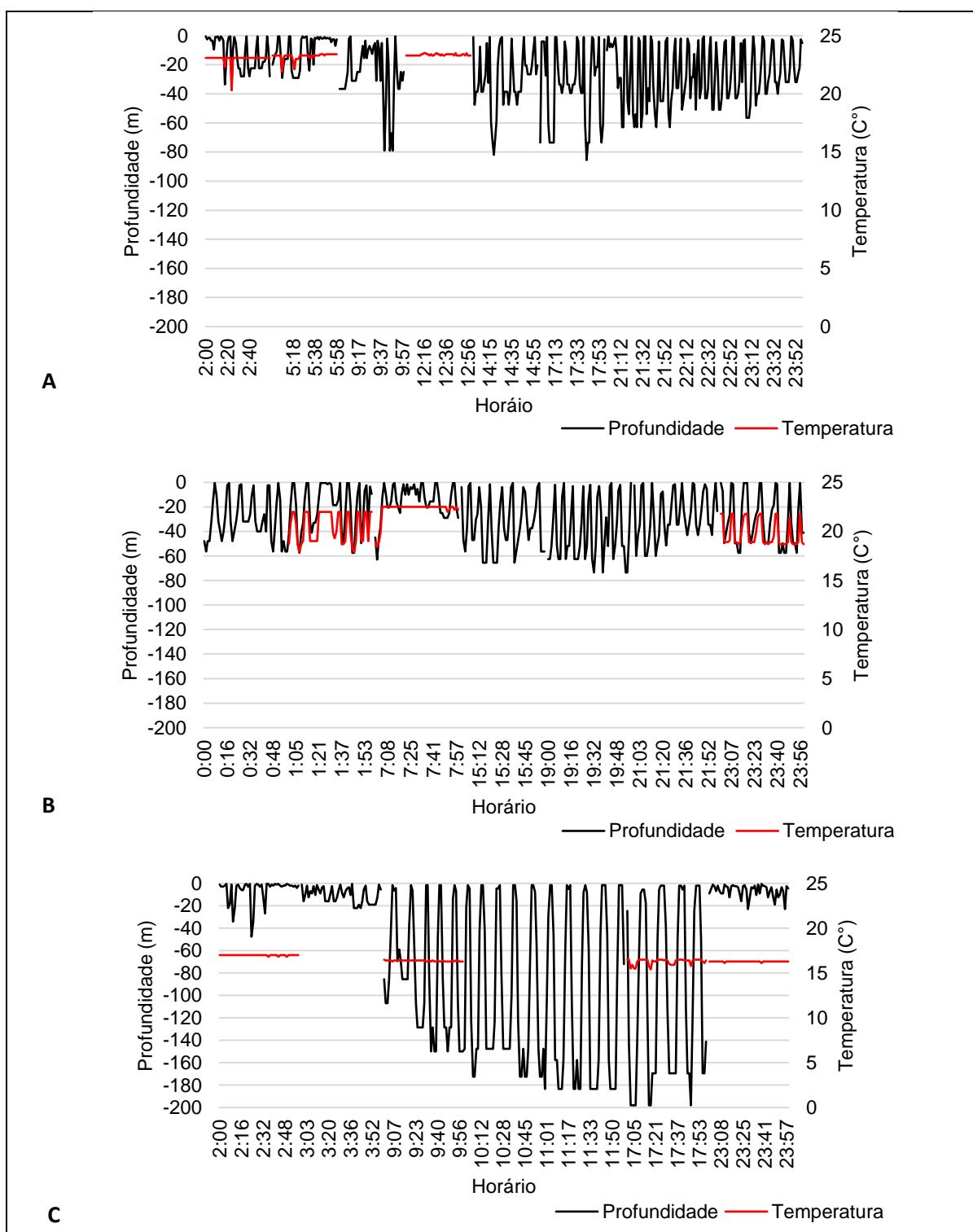


**Figura IV.4.1-20:** Perfis de mergulho (time series) dos dias 20-22/08/16 (A), 23 e 24/08/16 (B) e 25 a 27/08/16 (C) registrados para uma baleia jubarte marcada com transmissor satelital no litoral de Santa Catarina, na região costeira da Bacia de Santos, PTT 158542.



**Figura IV.4.1-21:** Perfis de mergulho (time series) dos dias 20/07/17 (A), 22/07/17 (B) e 23/07/17 (C) registrados para uma baleia jubarte marcada com transmissor satelital no litoral do Rio de Janeiro, na região costeira da Bacia de Santos, PTT 34686.





**Figura IV.4.1-22:** Perfis de mergulho (time series) dos dias 22/07/17 (A), 23/07/17 (B) e 14-21/08/17 (C) registrados para uma baleia jubarte marcada com transmissor satelital no litoral do Rio de Janeiro, na região costeira da Bacia de Santos, PTT 34588.

Embora a baleia-jubarte seja uma das espécies de mysticeto mais bem estudadas, são escassas as informações sobre o comportamento de mergulho, principalmente fora das áreas de alimentação. De maneira geral, a espécie é conhecida por realizar mergulhos rasos, permanecendo a maior parte do tempo próximo da superfície (BAIRD *et al.*, 2000). BAIRD *et al.* (2000) também documentaram com regularidade mergulhos profundos, de até 176 m, em área de reprodução, a uma taxa de 1,37 mergulhos/hora. Segundo os autores, a maior parte destes mergulhos foi limitada pela profundidade local. A profundidade máxima de mergulho registrada para os PTTs 158553 e 34588, que estavam migrando para o sul, variou de 335 a 352 m. No caso do PTT 34686, que seguiu para Abrolhos, a profundidade máxima registrada foi de 103 m, com constantes mergulhos até 80 m, registrados por meio do “series”.

Alguns autores sugerem que a espécie se alimenta de forma oportunista durante a migração para áreas de reprodução (SILVA *et al.*, 2012; WITTEWEEN *et al.*, 2011). A maior frequência de mergulhos do tipo “U” registrada durante a migração, observada para os PTTs 158553 e 34588, mostrou um padrão distinto no comportamento de mergulho em relação aos animais que permaneceram próximo da costa, para os quais predominou o mergulho tipo “square”. Estas variações podem estar relacionadas também às diferenças de profundidade entre os ambientes ocupados por estes indivíduos durante o período de monitoramento. Os registros obtidos de perfil de mergulho para o PTT 34588 mostram constantes mergulhos até 80 m de profundidade, além de períodos com constantes mergulhos até 200 m.

Os perfis de mergulho registrados para o PTT 158542 indicam constantes mergulhos até uma profundidade máxima de 20 m (mais de 90% da profundidade máxima de mergulho), o que provavelmente coincida com a profundidade máxima no local, considerando que este animal permaneceu junto a costa de Santa Catarina durante todo o período, seguindo a tendência indicada por BAIRD *et al.* (2000) de usar toda a camada de água. As observações de campo indicam que este animal estava se alimentando no fundo.

*Orca (Orcinus orca)*

Foram consideradas três configurações para a definição dos parâmetros de mergulho para esta espécie: imersão até uma profundidade mínima de 3 m com duração mínima de 20 s; imersão até uma profundidade mínima de 10 m com duração mínima de 30 s; e imersão a partir de uma profundidade de 5 m com duração mínima de 20 s.

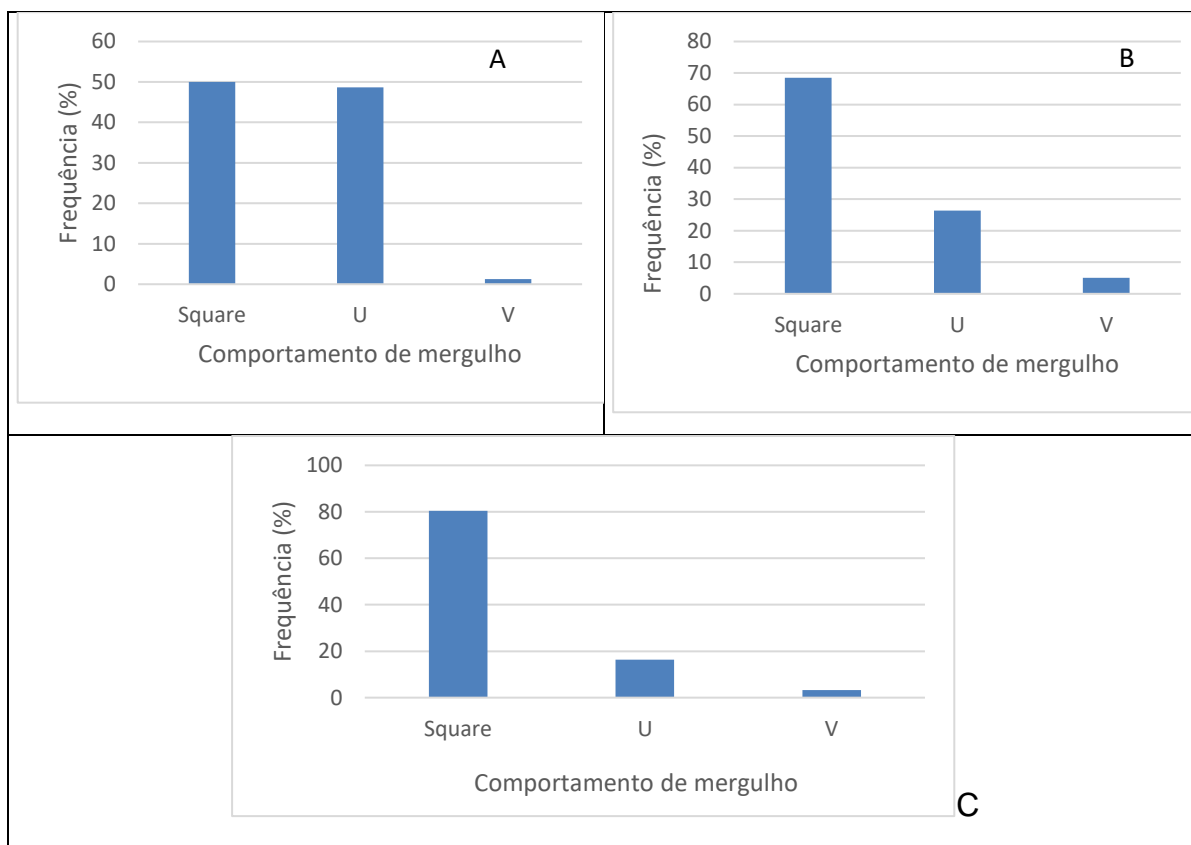
Para o PTT 158547 foi reduzido o número de informações de histograma recebidas, o que limita a análise destes dados.

Para o PTT 158547, os mergulhos em U foram os mais profundos e os mais longos, chegando a 342 m. Para o PTT 162628, os mergulhos mais profundos foram em formato U e os mais longos foram do formato square, chegando a 399 m. Ambos estavam na região oceânica. Para o PTT 162633, que seguiu junto a costa rumo ao sul, os mergulhos “square” foram os mais longos e mais profundos, chegando a 101 m (**Tabela IV.4.1-5**).

**Tabela IV.4.1-5:** Comportamento de mergulho registrado para as orcas marcada com transmissor satelital na região costeira e oceânica da Bacia de Santos.  
PMín = profundidade mínima; PMáx = profundidade máxima; DMín = duração mínima; DMáx = duração máxima.

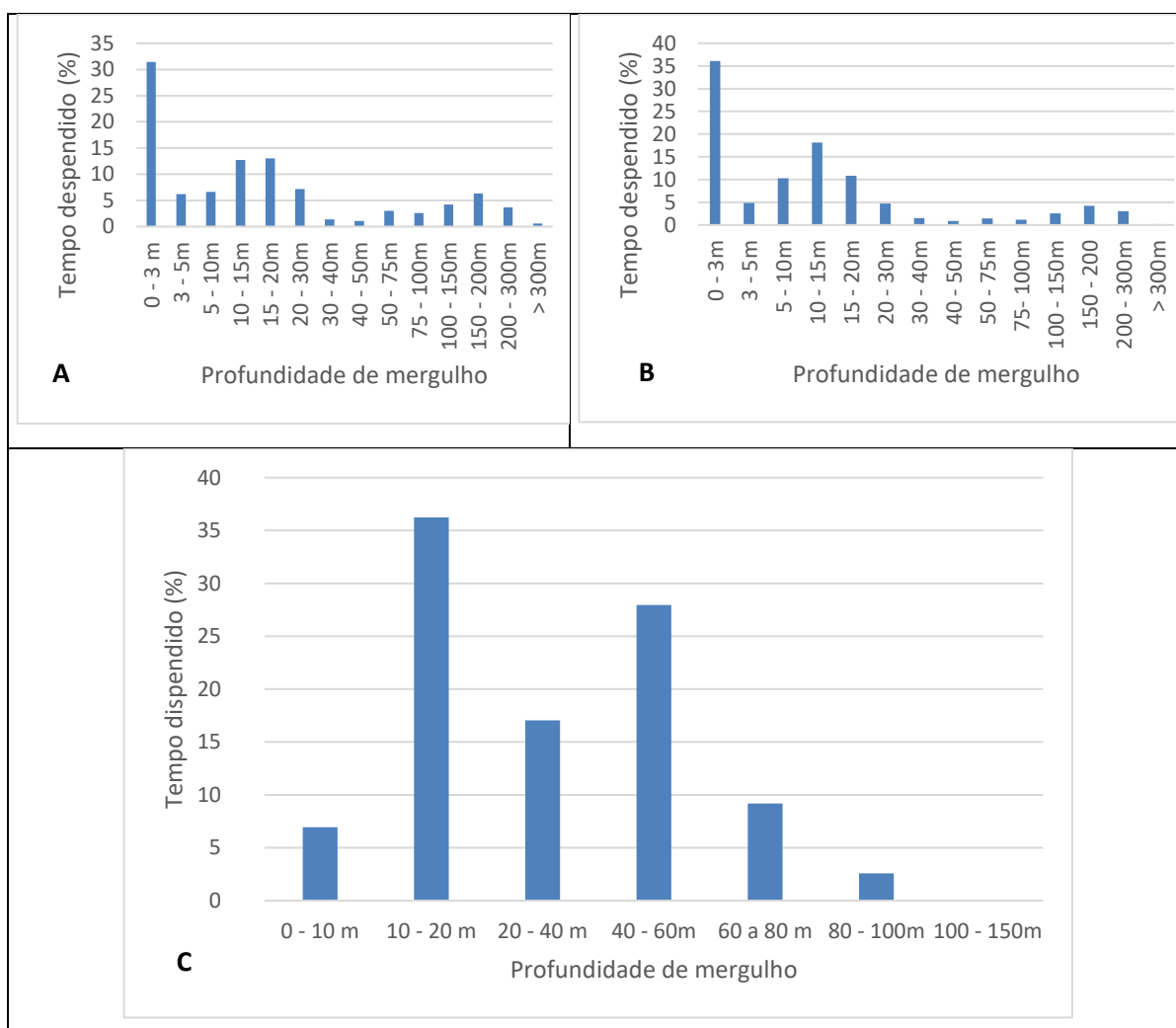
PTT	Mergulho	PMín - PMáx (m)	DMín - DMáx (s)
<b>158547</b>	Square (n = 112)	3 – 295,5	20 – 624
	U (n = 109)	3 – 342,5	20 – 682
	V (n = 3)	13,5 – 56	124 - 286
Total = 224			
<b>162628</b>	Square (n = 710)	10 – 271,5	34 – 942
	U (n = 274)	10 – 303,5	32 – 702
	V (n = 53)	10 – 399,5	46 - 582
Total = 1.037			
<b>162633</b>	Square (= 2.348)	5 – 101,5	20 – 766
	U (n = 476)	10 – 97,5	20 – 570
	V (n = 96)	5 – 79,5	20 - 430
Total = 3.020			

Para os três indivíduos predominaram os mergulhos do tipo “square” (**Figura IV.4.1-23**).



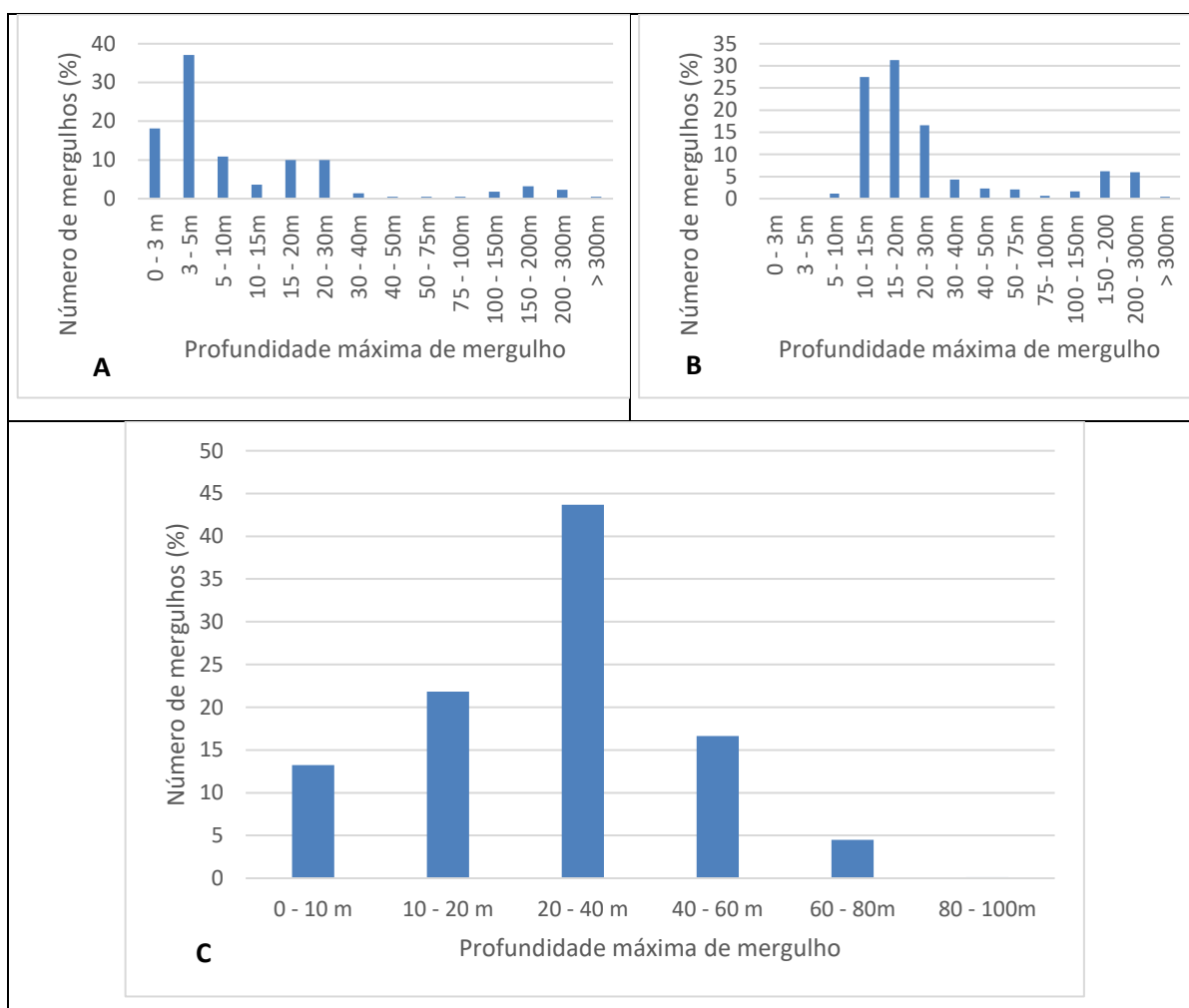
**Figura IV.4.1-23:** Comportamento de mergulho registrado em orcas marcadas com transmissores satelitais na região oceânica: A) PTT 158547; B) PTT 162628 e na região costeira c) PTT 162633 da Bacia de Santos.

Embora os animais da região oceânica tenham apresentado mergulhos mais profundos, a maior parte do tempo eles permaneceram a uma profundidade de até 30 m, enquanto o animal que permaneceu junto a costa permaneceu a maior parte do tempo entre as profundidades de 10 e 60 m (**Figura IV.4.1-24**).



**Figura IV.4.1-24:** Tempo despendido em cada intervalo de profundidade (time-at-depth) para orcas marcadas com transmissores satelitais na região oceânica: A) PTT 158547 (n=1); B) PTT 162628 (n=10) e na região costeira c) PTT 162633 (n=25) da Bacia de Santos.

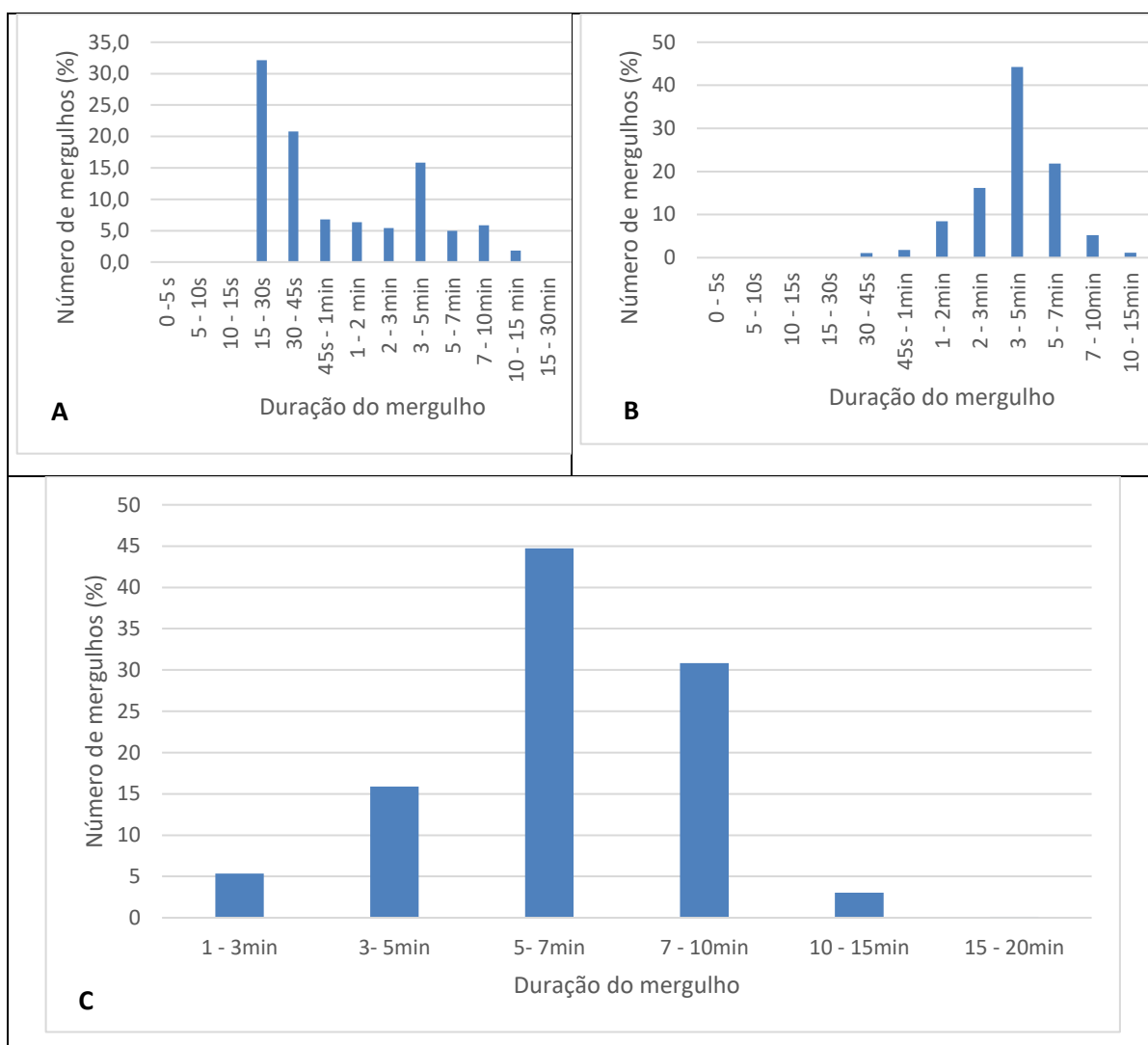
O maior número dos mergulhos para os animais oceânicos também não foi profundo, ocorrendo entre 3 e 30 m. O indivíduo que permaneceu na região costeira (PTT 162633) realizou o maior número de mergulhos entre 10 e 60 m (Figura IV.4.1-25).



**Figura IV.4.1-25:** Número de mergulhos realizados em cada intervalo de profundidade (Dive Maximum Depth) por orcas marcadas com transmissores satelitais na região oceânica: A) PTT 158547 (n=1); B) PTT 162628 (n=10) e na região costeira c) PTT 162633 (n=26) da Bacia de Santos.

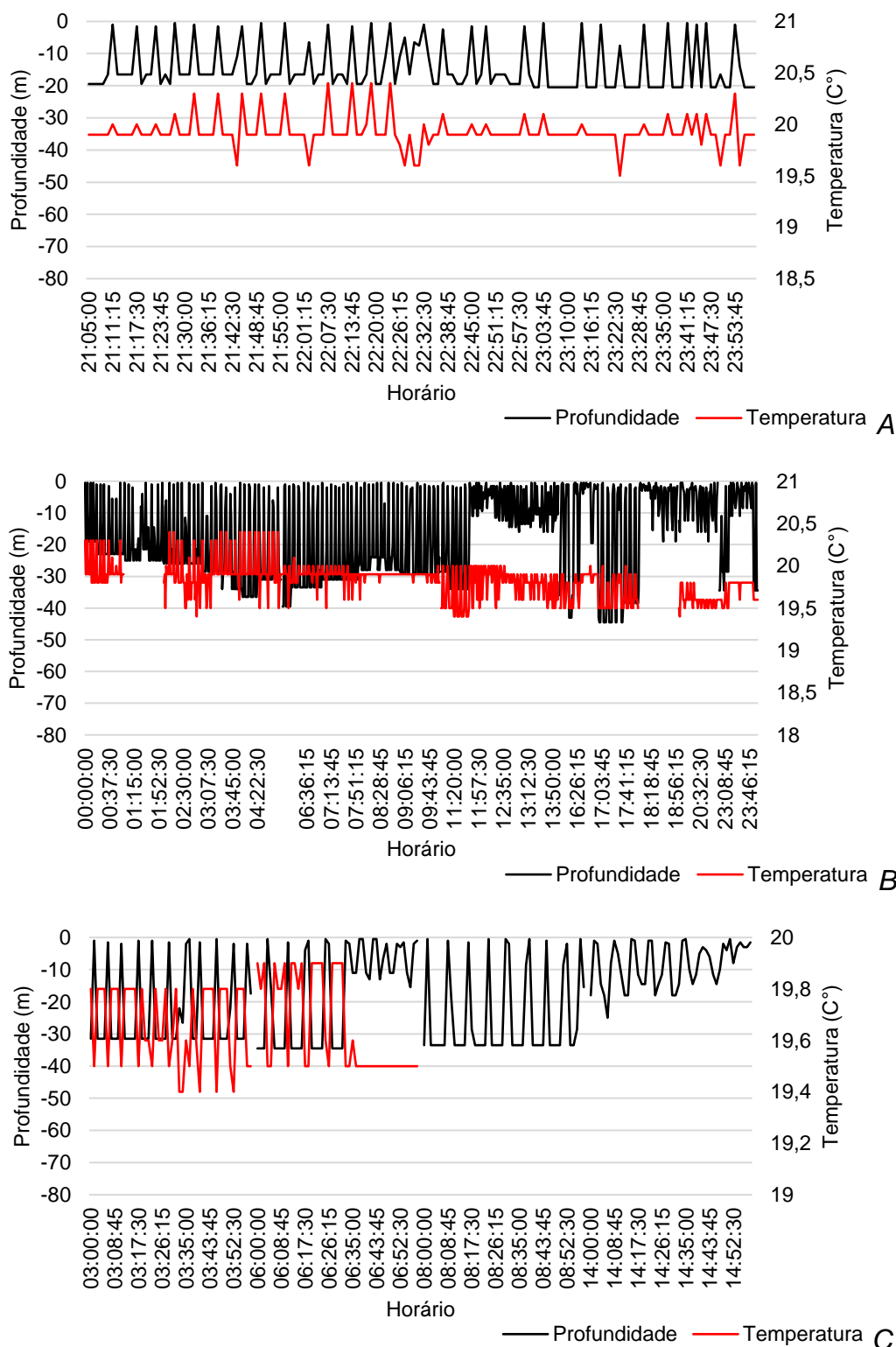
A maior parte dos mergulhos na região oceânica foi de curta duração, ocorrendo com 15 s a 10 min de duração. Para o PTT 162633 a maior parte dos mergulhos teve duração de 5 a 10 min (**Figura IV.4.1-26**).



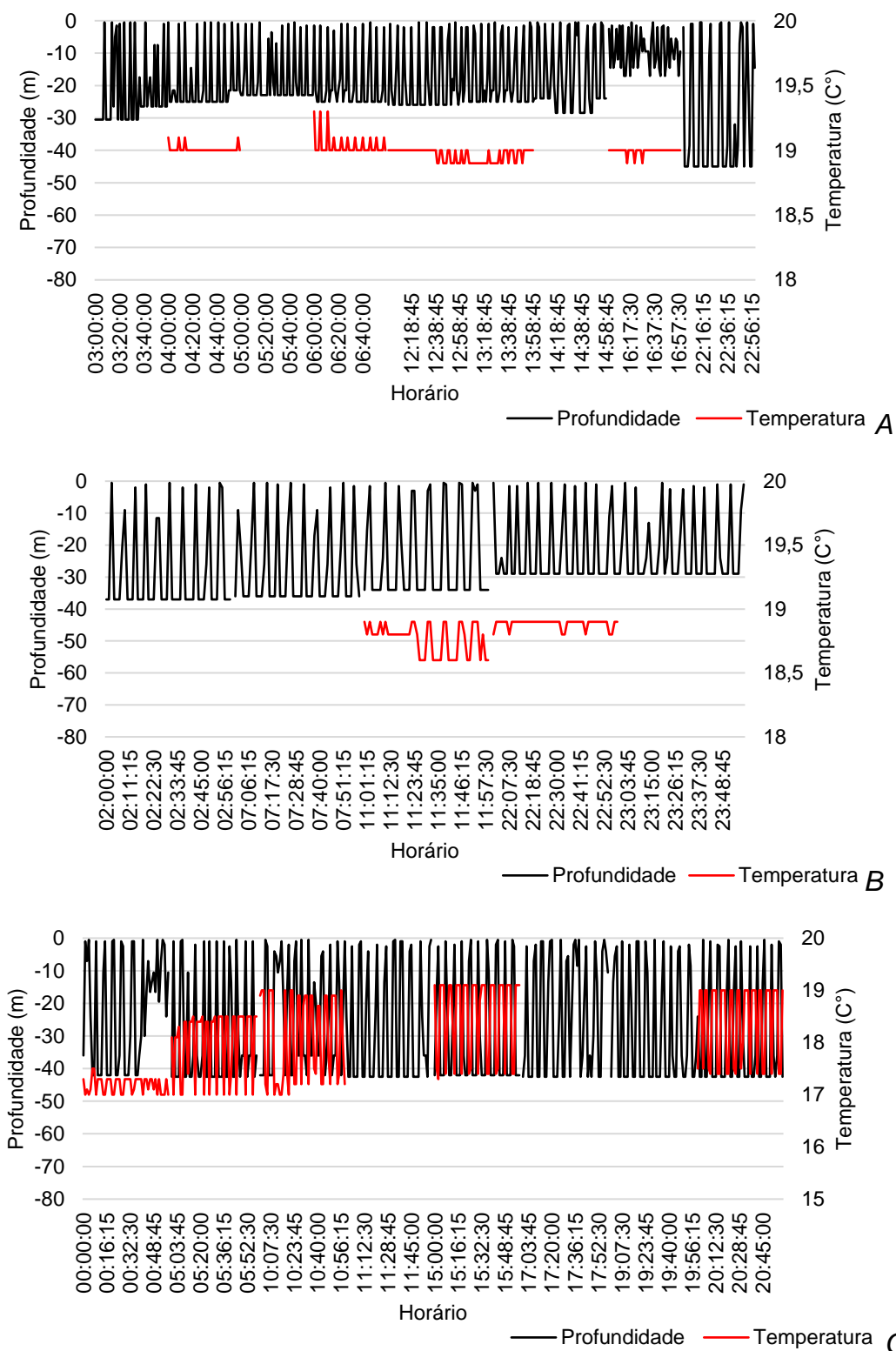


**Figura IV.4.1-26:** Número de mergulhos realizados em cada intervalo de duração (Dive Duration) por orcas marcadas com transmissores satelitais na região oceânica: A) PTT 158547 (n=1); B) PTT 162628 (n=10) e na região costeira c) PTT 162633 (n=25) da Bacia de Santos.

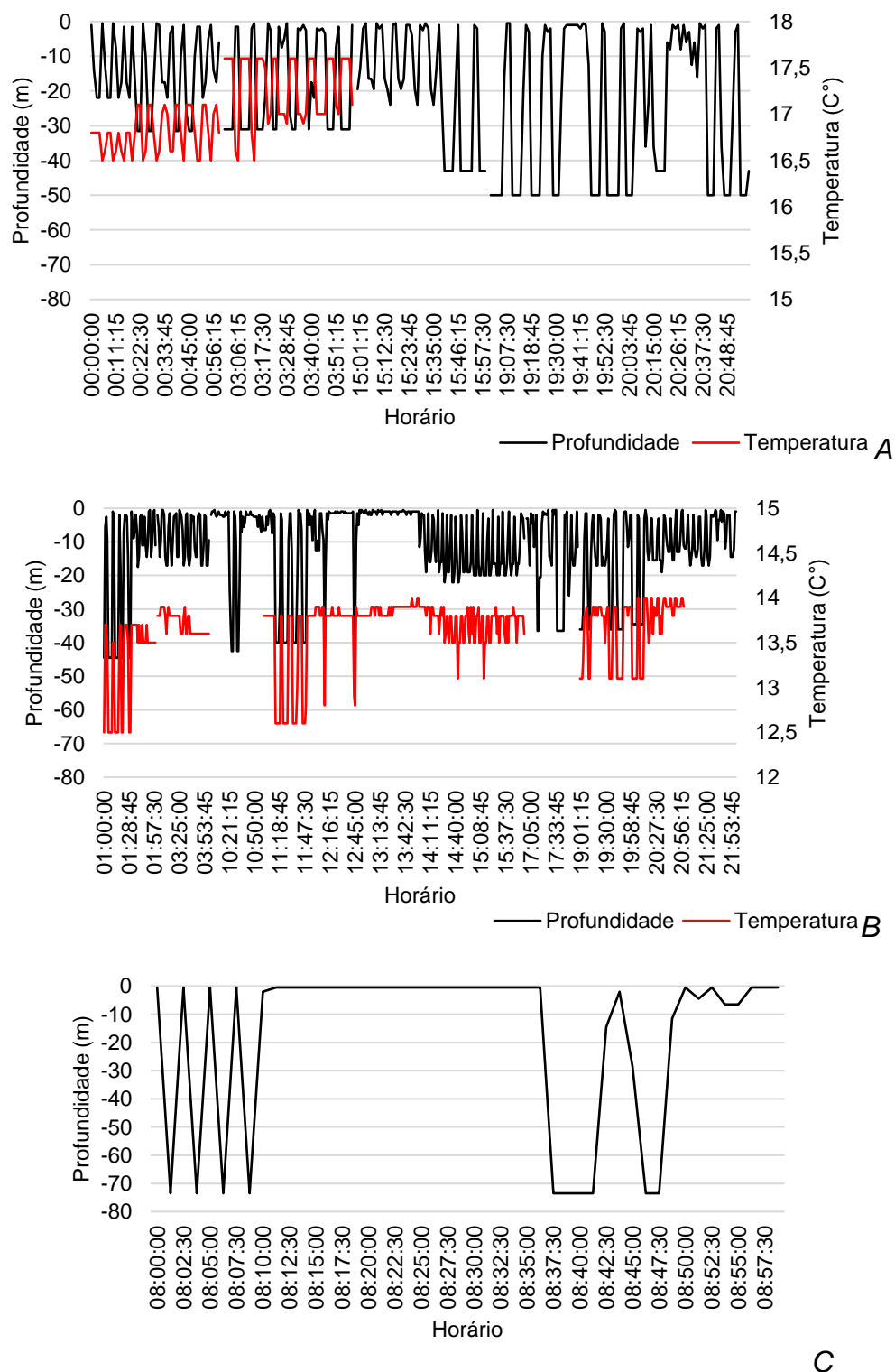
Os perfis de mergulho registrados para o PTT 162633 mostraram sequências de mergulhos entre 20 e 40 m, ocorrendo ao longo de todo o dia (**Figuras IV.4.1-27 e IV.4.1-28**).



**Figura IV.4.1-27:** Perfis de mergulho (time series) dos dias 30/07/17 (A), 31/07/17 (B) e 01/08/17 (C) registrados para a orca marcada com transmissor satelital na região costeira da Bacia de Santos, PTT 162633.



**Figura IV.4.1-28:** Perfis de mergulho (time series) dos dias 02/08/17 (A), 03/08/17 (B) e 10/08/17 (C), registrados para a orca marcada com transmissor satelital na região costeira da Bacia de Santos, PTT 162633.



**Figura IV.4.1-29:** Perfis de mergulho (time series) dos dias 17 (A), 24 (B) e 31/08/17 (C) registrados para a orca marcada com transmissor satelital na região costeira da Bacia de Santos, PTT 162633.

Não há registros do comportamento de orcas no Atlântico Sul, sendo que as informações são escassas e restritas ao Hemisfério Norte. MILLER *et al.* (2010), utilizando DTAGs no Alasca, concluíram que à noite ocorre uma redução no número de mergulhos e um aumento na duração dos mergulhos rasos. No presente trabalho foram obtidos dados de um único indivíduo na região costeira e não foram verificadas diferenças na profundidade de mergulho entre o dia e a noite. Utilizando sistemas acústicos, NEWMAN & SPRINGER (2008) concluíram que os animais aumentam a atividade durante a noite, o que poderia estar associado à maior disponibilidade de suas presas. WRIGHT *et al.* (2017), também no Atlântico Norte, utilizaram DTAGs e concluíram que os mergulhos de caça ocorreram a mais de 100m de profundidade. Estes mergulhos foram classificados, em sua maioria, como mergulhos em formato “V”. No presente trabalho, os mergulhos mais profundos dos animais marcados na região oceânica foram do formato “U” e “V” (PTTs 162628 e 158547, respectivamente). Para o PTT 162633, que permaneceu na região costeira, o mergulho em formato “square”, seguido de “U”, foram os mais frequentes.

#### *Golfinho-nariz-de-garrafa (Tursiops truncatus)*

Foram marcados sete indivíduos desta espécie e foram obtidos dados de mergulho para seis indivíduos. Não foram obtidos dados de mergulho para o indivíduo PTT 162631, único indivíduo marcado na região oceânica, que transmitiu durante quatro dias apenas. Para os outros foi reduzido o número de informações de histograma recebidas, o que limita a análise destes dados.

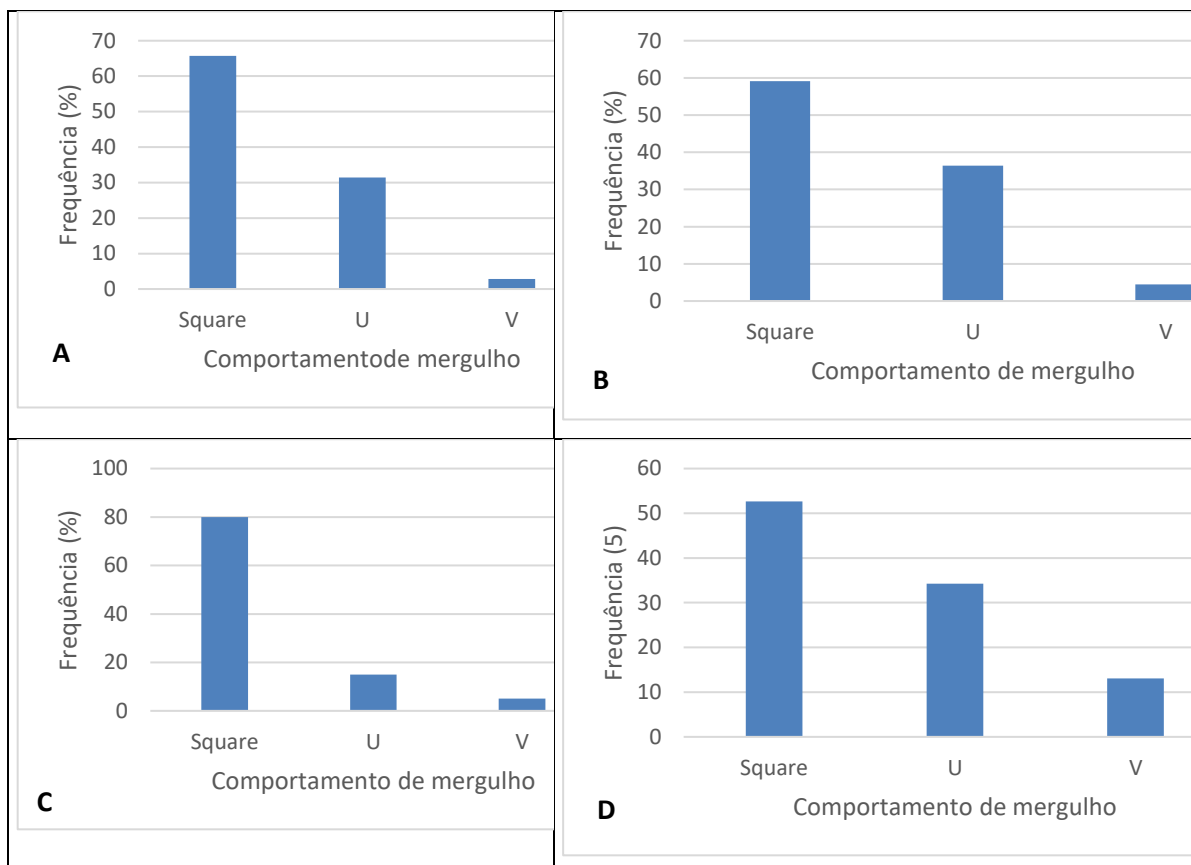
Os indivíduos PTT 158551, PTT 158544, PTT 162632 e PTT 162637 foram marcados na região costeira, entre o Paraná e Santa Catarina. Para o indivíduo PTT 158551 foram registrados 35 mergulhos, com os mergulhos square sendo os mais profundos e o único mergulho em V o mais longo. Para o indivíduo PTT 158544 foram registrados 44 mergulhos, sendo os mergulhos mais profundos e mais longos do formato square, da mesma forma que para os indivíduos PTT162632 e PTT 162637 (**Tabela IV.4.1-6**).

**Tabela IV.4.1-6:** Comportamento de mergulho registrado para os golfinhos-nariz-de-garrafa marcados com transmissores satelitais na região costeira da Bacia de Santos: *PMín* = profundidade mínima; *PMáx* = profundidade máxima; *DMín* = duração mínima; *DMáx* = duração máxima.

PTT	Mergulho	PMín – PMáx (m)	DMín - DMáx (s)
<b>158551</b>	Square (n = 23)	15,5 – 21	88- 236
	U (n = 11)	15 – 26,5	74 – 142
	V (n = 1)	16,5	100
Total = 35			
<b>158544</b>	Square (n = 26)	3 – 43,5	40 – 244
	U (n = 16)	3 - 16	40 – 110
	V (n = 2)	4,5 - 10	94 - 156
Total = 44			
<b>162632</b>	Square (n = 16 )	3 – 35,5	20-238
	U (n = 3)	3,5 – 35	62 - 232
	V (n = 1)	7	76
Total = 20			
<b>162637</b>	Square (n = 221)	3 – 65,5	20 – 284
	U (n = 144)	3 – 57,5	20 – 194
	V (n = 55)	3,5 – 45,5	20 - 180
Total = 420			

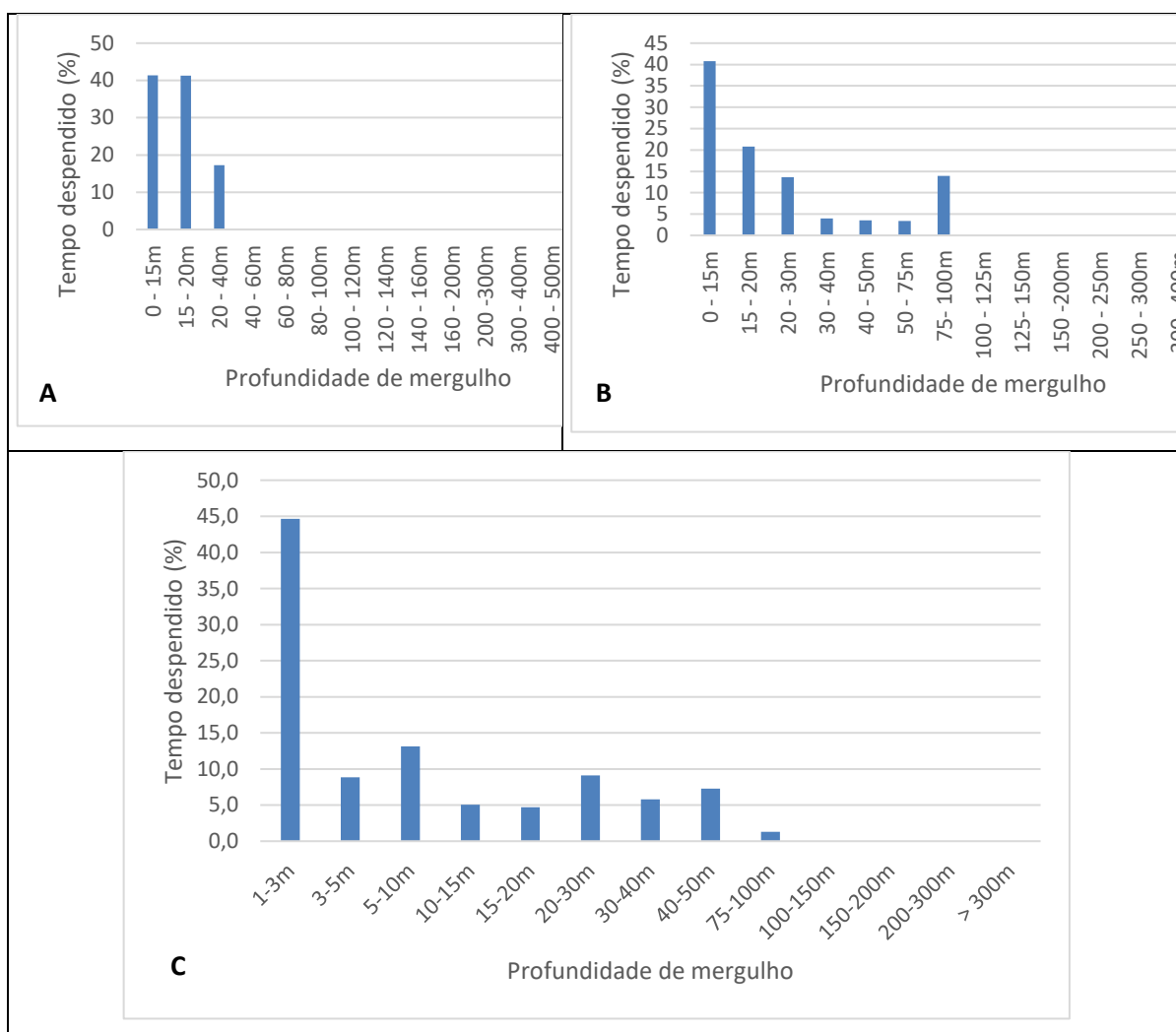


O maior número de mergulhos foi do tipo “square” para todos os indivíduos (**Figura IV.4.1-30**).



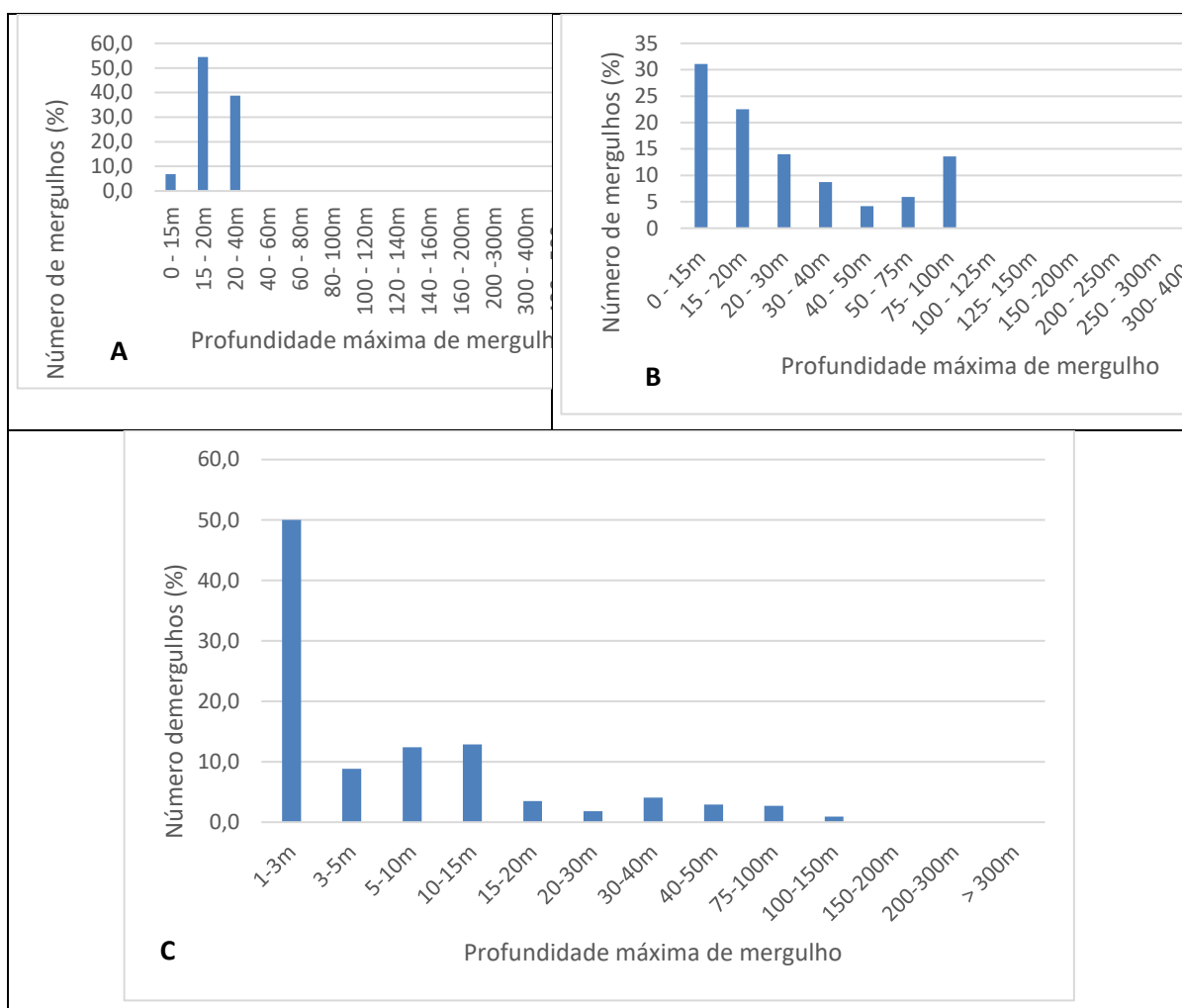
**Figura IV.4.1-30:** Comportamento de mergulho registrado em golfinhos-nariz-de-garrafa marcados com transmissores satelitais na região costeira da Bacia de Santos. A) PTT 158551; B) PTT 158544; C) PTT 162632; D) PTT 162637.

Na maior parte do tempo os animais permaneceram até uma profundidade de 20 m (**Figura IV.4.1-31**).



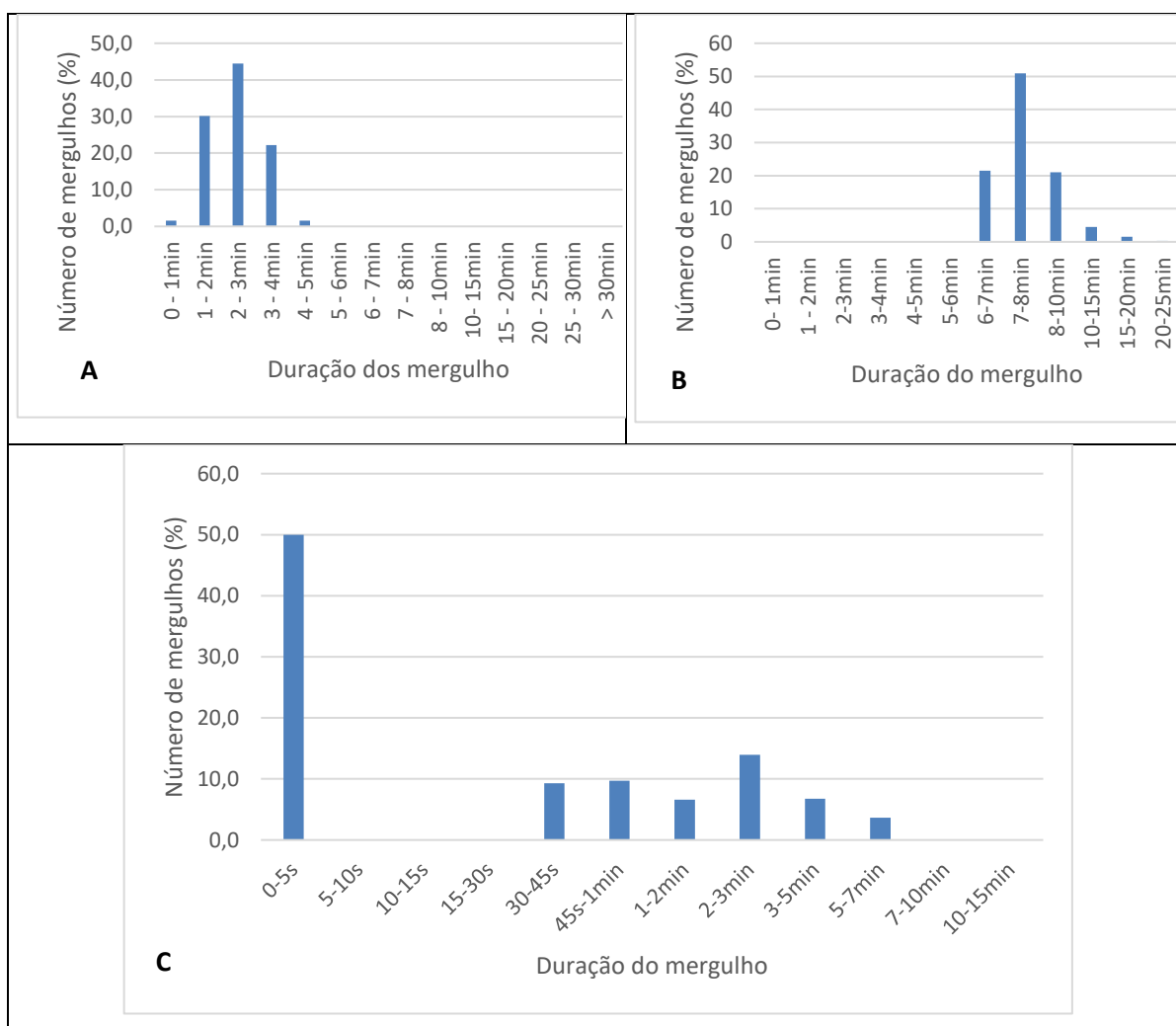
**Figura IV.4.1-31:** Tempo despendido em cada intervalo de profundidade (time-at-depth) para golfinhos-nariz-de-garrafa marcados com transmissores satelitais na região costeira da Bacia de Santos. A) PTT 158551 ( $n = 2$ ); B) PTT 158544 ( $n = 2$ ); C) PTT 162637 ( $n = 6$ ). Os dados dos histogramas do PTT 162632 não foram transmitidos.

O maior número de mergulhos ocorreu entre 15 e 40 m, embora o PTT 158544 tenha realizado vários mergulhos a uma profundidade de até 100 m (Figura IV.4.1-32)



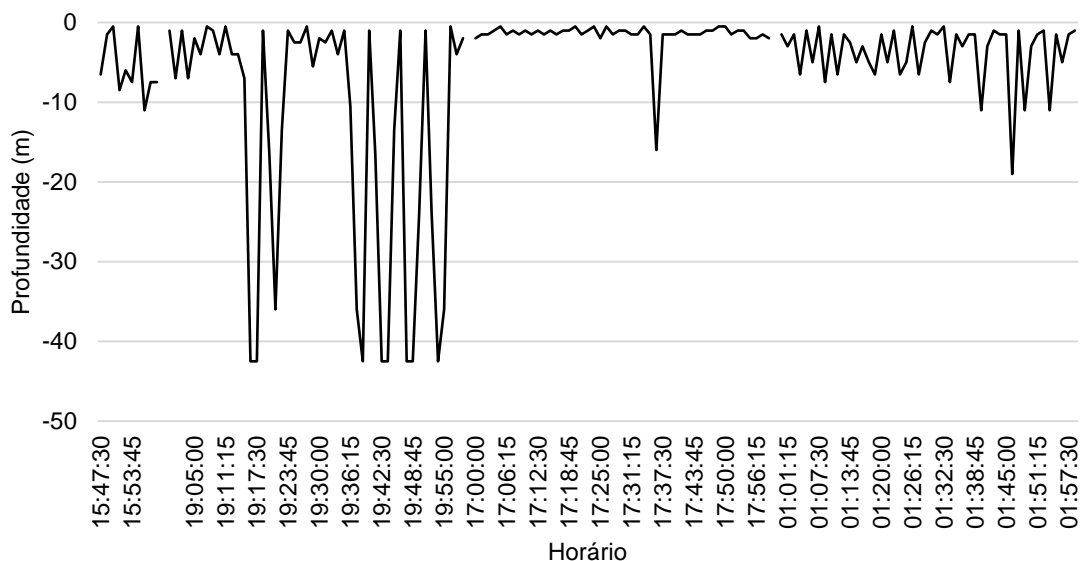
**Figura IV.4.1-32:** Número de mergulhos realizados em cada intervalo de profundidade (Dive Maximum Depth) por golfinhos-nariz-de-garrafa marcados com transmissores satelitais na região costeira da Bacia de Santos. A) PTT 158551 ( $n = 2$ ); B) PTT 158544 ( $n = 1$ ); C) PTT 162637 ( $n = 5$ ). Os dados dos histogramas do PTT 162632 não foram transmitidos.

A duração dos mergulhos variou muito entre os indivíduos, entre 2-3 min e 7-8 min para os PTTs 158551 e 158544, respectivamente. A maior parte dos mergulhos do PTT 162637 foi curta, com até 5 s (**Figura IV.4.1-33**).

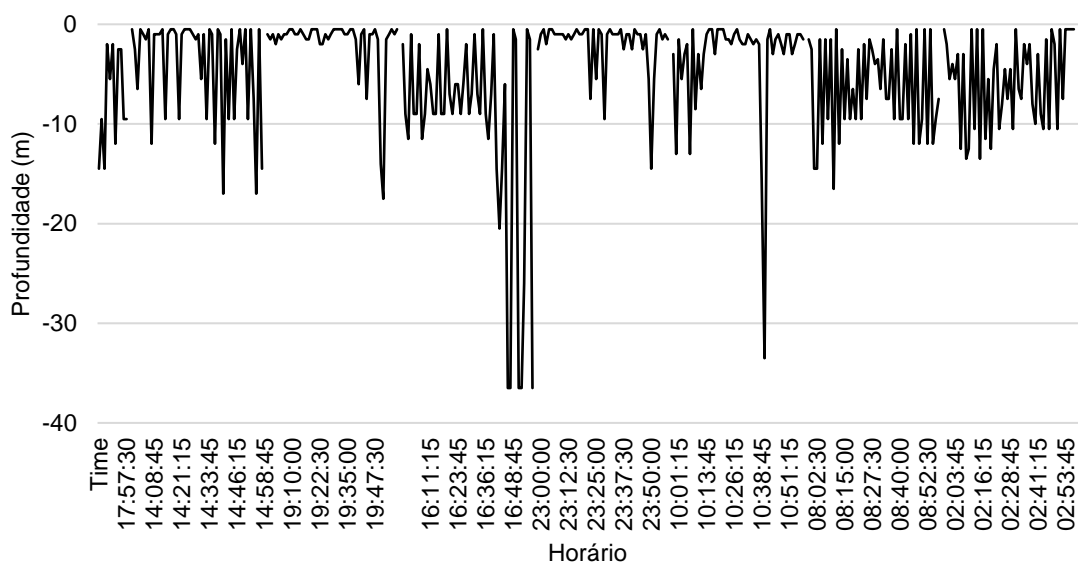


**Figura IV.4.1-33:** Número de mergulhos realizados em cada intervalo de duração (Dive Duration) por golfinhos-nariz-de-garrafa marcados com transmissores satelitais na região costeira da Bacia de Santos. A) PTT 158551 ( $n = 1$ ); B) PTT 158544 ( $n = 2$ ); C) PTT 162637 ( $n = 5$ ). Os dados dos histogramas do PTT 162632 não foram transmitidos.

Os perfis de mergulho obtidos apresentaram muitas falhas de transmissão e foram obtidas amostras para os PTTs 158551 e 158544. Estes registros mostram a ocorrência de mergulhos mais longos no início da noite (**Figuras IV.4.1-34 e IV.4.1-35**).



**Figura IV.4.1-34:** Perfis de mergulho (time series) dos dias 17, 18 e 23/03/16 registrados para o golfinho-nariz-de-garrafa marcado com transmissor satelital na região costeira da Bacia de Santos, PTT 158544.

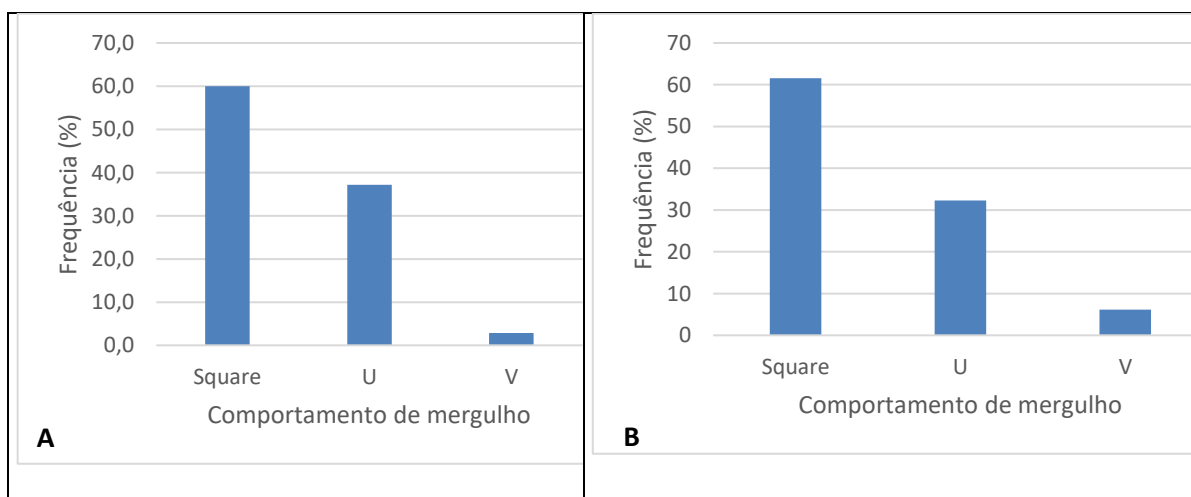


**Figura IV.4.1-35:** Perfis de mergulho (time series) dos dias 25/02/16 a 02/03/16 registrados para o golfinho-nariz-de-garrafa marcado com transmissor satelital na região costeira da Bacia de Santos, PTT 158551.

Os golfinhos PTT 162634 e PTT 166663 foram marcados na região costeira do Rio de Janeiro. Para ambos, foi reduzido o número de informações de histograma recebidas, o que limita a análise destes dados. Os mergulhos do tipo “square” foram os mais longos e profundos, chegando a uma profundidade máxima de 58 m, sendo estes também os mais frequentes (**Tabela IV.4.1-7; Figura IV.4.1-36**).

**Tabela IV.4.1-7:** Comportamento de mergulho registrado para os golfinhos-nariz-de-garrafa marcados com transmissores satelitais na região costeira da Bacia de Santos: PMín = profundidade mínima; PMáx = profundidade máxima; DMín = duração mínima; DMáx = duração máxima.

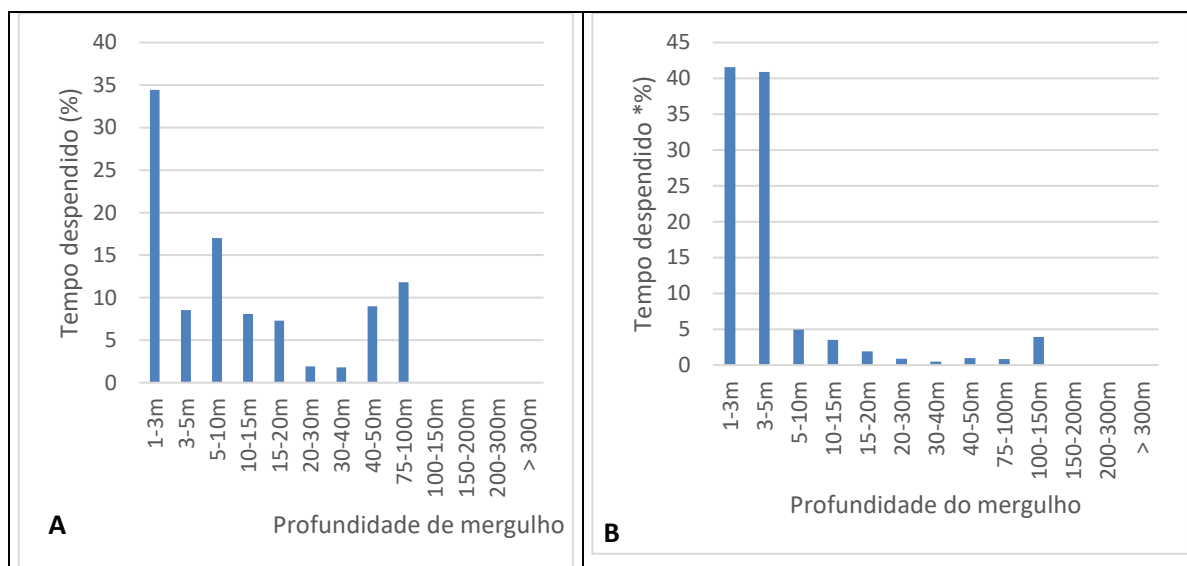
PTT	Mergulho	PMín – PMáx (m)	DMín - DMáx (s)
162634	Square (n =42)	3 – 56	20 - 220
	U (n = 26)	3 – 50,5	24 - 188
	V (n = 2)	10,5 - 11	64 - 58
166663	Square (n = 80)	2 - 58	20 – 232
	U (n = 42)	2 – 55	22 - 170
	V (n = 8)	4 – 47,5	26 - 162



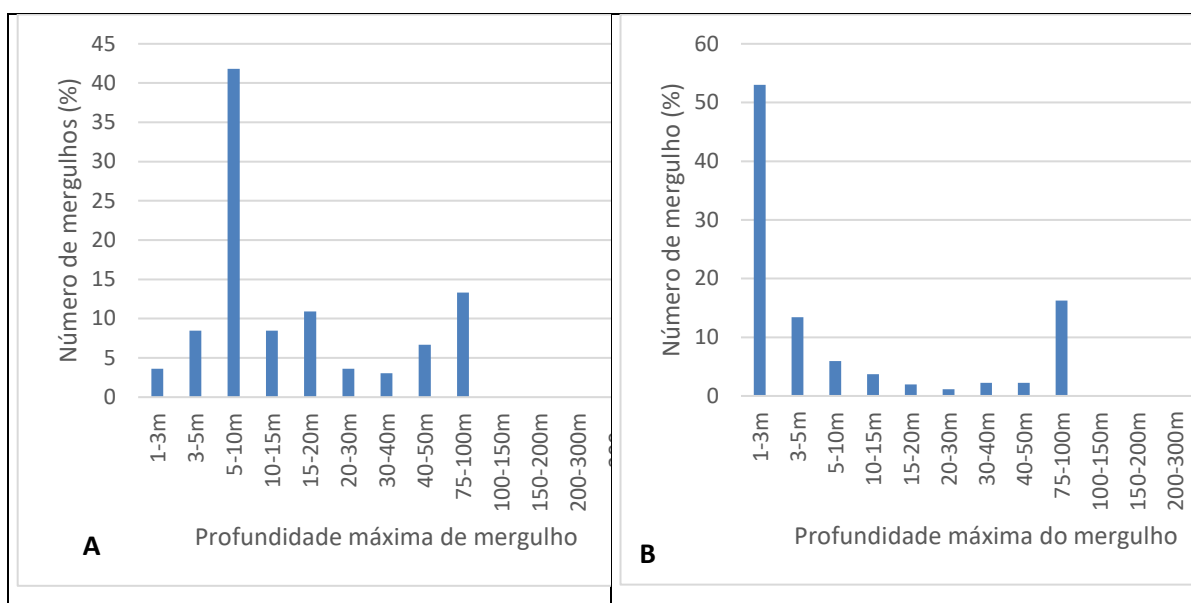
**Figura IV.4.1-36:** Comportamento de mergulho registrado em golfinhos-nariz-de-garrafa marcados com transmissores satelitais na região costeira da Bacia de Santos. A) PTT 162634; B) PTT 166663.



Os animais permaneceram a maior parte do tempo próximo à superfície, até 10 m de profundidade, embora tenham sido registrados mergulhos mais profundos de mais de 100 m de profundidade (**Figura IV.4.1-37 e Figura IV.4.1-38**).

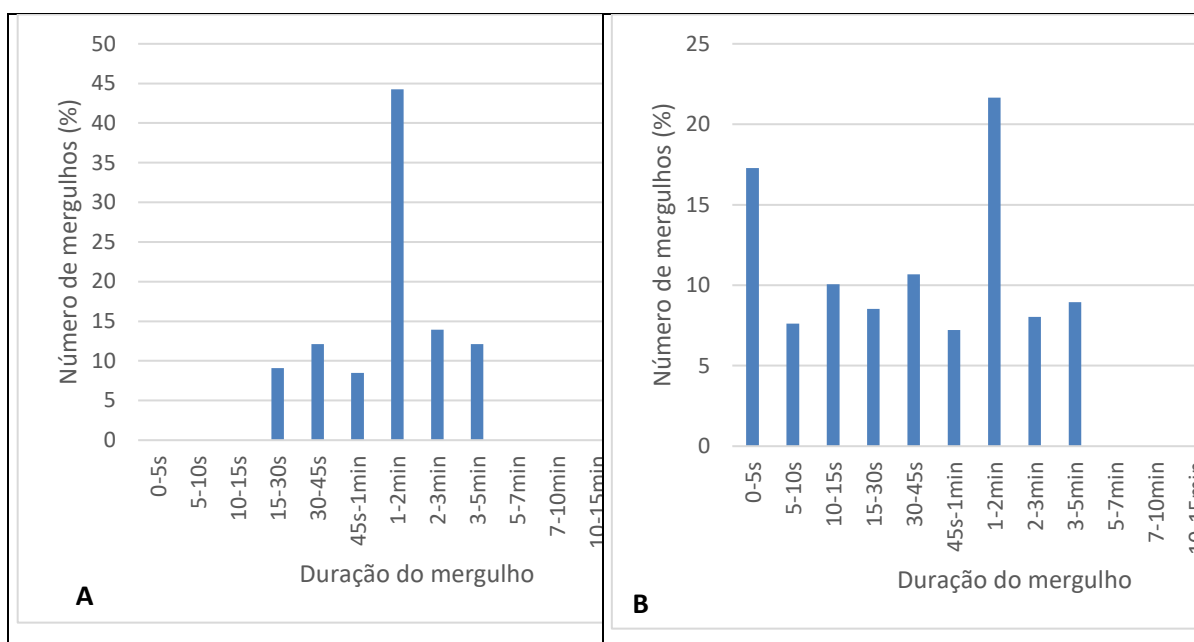


**Figura IV.4.1-37:** Tempo despendido em cada intervalo de profundidade (*time-at-depth*) para golfinhos-nariz-de-garrafa marcados com transmissores satelitais na região costeira da Bacia de Santos. A) PTT 162634; B) PTT 166663.



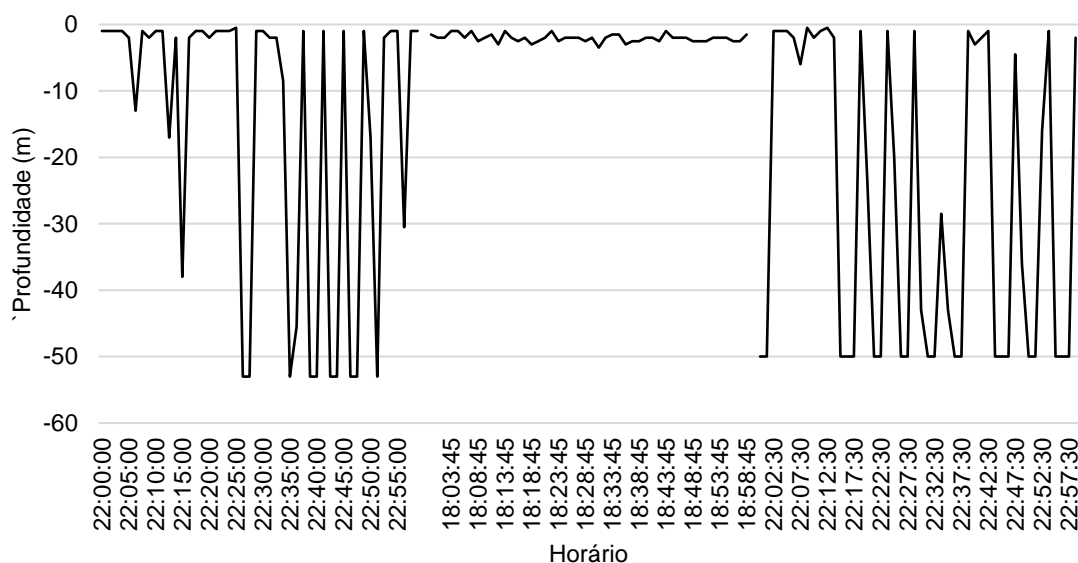
**Figura IV.4.1-38:** Número de mergulhos realizados em cada intervalo de profundidade (Dive Maximum Depth) por golfinhos-nariz-de-garrafa marcados com transmissores satelitais na região costeira da Bacia de Santos. A) PTT 162634 (n=2); B) PTT 166663 (n= 3).

A duração dos mergulhos variou entre os indivíduos, chegando a um máximo de 3-5 min, com maior frequência entre 1-2 min (PTT 162634) e 0-2 min (PTT 166663) (Figura IV.4.1-39).



**Figura IV.4.1-39:** Número de mergulhos realizados em cada intervalo de duração (Dive Duration) por golfinhos-nariz-de-garrafa marcados com transmissores satelitais na região costeira da Bacia de Santos. A) PTT 162634 (n = 2); B) PTT 166663 (n = 2).

Um perfil de mergulho foi obtido, apenas para o PTT 166663, indicando mergulho mais profundos ocorrendo à noite (**Figura IV.4.1-40**).



**Figura IV.4.1-40:** Perfis de mergulho (time series) dos dias 20 e 21/07/17 registrados para o golfinho-nariz-de-garrafa marcado com transmissor satelital na região costeira da Bacia de Santos, PTT 166663.

Os dois ecótipos descritos para *T. truncatus* no litoral brasileiro ocorrem na Bacia de Santos (COSTA *et al.*, 2016) e os dados de genética e de padrão de coloração indicam que todos os animais marcados durante o PMC-BS pertencem ao chamado ecótipo oceânico. Contudo, até o momento as características morfológicas e de distribuição destes ecótipos não é clara. Esta distinção de diferentes ecótipos para a espécie também é descrita para outras regiões, como no sul do Atlântico Norte (WELLS & SCOTT, 1999).

A maior parte das pesquisas é realizada com animais do ecótipo costeiro, incluindo a caracterização do comportamento de mergulho, cujo conhecimento é muito limitado. Nas Bermudas, região oceânica do Atlântico Norte, KLATSKY *et al.* (2007) utilizaram transmissores satelitais e registraram os mergulhos mais profundos no período da noite, o que possivelmente esteja relacionado à alimentação, enquanto que de dia os animais permaneceram numa faixa de até 50 m de profundidade. Embora as amostras tenham sido limitadas, os dados deste trabalho indicam que os mergulhos mais profundos ocorreram à noite, o que pode estar relacionado a busca de determinadas presas. Na Argentina,

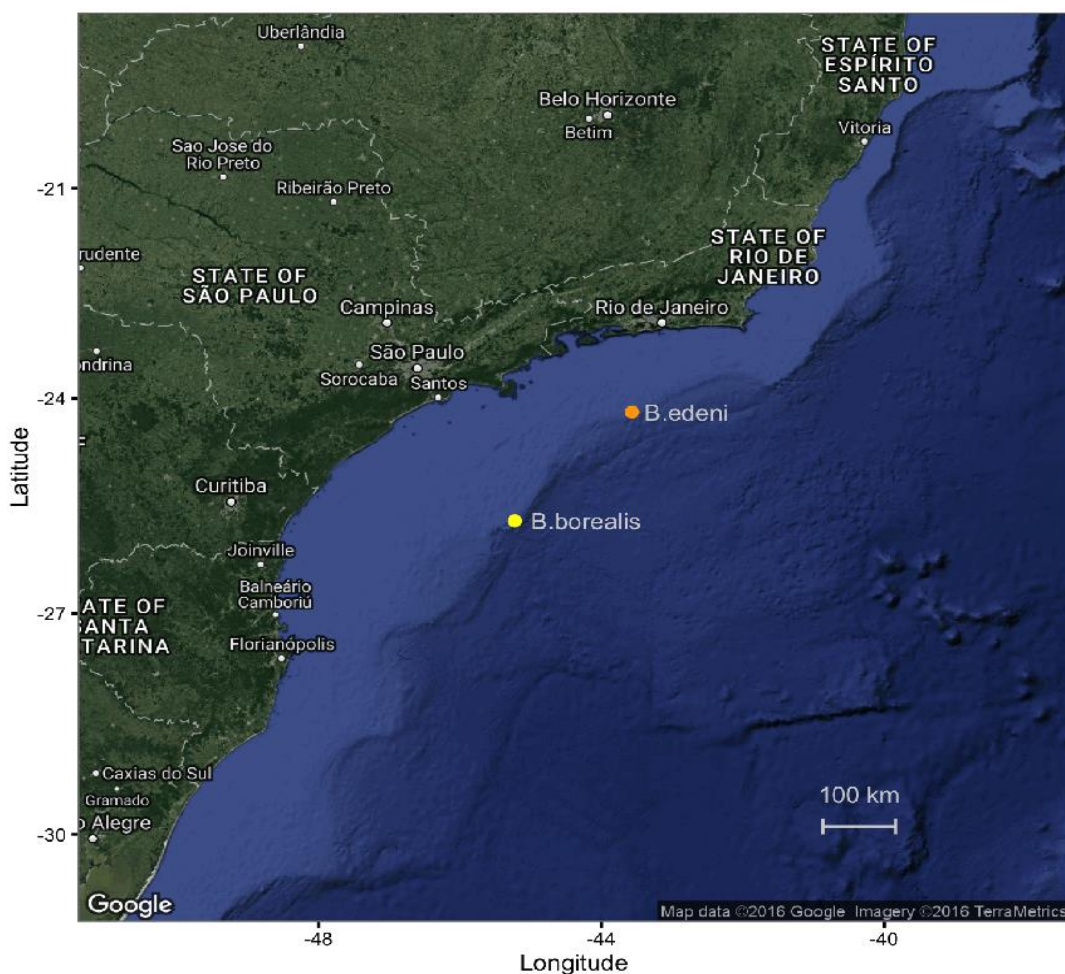
VERMEULEN *et al.* (2015) também registraram um aumento na frequência de comportamentos de pesca no entardecer por meio da análise de comportamentos de superfície numa região costeira.

Na região costeira da Bacia de Santos a profundidade máxima de mergulho registrada foi no intervalo de 100 a 150 m, registrada poucas vezes para dois indivíduos, o que está diretamente relacionado ao ambiente mais costeiro onde estes animais estavam. De maneira geral, os animais permaneceram a maior parte do tempo a uma profundidade de até 20 m. Nas Bermudas, a maior parte dos mergulhos mais profundos chegou a 250 m, mas o limite máximo excedeu 500 m de profundidade (KLATSKY *et al.*, 2007). HASTIE *et al.* (2006), utilizando métodos acústicos, registraram mergulhos de até 58,5 m de profundidade, o que coincidiu com a fundo marinho numa região costeira do Atlântico Norte, na Escócia. Analisando a atividade acústica dos animais, concluíram que a maior parte do comportamento de pesca ocorreu até uma profundidade de 10 m.

### DTAGs

No primeiro ano foram instalados dois DTAGs. O DTAG na baleia-de-bryde (*B. brydei*), identificado pelo número be16\_068, foi colocado no animal às 15:54 horas nas coordenadas 24,1937°S e 43,5653°W, ponto com uma profundidade de 222,7 metros (**Figura IV.4.1-41**). O DTAG se desprende da baleia às 17:22 horas, 12 minutos após o acionamento do mecanismo de liberação (queima do fio) e foi recuperado às 17:56 horas nas coordenadas 24,2195°S e 43,5329°W, ponto com uma profundidade de 252,7 metros.

O DTAG na baleia-sei (*B. borealis*), identificado pelo número bb16\_244a', foi colocado no animal às 9:29 horas nas coordenadas 25,7192°S e 45,2261°W, ponto com uma profundidade de 237,4 metros (**Figura IV.4.1-41**). O DTAG se desprende da baleia às 14:33 horas e foi recuperado às 15:20 horas nas coordenadas 25,7575°S e 45,2081°W, ponto com uma profundidade de 458,1 metros.



**Figura IV.4.1-41:** Locais de instalação dos DTAGs em *Balaenoptera brydei* (8 de março de 2016) e *B. borealis* (31 de agosto de 2016), durante o PMC-BS.

O DTAG na baleia-de-bryde (*B. brydei*), identificado pelo número *be17\_045a*, foi colocado no animal às 14:24 (horário local) nas coordenadas 22.87956° S, 41.88221° W (ver **Figura IV.4.1-41** acima, ponto laranja no mapa). O DTAG se desprendeu da baleia às 18:21, 11 minutos após o acionamento do mecanismo de liberação (queima do fio) e foi recuperado às 18:34 nas coordenadas 22,89913° S, 41,93213° W. O tempo total de permanência do DTAG no animal foi de 3h57min.

O DTAG na baleia-jubarte (*M. novaeangliae*), identificado pelo número *mn17\_204b*, foi colocado no animal às 8:38 nas coordenadas 24,16157° S,

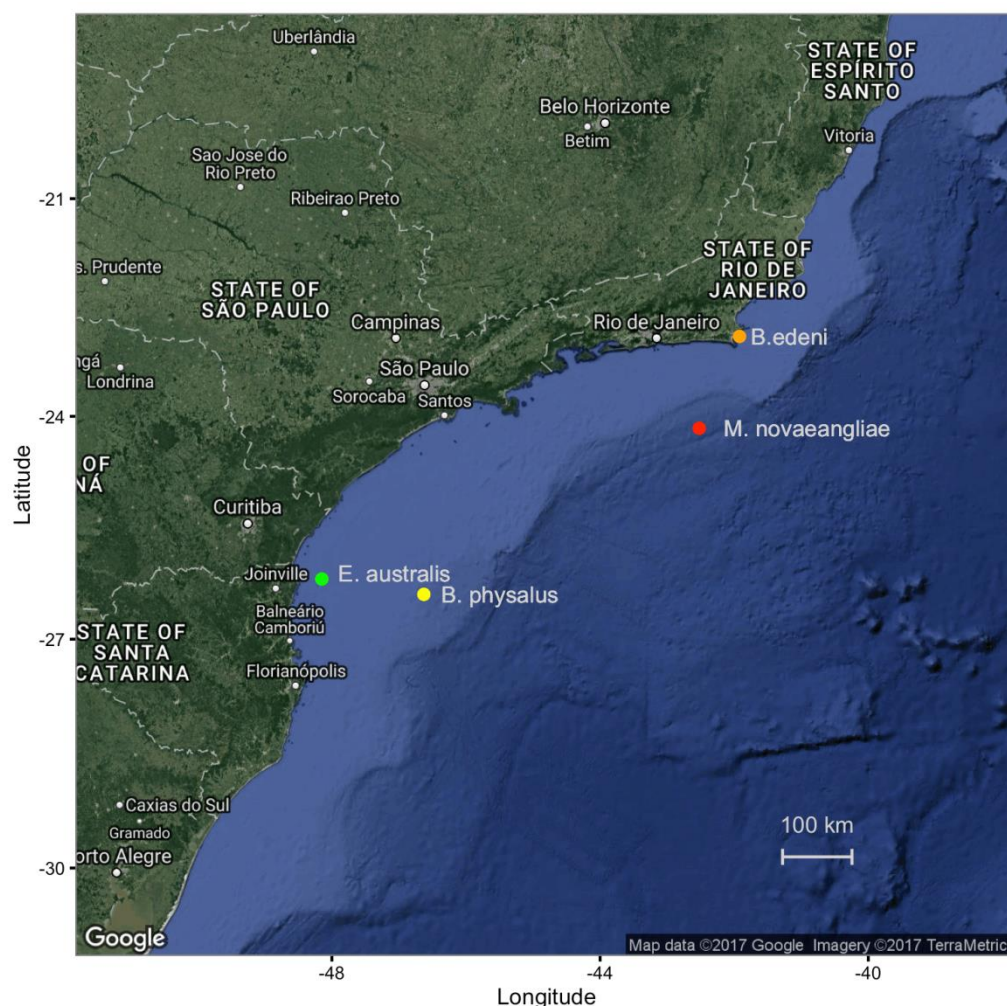


42,52219° W (ver **Figura IV.4.1-41** acima, ponto vermelho no mapa). O DTAG desprende-se prematuramente às 10:32, sendo recuperado às 10:55 nas coordenadas 24,12026° S, 42,55762° W. O tempo total de permanência do DTAG no animal foi de 1h54min.

O DTAG na baleia-fin (*B. physalus*), identificado pelo número *bp17\_220a*, foi colocado no animal às 15:16 nas coordenadas 26,40248° S, 46,62878° W (ver **Figura IV.4.1-41** acima, ponto amarelo no mapa). O DTAG desprende-se prematuramente às 16:52, sendo recuperado às 17:00 nas coordenadas 26,42971° S, 46,59990° W. O tempo total de permanência do DTAG no animal foi de 1h35min.

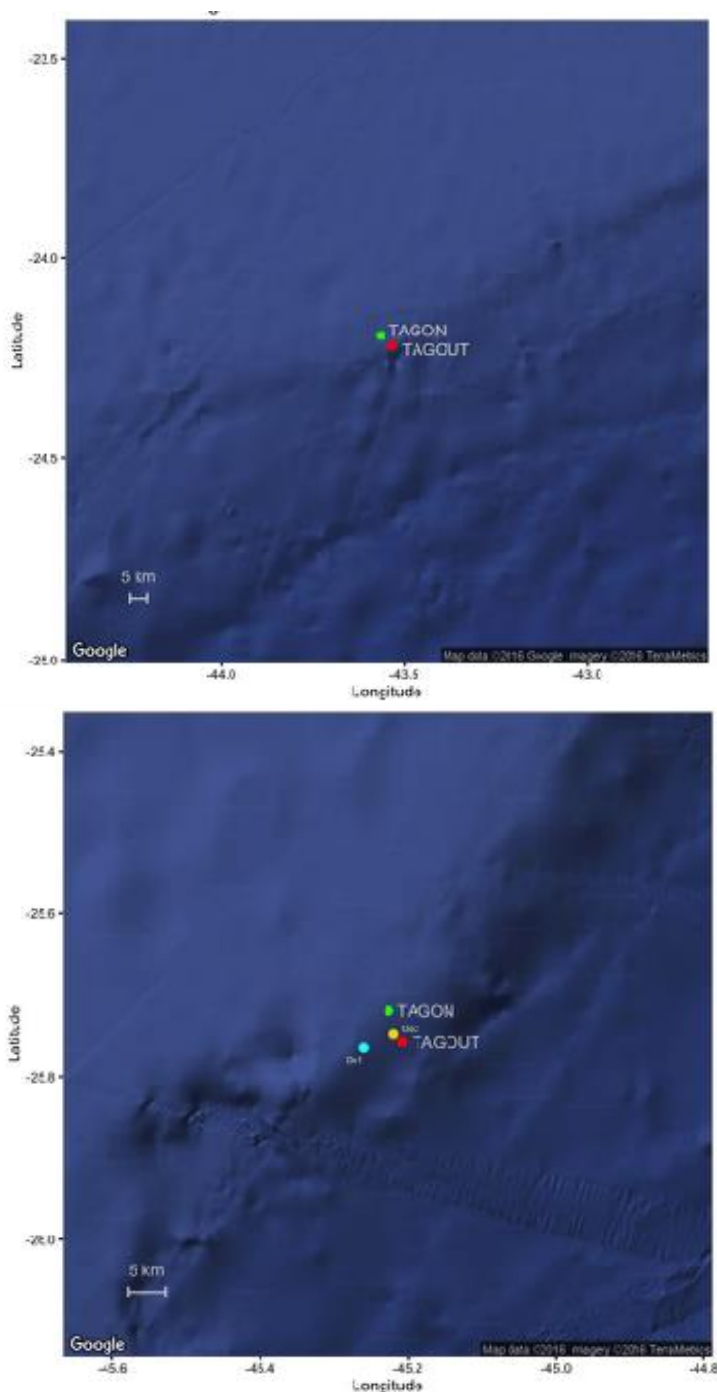
O DTAG na baleia-franca-austral (*E. australis*), identificado pelo número *ea17\_221a*, foi colocado no animal às 07:33 nas coordenadas 26,19761° S, 48,15024° W (ver **Figura IV.4.1-42** abaixo, ponto verde no mapa). O DTAG desprende-se prematuramente às 12:02, sendo recuperado às 12:17 nas coordenadas 26,04047° S, 48,22259° W. O tempo total de permanência do DTAG no animal foi de 4h38min. Foi possível coletar amostras de pele das quatro ventosas.

Os DTAGs *be17\_045a*, *mn17\_204b* e *bp17\_220a* ficaram posicionados nos animais de forma que a antena do transmissor VHF permaneceu totalmente (*be17\_045a*) ou parcialmente (*mn17\_204b* e *bp17\_220a*) submersa, mesmo nos períodos em que os animais emergiram para a superfície. Por isto, não foi possível fazer rastreamento dos animais através das antenas YAGI e tão pouco fazer observações comportamentais detalhadas através do método do animal focal. Durante o período após a colocação do DTAG na baleia-de-bryde não foi possível fazer registros visuais do animal marcado. Para a baleia-fin e baleia-jubarte, os registros visuais foram escassos. Já para a baleia-franca-austral, o DTAG foi colocado em uma parte mais alta no dorso do animal, permanecendo na mesma posição até o momento de desprendimento, o que permitiu o rastreamento e acompanhamento próximo ao animal.



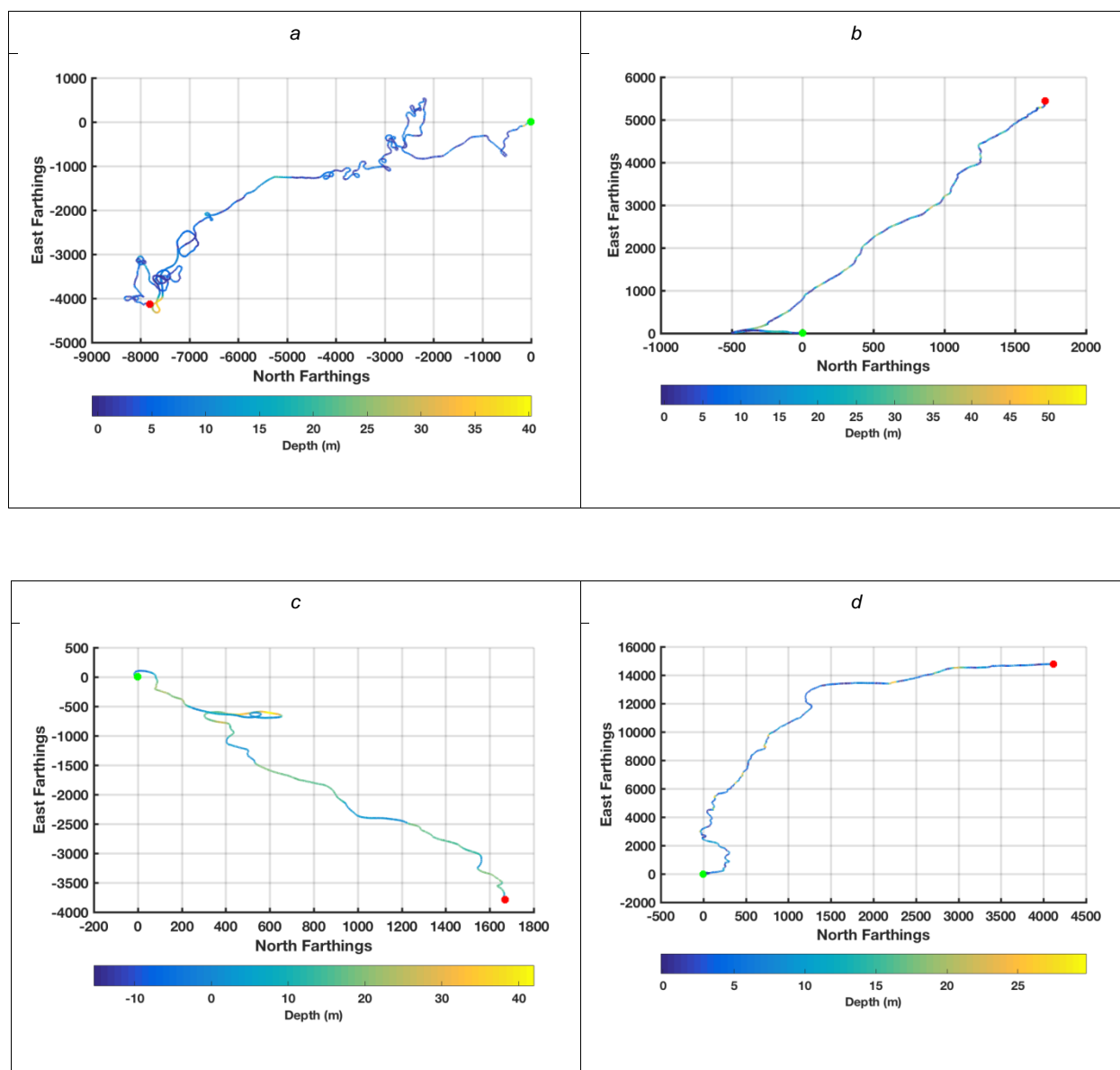
**Figura IV.4.1-42:** Identificação dos locais onde as quatro espécies de mysticetos foram marcadas com DTAG durante o segundo ano do PMC-BS. Baleia-de-bryde (*B. brydei*) no dia 14/02/17; Baleia-jubarte (*M. novaeangliae*) no dia 23/07/17; Baleia-fin (*B. physalus*) no dia 08/08/17 e Baleia-franca-austral (*E. australis*) no dia 09/08/17.

Enquanto estavam com os DTAGs aderidos, as duas baleias marcadas no primeiro ano aparentemente se deslocavam no sentido de alto-mar, ou seja, de águas mais rasas para águas mais profundas (**Figura IV.4.1-43**).



**Figura IV.4.1-43:** Locais de instalação (círculo verde) e liberação (círculo vermelho) dos DTAGs para *B. brydei* (esquerda) e para *B. borealis* (direita). Os círculos azul e amarelo da figura da direita representam as posições da primeira e segunda avistagem de *O. orca*, respectivamente, observadas durante o período de permanência do DTAG na *B. borealis*.

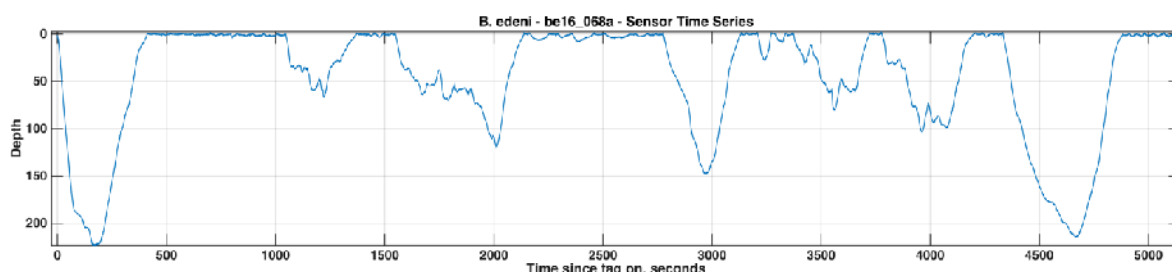
A **Figura IV.4.1-44** apresenta as pseudo-rotas dos registros de cada um dos quatro DTAGs instalados no segundo, referentes às respectivas espécies marcadas.



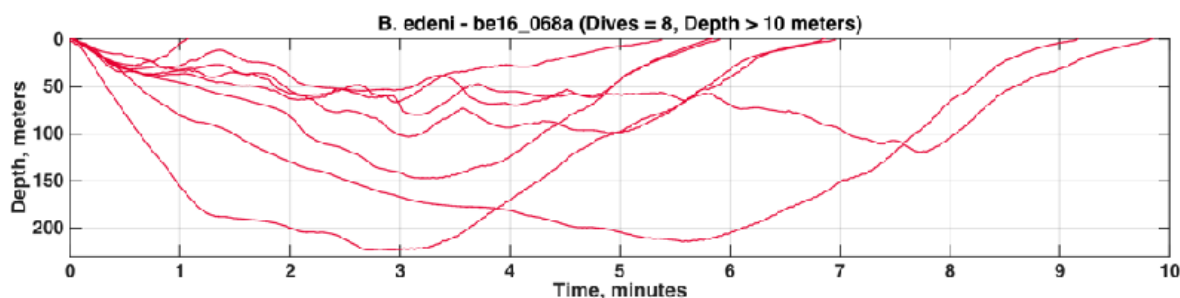
**Figura IV.4.1-44:** Pseudo-rotas registradas pelos DTAGs para cada uma das espécies marcadas: a) baleia-de-bryde (*Balaenoptera brydei*) no dia 14 fevereiro de 2017) b) baleia-jubarte (*Megaptera novaeangliae*) no dia 23 julho de 2017 c) baleia-fin (*B. physalus*) no dia 8 de agosto de 2017) d) baleia-franca-austral (*Eubalaena australis*) no dia 09 de agosto de 2017

**Baleia-de-Bryde: 08/03/16**

A baleia-de-bryde realizou 88 mergulhos a uma profundidade média de 46,4 m (**Figura IV.4.1-45**). Tais imersões incluíram 66 mergulhos perto da superfície (profundidade de 1 m ou menos) e 22 abaixo da superfície (2 ou mais metros). Destes, vários ( $n = 8$ ) foram profundos (ultrapassando 10 m), com uma profundidade média de 67,5 m ( $DP = 42,5$ ) e máxima de 222,9 m; com uma duração média de 6,4 minutos ( $DP = 2,7$  minutos) e mínima e máxima de 1,1 e 9,9 minutos, respectivamente (**Figura IV.4.1-46**). Para este indivíduo não foi possível a coleta de biópsia, portanto o sexo não foi definido.



**Figura IV.4.1-45:** Perfil da profundidade do mergulho da baleia-de-bryde marcada no dia 8 de março de 2016 na Bacia de Santos durante o segundo ano do PMC/BS. Eixo x: tempo (s), Eixo y: profundidade (m).



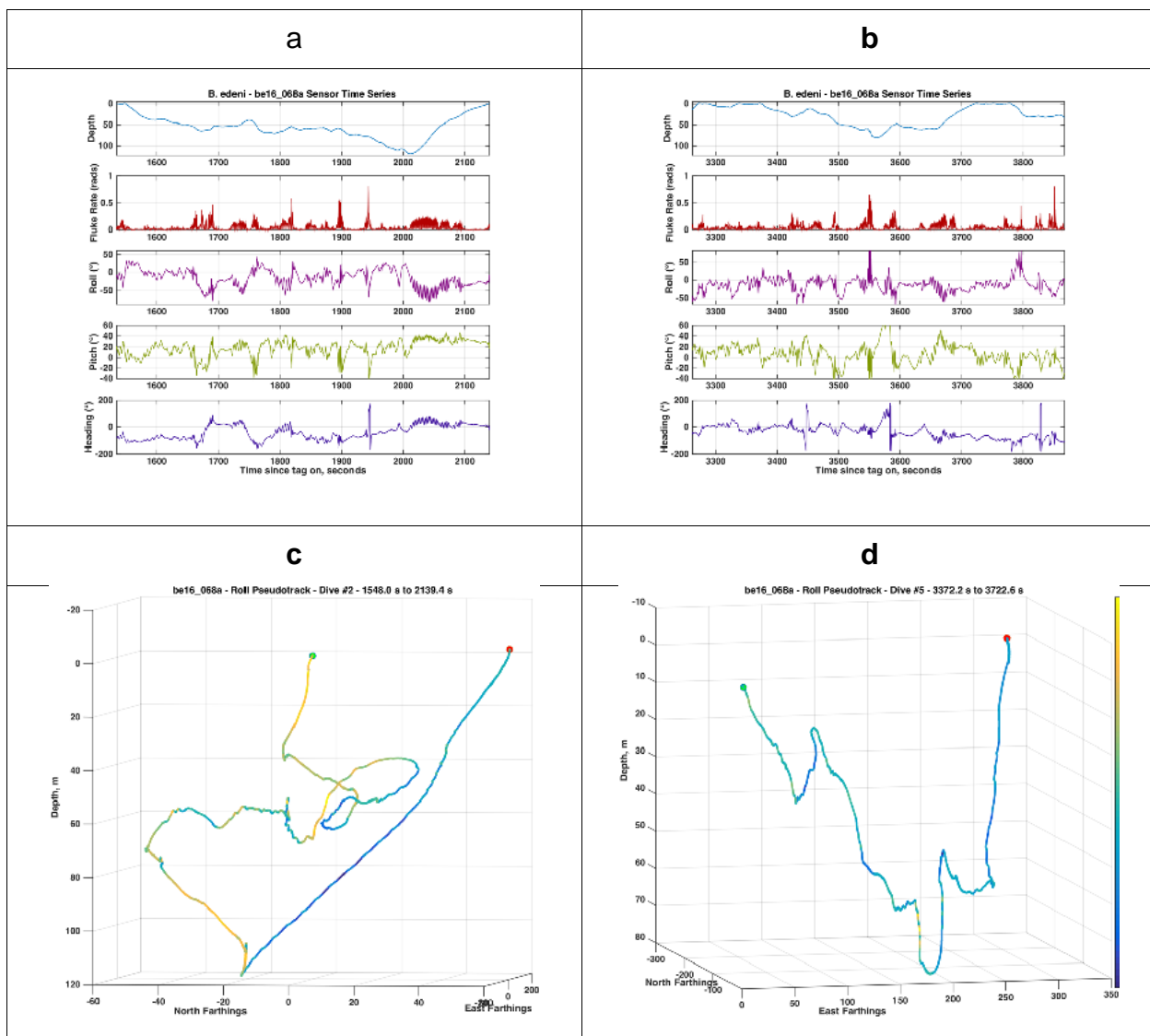
**Figura IV.4.1-46:** Perfil dos mergulhos abaixo de 10 metros da baleia-de-bryde marcada no dia 8 de março de 2016 na Bacia de Santos durante o segundo ano do PMC/BS. Eixo x: tempo (s), Eixo y: profundidade (m).

Durante a fase descendente dos mergulhos, a baleia geralmente se deslocou sem muita propulsão da nadadeira caudal, como em "queda livre", até as águas mais profundas, enquanto que durante o retorno para a superfície foram

observados períodos de propulsão da nadadeira caudal. No entanto, durante alguns mergulhos, a baleia periodicamente fez nados com propulsão da nadadeira caudal durante a fase descendente de “queda livre”, seguidos imediatamente por grandes mudanças na inclinação lateral ( $\pm 90^\circ$ ) e uma redução na propulsão da nadadeira caudal (**Figura IV.4.1-47**). Esses dados são consistentes com o comportamento alimentar dos roquais, que fazem mergulhos profundos e emergem para engolfar o alimento (STIMPERT *et al.*, 2007; GOLDBOGEN *et al.*, 2006).

A hipótese que descreve tal tipo de mergulho afirma que a taxa de propulsão da nadadeira caudal aumenta até que o animal atinja a velocidade necessária para capturar suas presas, momento no qual a baleia gira lateralmente  $90^\circ$  e abre a boca para engolfar uma grande quantidade de água contendo suas presas. Em seguida, a baleia desacelera rapidamente, enquanto o volume de água com as presas é filtrado e ingerido, diminuindo a propulsão da nadadeira caudal. Esse padrão foi observado nos dados dos sensores correspondentes à *baleia-de-bryde* e estão representados tridimensionalmente pelas suas pseudorrotas (**Figura IV.4.1-47**), onde a inclinação lateral de  $0^\circ$  a  $90^\circ$  está representada em uma escala de cores entre o azul-escuro e o amarelo-escuro.



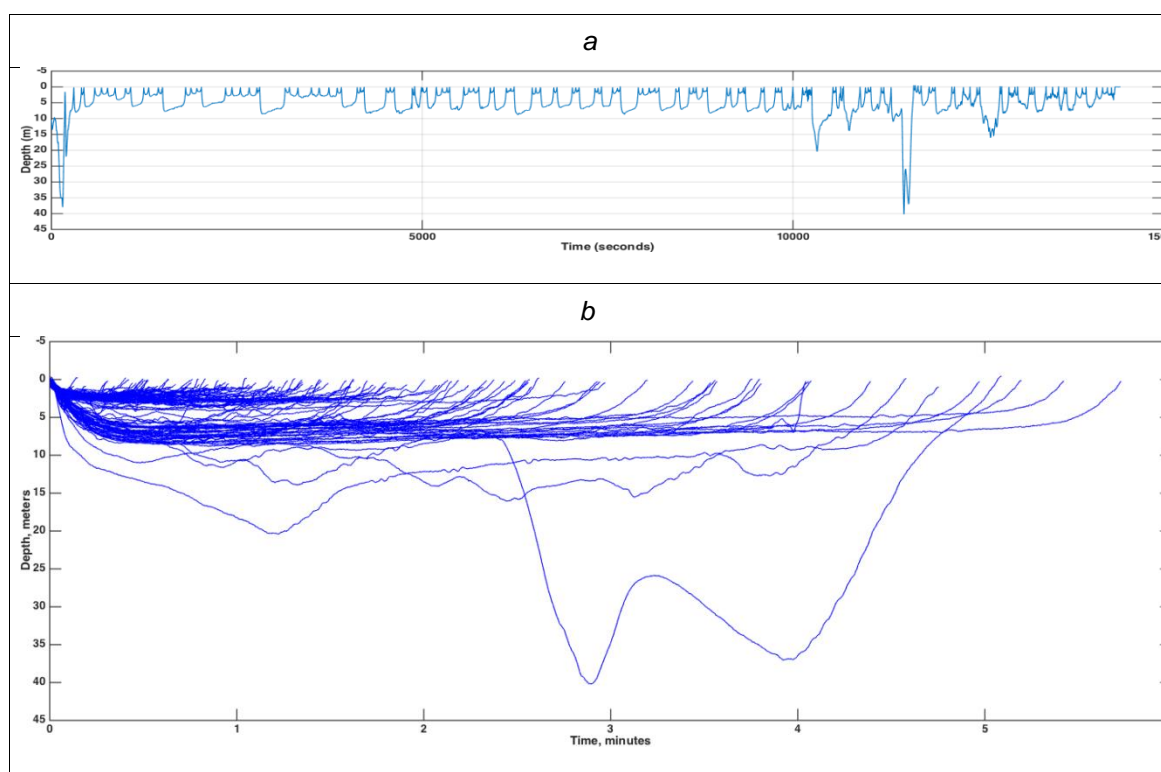


**Figura IV.4.1-47:** (a) e (b) Perfil de profundidade de mergulhos da baleia-de-bryde, marcada no dia 8 de março de 2016 na Bacia de Santos durante o segundo ano do PMC/BS. (c) e (d) Pseudorrotas de mergulhos da baleia-de-bryde.

#### *Baleia-de-bryde: 14/02/17*

Esta baleia, marcada com DTAG *be17\_045a*, registrou 116 mergulhos que alcançaram profundidades maiores que 2 metros (**Figura IV.4.1-48**). Deste total, 46 mergulhos atingiram uma profundidade de 5 metros ou mais. A duração média e máxima destes mergulhos foi de 2min59s (DP = 1min14s) e 5min43s,

respectivamente. A profundidade média foi de 6,8 m (DP = 5,6 m), a moda 5,9 metros e a profundidade máxima foi de 40,2 metros (**Figura IV.4.1-49**). A sexagem genética realizada a partir da biópsia indicou que este indivíduo era uma fêmea.



**Figura IV.4.1-48:** (a) Perfil de mergulho (profundidade x tempo) da baleia-de-bryde (*B. brydei*) marcada como DTAG be17\_045a (profundidade em metros e tempo em segundos) na Bacia de Santos durante o segundo ano do PMC/BS. (b) Duração dos mergulhos (profundidade em metros e tempo em minutos).

O eixo Y do acelerômetro, que mede a rotação e estabelece a referência para os parâmetros dos outros eixos (inclinação e o equivalente ao rumo no acelerômetro) apresentou falhas. O mal funcionamento deste sensor impossibilitou a análise cinemática mais detalhada do mergulho deste animal.

O uso de DTAGs em baleias-de-bryde foi reportado até o presente apenas por um estudo de CONSTANTINE *et al.* (2015), na Nova Zelândia. Eles reportaram que as baleias marcadas passaram 91% do tempo em profundidades

de 14 m ou menos. Esse estudo focou na avaliação dos riscos de colisão com os navios que transitam em seu habitat.

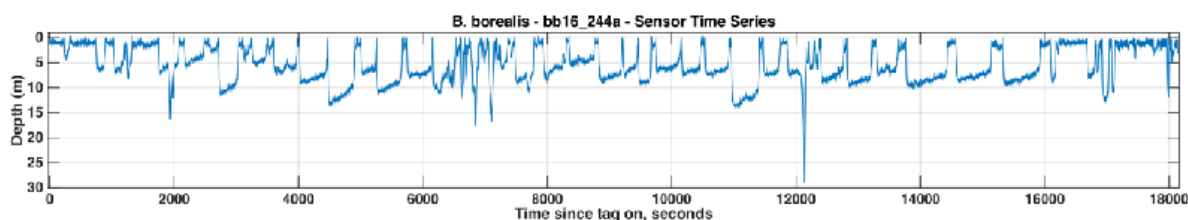
Os dados aqui apresentados indicam uma diferença marcante do comportamento de mergulho da baleia-de-bryde quando comparado ao estudo de CONSTANTINE *et al.* (2015). As baleias na Nova Zelândia ( $n = 7$ ) passaram a maior parte do tempo próximas da superfície (profundidade média = 7,3 m durante o dia; 5,5 m durante a noite), um padrão que se assemelha mais com o comportamento da baleia-sei analisada neste estudo. Isto contrasta com as observações de ALVES *et al.* (2010), que revelaram que a baleia-de-bryde executa mergulhos em profundidades comparáveis aos dados observados neste estudo, com uma pequena diminuição da profundidade ao escurecer, provavelmente associada à migração vertical das suas presas depois do pôr-do-sol. É possível que as diferenças entre os comportamentos na Bacia de Santos e no Golfo de Hauraki sejam explicadas pela batimetria e diferenças nos tipos de presa. Porém, seria necessário marcar mais indivíduos da baleia-de-bryde com DTAGs na Bacia de Santos para avaliar esses padrões.

Os padrões de alimentação foram classificados manualmente, examinando os dados dos sensores para orientações específicas do corpo assim como as taxas de propulsão caudal, seguindo a metodologia descrita por GOLDBOGEN *et al.* (2006; 2007; 2013), STIMPERT *et al.* (2007) e OWEN *et al.* (2016). De acordo com a referida metodologia, é possível construir um sistema de classificação de padrões de alimentação que seja quantitativo e automático, consistente com métodos propostos por OWEN *et al.* (2016). Esse tipo de análise, desenvolvida conforme os métodos citados anteriormente, pode então ser utilizado para a avaliação dos balaenopterídeos encontrados na área de estudo do PMC-BS.

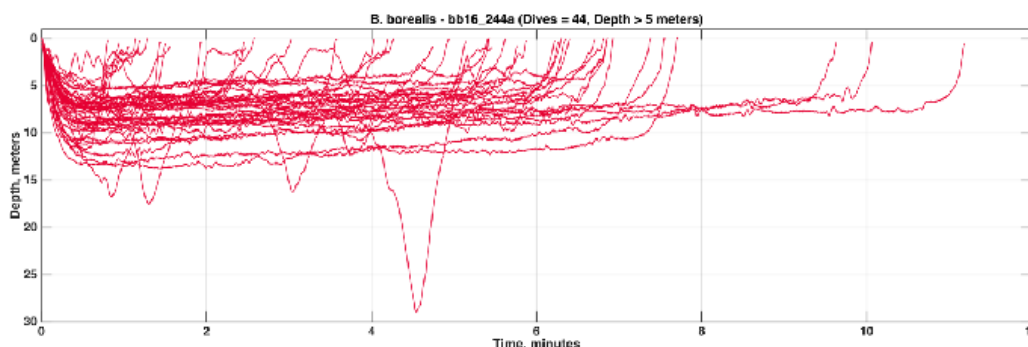
#### *Baleia-sei: 31/08/16*

A baleia-sei (*B. borealis*), correspondente ao DTAG *bb16\_244a*, mergulhou várias vezes em águas rasas ( $n = 584$ , **Figura IV.4.1-49**). De todos os mergulhos, um total de 498 foi muito próximo da superfície (menos de 1 metro), contra 86 mais profundos (maiores que 2 metros). Dessas 86 imersões, a duração média de cada mergulho foi de 2,8 minutos (DP = 2,9 minutos) com uma profundidade

média de 5,5 m (DP = 3,5 m). Um total de 44 mergulhos foram além dos 5 metros, com uma média de 6,9 m (DP = 1,9 m), uma profundidade máxima de 28,9 m. O tempo de mergulho médio foi de 4,9 minutos (DP = 2,6 minutos) e o máximo de 11,2 minutos (**Figura IV.4.1-50**). A sexagem genética realizada a partir da biópsia indicou que este indivíduo era uma fêmea.



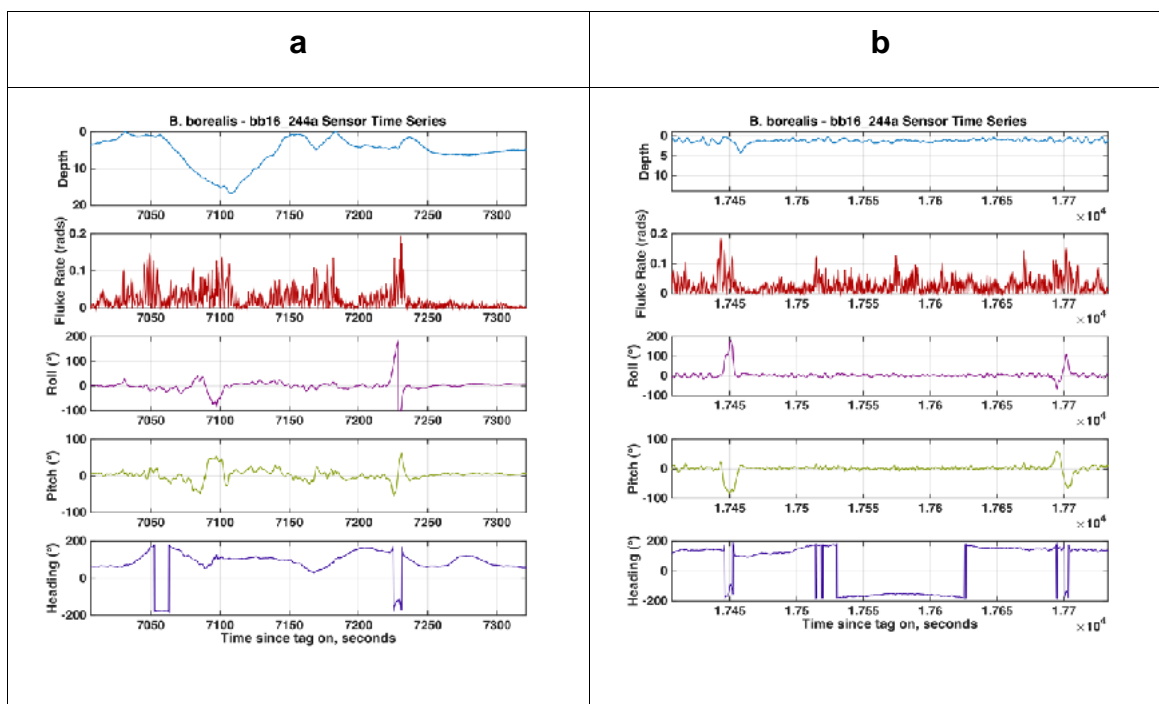
**Figura IV.4.1-49:** Perfil de profundidade do mergulho da baleia-sei marcada no dia 31 de agosto de 2016 na Bacia de Santos durante o segundo ano do PMC/BS. Eixo x: tempo (s), Eixo y: profundidade (m).



**Figura IV.4.1-50:** Duração dos mergulhos (minutos) da baleia-sei marcada no dia 31 de agosto de 2016 na Bacia de Santos durante o segundo ano do PMC/BS.

Uma análise dos registros dos sensores revelou vários eventos de alimentação caracterizados pelo aumento na taxa de propulsão da nadadeira caudal, seguidos por rápidos acréscimos na inclinação lateral e posteriormente uma diminuição da taxa de propulsão caudal, como descrito em GOLDBOGEN *et al.* (2006). No entanto, diferentemente da baleia-de-bryde, a baleia-sei somente se alimentou em águas superficiais enquanto estava com o DTAG fixado. A **Figura IV.4.1-51** apresenta um possível evento de alimentação submersa seguido de um provável evento de alimentação perto da superfície, enquanto que a **Figura**

IV.4.1-51 apresenta exemplos de dois prováveis eventos de alimentação perto da superfície.



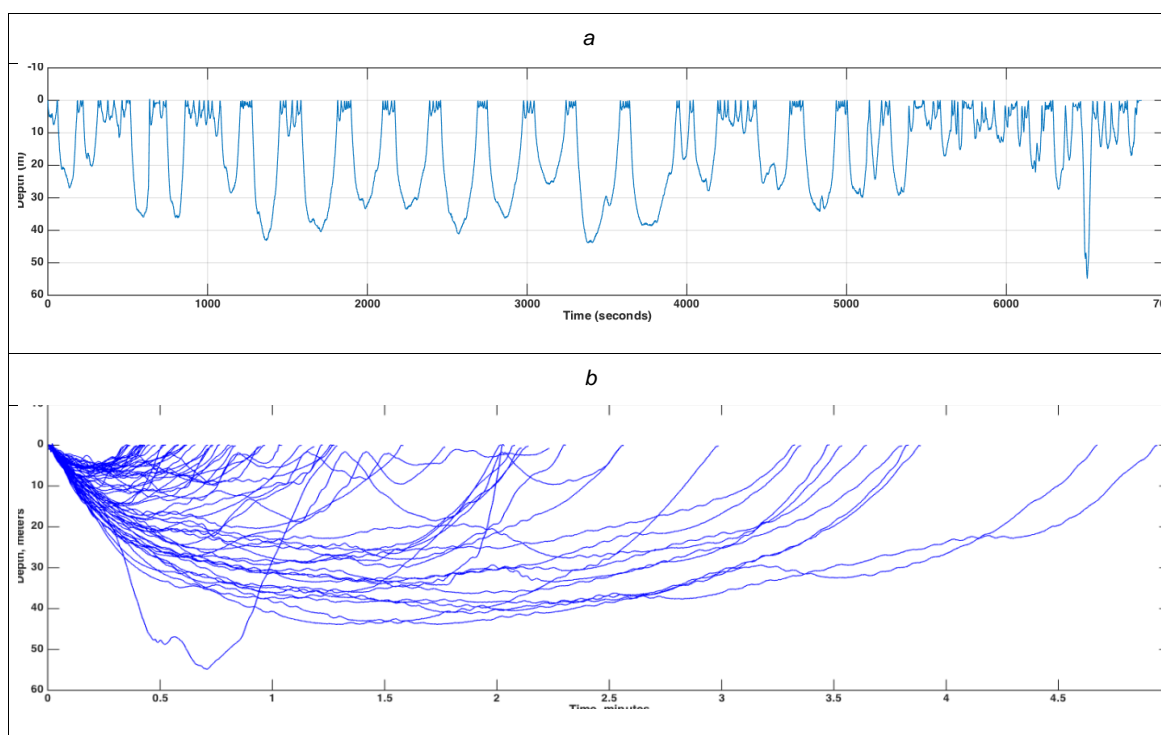
**Figura IV.4.1-51:** Gráficos representando as medições dos multissensores do DTAG (profundidade, taxa de propulsão caudal, inclinação lateral, inclinação transversal e rumo) fixados na baleia-sei marcada no dia 31 de agosto de 2016 na Bacia de Santos durante o segundo ano do PMC/BS. Os dados indicam: (a) Eventos que indicam tanto alimentação submersa como alimentação na superfície; (b) apenas eventos de alimentação na superfície.

Em relação aos padrões de alimentação da baleia-sei, o estudo de BAUMGARTNER *et al.* (2008) é coerente com as observações que indicam alimentação rente à superfície por essa espécie, assim como no caso das observações feitas neste estudo. No entanto, alguns dos estudos citados em BAUMGARTNER *et al.* (2008) sugerem que tal tipo de alimentação, pelo menos no Oceano Atlântico Norte, está associado à movimentação vertical do copépode, *Calanus finmarchicus* (espécie do zooplâncton consumida pela baleia-sei), que sobe para a superfície no período noturno e descende ao amanhecer. Por isso, sugere-se que a alimentação da baleia-sei ocorre predominantemente durante o período noturno, de acordo com a migração vertical de suas presas.

Para investigar esse tipo de padrão, o uso de um sistema de rastreamento VHF adotado pela equipe do PMC-BS permitirá o rastreamento de baleias marcadas com o DTAG durante o período noturno, coletando dados valiosos para entender a ecologia da alimentação dos roquais na Bacia de Santos.

*Baleia-jubarte: 23/07/17*

O DTAG *mn17\_204b* colocado na baleia-jubarte (*M. novaeangliae*) registrou diversos mergulhos, sendo 125 deles maiores que 2 metros (**Figura IV.4.1-52**). Deste total, 62 foram de profundidades maiores que 5 metros, com uma duração média de 1 minuto e 16 segundos, duração máxima de 4 minutos e 54 segundos e profundidade média de 18,2 m (DP = 12,9 m). A moda dos mergulhos foi de 5,3 m e a profundidade máxima de 54,9 metros (**Figura IV.4.1-52**). A sexagem genética realizada a partir da biópsia indicou que este indivíduo era um macho.

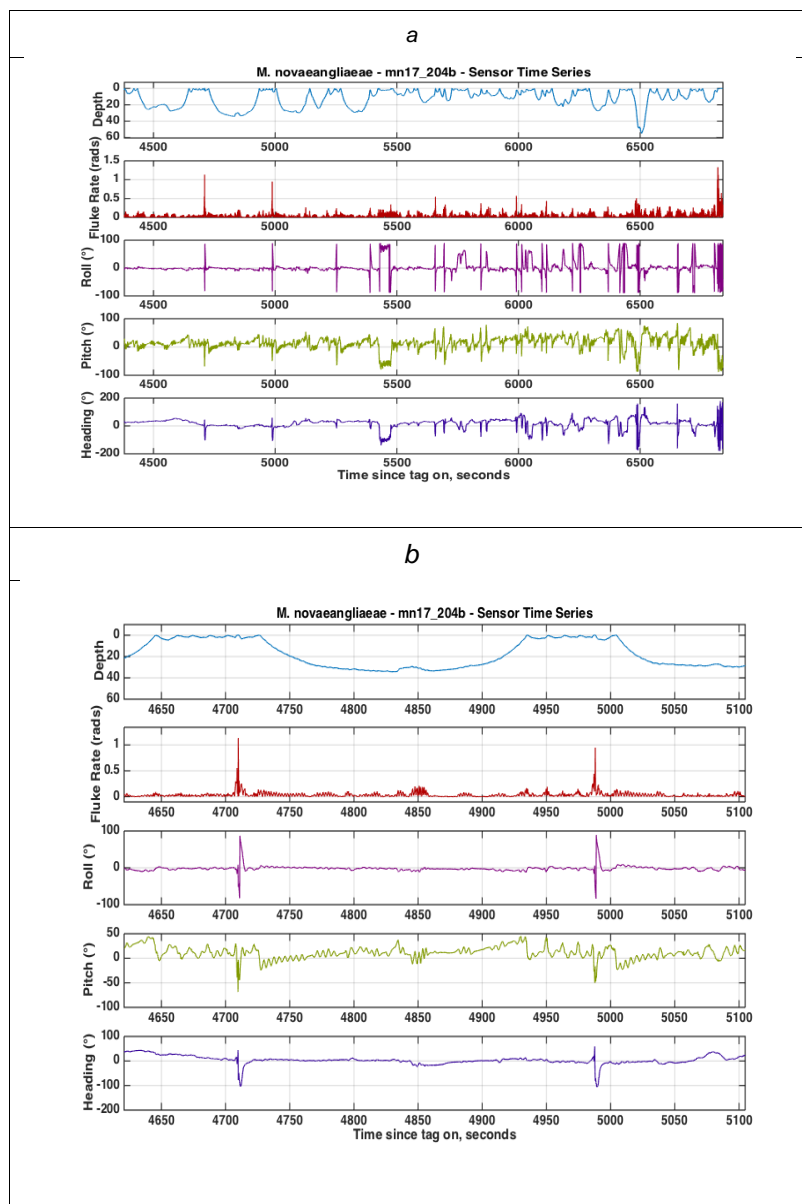


**Figura IV.4.1-52:** (a) Perfil de mergulho (profundidade x tempo) da baleia-jubarte (*M.novaeangliae*) marcada como DTAG *mn17\_204b* (profundidade em metros e tempo em segundos) na Bacia de Santos durante o segundo ano do PMC/BS. (b) Duração dos mergulhos (profundidade em metros e tempo em minutos).



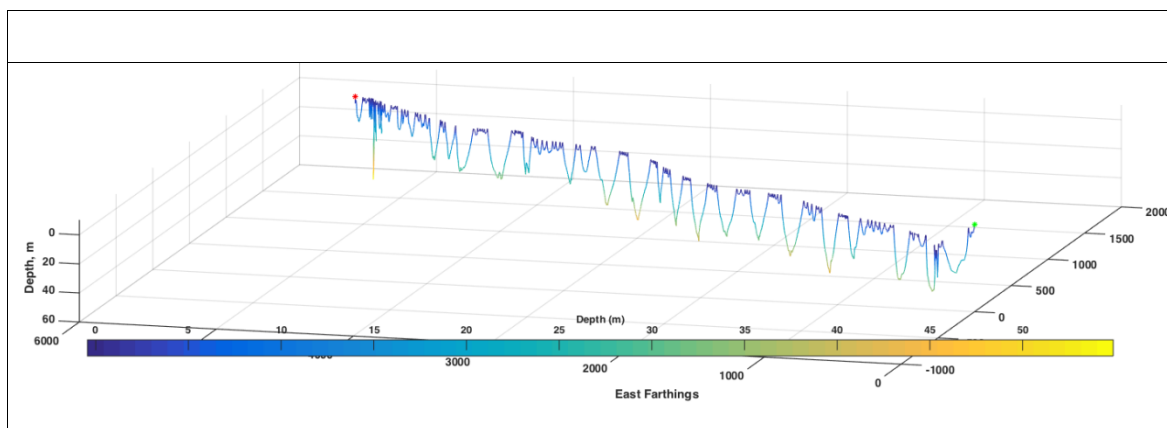
A análise cinemática dos sensores sugere eventos associados alimentação por engolfamento, identificados nos dados por um rápido acréscimo na taxa de propulsão da cauda, seguido por uma rápida rotação do corpo e diminuição da taxa de propulsão da cauda (GOLDBOGEN *et al.*, 2006). O animal estava, aparentemente, efetuando comportamentos de alimentação por engolfamento próximo à superfície. Estes eventos começaram no período por volta de 4.700 segundos após a colocação do DTAG e duraram até o final dos registros (período até cerca de 6.800 segundos), conforme ilustra a **Figura IV.4.1- 53 (a)**.

No período entre cerca de 4.710 segundos a 4.980 segundos, os dados dos sensores são consistentes com prováveis eventos de alimentação por filtragem na superfície (*surface-skimming lunge*), tipificados pelas assinaturas cinemáticas ilustradas na **Figura IV.4.1-53 (b)**.



**Figura IV.4.1-53:** Perfil cinemático do DTAG mn17\_204b colocado na baleia-jubarte (*M. novaeangliae*) (a) série de mergulhos associados ao aumento e diminuição da taxa de propulsão da cauda e rotação do corpo sugestivos de comportamentos de alimentação por engolfamento (b) detalhe de um mergulho com comportamento sugestivo de alimentação por filtragem na superfície. "Depth"= profundidade em metros; "Fluke Rate" = taxa de propulsão da cauda em radianos; "Roll" = rotação (ângulo em graus); "Pitch" = inclinação (ângulo em graus); "Heading" = rumo (ângulo em graus).

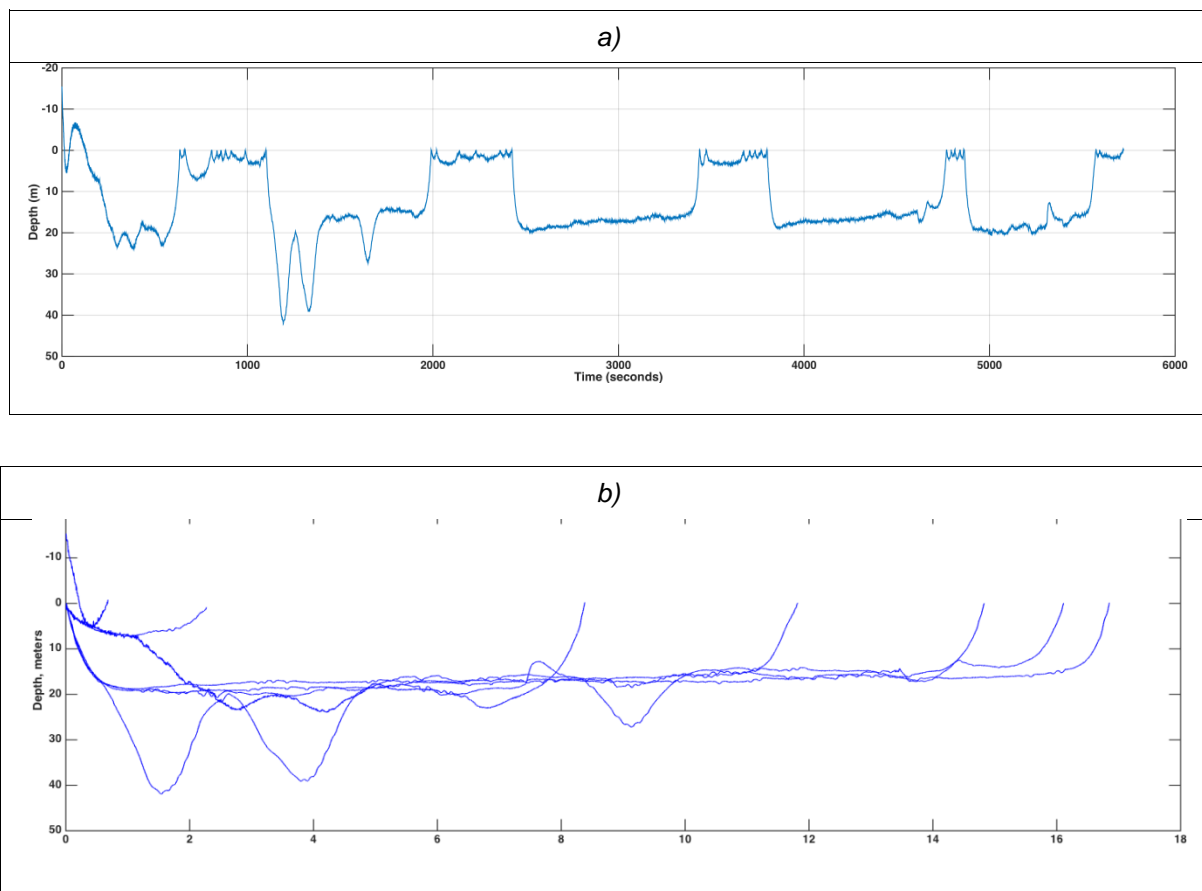
A **Figura IV.4.1-54** ilustra a pseudo-rota registrada pelo DTAG associada aos mergulhos realizados pelo animal marcado. O conjunto dos dados indica que, logo após a marcação, o animal se deslocou numa trajetória direcional, realizando uma série de mergulhos relativamente profundos e exibiu comportamentos de alimentação por engolfamento próximo à superfície.



**Figura IV.4.1-54:** Pseudo-rota e padrão de mergulho registrados no DTAG mn17\_204b colocado na baleia-jubarte na Bacia de Santos durante o segundo ano do PMC/BS.

*Baleia-fin: 08/08/17*

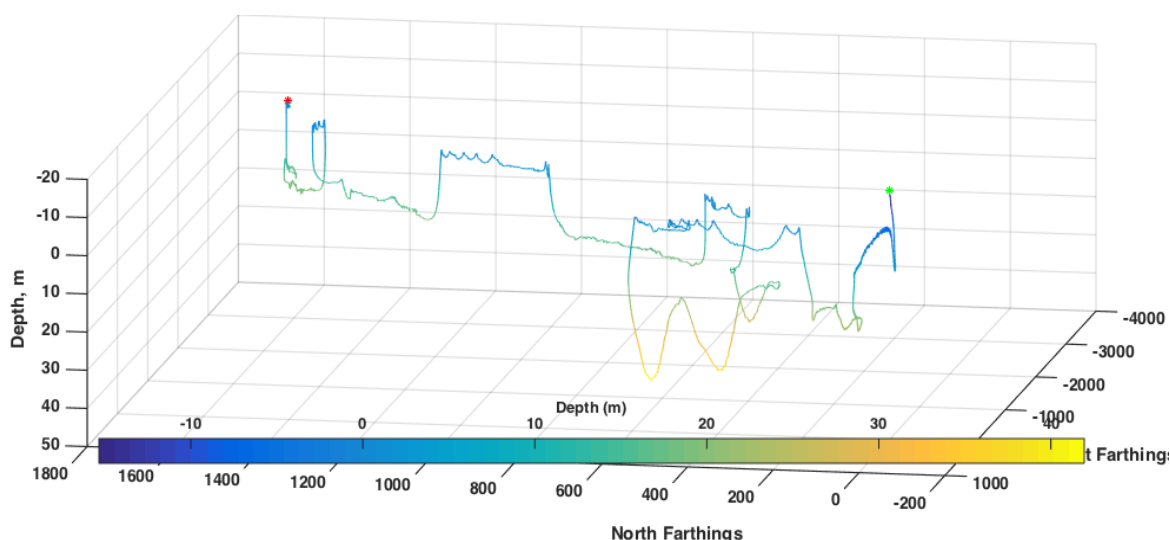
O DTAG bp17\_220a colocado na baleia-fin (*B. physalus*) registrou diversos mergulhos, sendo 21 deles maiores que 2 metros (**Figura IV.4.1-55**). Deste total, sete foram em profundidades maiores que 5 metros, com uma duração média de 6 minutos e 47 segundos (DP = 6 minutos e 51 segundos), duração máxima de 16 minutos e 51 segundos e profundidade média de 12,7 metros (DP = 12,9 metros). A moda dos mergulhos foi de 18,9 metros e a profundidade máxima de 41,9 metros (**Figura IV.4.1-55**). A sexagem genética realizada a partir da biópsia indicou que este indivíduo era uma fêmea.



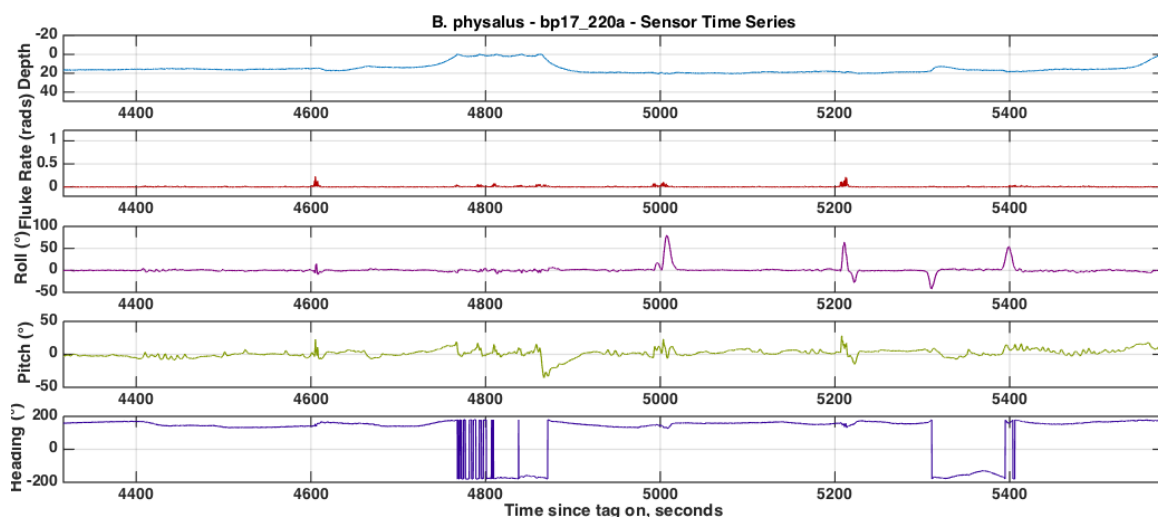
**Figura IV.4.1-55:** (a) Perfil de mergulho (profundidade x tempo) da baleia-fin (*B.physalus*) marcada como DTAG bp17\_220a (profundidade em metros e tempo em segundos) na Bacia de Santos durante o segundo ano do PMC/BS. (b) Duração dos mergulhos (profundidade em metros e tempo em minutos).

A maior parte dos mergulhos foi em profundidades de cerca de 20 metros (moda de 18,9 metros) e duraram entre 8 a 16 minutos (**Figura IV.4.1-56**), o que sugere uma provável busca por presas que habitam esta camada da coluna da água.

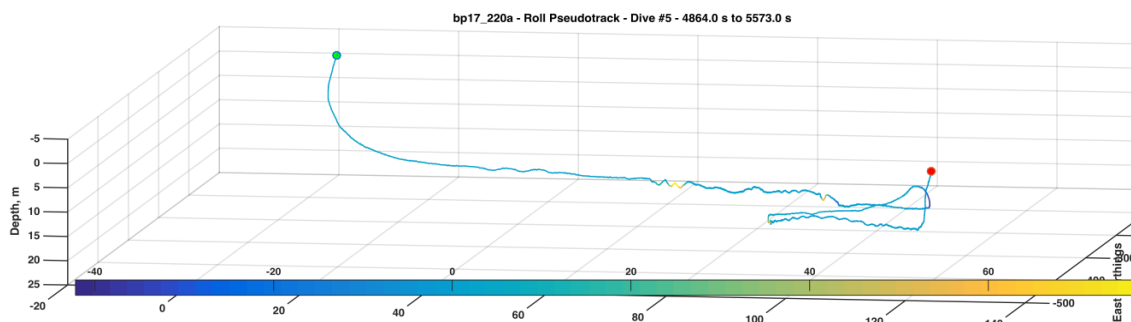
Os dados cinemáticos dão suporte a esta hipótese, sugerindo que o animal exibiu uma série de comportamentos de alimentação. No período entre 5.000 a 5.400 segundos (mergulho #5) foram registrados aumentos moderados na taxa de propulsão da cauda e movimentos de rotação do corpo (**Figuras IV.4.1-57 e IV.4.1-58**), que são assinaturas cinemáticas características de comportamento de alimentação (GOLDBOGEN *et al.*, 2006; OWEN *et al.*, 2016).



**Figura IV.4.1-56:** Pseudo-rota e padrão de mergulho de todo o período de registro do DTAG bp17\_220a colocado na baleia-fin (*B. physalus*) na Bacia de Santos durante o segundo ano do PMC/BS.



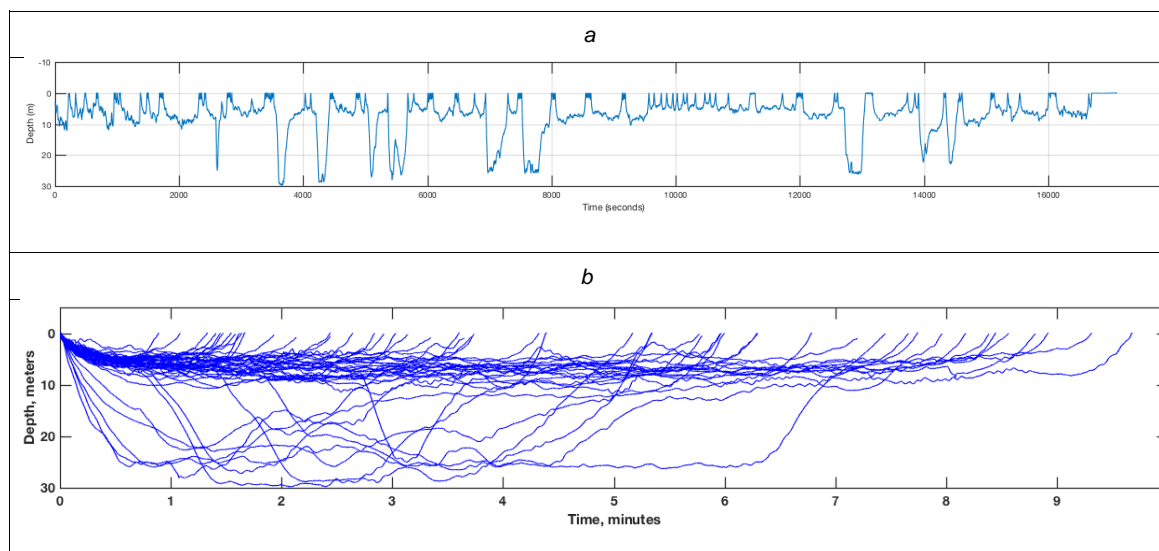
**Figura IV.4.1-57:** Perfil cinemático do mergulho #5 do DTAG bp17\_220a colocado na baleia-fin (*B. physalus*) na Bacia de Santos durante o segundo ano do PMC/BS. Os dados são sugestivos de comportamento de alimentação. "Depth"= profundidade em metros; "Fluke Rate" = taxa de propulsão da cauda em radianos; "Roll" = rotação (ângulo em graus); "Pitch" = inclinação (ângulo em graus); "Heading" = rumo (ângulo em graus).



**Figura IV.4.1-58:** Pseudo-rota e padrão do mergulho #5 registrado no DTAG bp17\_220a, colocado na baleia-fin (*B. physalus*) na Bacia de Santos durante o segundo ano do PMC/BS. A assinatura cinemática do mergulho sugere um comportamento de alimentação.

*Baleia-franca-austral:* 09/08/17

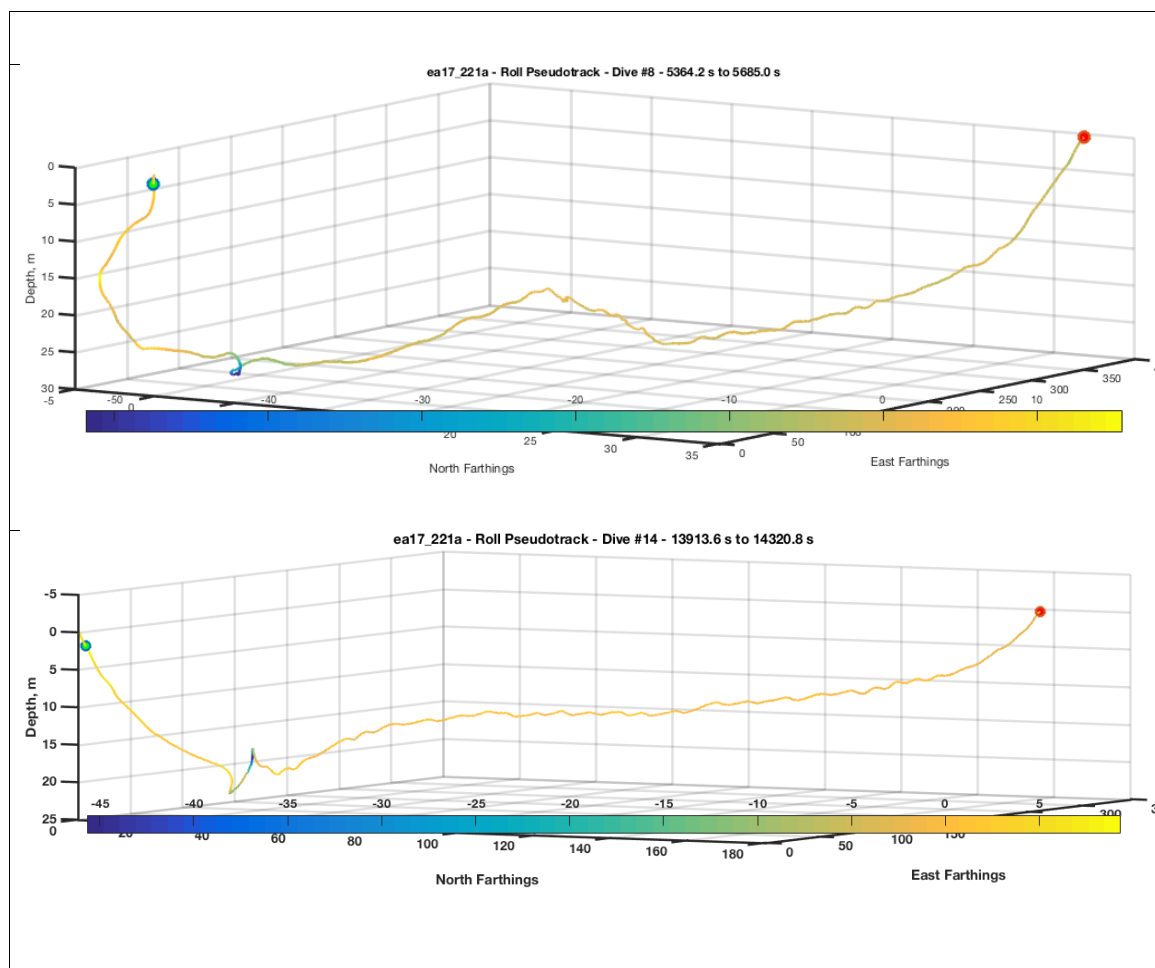
O DTAG ea17\_221a colocado na baleia-franca-austral (*E. australis*) registrou diversos mergulhos, sendo 78 deles maiores que 2 metros (**Figura IV.4.1-59**). Deste total, 51 foram de profundidades maiores que 5 metros, com uma duração média de 4 minutos e 41 segundos (DP = 2 minutos e 40 segundos), duração máxima de 9 minutos e 41 segundos e profundidade média de 11,4 metros (DP = 7,71 metros). A moda dos mergulhos foi de 5,1 metros e a profundidade máxima de 29,8 metros (**Figura IV.4.1-59**). A sexagem genética realizada a partir da biópsia indicou que este indivíduo era um macho.



**Figura IV.4.1-59:** (a) Perfil de mergulho (profundidade x tempo) da baleia-franca-austral (*E. australis*) marcada como DTAG ea17\_221a (profundidade em metros e tempo em segundos) na Bacia de Santos durante o segundo ano do PMC/BS. (b) Duração dos mergulhos (profundidade em metros e tempo em minutos).



Em alguns mergulhos mais longos e profundos, foram observados movimentos de rotação (p.ex., mergulhos #8 e #14, **Figura IV.4.1-60**), porém, estes mergulhos não apresentaram sinais de aceleração da propulsão caudal. Portanto, os dados cinemáticos não indicaram movimentos associados a alimentação. O animal marcado estava acompanhado de outros dois co-específicos (de sexo e parentesco desconhecido) e foram registradas diversas vocalizações durante o tempo em que o DTAG permaneceu no animal. Estas observações sugerem que o comportamento do animal marcado estava mais associado a atividades de socialização.



**Figura IV.4.1-60:** Pseudo-rota e padrão dos mergulhos #8 (acima) e #14 (abaixo) registrados no DTAG ea17\_221a, colocado na baleia-franca-austral (*E.australis*) na Bacia de Santos durante o segundo ano do PMC/BS, que ilustram alguns movimentos rotacionais durante os mergulhos, porém sem indicativos de comportamento de alimentação.

O uso de tags digitais multi-sensores (DTAGs) nas campanhas de telemetria no ano de 2017 concluíram as atividades de campo do segundo ano do PMC-BS. Novas informações foram acrescentadas ao conjunto de dados em escala fina e alta resolução, tanto para os dados de acústica quanto cinemática, coletados através dos DTAGs colocados em quatro espécies diferentes de mysticetos. As contribuições são importantes no nível regional e global e se somam aos dados já coletados em outras partes do mundo para a baleia-jubarte (FRIEDLAENDER *et al.*, 2009; TYSON *et al.*, 2012), baleia-fin (STIMPERT *et al.*, 2015) e baleia-de-bryde (CONSTANTINE *et al.*, 2015; e dados não publicados do PMC-BS). Além disso, é a primeira vez no mundo que um DTAG foi colocado em uma baleia-franca-austral (*E. australis*) (BOCCONCELLI; JOHNSON; DOMBROWSKI, comunicação pessoal).

#### IV.4.2 Tamanho de grupos

A partir da visualização dos grupos da embarcação ou aeronave foi possível estimar o tamanho dos grupos e determinar a presença de filhotes nos mesmos (**Tabela IV.4.2-1**). Os grupos de grandes baleias (misticetos) foram geralmente pequenos, com médias variando entre 1 e 3 animais (**Figura IV.4.2-1**). Os maiores grupos de misticetos foram da baleia-jubarte e da baleia-sei, que foram observados em um grupo interespecífico (misto) com 50 e 15 indivíduos, respectivamente. Neste grupo misto existiam ainda outros 200 golfinhos-nariz-de-garrafa. Estes animais estavam espalhados por uma área grande e apresentavam comportamento de alimentação, provavelmente se tratando de uma grande agregação em torno de alguma concentração de presas.

Os maiores grupos observados eram de odontocetos da Família Delphinidae, especialmente os golfinhos do gênero *Stenella* e do golfinho-nariz-de-garrafa (**Figura IV.4.2-2**). O maior grupo foi de 300 indivíduos de *T. truncatus*, observado durante a campanha aérea ao largo de Ilhabela (SP). Grupos da ordem de centenas de indivíduos também foram observados para *Stenella attenuata*, *S. frontalis*, *S. longirostris* e *Grampus griseus*. Grandes grupos da ordem de centenas de indivíduos são esperados para os golfinhos do gênero *Stenella* (MORENO *et al.*, 2005).

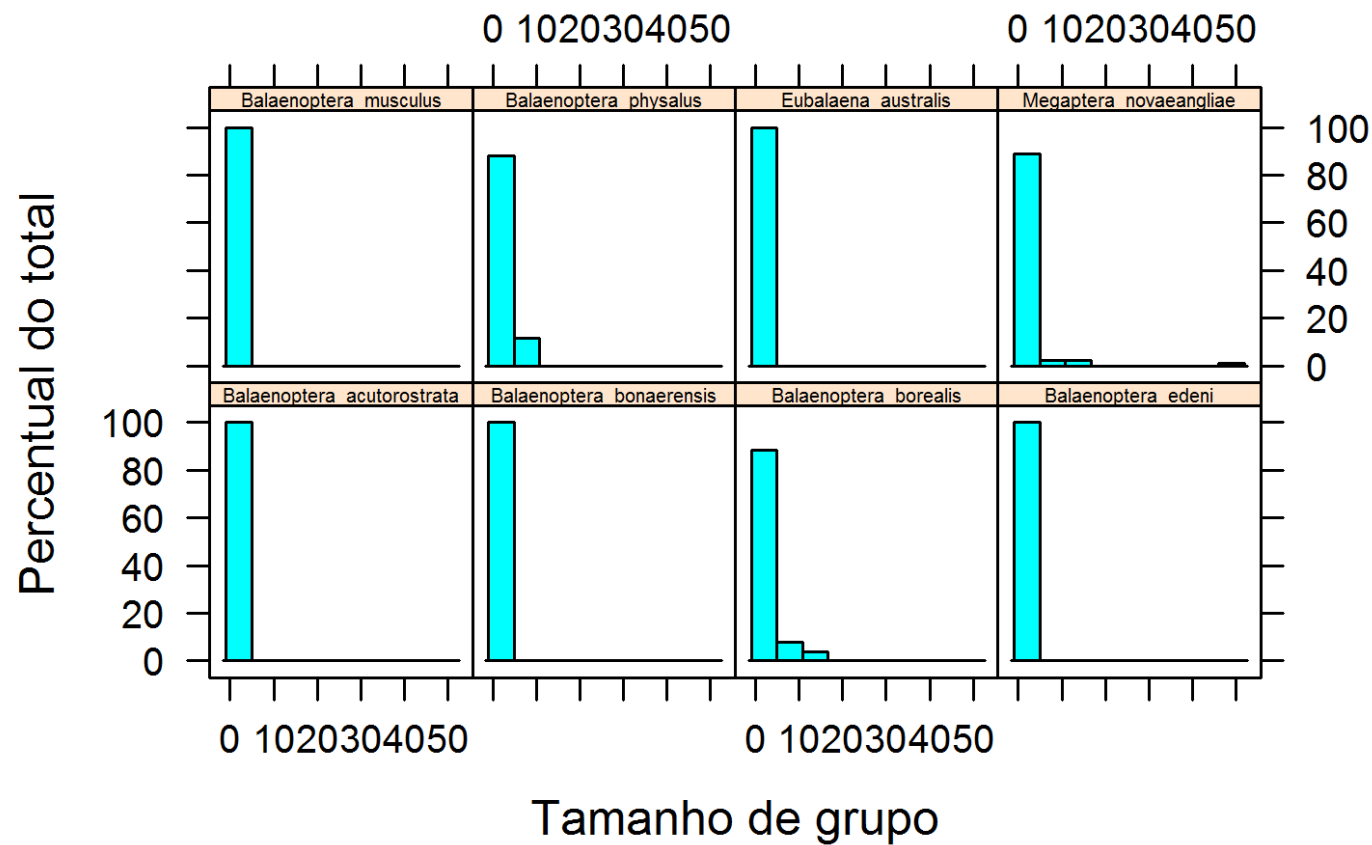
Com exceção das orcas-pigméias (*Feresa attenuata*) todos os delfínídeos apresentaram pelo menos um grupo contendo filhote na Bacia de Santos. Em geral, os pequenos delfínídeos apresentaram uma grande proporção de grupos contendo pelo menos um filhote, sendo que 8 das 13 espécies apresentaram mais de 40% dos grupos contendo pelo menos um filhote. Grupos compostos inteiramente de indivíduos juvenis foram registrados para *S. attenuata* e *S. frontalis*.

A proporção de filhotes da baleia-jubarte também foi pequena em relação à principal concentração reprodutiva da espécie no litoral da Bahia e Espírito Santo (MARTINS *et al.*, 2001). Isto indica que a Bacia de Santos não abriga uma agregação reprodutiva da espécie, mas pode ser usada em sua rota migratória ou mesmo para alimentação por animais juvenis. A baixa proporção ou mesmo

ausência de filhotes para outros balaenopterídeos (como a baleia-azul, baleia-fin e baleia-sei) também indica que a região talvez não seja usada somente para reprodução, como seria esperado para uma região tropical ou subtropical.

**Tabela IV.4.2-1: Tamanho de grupo e presença de filhotes das espécies/gêneros registradas durante o PMC-BS. DP = desvio padrão.**

Espécie/Gênero	Tamanho de grupo				Presença de filhotes	
	N	Média	DP	Min-Max	Presença	Proporção dos grupos
<i>Eubalaena australis</i>	1	3	-	-	Não	-
<i>Balaenoptera musculus</i>	4	1	0	1-2	Não	-
<i>Balaenoptera physalus</i>	17	2,3	1,4	1 – 5	Sim	5,8%
<i>Balaenoptera borealis</i>	26	3	3,4	1 – 15	Não	-
<i>Balaenoptera brydei</i>	43	1,5	0,7	1 – 3	Sim	9,3%
<i>Balaenoptera bonaerensis</i>	4	2,5	1,3	1 – 4	Sim	25%
<i>Balaenoptera acutorostrata</i>	2	1	-	-	Não	-
<i>Megaptera novaeangliae</i>	90	2,8	5,6	1 – 50	Sim	6,7%
<i>Physter macrocephalus</i>	26	1,8	1,5	1 – 6	Não	-
<i>Kogia</i> sp.	1	1	-	-	Não	-
<i>Orcinus orca</i>	11	3,8	3,2	1 – 10	Sim	18,2%
<i>Pseudorca crassidens</i>	1	100	-	-	Sim	100%
<i>Globicephala</i> sp.	10	10,1	11,6	2 – 40	Sim	20%
<i>Feresa attenuata</i>	2	5	0,7	5 – 6	Não	-
<i>Grampus griseus</i>	22	16	25	1 – 100	Sim	36,4%
<i>Sotalia guianensis</i>	14	14,1	15,9	2 – 50	Sim	42,8%
<i>Steno bredanensis</i>	15	6,9	6,4	2 – 25	Sim	14,3%
<i>Tursiops truncatus</i>	55	26,3	38,6	1 – 300	Sim	54,5%
<i>Stenella attenuata</i>	15	30	35,1	3 – 125	Sim	35,7%
<i>Stenella frontalis</i>	74	36,5	46,4	1 – 200	Sim	48,6%
<i>Stenella longirostris</i>	23	69,1	68,5	3 – 250	Sim	43,5%
<i>Stenella clymene</i>	4	57	51,9	8 – 50	Sim	50%
<i>Delphinus</i> sp.	5	20,4	22,9	6 – 60	Sim	60%
<i>Pontoporia blainvillei</i>	6	3,3	0,5	3 – 3	Sim	25%



**Figura IV.4.2-1:** Distribuição dos tamanhos de grupo dos cetáceos misticetos observados durante o PMC-BS.





### IV.4.3 Comportamento acústico

A seguir são apresentados os resultados referentes aos dados de MAP coletados durante as campanhas de Avistagem e MAP e os dados de bioacústica registrados pelos DTAGs durante as campanhas de telemetria.

Primeiramente, são apresentados os resultados gerais do acumulado de detecções acústicas das campanhas de Avistagem e MAP neste segundo ano do PMC-BS, incluindo o quantitativo e estatística descritiva das detecções separadas por tipo de sinal, classificação taxonômica e qualidade das detecções, além do quantitativo e qualidade das localizações e distâncias estimadas.

As análises das vocalizações de cetáceos foram divididas entre os cliques de ecolocalização de odontocetos, assovios de delfínídeos e sons de mysticetos. A abordagem metodológica foi desenvolvida com o objetivo de avaliar a possibilidade de classificação a partir das características das vocalizações e discutir aspectos do comportamento acústico para as espécies de cetáceos registradas pelo MAP.

#### IV.4.3.1 Detecções Acústicas de Cetáceos das Campanhas de Avistagem e MAP

O total de detecções acústicas validadas de cetáceos, após ao término do segundo ano do PMC-BS, foi de 412 registros, incluindo as quatro campanhas embarcadas de Avistagem e MAP. As informações das detecções foram inseridas no SISPMC e incluem: data, código ID MAP, hora inicial e final, coordenadas geográficas, classificação taxonômica, presença de grupo misto (sim ou não), tipo de sinal, localização (sim ou não) e o nome do operador. Quando assovios foram registrados, foi utilizada uma escala da taxa de ocorrência e força do sinal. A descrição desta escala encontra-se no **Anexo IV-2: Classificação dos sinais acústicos**. Além dos dados tabulados, no SISPMC foi incluído o áudio, forma da onda e espectrogramas de algumas vocalizações das espécies de cetáceos identificadas e catalogadas na sonoteca. Nos casos de cliques de odontocetos ultra-sônicos (acima de 20 kHz), foram inseridas somente imagens da forma da

onda e espectrograma, já que o ouvido humano não é capaz de ouvir nestas frequências.

Após a coleta foi feita a validação de todas as detecções acústicas registradas. Esta etapa consiste na confirmação, por parte dos pesquisadores de bioacústica do PMC-BS, da presença das vocalizações de cetáceos, dos tipos de sinais encontrados, do horário inicial e final registrado, da classificação taxonômica atribuída e da escala de taxa de ocorrência e força do sinal no caso de assovios. Também foram feitas observações gerais do conteúdo das detecções. Isto inclui a validação de detecções duvidosas, para avaliar a presença de falsos positivos ou falsos negativos. Quando verificados, os falsos positivos foram excluídos e os falsos negativos incluídos nos registros.

Os dados dos ciclos 1 e 2 passaram por uma nova validação após o segundo ano do PMC. O objetivo de revisitar estes dados foi reavaliar a validação feita no primeiro ano. Com a experiência adquirida após o segundo ano, foi possível incluir e excluir registros do primeiro ano, mas também refinar a classificação taxonômica para alguns registros. Além dos pesquisadores de bioacústica do PMC, esta validação contou com a colaboração da pesquisadora Elizabeth Fergusson, da empresa parceira Biowaves.

A triagem dos dados foi feita tanto durante a validação ou após a validação dos registros. Este processo consiste na seleção dos arquivos de áudio correspondentes a cada detecção, que foram organizados em pastas separadas por ciclo, data e respectivo código ID do MAP. Os arquivos de áudio são triados de acordo com o objetivo da análise: gravações com taxas de amostragem de 192.000 Hz (feitas a partir do ISHMAEL) foram utilizadas para selecionar amostras e analisar os assovios de delfínídeos, cliques de cachalote e sons de mysticetos. As gravações com taxas de amostragem de 500.000 Hz (feitas a partir do PAMGUARD) foram utilizadas para as análises de cliques, já que estes últimos são sinais de banda larga e necessitam de uma taxa de amostragem alta para serem registrados sem cortes no espectro de frequência.

Os tipos de sinais detectados foram na sua grande maioria os cliques e assovios produzidos pela Subordem Odontoceti ( $n = 403$ , 98%). Sinais atribuídos à Subordem Mysticeti foram detectados apenas no terceiro ciclo e classificados

como canto da baleia-jubarte ( $n = 9$ , 2%). A probabilidade de detecção de vocalizações de mysticetos nas campanhas embarcadas de avistagem e MAP continua baixa, devido às dificuldades descritas anteriormente. No entanto, foram registradas muitas detecções de odontocetos, representados por diferentes espécies. As detecções que não puderam ser identificadas foram classificadas como "delfínídeo não-identificado" (quando na presença de assovios) ou "odontoceto não-identificado", quando somente cliques foram detectados. Os assovios são atribuídos aos delfínídeos, apesar de haver a possibilidade de outras famílias de odontocetos produzirem este tipo de sinal.

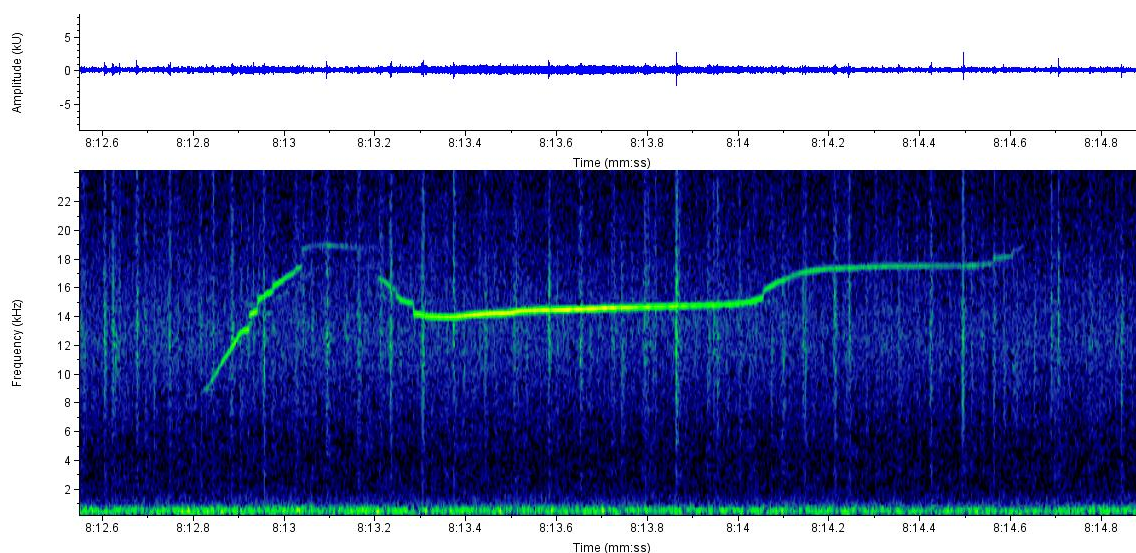
Assovios de outras famílias de odontocetos são considerados raros ou pouco documentados, como no caso de algumas espécies de baleia-bicuda (família Ziphiidae) (RANKING & BARLOW, 2007; AGUILAR DE SOTO *et al.*, 2012, MORISAKA, 2012) e a toninha (*Pontoporia blainvillei*) (CREMER *et al.*, 2017). Além disso, não foram encontrados assovios que potencialmente tivessem características descritas para outras famílias, e portanto, assumiu-se que todos os assovios detectados foram provenientes de membros da família Delphinidae.

Os odontocetos produzem basicamente dois tipos de sinais: (1) sinais tonais, comumente chamados de assovios e (2) sinais pulsados, que dividem-se em cliques de ecolocalização e *buzzes*. Este último apresenta uma taxa de repetição mais alta do que uma sequência regular de cliques (intervalo entre os cliques menor) e estão associados a comportamentos de investigação próxima de um objeto e associados ao forrageio, na fase anterior a captura da presa (AU *et al.*, 1993; MADSEN & SURLYKKE, 2013). Outra categoria de sons pulsados denominada de pulsados explosivos e chamados pulsados (do inglês *burst pulses* e *pulsed calls*), é menos comum e pouco estudada, geralmente associada à comunicação (e.g., LAMMERS *et al.*, 2004). Estes últimos são aqui categorizados como "gritos pulsados".

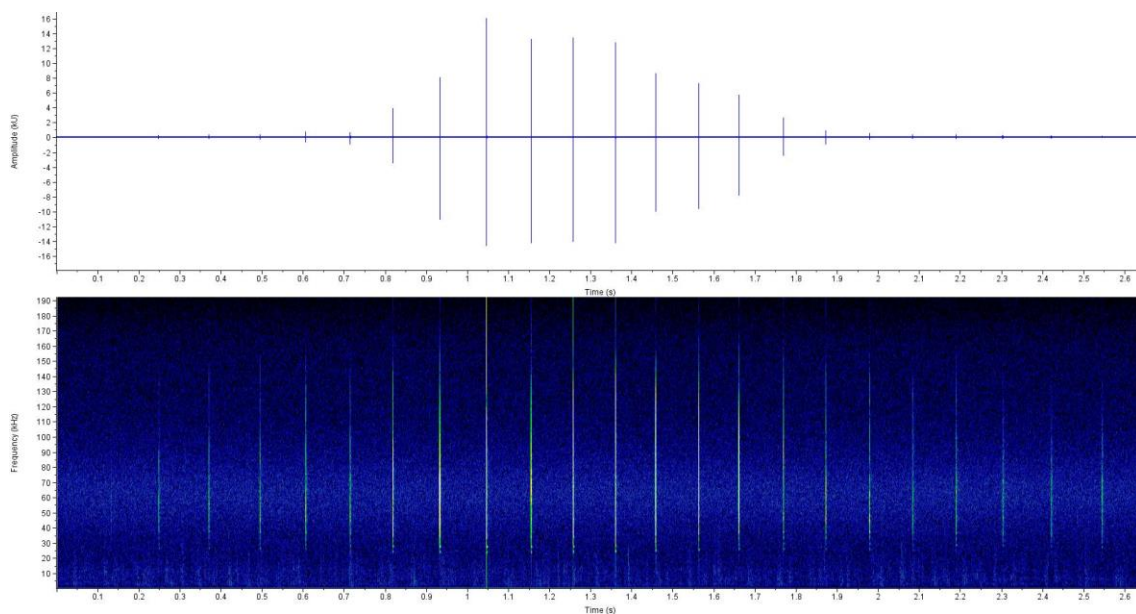
As **Figuras IV.4.3-1, IV.4.3-2 e IV.4.3-3** ilustram, respectivamente, exemplos de um assovio, sequência de cliques e gritos pulsados. A **Figura IV.4.3-4** ilustra uma sequência de buzz.

Por último, foram registrados sons estereotipados da baleia-jubarte, conhecidos como "canto" (e.g., PAYNE & MCVAY, 1971). A maior parte das

deteções deste tipo de sinal foi de baixa qualidade (baixa relação sinal/ruído), a **Figura IV.4.3-5** ilustra uma das poucas deteções de baleia-jubarte, captada com uma relação sinal/ruído melhor.

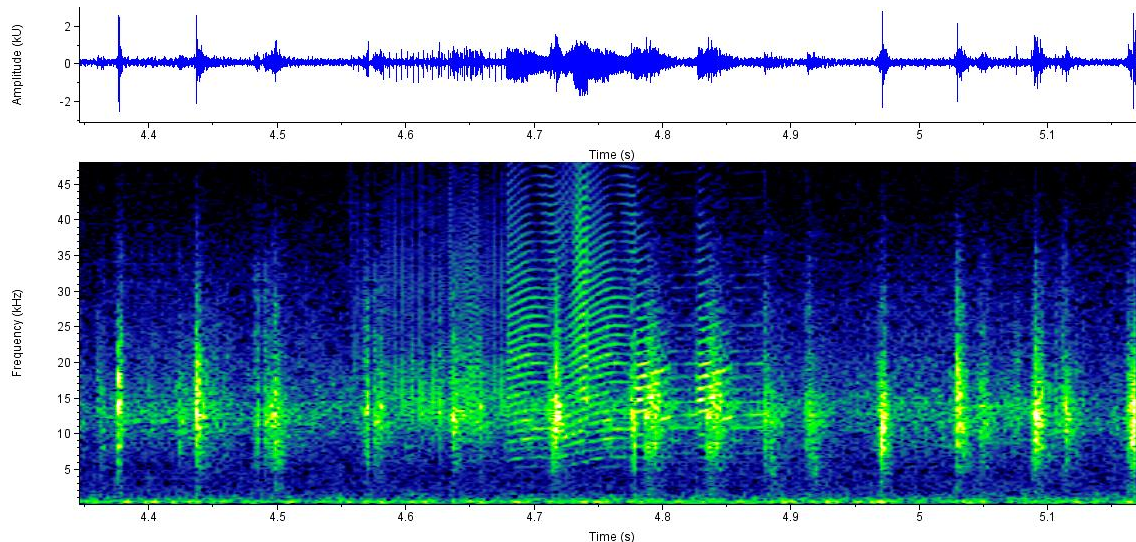


**Figura IV.4.3-1:** Exemplo de uma deteção de assvio de *Delphinidae* registrada no PMC-BS.

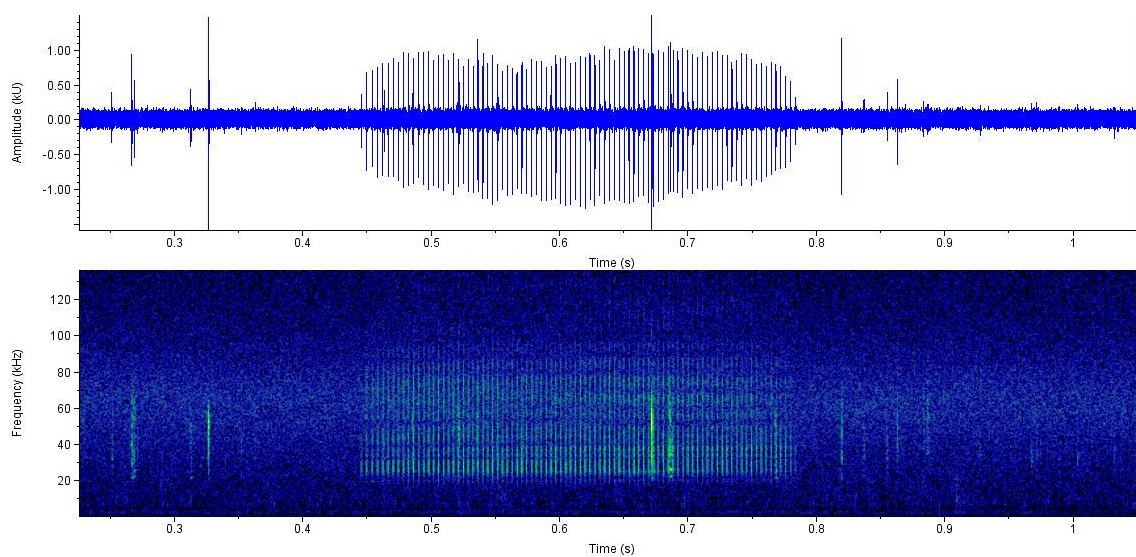


**Figura IV.4.3-2:** Exemplo de uma deteção de cliques de odontoceto não-identificado registrada no PMC-BS.

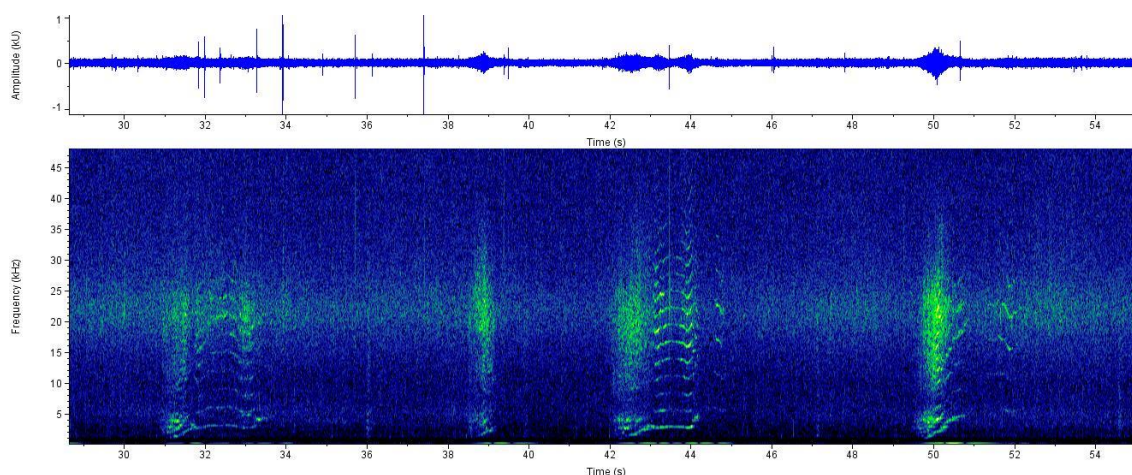




**Figura IV.4.3-3:** Exemplo de uma detecção de um grito pulsado de Delphinidae registrada no PMC-BS.



**Figura IV.4.3-4:** Exemplo de uma detecção de um "buzz" do golfinho-de-risso, *Grampus griseus* registrada no PMC-BS.



**Figura IV.4.3-5:** Exemplo de uma detecção de canto da baleia-jubarte, *Megaptera novaeangliae*, registrada no PMC-BS.

A **Tabela IV.4.3-1** apresenta o total de detecções acústicas, separado por ciclo e o total para o segundo ano do PMC-BS. As detecções estão separadas pelo tipo de sinal, em quatro categorias: assovios e cliques, somente assovios, somente cliques e canto de baleia. Os "buzzes" e gritos pulsados, quando presentes, foram incluídos juntos com os cliques, pois estão todos dentro da categoria de sinais pulsados produzidos por odontocetos.

**Tabela IV.4.3-1:** Detecções acústicas de cetáceos separadas por ciclo, tipo de sinal e o total para o segundo ano do PMC-BS.

Ciclo	1	2	3	4	Total
Tipo de Sinal					
Assovios e Cliques	28 (34%)	30 (30%)	58 (42%)	43 (47%)	159 (39%)
Assovios	31 (38%)	56 (57%)	31 (22%)	26 (28%)	144 (35%)
Cliques	23 (28%)	13 (13%)	41 (29%)	23 (25%)	100 (24%)
Canto de baleia	0	0	9 (7%)	0	9 (2%)
<b>Total</b>	<b>82 (20%)</b>	<b>99 (24%)</b>	<b>139 (34%)</b>	<b>92 (22%)</b>	<b>412 (100%)</b>

A maior parte das detecções foi de assovios e cliques ( $n = 159$ , 39%), seguido próximo de detecções de apenas assovios ( $n = 144$ , 35%). Já as detecções com apenas cliques foram em menor número ( $n = 100$ , 24%). Por último, houve um número reduzido de detecções de canto de baleia ( $n = 9$ , 2%). Houve uma variação nas proporções destas quatro categorias de tipo de sinal



para os diferentes ciclos do PMC-BS. Nos ciclos 1 e 2, houve mais detecções somente de assovios, principalmente no ciclo 2, que correspondeu a mais da metade do total de detecções para este ciclo ( $n = 56$ , 57%). Já nos ciclos 3 e 4, houve um maior número de registros de detecções que apresentaram tanto assovios como cliques (ciclo 3:  $n = 58$ , 42% e ciclo 4:  $n = 43$ , 47%), seguido de uma porcentagem menor de detecções de apenas assovios (ciclo 3:  $n = 31$ , 22% e ciclo 4:  $n = 26$ , 28%). Já as detecções de cliques foram mais homogeneamente distribuídas entre os ciclos (25% a 29%), com exceção do ciclo 2, em que houve um número reduzido de detecções nesta categoria (13,1%). O canto de baleia foi registrado apenas no ciclo 3, representando 7% do total para esta campanha.

No total de detecções por campanha, ficou evidente o maior número de detecções no ciclo 3 ( $n = 139$ , 34%), quando comparado às outras, representando cerca de um terço de todas as detecções realizadas.

O refinamento da classificação taxonômica das detecções acústicas variou de acordo com a possibilidade de identificação, que foi feita através dos registros pareados entre a equipe de operadores de MAP e a equipe de avistagem, como também registros do MAP com a espécie identificada a partir das características das vocalizações. Foram identificados 8 espécies e mais 2 gêneros de delfínídeos: *Stenella attenuata* (golfinho-pintado-pantropical), *S. longirostris* (golfinho-rotador), *S. clymene* (golfinho-de-clymene), *S. frontalis* (golfinho-pintado-do-Atlântico), *Tursiops truncatus* (golfinho-nariz-de-garrafa), *Steno bredanensis* (golfinho-de-dentes-rugosos), *Grampus griseus* (golfinho-de-risso), *Feresa attenuata* (orca-pigméia) e os gêneros *Globicephala* (baleia-piloto) e *Delphinus* (golfinho-comum). Todas estas identificações foram possíveis devido ao esforço combinado de avistagem e MAP, que permitiu que os observadores confirmassem a classificação de detecções acústicas pareadas ao registro visual. Houve alguns casos nos quais apenas o gênero *Stenella* pode ser identificado.

Outras espécies de cetáceos puderam ser identificadas através da observação e análises das características das vocalizações, tais como os cliques atribuídos a *Physeter macrocephalus* (cachalote), gênero *Kogia* (*Kogia* sp.), *Pontoporia blainvillei* (toninha), família Ziphiidae (baleia-bicuda), além do canto de *Megaptera novaeangliae* (baleia-jubarte). Entre os grupos taxonômicos listados

acima, soma-se no total 15 táxons, 8 espécies e 2 gêneros de delfinídeos, cachalote, toninha, gênero *Kogia* (*Kogia* sp.), baleia-bicuda não-identificada e baleia-jubarte. Detecções que ocorreram na presença de grupos mistos (duas ou mais espécies) não puderam ser analisadas (quanto às características das vocalizações), pois não foi possível afirmar de que espécie as vocalizações pertenciam. Entretanto, futuramente, estes dados podem ser relevantes para compor algum estudo comportamental com objetivos particulares de interação entre espécies.

Registros que não puderam ser incluídos em nenhum dos táxons foram classificados de acordo com os tipos de sinais presentes. Sempre que houve registros de assovios a classificação foi "delfinídeo não-identificado", mas na ausência dos assovios (apenas cliques) a classificação foi "odontoceto não-identificado". A **Tabela IV.4.3-2** lista o número total de detecções de acordo com a classificação taxonômica atribuída, separadas por ciclo e o total para o segundo ano do PMC-BS.

**Tabela IV.4.3-2:** *Resumo das detecções acústicas de cetáceos classificadas nos diferentes níveis taxonômicos, separadas pelo total de cada ciclo e o total (acumulado para o segundo ano do PMC-BS).*

Táxon/Campanha	1	2	3	4	Ano 2	% Total
<i>Stenella longirostris</i>	2	2	2	0	6	1,46
<i>Stenella attenuata</i>	2	3	2	1	8	1,94
<i>Stenella clymene</i>	0	1	1	0	2	0,49
<i>Stenella frontalis</i>	2	9	5	15	31	7,52
<i>Tursiops truncatus</i>	1	2	0	3	6	1,46
<i>Steno bredanensis</i>	0	2	1	0	3	0,73
<i>Grampus griseus</i>	1	3	0	1	5	1,21
<i>Globicephala</i> sp.	1	0	6	0	7	1,70
<i>Delphinus</i> sp.	0	0	2	0	2	0,49
<i>Feresa attenuata</i>	0	0	0	1	1	0,24
Grupo misto	0	1	1	2	4	0,97
<i>Stenella</i> sp.	1	0	1	0	2	0,49
<i>Kogia</i> sp.	2	1	4	2	9	2,18
<i>Physeter macrocephalus</i>	8	7	2	2	19	4,61
<i>Pontoporia blainvillei</i>	1	0	0	1	2	0,49

Táxon/Campanha	1	2	3	4	Ano 2	% Total
Ziphiidae	0	0	2	1	3	0,73
<i>Megaptera novaeangliae</i>	0	0	9	0	9	2,18
Odontoceti	7	2	25	14	48	11,65
Delphinidae	54	66	76	49	245	59,47
<b>Total</b>	<b>82</b>	<b>99</b>	<b>139</b>	<b>92</b>	<b>412</b>	<b>100</b>

As detecções acústicas identificadas em algum dos 15 táxons listados (8 espécies e 2 gêneros de delfínídeos, cachalote, toninha, *Kogia* sp., baleia-bicuda e baleia-jubarte) representaram cerca de 29% ( $n = 119$ ) do total dos registros realizados. No caso de delfínídeos, a identificação foi dependente de detecções acústicas pareadas à avistagem e representaram cerca de 18% ( $n = 73$ ) do total dos registros acústicos do PMC-BS. Os táxons identificados pelas características das vocalizações representaram porcentagens inferiores, que foram: cachalote (5%), baleia-jubarte (2%), *Kogia* sp. (2%), baleia-bicuda (<1%) e toninha (<1%). Detecções de grupos mistos também foram poucas, representando cerca de 1% do total.

Já as detecções acústicas que não puderam ser classificadas em nenhum dos 15 táxons listados representaram a grande maioria dos registros: cerca de 71% ( $n = 293$ ) do total. Na maior parte destes registros foram detectados assóvios, e, portanto, foram atribuídas à família Delphinidae (delfínídeo não-identificado), representando 59% ( $n = 245$ ) do total. Outra parte das detecções (12%,  $n = 48$ ) apresentou apenas cliques, classificados dentro da subordem Odontoceti (odontoceto não-identificado), o maior nível taxonômico registrado pelo MAP.

Foi observada uma variação entre os ciclos para os táxons identificados. Entre os delfínídeos do gênero *Stenella* destaca-se um grande número de detecções de golfinhos-pintados-do-Atlântico, *Stenella frontalis* ( $n = 31$ ), a espécie mais comum em águas da plataforma continental da Bacia de Santos até o presente. Em todos os quatro ciclos foi registrado um maior número de registros de *S. frontalis* do que das outras espécies do gênero (de hábito mais oceânico), com exceção do ciclo 1, que foi em número semelhante com os registros do

golfinho-rotador, *S. longirostris*. No ciclo 4, *S. frontalis* representou mais de 15% do total das detecções acústicas.

A espécie do gênero com menor representatividade foi o golfinho-de-Clymene, *S. clymene* (n = 2), com registros apenas nos ciclos 2 e 3. Houve duas detecções classificadas apenas no nível de gênero (*Stenella* sp.), além de um outro registro classificado como grupo misto (indivíduos de *S. frontalis* e *S. attenuata*).

Os registros de golfinhos-nariz-de-garrafa, *Tursiops truncatus* (n = 6) foram em valores medianos, quando comparados às outras espécies de delfínídeos. Apesar dos registros em todos os ciclos, no ciclo 3 a espécie foi registrada em um grupo misto (juntamente com o golfinho-de-dentes-rugosos, *Steno bredanensis* e baleias-piloto, *Globicephala* sp.) e em um outro grupo misto no ciclo 4 (juntamente com *S. bredanensis*). Estes registros são classificados como "grupo misto" e não podem ser contabilizados no número amostral para a espécie.

As baleias-piloto *Globicephala* sp. (n = 7) e o golfinho-de-risso, *Grampus griseus* (n = 5) também tiveram representatividade mediana entre os delfínídeos. Para *Globicephala* sp., a maior parte dos registros ocorreu no ciclo 3 (n=6), apenas um registro no ciclo 1 e nenhum nos ciclos 2 e 4. *G.griseus* foi registrado em todos os ciclos, com exceção do ciclo 3, além de um registro de grupo misto no ciclo 4 (juntamente com *S. bredanensis*). O ciclo 2 registrou o maior número de registros (n = 3) para a espécie. .

O golfinho-de-dentes-rugosos, *S. bredanensis* foi registrado apenas nos ciclos 2 e 3 (n = 3), apresentando uma baixa representatividade. Apesar de terem sido feitos outros registros, estes foram em grupos mistos, como no registro já citado no ciclo 3 (junto com *Tursiops truncatus* e *Globicephala* sp.) e outros dois no ciclo 4 (junto com *Tursiops truncatus* e outro com *Grampus griseus*).

O golfinho-comum, *Delphinus* sp. também foi registrado em poucas ocasiões (n=2), somente no ciclo 3. O delfínídeo de menor representatividade em número de registros acústicos foi a orca-pigmeia, *Feresa attenuata*, com apenas um registro no ciclo 4.

Já os registros acústicos, classificados pelas características das vocalizações, totalizaram 5 táxons: *Physeter macrocephalus*, *Kogia* sp., Ziphiidae,

*Pontoporia blainvillei* e *Megaptera novaeangliae*.

O cachalote, *P. macrocephalus*, foi registrado em todos os ciclos ( $n = 19$ ), mas em número bem maior nos ciclos 1 e 2 ( $n = 15$ ), quando comparado com os ciclos 3 e 4 ( $n = 4$ ). *Kogia* sp. também foi registrado em todos os ciclos, com destaque para o ciclo 3 ( $n = 4$ ). A família Ziphiidae teve baixa representatividade ( $n = 3$ ), apenas nos ciclos 3 e 4. Para a toninha, *Pontoporia blainvillei*, foram poucos registros ( $n = 2$ ), apenas nos ciclos 1 e 4. Por último, a baleia-jubarte, *Megaptera novaeangliae* ( $n = 9$ ), foi registrada apenas no ciclo 3. Trata-se de uma espécie migratória, que representou cerca de 7% das detecções deste ciclo.

Cerca de 60% das detecções do MAP foram classificadas como "delfínídeo não-identificado" ( $n = 245$ ). A maioria destas detecções (90%) foi realizada apenas pelo MAP ( $n = 220$ ), enquanto os outros 10% foram pareadas com as avistagens ( $n = 25$ ), mas também identificadas como "delfínídeo não-identificado" pela equipe de observadores.

As detecções classificadas como "odontoceto não-identificado", o nível taxonômico mais alto atribuído pelo MAP, totalizaram 12% do total ( $n = 48$ ). Nestes registros, o MAP detectou apenas cliques e não houve paridade com as avistagens. Na comparação entre os ciclos, foi observado que nos ciclos 1 e 2, "delfínídeo não-identificado" representou cerca de dois terços do total das detecções acústicas, enquanto "odontoceto não-identificado" apresentou valores menores (8% e 2% nos ciclos 1 e 2, respectivamente). Já nos ciclos 3 e 4, as detecções de "delfínídeo não-identificado" diminuíram, representando pouco mais da metade, enquanto "odontoceto não-identificado" aumentou para 18% e 15% nos ciclos 3 e 4, respectivamente.

*Qualidade das detecções acústicas*

A qualidade das detecções acústicas dependeu de uma série de fatores. Idealmente, uma detecção de qualidade terá uma duração longa, apresentará uma boa variedade e quantidade de sinais representativos do repertório da espécie e uma boa relação sinal/ruído. Tanto os comportamentos dos animais, como os aspectos metodológicos, contribuem para que as detecções tenham boa qualidade ou não.

No quesito metodológico, o método de amostragem através de transectos lineares no modo "passagem" dificulta a obtenção de detecções muito longas. De fato, a média das detecções está em menos de 15 minutos de duração. Porém, houve uma grande variabilidade na duração das detecções ( $CV = 111\%$ ). Na **Tabela IV.4.3-3** estão sumarizadas as estatísticas descritivas (média, mínimo e máximo, desvio padrão e coeficiente de variação) das detecções acústicas, separadas por ciclo e o total do segundo ano do PMC.

**Tabela IV.4.3-3:** Resumo da duração das detecções acústicas de cetáceos, separadas por ciclo e o total do segundo ano do PMC-BS. (Min - Max = Mínimo e Máximo, DP = Desvio Padrão e CV = Coeficiente de Variação). Os valores estão em minutos (min).

Ciclo	1	2	3	4	Ano 2
Duração Média (min)	14,74	16,37	12,69	12,36	13,91
Min - Max (min)	1 - 84	1 - 88	1 - 78	1 - 74	1 - 88
DP	17,00	16,48	14,94	13,38	15,46
CV (%)	115	101	118	108	111

Foram poucas detecções longas ( $\geq 60$  minutos) ( $n = 10\%$ ) e apenas 15% ( $n = 61$ ) atingiram a duração de 30 minutos ou mais. As detecções longas foram associadas principalmente aos cachalotes, apesar de detecções curtas também terem ocorrido. Além disso, houve detecções longas de assovios e cliques de delfínídeos. Por vezes, também houve oportunidades de fazer gravações mais longas durante as manobras de "360". Grupos de animais distantes, por vezes, também eram detectados por períodos longos, porém com baixa amplitude, como no caso da baleia-jubarte e algumas detecções de assovios de delfínídeos.

As detecções curtas foram mais frequentes: cerca de 40% ( $n = 163$ ) delas tiveram duração de 5 minutos ou menos. As detecções mais curtas, de 1 minuto ou menos, representaram cerca de 17% ( $n = 70$ ). A maior parte destas detecções está associada a assovios de delfínídeos (70%), mas também às detecções de sequências curtas de cliques de odontocetos (30%).

Detecções que apresentaram baixa relação sinal/ruído são consideradas de



baixa qualidade. Estão provavelmente associadas a grupos mais distantes, mas também a períodos de ruído mais intenso. Nestes casos, os sinais se tornam difíceis de serem visualizados ou escutados e acabam sendo descartados das análises. Detecções deste tipo foram comuns para registros de assovios de delfínídeos e canto da baleia-jubarte.

Além do quesito metodológico (navegação constante em modo "passagem", que gera ruído e oferece poucas oportunidades de gravações longas), o comportamento dos animais também influencia na qualidade das detecções. Detecções longas não são muito proveitosas se os animais vocalizarem pouco ou estiverem muito distantes dos hidrofones (baixa amplitude). Amostras pequenas são poucos representativas e sinais com baixa relação sinal/ruído acabam por ser excluídas das análises acústicas, pois impossibilitam a extração de características de tempo e frequência confiáveis.

Foi utilizada uma escala da quantidade (Taxa de Ocorrência) e qualidade (Força do Sinal) dos assovios registrados nas detecções acústicas do PMC-BS. A Taxa de Ocorrência vai de 1 a 5, e está relacionada a quantidade de assovios ao longo do intervalo de tempo da detecção (1- poucos assovios e 5-assoivos constantes e sobrepostos). A Força do Sinal vai de 1 a 4, e está relacionada a amplitude (1- baixa e 4- alto). A escala completa está descrita no **Anexo IV-2: Classificação dos sinais acústicos**.

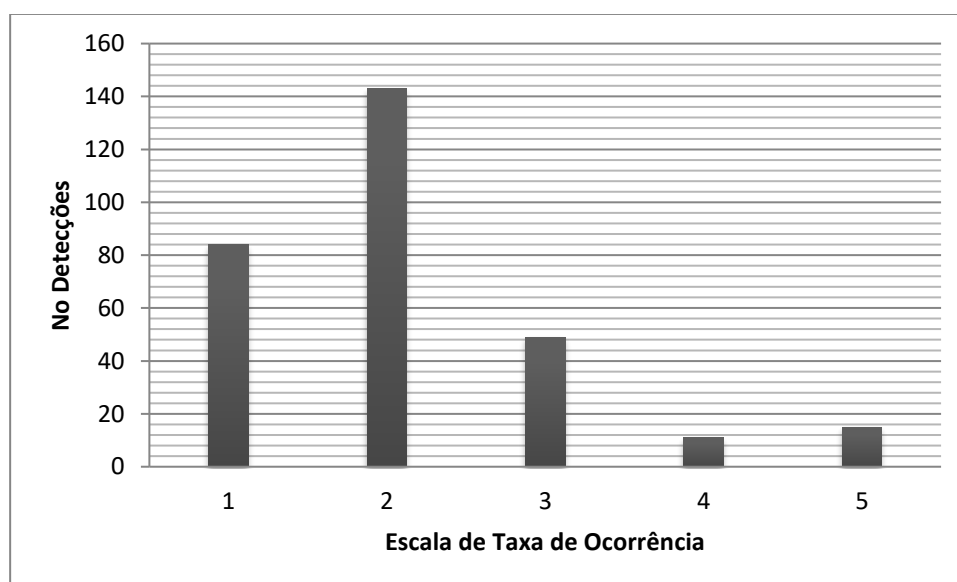
#### *Taxa de Ocorrência de Assovios*

No total, foram 302 (73%) detecções do PMC-BS que continham assovios. Destas, cerca de 25% apresentaram taxa de ocorrência 3 ou maior. A Taxa de Ocorrência classificada como 2, nos quais os animais produzem vocalizações regulares, no entanto com intervalos de silêncio maiores, compuseram quase metade das detecções (47%). Outras 28%, foram detecções de apenas alguns poucos assovios (Taxa de Ocorrência 1). A **Tabela IV.4.3-4** sumariza as detecções acústicas de acordo com as diferentes classes de Taxa de Ocorrência, separado por ciclo e o total para o segundo ano do PMC-BS. A **Figura IV.4.3-6** apresenta o histograma, indicando que as categorias de Taxa de Ocorrência 1 e 2 foram as mais comuns dentre as detecções acústicas de

assovios do PMC-BS.

**Tabela IV.4.3-4:** Total de detecções de assovios classificadas entre as diferentes classes de Taxa de Ocorrência, separadas por campanha e o total para o segundo ano do PMC-BS.

Ciclo	1 n = 59	2 n = 86	3 n = 88	4 n = 69	Total n = 302
Taxa de Ocorrência					
1	16 (27%)	23 (27%)	27 (31%)	18 (26%)	84 (28%)
2	27 (46%)	44 (51%)	40 (46%)	32 (46%)	143 (47%)
3	13 (22%)	10 (11%)	16 (18%)	10 (15%)	49 (16%)
4	0	5 (6%)	3 (3%)	3 (4%)	11 (4%)
5	3 (5%)	4 (5%)	2 (2%)	6 (9%)	15 (5%)



**Figura IV.4.3-6:** Histograma do número de detecções acústicas de assovios relacionadas às diferentes categorias de Taxa de Ocorrência.

As detecções com Taxa de Ocorrência entre as classes 1 e 2 (poucos assovios ao longo da detecção), variaram entre 72% e 78% entre os diferentes ciclos, o que corresponde a uma média de 75% do total das detecções de assovios do PMC-BS. Isto indica, que as detecções mais comuns foram as de alguns poucos assovios (Taxa de Ocorrência 1), ou detecções com mais

assovios, porém produzidos entre períodos de silêncio mais longos dentro do intervalo de tempo da detecção (Taxa de Ocorrência 2).

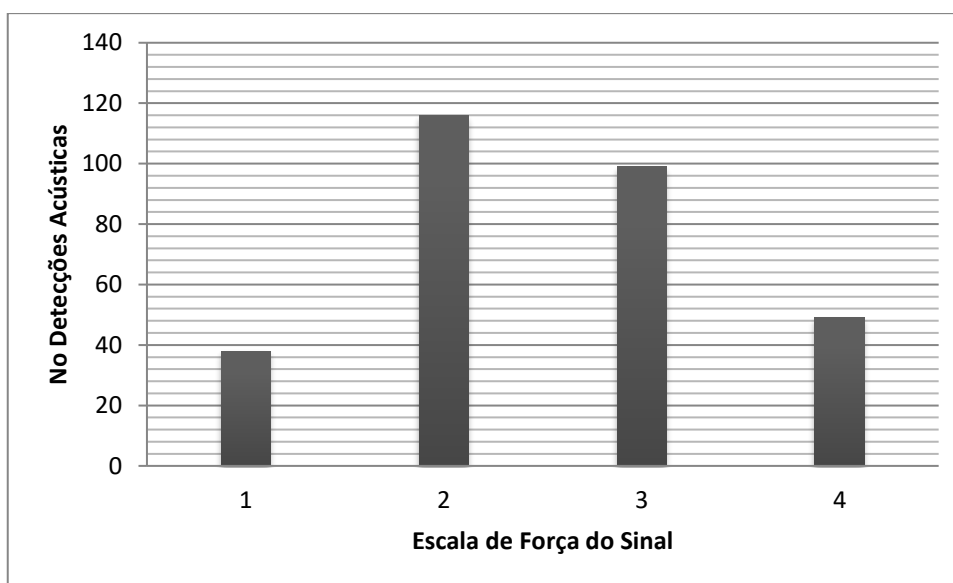
### *Força do Sinal*

A Força do Sinal indica a qualidade dos assovios para as análises, pois está relacionada à sua amplitude em relação ao ruído ambiente. Do total das detecções de assovios, 49% foram detecções que continham assovios com força entre 3 ou 4 (assovios fortes). Outros 38% foram de força 2, que já são sinais mais fracos. Os 13% restantes foram de força 1, que são detecções de sinais que mal podiam ser escutados ou vistos no espectrograma (todos com Taxa de Ocorrência 1 ou 2). A **Tabela IV.4.3-5** sumariza as detecções acústicas de acordo com as diferentes classes de Força do Sinal, separado por ciclo e o total para o segundo ano do PMC-BS. A **Figura IV.4.3-7** apresenta o histograma, indicando que as categorias de Força do Sinal entre 2 e 3 (qualidade média a boa) foram as mais comuns dentre as detecções acústicas de assovios do PMC-BS.

Nos comparativos entre as campanhas, as detecções dos ciclos 1 e 3 ficaram com distribuição semelhante entre as classes de Força de Sinal. Nestes ciclos, a proporção de detecções com assovios fortes (classificado entre força 3 ou 4) foi um pouco maior (59%), quando comparado com os ciclos 2 e 4 (51%).

**Tabela IV.4.3-5:** Total das detecções de assovios classificadas entre as diferentes classes de Força do Sinal, separadas por ciclo e o total para o segundo ano do PMC.

Ciclo	1	2	3	4	Total
Força do Sinal	n = 59	n = 86	n = 88	n = 69	n = 302
1	7 (12%)	6 (7%)	7 (12%)	11 (16%)	38 (13%)
2	17 (29%)	36 (42%)	17 (29%)	23 (33%)	116 (38%)
3	24 (41%)	31 (36%)	24 (41%)	20 (29%)	99 (33%)
4	11 (18%)	13 (15%)	11 (18%)	15 (22%)	49 (16%)



**Figura IV.4.3-7:** *Histograma do número de detecções acústicas de assovios relacionadas às diferentes categorias de Força do Sinal.*

### Localização

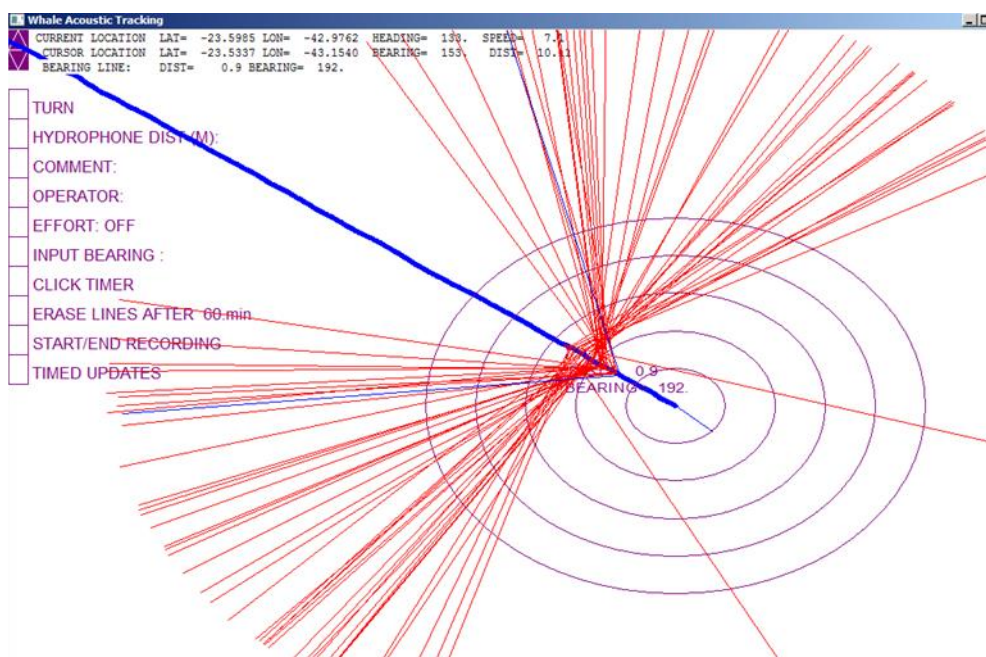
Sempre que possível, durante as atividades de campo, foi feita a localização dos sinais acústicos para estimar a distância dos grupos de cetáceos. Foi utilizada a técnica de análise do alvo em movimento, que assume que o navio navega em velocidade constante e o "alvo" a ser detectado está estático, ou pelo menos se desloca em velocidade menor do que a embarcação. Para fazer a localização são calculados os ângulos de direção do "alvo", que são plotados em um mapa. O ponto onde os ângulos convergem é considerado a localização estimada da fonte sonora e a distância é medida manualmente no mapa. Existe uma ambiguidade no cálculo (quanto ao lado da embarcação em relação a fonte sonora), portanto foi feita a média entre os dois lados para se estimar a distância. Nos casos em que houve avistagem pareada com a detecção acústica, a equipe visual informava o bordo a que os animais foram avistados, e a distância era medida conforme o bordo que a detecção foi avistada.

Os registros incluem a medida da primeira distância (a partir do arranjo de hidrofones) e da distância perpendicular à linha do transecto. A primeira distância, informa o maior alcance em que foi possível localizar as vocalizações dos cetáceos. A distância perpendicular é utilizada na aplicação da metodologia de

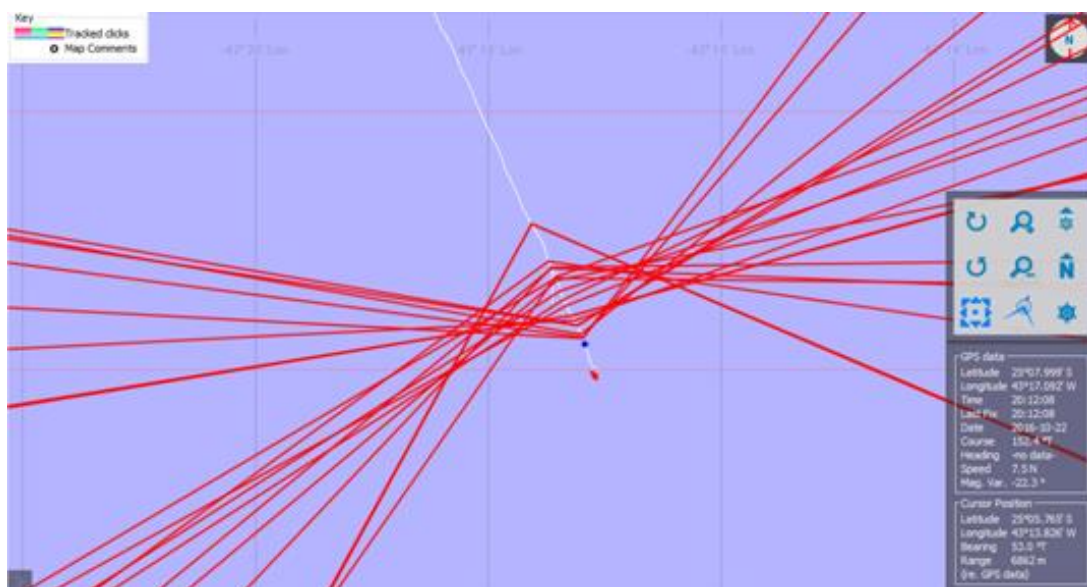
estimativa populacional, através da amostragem de distâncias (*Distance sampling*) (BUCKLAND *et al*, 2001).

A estimativa populacional pode ser realizada para as espécies nas quais é possível não apenas fazer a localização, mas também de alguma forma contar os indivíduos. Atualmente, a única espécie para a qual foi possível aplicar esta metodologia no PMC-BS foi o cachalote (*P. macrocephalus*). Para os delfinídeos, ainda permanece um desafio fazer a contagem de indivíduos através dos sinais acústicos.

A localização depende que haja um número suficiente de cálculos dos ângulos de direção de diferentes vocalizações do grupo ou indivíduo. Como indicativo da qualidade da localização, foi utilizada uma escala que vai de 1 a 5 (1 para uma localização muito boa e 5 para uma localização péssima). A descrição completa desta escala pode ser encontrada no **Anexo IV-2: Classificação dos sinais acústicos**. As Figuras **IV.4.3-8 a IV.4.3-11**, ilustram exemplos de mapas de detecções, feitas tanto pelo PAMGUARD ou ISHAMEL, com diferentes classes de qualidade da localização. A **Tabela IV.4.3-6** sumariza o total de detecções de acordo com a qualidade da localização.

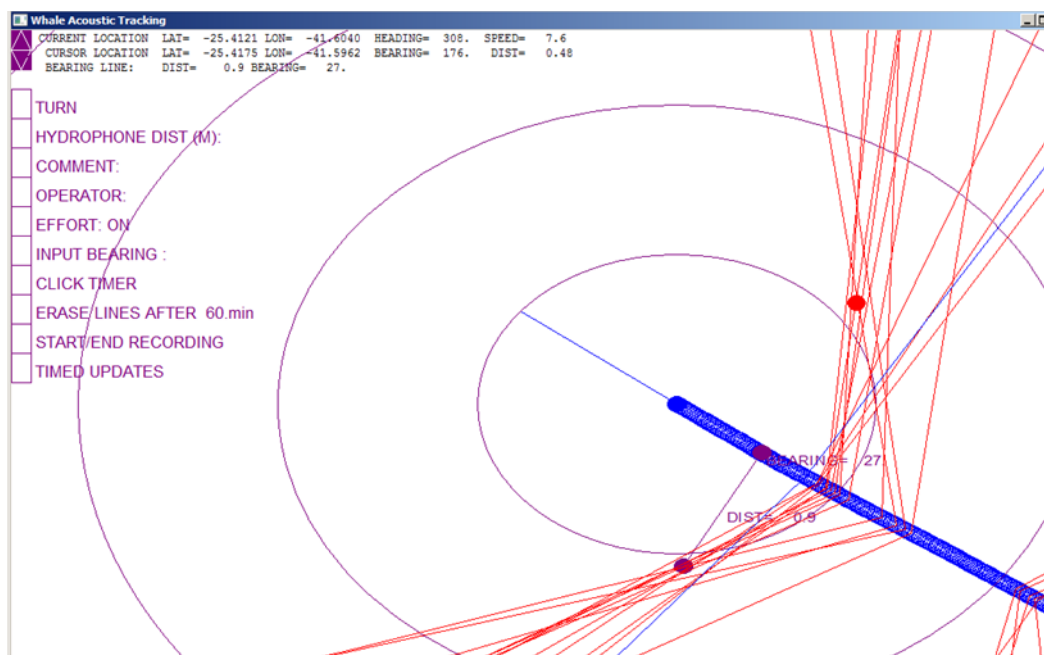


**Figura IV.4.3-8:** Exemplo de uma detecção com localização feita no ISHMAEL/WHALTRAK com Qualidade 1.

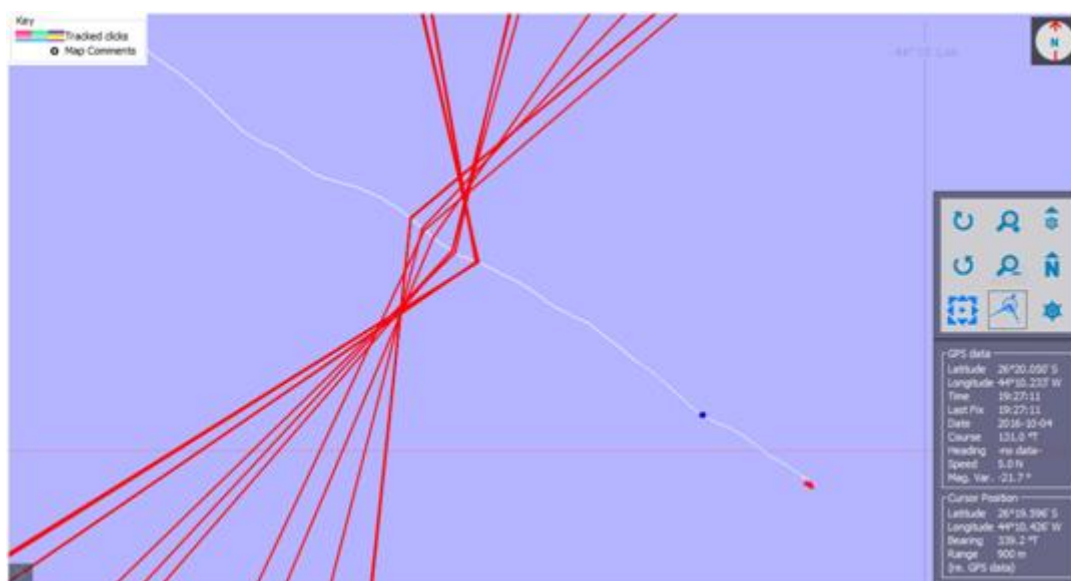


**Figura IV.4.3-9:** Exemplo de uma detecção com localização feita no PAMGUARD com Qualidade 2.





**Figura IV.4.3-10:** Exemplo de uma detecção com localização feita no ISHAMEL/WHALTRAK com Qualidade 3.



**Figura IV.4.3-11:** Exemplo de uma detecção com localização feita no PAMGUARD com Qualidade 3.

**Tabela IV.4.3-6:** Total de detecções classificadas entre as diferentes classes de Qualidade da Localização (QLoc), separadas por ciclo e o total para o segundo ano do PMC-BS. QLoc = 0 indica o número de detecções que não foi possível fazer a localização.

Ciclo	1	2	3	4	Total
QLoc					
0	45 (55%)	53 (54%)	62 (45%)	35 (38%)	195 (47%)
1	1 (1%)	11 (11%)	20 (14,5%)	6 (7%)	38 (9%)
2	14 (17%)	9 (9%)	21 (15%)	13 (14%)	57 (14%)
3	15 (18%)	21 (21%)	20 (14,5%)	27 (29%)	83 (20%)
4	3 (4%)	5 (5%)	4 (3%)	5 (5%)	19 (5%)
5	4 (5%)	0	11 (8%)	6 (7%)	20 (5%)

A qualidade da localização depende de fatores tais como a quantidade e amplitude dos sinais, assim como da habilidade do operador de MAP. Caso os sinais sejam muito fracos, ou em pouca quantidade, nem mesmo é possível fazer a localização. Além da necessidade dos animais estarem vocalmente ativos, outros aspectos do comportamento influenciam na qualidade da localização. Grupos mais dispersos ou ágeis, como no caso de delfínídeos, dificilmente geram localizações de qualidade 1. Vocalizações vindas de grandes profundidades, tal como pode ocorrer para espécies de mergulho profundo, como os cachalotes e baleias-bicuda, podem gerar distorções nos ângulos calculados, já que a localização é feita em 2D. Fatores operacionais, que por vezes dificultaram a localização foram os desvios da rota (durante manobras de "360" ou por motivos de segurança para evitar a proximidade com outras embarcações e/ou apetrechos de pesca). Problemas técnicos relacionados aos programas, por vezes, também dificultaram a localização.

Em mais da metade das detecções acústicas ( $n = 218$ , 53%) foi possível fazer a localização durante as atividades de campo, classificadas entre as diferentes classes de qualidade de localização. As detecções que tiveram qualidade entre 1 e 3 representaram 43% ( $n = 178$ ) do total e foram consideradas estimativas mais confiáveis da localização. Houve um aumento progressivo de detecções que puderam ser localizadas ao longo dos ciclos. O ciclo 4 foi o que

menos teve detecções sem localização (38%), assim como um maior número de detecções com a localização de qualidade entre 1 e 3 (51%). O maior número de detecções de qualidade 1 foi no ciclo 3 (14,5%).

Do total de detecções acústicas com localização ( $n = 218$ ), mais de 80% ( $n=178$ ) foram classificadas como de qualidade entre 1 e 3. Os resultados das distâncias estimadas serão considerados apenas para estas detecções, pois detecções com a localização de qualidade abaixo de 3 foram consideradas pouco confiáveis.

### Distâncias

A localização foi feita utilizando os dois programas para processamento acústico implementados no PMC-BS: PAMGUARD (PG) ou ISHMAEL/WHALTRAK (ISH). No PG são feitas as localizações exclusivamente dos cliques, enquanto que no ISH tanto os sons tonais (assovios e vocalizações de misticetos) como os cliques, podem ser localizados. No caso de a localização ter sido feita com ambos os programas, era considerada a localização que ficou com a melhor qualidade. A **Tabela IV.4.3-7** sumariza os resultados das distâncias estimadas para as detecções acústicas, separadas por ciclo e o total para os dois anos do PMC-BS. Foram incluídas apenas as detecções de qualidade entre 1 e 3.

**Tabela IV.4.3-7:** Valor médio (*Dist Média*), mínimo (*Dist Min*), máximo (*Dist Max*), desvio padrão (*DP*) e coeficiente de variação (*CV*) das distâncias estimadas para as detecções acústicas de cetáceos, separadas por ciclo e o total para os dois anos do PMC-BS. Valores de distância em metros (*m*).

Ciclo	1 $n = 30$	2 $n = 41$	3 $n = 61$	4 $n = 46$	Total $n = 178$
Dist Média (m)	1162	1995	1382	1366	1493
Dist Min (m)	37	105	80	43	37
Dist Max (m)	3394	5926	5278	3889	5926
DP	1307	1578	1149	836	1252
CV (%)	112	79	81	61	84

A distância média das detecções foi cerca de 1500 m, mas houve uma

grande variação das distâncias estimadas ( $CV = 84\%$ ). O mínimo foi 37 m e o máximo próximo de 6000 m. Notadamente, as distâncias foram maiores no ciclo 2 (média com cerca de 2000 m) e menores no ciclo 1 (média de pouco mais de 1000 m).

A **Tabela IV.4.3-8** sumariza as distâncias estimadas separadas entre os diferentes programas utilizados para localização (PAMGUARD ou ISHMAEL). Novamente, só foram incluídas as detecções que tiveram qualidade da localização de 1 a 3.

**Tabela IV.4.3-8:** Comparação das distâncias estimadas para as detecções acústicas de cetáceos entre os diferentes programas utilizados para localização (PG = PAMGUARD e ISH = ISHAMEL) separadas por ciclo e o total para o segundo ano do PMC-BS. Dist Média = valor médio, Dist Min = valor mínimo, Dist Max = valor máximo, DP = desvio padrão e CV = coeficiente de variação. Valores de distância em metros (m).

Ciclo	1		2		3		4		TOTAL	
Programa	PG n = 20	ISH n = 10	PG n = 13	ISH n = 28	PG n = 30	ISH n = 31	PG n = 10	ISH n = 46	PG n = 073	ISH n = 105
Dist Média (m)	813	1858	1157	2384	772	1974	656	1563	836	1950
Dist Min (m)	37	452	105	740	80	185	43	370	37	185
Dist Max (m)	3394	3586	3261	5926	3270	5278	1450	3889	4934	5926
DP	1307	1251	964	1668	637	1231	448	814	872	1275
CV (%)	112	67	83	70	83	62	68	52	104	65

A média das distâncias é maior para as localizações feita a partir do ISH (1950 m) quando comparado ao PG (836 m). Isto pode ser explicado pelo fato do PG fazer a localização somente dos cliques, que possuem energia em frequências altas, portanto propagam-se por distâncias mais curtas quando comparado aos assovios. A exceção são os cliques do cachalote, que possuem energia concentrada em frequências semelhante aos assovios, e se propagam por longas distâncias. O ISH é utilizado para localizações de assovios ou cliques, mas principalmente assovios (os cliques foram localizados no ISH apenas quando não foram detectados pelo PG). Por isso, é esperado que as distâncias medidas a partir das localizações feitas no ISH sejam maiores, como foi observado. Os coeficientes de variação maiores para as localizações do PG são justamente devido às detecções dos cliques dos cachalotes, que chegaram a alcançar 5000 m. Os assovios de delfínídeos também puderam alcançar longas distâncias (até cerca de 6000 m).

Na comparação das distâncias estimadas entre os diferentes táxons, a média das distâncias das localizações dos delfínídeos (incluindo as detecções nas quais a espécie foi identificada ou não) foi 1557 m (localizações feitas a partir de cliques

e/ou assovios). A média das distâncias dos cliques de odontocetos não-identificados (localização feita apenas com cliques) foi menor (826 m). Para os cachalotes, a média foi cerca de 2800 m. Para *Kogia* sp., o gênero que apresentou os cliques de maior frequência (~125 kHz), a distância média foi a menor de todas (140 m). Houve uma única localização de baleia-bicuda (1500 m) e da baleia-jubarte (1800 m). A média das distâncias estimadas para as detecções acústicas de cetáceos, separadas por táxon, está sumarizada na **Tabela IV.4.3-9**. Foram consideradas apenas as localizações de qualidade de 1 a 3.

**Tabela IV.4.3-9:** Comparação das distâncias estimadas para as detecções acústicas de cetáceos entre os diferentes táxons, separadas por ciclo e o total para o segundo ano do PMC-BS. *Dist Média* = valor médio, *Dist Min* = valor mínimo, *Dist Max* = valor máximo, *DP* = desvio padrão e *CV* = coeficiente de variação. Valores de distância em metros (m).

Táxon	Dist Média	Dist Min	Dist Max	DP	CV (%)
Delphinidae (n = 141)	1557	37	5926	838	54
Odontoceto não-identificado (n = 21)	826	43	2315	618	75
<i>Physeter macrocephalus</i> (n = 8)	2836	1340	4934	1378	48,5
<i>Kogia</i> sp. (n = 6)	139	80	240	57,5	41
Ziphiidae (n = 1)	1574	-	-	-	-
<i>Megaptera novaeangliae</i> (n = 1)	1852	-	-	-	-

A seguir é apresentada uma análise detalhada dos diferentes tipos de vocalizações dos cetáceos registrados no PMC-BS, com o enfoque na classificação das espécies e o comportamento vocal.



#### IV.4.3.2 Análise de Cliques de Odontocetos

##### Biosonar e cliques de ecolocalização de odontocetos

O sonar biológico dos odontocetos foi moldado pela evolução por milhares de anos. Trata-se do sonar mais sofisticado existente e o seu desempenho está muito acima das capacidades dos sonares tecnológicos desenvolvidos pelos seres humanos. Por exemplo, o sonar mais eficiente utilizado para fins militares, com o objetivo de detectar minas submarinas, é o biosonar de golfinhos treinados por programas militares de alguns países (AU *et al.*, 2004). Com o objetivo de entender as capacidades de ecolocalização dos odontocetos e melhorar as tecnologias de sonares, os estudos sobre a capacidade de ecolocalização dos golfinhos é uma ciência que vem se desenvolvendo há décadas. Consequentemente, muito do que se conhece a respeito do biosonar e as características dos cliques de ecolocalização dos odontocetos são provenientes de estudos de golfinhos em cativeiro (AU, 1993).

Os cliques de ecolocalização são sons impulsivos e apresentam frequências de pico ultrassônicas, que podem chegar a 100 - 130 kHz, e bandas no espectro entre 30 - 55 kHz. Os cliques são direcionais, levemente acima do eixo longitudinal dos animais. São transmitidos em feixes com a largura do ângulo com cerca de 10° a 16°, considerando um decaimento de - 3 dB na energia do clique. Os cliques captados fora do eixo longitudinal apresentam características distorcidas em comparação aos cliques captados no eixo (AU, 1993; AU *et al.*, 2012a; AU *et al.*, 2012b).

A pesquisa bibliográfica a respeito das análises dos cliques revelou que a maior parte dos estudos dizem respeito ao registro das vocalizações em cativeiro, ou em condições especiais no ambiente natural, para investigar as habilidades de ecolocalização das espécies. Nestes estudos, apenas os cliques detectados no eixo longitudinal do animal são considerados (MADSEN & WAHLBERG, 2007; MOHL *et al.*, 2000; AU *et al.* 2012).

O uso de cliques captados em diferentes geometrias, em ambiente natural, para análise das características acústicas e classificação das espécies,

permanece um campo pouco explorado (SOLDEVILLA *et al.*, 2009; BAUMANN-PICKERING *et al.*, 2010; BAUMANN-PICKERING *et al.*, 2015), porém com avanços para alguns grupos taxonômicos (BAUMANN-PICKERING *et al.*, 2013). Nos registros do PMC-BS, os cliques são captados de geometrias variáveis, pois não é possível ter controle sobre a posição dos animais em relação aos hidrofones. Portanto, as análises e investigações devem levar em consideração este contexto. O objetivo principal das análises dos cliques no PMC-BS está focado na capacidade de classificar as espécies através das características dos cliques. Este objetivo busca atender os resultados esperados do MAP no âmbito do PMC-BS.

### *Metodologia de Análise de Cliques*

Os cliques podem ser bastante variáveis e por isso são melhores descritos estatisticamente. A fim de explorar com mais profundidade as características dos cliques registrados no PMC-BS foi concebido um programa específico para estas análises.

O desenvolvimento do "Analisador de Cliques" do PMC-BS foi customizado a partir do programa National Instruments LabVIEW 2011. A programação em ambiente LabVIEW é baseada na linguagem G. É uma linguagem gráfica de programação utilizada na forma de fluxo de dados, o que a torna intuitiva e representa as aplicações orientadas aos dados.

Foi feito um estudo dos parâmetros utilizados para analisar e extrair as características dos cliques e como estes são reportados na literatura científica. A partir da definição dos parâmetros, foi desenvolvida uma interface gráfica simples e objetiva para as análises de cliques individuais para mensuração dos parâmetros acústicos, definidos previamente a partir da literatura. Abaixo, uma descrição dos conceitos referentes aos parâmetros utilizados para o processamento dos cliques.

*Frequência de Pico:* Frequência de amplitude máxima no espectro de frequência de um determinado sinal.

*Sinal bimodal:* Sinais que apresentam duas ou mais frequências de pico.

*Frequência Média:* Também conhecida como *frequência central* ou *centroide*.

É definida como a frequência que divide a energia do espectro de frequência de um determinado sinal em duas partes iguais (50% de cada lado). Para sinais bimodais, a frequência central é uma melhor descrição do espectro do que a frequência de pico.

*Largura da banda:* é um conjunto de frequências dentro de um intervalo específico ( $f_1$  e  $f_2$ ) utilizado para caracterizar um sinal. O intervalo pode ser definido para diferentes decaimentos de energia em relação à frequência pico de um determinado sinal (p.ex., - 3dB). A largura da banda RMS é um caso particular e refere-se ao valor quadrático médio sobre a frequência central.

*Fator Q:* Fator de qualidade. Outra forma de representar a largura da banda. É definido pela razão entre a frequência pico e a largura da banda para um determinado valor de decaimento de energia (p.ex., - 3 dB).

*Duração:* A duração de um determinado sinal. A duração de sinais impulsivos é melhor descrita definindo-se uma janela fixa do percentual de energia do sinal. Foi utilizada a janela de 95%, sendo considerado o início do sinal quando a energia atinge 2,5% e o final 97,5%.

*Intervalo entre os cliques:* conhecido pela abreviação ICI, refere-se ao intervalo de tempo entre um sinal e o outro de uma sequência de cliques.

Abaixo, os parâmetros definidos e incorporados no programa analisador de cliques do PMC-BS na sua versão atual:

- Frequência de Pico (kHz)
- Frequência Média (kHz)
- Largura de banda -3 dB (kHz)
- Fator Q -3dB
- Largura de banda -10 dB (kHz)
- Fator Q -10dB
- Largura de banda RMS (kHz)
- Fator Q RMS
- Duração 95% ( $\mu$ s)

Abaixo uma descrição dos gráficos apresentados pelo programa analisador de cliques:

*Forma da onda:* evolução da amplitude da onda sonora ao longo do tempo.

*Gráfico da função de distribuição de Wigner-Ville (WV):* representação no tempo e frequência do sinal gerada pela função de distribuição de Winger-Ville. Esta função permite uma representação de alta resolução no domínio tempo-frequência, sendo adequada para sinais que a frequência muda rapidamente como é o caso de sinais transientes.

*Espectro de potência:* Também conhecido como *densidade espectral de energia*. É uma representação gráfica das variações de energia ( $Fs^2 \cdot s$ ) em função da frequência (Hz). É uma ferramenta útil para avaliar quão fortes ou fracas são as variações de frequência de um determinado sinal.

*Gráfico de energia relativa cumulada:* gráfico utilizado para definir a duração de 95% da energia do sinal.

### Interface Gráfica

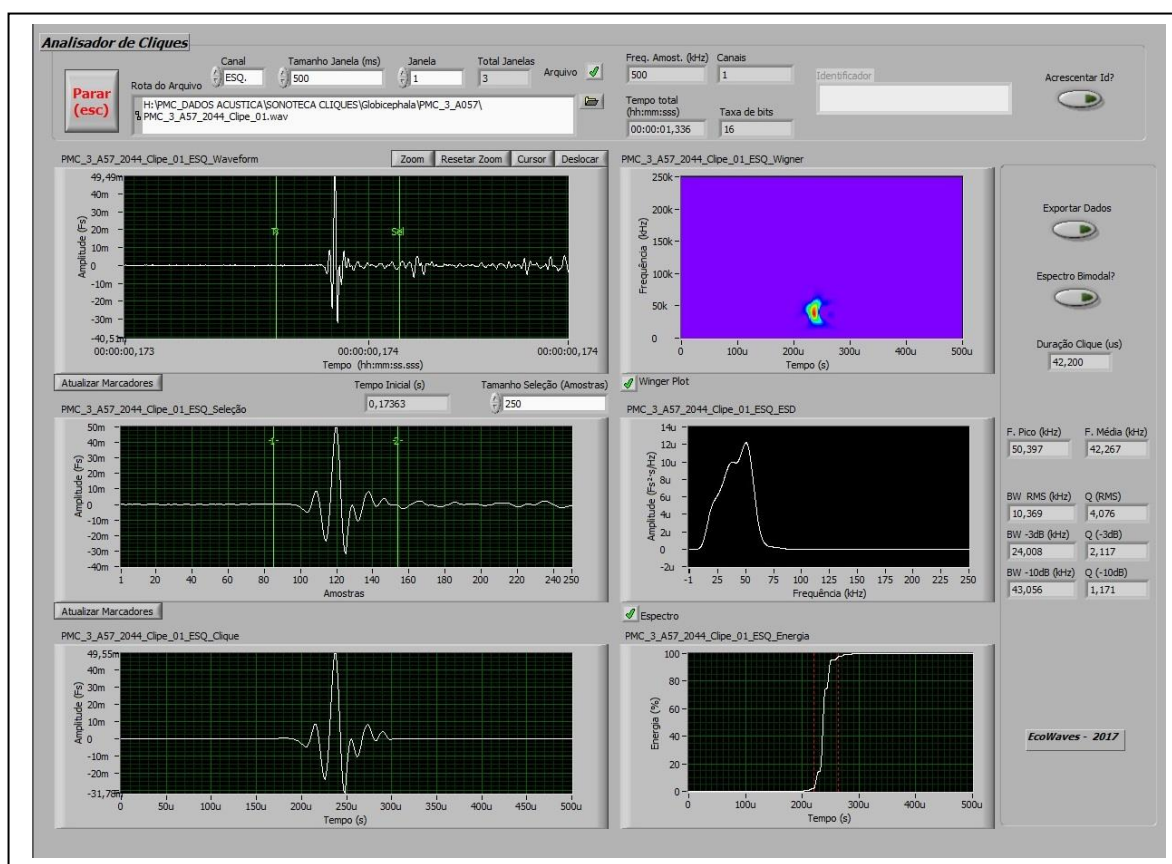
A interface gráfica (IG) do programa analisador de cliques é simples e intuitiva. A **Figura IV.4.3-12** ilustra a IG do analisador de cliques. O arquivo de áudio a ser analisado é carregado no programa e pode ser visualizado através de um gráfico da forma da onda, que representa as mudanças temporais de tensão elétrica, registradas pelos dispositivos de gravação de áudio, normalizadas pelo máximo valor registrável o que corresponde à escala máxima ou *Full Scale* (Fs) em inglês. Neste gráfico é possível decorrer sobre o áudio para visualizar e selecionar os cliques. Para isso existem três gráficos da forma da onda. Na parte superior, do lado esquerdo da IG, pode-se transcorrer pelos trechos do arquivo de áudio e aplicar um zoom para melhor visualizar e individualizar os cliques. Para poder visualizar o clique em mais detalhe, é possível inserir marcadores que delimitam o clique individualizado. O tamanho de amostras (número de pontos da representação digital do sinal) que delimita os marcadores pode ser definido pelo usuário, com o objetivo de padronizar o tamanho da janela de acordo com a duração do clique. Logo abaixo, no centro da IG, o clique selecionado pelos marcadores do gráfico acima é visto em mais detalhes. Esta representação da

forma da onda foi denominada de "Seleção". Neste gráfico o clique é selecionado a partir de marcadores que definem o início e o final do clique, que pode ser visualizado no gráfico da forma da onda inferior. Neste gráfico, a parte do sinal fora da seleção dos marcadores é zerada (*zero padding*), com o objetivo de eliminar o ruído.

Do lado esquerdo da IG, são apresentados outros gráficos da representação do clique, conforme definido a partir dos marcadores do gráfico "Seleção" da forma da onda. Na parte superior é apresentado o gráfico de frequência-tempo da distribuição de Winger-Ville (WV). Logo abaixo, no centro, é apresentado gráfico de densidade espectral de energia, e na parte inferior o gráfico de energia relativa acumulada. Os valores dos parâmetros extraídos do clique selecionado são apresentados nas caixas à direita da IG.

Para selecionar um clique, definindo seu início e fim, pode-se utilizar uma combinação de fatores, tais como: a própria forma da onda na qual é observada as oscilações acima do ruído ambiente que definem o clique; a coerência do sinal na distribuição de tempo-frequência de WV e a estabilização da duração de acordo com a saturação da contribuição de energia do clique. Ao definir a seleção do clique utilizando estes critérios, os parâmetros podem então ser exportados para um arquivo de valores separados por vírgulas (csv), que pode ser importado no Microsoft Excel para efetuar as análises estatísticas de amostras de diferentes cliques analisados.

Ao exportar os dados, os gráficos dos cliques também são salvos. É possível inserir um identificador, com o objetivo de definir um código identificador associado ao tempo inicial de cada clique processado para uma determinada amostra de áudio. Além disso, é gerado um clipe de áudio do clique processado, para que o mesmo possa ser rastreado e revisitado facilmente pelos pesquisadores.



**Figura IV.4.3-12:** Interface Gráfica do programa analisador de cliques desenvolvido pela EcoWaves para o PMC-BS.

### Intervalo entre cliques (ICI)

O programa *Analisador de Cliques/PMC-BS* foi desenvolvido para analisar os cliques individualmente, portanto não faz medições do intervalo entre os cliques (ICI). No entanto, este parâmetro pode ser medido através do detector de cliques do PG, utilizando o banco de dados MS Access original e os arquivos binários coletados no campo.

Os arquivos binários gerados em tempo real (ou no pós-processamento) coletam informações relacionadas a cada unidade de dados armazenada nos arquivos. No módulo do detector de clique, cada clique detectado é considerado uma unidade de dados com informações do espectro de frequência e a forma de onda. Uma informação adicional armazenada para cada clique individual é a hora



UTC até os milissegundos. Para calcular o ICI, os cliques são selecionados e atribuídos manualmente a um evento, a fim de controlar as lacunas dentro de uma sequência de cliques, seja porque o animal parou de vocalizar ou o PG não detectou um ou mais cliques. Somente períodos com sequências de cliques claras e distintivas foram usados para obter o ICI. Após a atribuição a um evento, os dados foram salvos no banco de dados do Access. A tabela contendo informações sobre dos intervalos entre os cliques identificados foi exportada para o Excel. Os dados foram combinados por espécies e a média e desvio padrão foram reportados. Para os cliques que estavam muito fracos e não foram detectados no PG, foi utilizado o programa RAVEN para calcular os intervalos manualmente.

Foram considerados para as análises até o presente, cliques de espécies pertencentes a 4 grupos taxonômicos: cachalote (*Physeter macrocephalus*), cachalote-anão ou cachalote-pigmeu (*Kogia* sp.), toninha (*Pontoporia blainvillei*) e família Ziphiidae (baleia-bicuda). A maior parte dos registros destes grupos não foi confirmada visualmente. Os motivos pelos quais foi dada prioridade para estas espécies são:

- 1) serem espécies difíceis de serem avistadas (comportamento críptico);
- 2) algumas destas espécies produzirem cliques cujas características sofrem menor distorção causada pelas diferentes geometrias de captação dos cliques, facilitando a caracterização;
- 3) necessidade da confirmação da identificação taxonômica atribuída aos cliques e comparação às características descritas na literatura.

Os delfínídeos não foram incluídos na análise. Em vez de cliques, as vocalizações dos delfínídeos foram analisadas a partir dos sons tonais (assovios) e são apresentadas neste relatório adiante.

Os cliques de delfínídeos variam muito quanto as características quando captados fora do eixo longitudinal do animal emissor. Porém, no futuro espera-se combinar as análises de assovios e cliques numa tentativa de melhorar o potencial de identificação das espécies.

Em seguida são apresentados os resultados obtidos das análises dos cliques para os dois anos do PMC-BS. No caso do cachalote, a discussão sobre o comportamento acústico foi melhor desenvolvida, com o objetivo de compreender

melhor o repertório acústico da espécie e como o comportamento acústico pode afetar a detectabilidade dos animais, já que a espécie também está sendo investigada através de métodos de estimativa populacional para obtenção de dados sobre densidade e abundância.

### *Cachalote (Physeter macrocephalus)*

Os sons que compõem o repertório acústico dos cachalotes são na maioria sinais pulsados (cliques). Ocasionalmente, os cachalotes podem produzir sons tonais, conhecidos como "trumpets" (GOOLD, 1999; TELONI, 2005).

Os cliques de ecolocalização são conhecidos como cliques usuais, emitidos com intervalos característicos (intervalo entre cliques entre 0,5 -2,0 s) e frequência central em torno de 15 kHz (MADSEN *et al.*, 2002). Os cachalotes também produzem os chamados *creaks*, utilizados na ecolocalização a curtas distâncias. O intervalo entre os cliques (ICI) dos *creaks* é bem menor (até 0,02 s) e a amplitude é mais baixa. São utilizados durante a fase de captura da presa, similar aos "buzzes" utilizados por outros odontocetos (MILLER *et al.*, 2004).

A principal forma de comunicação acústica conhecida entre os cachalotes são as vocalizações denominadas de "codas" (WATKINS & SCHEVILL, 1977). São produzidos por grupos em atividades de socialização, constituídos em sua unidade social básica por grupos matrilineares de fêmeas adultas e indivíduos imaturos de ambos os sexos.

Durante as atividades de socialização, os grupos permanecem próximos a superfície e os indivíduos próximos uns dos outros. A maior parte dos codas é produzida pelas fêmeas adultas (MARCOUX *et al.*, 2006). Os codas são descritos como séries curtas e estereotipadas de cliques de banda larga. Uma vocalização do tipo coda pode conter entre 2 a 40 cliques e uma duração típica de até cerca de 3 segundos (WATKINS & SCHEVILL, 1977). Estas vocalizações podem ser caracterizadas em diferentes tipos, de acordo com o número e o padrão temporal dos cliques (WEILGART & WHITEHEAD, 1993). Os codas são compartilhados entre os indivíduos do grupo social (WEILGART & WHITEHEAD, 1997). Um mesmo indivíduo pode produzir diferentes tipos de codas e grupos que interagem entre si, dividem o mesmo repertório de codas, representando uma forma de

“dialeto” de uma estrutura social de ordem maior, denominada de “clã vocal” (RENDELL & WHITEHEAD, 2003; RENDELL & WHITEHEAD, 2004).

Um outro tipo de vocalização, também relacionada a comunicação, são os denominados cliques "lentos". Estes cliques são produzidos pelos machos, tanto nas áreas de alimentação, como nas áreas de reprodução (WEILGART & WHITEHEAD, 1988; JAQUET *et al.*, 2001; MADSEN *et al.*, 2002; OLIVEIRA *et al.*, 2011). Apesar da hipótese de os cliques lentos terem função de alerta sobre a presença de machos, possivelmente intermediando interações de acasalamento (WEILGART & WHITEHEAD, 1988), o fato de também serem produzidos nas áreas de alimentação, onde apenas os machos estão presentes, indica que não seja a única função destas vocalizações. Neste caso, os cliques lentos poderiam intermediar interações de competição por agregações de presas, já que os machos forrageiam solitariamente nas áreas de alimentação (MADSEN *et al.*, 2002). Os cliques lentos são reconhecidos por características distintas em relação aos outros tipos de cliques produzidos pelos cachalotes. A frequência está centrada em cerca de 2 - 4 kHz, a duração do clique é mais longa (1 - 10 ms) e o intervalo entre os cliques é maior (4 - 7 s) (MADSEN *et al.*, 2002).

### Metodologia

Todas as gravações feitas durante as detecções de cachalotes foram revisadas para averiguar os tipos de cliques presentes. Primeiramente, as gravações foram examinadas a partir dos espectrogramas e de forma aural por dois pesquisadores experientes. Amostras de sons dos diferentes tipos de vocalização dos cachalotes encontrados foram então extraídos das gravações. Trechos com possíveis codas foram processados no detector de cliques do PAMGUARD, independente da qualidade da gravação. No detector de cliques do PAMGUARD é possível quantificar o número de cliques e o padrão temporal para caracterização do repertório de codas. A caracterização dos cliques usuais e os cliques lentos foi feita através das análises a partir de espectrogramas, mas também utilizando o programa analisador de cliques.

### Resultados

Na **Tabela IV.4.3-10** estão sumarizadas cada uma das detecções de cachalote do PMC-BS, com observações sobre os tipos de cliques encontrados. Quando foi possível fazer a contagem de indivíduos para o cálculo da distância perpendicular, conforme apresentado no item **IV.2.3 Estimativas de densidade de cachalotes por MAP**, o número de indivíduos também está descrito na tabela.

**Tabela IV.4.3-10:** Sumário das detecções acústicas de cachalote do PMC- BS, com observações sobre o conteúdo das gravações.

ID MAP	Data	Período Analisado	Duração (minutos)	Observações do Registro
PMC_1 A01	28/11/2015	14:30 - 15:20	30	Cliques "usuais" e poucos "creaks". 04 indivíduos confirmados no processamento. Períodos curtos de possíveis codas (mas apenas 2 cliques de codas escutados). No detector do PAMGUARD não foram detectados os possíveis codas identificados no espectrograma.
PMC_1 A02	28/11/2015	18:00 - 19:20	84	Cliques "usuais" e períodos com vários "creaks". Muitos cliques sobrepostos. 14 indivíduos confirmados no processamento. Apenas dois períodos com menos de 10 segundos contendo possíveis codas. No detector do PAMGUARD não foram detectados os possíveis codas identificados no espectrograma.

ID MAP	Data	Período Analisado	Duração (minutos)	Observações do Registro
PMC_1 A08	03/12/2015	07:40 - 07:50	02	Cliques "lentos" de um único indivíduo. Detecção breve. Não foram observados codas.
PMC_1 A11	03/12/2015	16:40 - 19:10	81	Cliques "usuais" e poucos "creaks". Detecção longa. Muitos cliques sobrepostos. Alguns períodos de silêncio. 17 indivíduos confirmados no processamento. Curtos períodos com possíveis codas, mas com baixa relação sinal/ruído em comparação com as outras vocalizações. No detector do PAMGUARD não foram detectados os possíveis codas identificados no espectrograma
PMC_1 A19	08/12/2015	06:50 - 07:50	40	Cliques "usuais" fracos com alguns períodos de silêncio. Detecção de animais possivelmente fora da área de estudo. Não foram observados codas.
PMC_1 A35	14/12/2015	13:40 - 14:30	34	Cliques usuais. 01 indivíduo confirmado no processamento. Não foram observados codas.
PMC_1 A61	23/12/2015	16:10 - 16:40	25	Cliques "usuais" de um indivíduo. Fracos e com poucas vocalizações. Não foram observados codas.

ID MAP	Data	Período Analisado	Duração (minutos)	Observações do Registro
PMC_1 _A65	28/12/2015	19:45 - 20:20	27	Cliques "usuais". 07 indivíduos confirmados no processamento. Não foram observados codas.
PMC_2 A05	11/05/2016	17:00 - 17:20	05	Deteção breve. Cliques "usuais" com intervalos de silêncio. Cliques bem fracos. Não foram observados codas.
PMC_2 A06	12/05/2016	06:40 - 08:20	88	Cliques "usuais". 06 indivíduos confirmados no processamento. Não foram observados codas.
PMC_2 A20	18/05/2016	14:20 - 14:50	11	Poucas sequências de cliques "usuais". Cliques fracos. Não foram observados codas.
PMC_2 A36	27/05/2016	13:00 - 13:40	30	Cliques "usuais" com intervalos de silêncio. Apenas um "creak". 02 indivíduos confirmados no processamento. Não foram observados codas.
PMC_2 A63	07/06/2016	16:50 - 17:30	39	Cliques "usuais" com algumas sequências fortes. 04 indivíduos confirmados no processamento. Não foram observados codas
PMC_2 A70	09/06/2016	17:00 - 17:40	26	Cliques "usuais", não muito fortes e com vários intervalos de silêncio. Não foram observados codas.

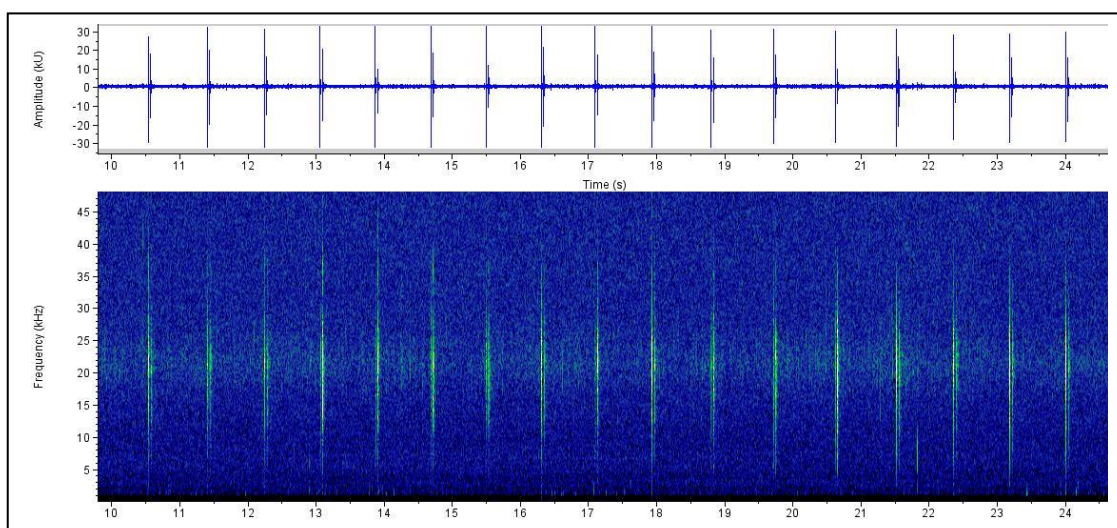


ID MAP	Data	Período Analisado	Duração (minutos)	Observações do Registro
PMC_2 A79	14/06/2016	12:20 - 12:40	05	Deteção breve com algumas sequências de cliques "usuais". Não foram observados codas.
PMC_3 A84	18/10/2016	12:40 - 13:00	11	Sequências fortes de cliques "usuais". 01 indivíduo confirmado no processamento. Não foram observados codas.
PMC_3 A118	24/10/2016	10:10 - 10:20	01	Deteção muito breve com poucos cliques "usuais" fortes. Não foram observados codas.
PMC_4 A28	16/03/2017	09:10 - 09:30	17	Deteção com poucos cliques "usuais", não muito fortes. Não foram observados codas.
PMC_4 A73	07/04/2017	13:10 - 14:30	74	Cliques "usuais" fortes com períodos de silêncio. Gravação durante aproximação de um indivíduo avistado. 01 indivíduo confirmado no processamento. Não foram observados codas.

### *Cliques usuais*

Em todas as detecções acústicas dos cachalotes registradas no PMC-BS, foi verificada a presença dos cliques usuais, com exceção de apenas uma detecção (PMC\_1\_A08). A duração das detecções foi variável, houve detecções de apenas 1 minuto até detecções de cerca de 90 minutos. Metade das detecções tiveram

duração de mais de 30 minutos. A média foi de 33 minutos (DP = 15,6). Houve intervalos de silêncio entre as sequências de cliques, mesmo nas detecções de vários indivíduos vocalizando simultaneamente. A **Figura IV.4.3-13** apresenta o espectrograma e forma da onda de uma sequência de cliques usuais.

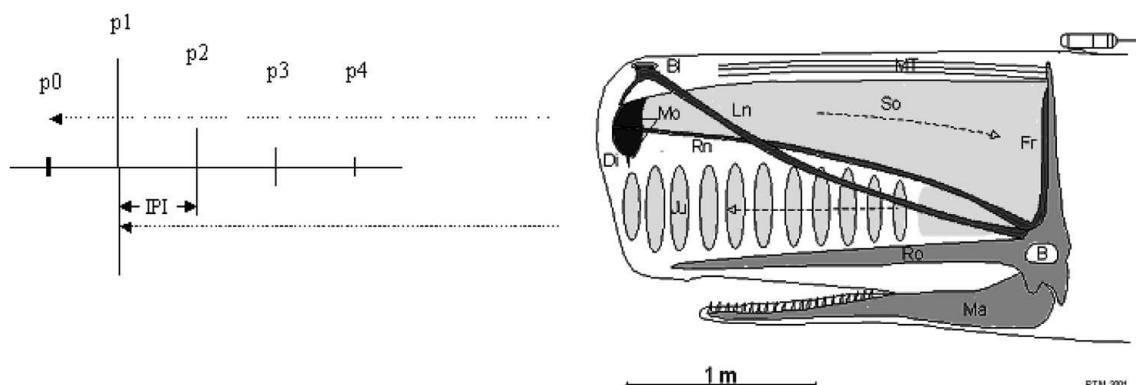


**Figura IV.4.3-13:** Exemplo de cliques usuais de cachalote.

Para entender as características dos cliques usuais é necessário compreender os mecanismos de produção sonora e os efeitos causados pela recepção dos cliques fora do eixo longitudinal do animal.

O clique usual do cachalote apresenta mais de um pulso associado ao clique. NORRIS & HARVEY (1972) desenvolveram uma teoria que explica a origem destes pulsos e os mecanismos básicos da produção de cliques. O desenvolvimento desta teoria deu origem ao modelo do "chifre curvado". De acordo com o modelo, a produção dos cliques dentro do complexo nasal do cachalote gera reverberações do pulso a partir de duas superfícies refletoras, na parte distal e frontal do órgão espermacete. O chamado p0 é o evento primário que parte do órgão fonador (*monkey lips*), na parte distal, transmitido na direção caudal (para trás). Este pulso é refletido no saco frontal e direcionado para a região denominada "*junkie*" (estrutura homóloga ao melão dos outros odontocetos), de onde o pulso p1 é transmitido logo à frente do animal. Múltiplas

reverberações dentro destas estruturas do complexo nasal produzem os chamados pulsos p2, p3, etc. A **Figura IV.4.3-14** ilustra o modelo, indicando as estruturas da cabeça do cachalote envolvidas na transmissão do som e a estrutura do clique com múltiplos pulsos presentes (MOHL *et al.*, 2001; MADSEN *et al.*, 2002(b); ZIMMER *et al.*, 2005a).



**Figura IV.4.3-14:** Ilustração da teoria do "chifre curvado". Lado direito: cabeça do cachalote com representação das estruturas. Ma = Mandíbula, B = cérebro, Ro = rosto, Ln = narina esquerda, Rn = narina direita, Bl = orifício respiratório Mt = músculos e tendões, So = órgão espermacete, Mo = monkey lips, Di = saco distal, Fr = saco frontal e Ju = junkie. As setas indicam o caminho de transmissão do som. Lado esquerdo: estrutura multi-pulsada do clique da cachalote, ilustrando p0, p1, p2, p3 e p4. IPI = intervalo entre os pulsos. Extraído de ZIMMER *et al.* (2005a).

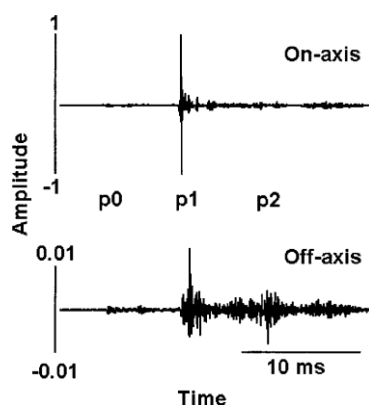
MOHL *et al.* (2003) mostraram que o pulso p1, quando registrado no eixo longitudinal do animal, contém 99,6% da energia de um clique e alcança nível na fonte de cerca de 235 dB ref 1  $\mu$  Pa (considerado o sinal biológico mais potente já registrado), enquanto que os outros pulsos possuem nível na fonte de cerca de 40 dB abaixo. O pulso p1 que é de fato utilizado pelo sistema de biosonar do cachalote é a parte mais evidente do clique. Por isso, MOHL *et al.* (2003) argumentam que funcionalmente, os cliques do cachalote são na verdade monopulsados.

Outro aspecto importante dos cliques do cachalote, assim como de outros

odontocetos, é a direcionalidade do feixe sonoro. Os cliques são altamente direcionais e possuem uma faixa estreita na qual o clique mantém as suas características funcionais. O índice de direcionalidade calculado por MOHL *et al.* (2003) para o cachalote é de 27 dB (o que corresponde a um feixe sonoro com decaimento de -3dB em torno de 8° a partir do eixo longitudinal). Isto significa que o sinal é 27 dB maior do que o mesmo sinal, caso este tivesse características onidirecionais. Isto tem implicações para as características dos cliques quando captados de ângulos diferentes daquele à frente da cabeça do animal. De fato, a distorção das características dos cliques quando captados fora do eixo longitudinal do cachalote está bem documentada na literatura (MOHL *et al.*, 2003; ZIMMER *et al.*, 2005b).

Os cliques fora do eixo apresentam características bem mais variáveis do que aqueles captados no eixo. Fora do eixo, a amplitude é bem menor e a estrutura dos pulsos não é exatamente igual daqueles captados no eixo. O pulso p0, por exemplo, é direcionado para trás, portanto tem uma amplitude maior quando captado a 160° (atrás do animal). Além disso, a amplitude e o intervalo entre os pulsos varia substancialmente quando os cliques são captados de diferentes geometrias (ZIMMER *et al.*, 2005b)

MOHL *et al.* (2003) comparou cliques no eixo com clique fora do eixo e observou um aumento na amplitude de p0 e diminuição de p1. O pulso p1 no eixo apresentou picos em frequências mais altas do que o pulso p1 de cliques fora do eixo. O espectro de frequência dos cliques fora do eixo apresentaram vários picos e entalhes, comparado ao espectro mais suave dos cliques no eixo. O número de oscilações dos pulsos fora do eixo variou mais e conseqüentemente, o intervalo entre os pulsos ficou mais indefinido. A **Figura IV.4.3-15** ilustra um exemplo de um clique no eixo e fora do eixo.

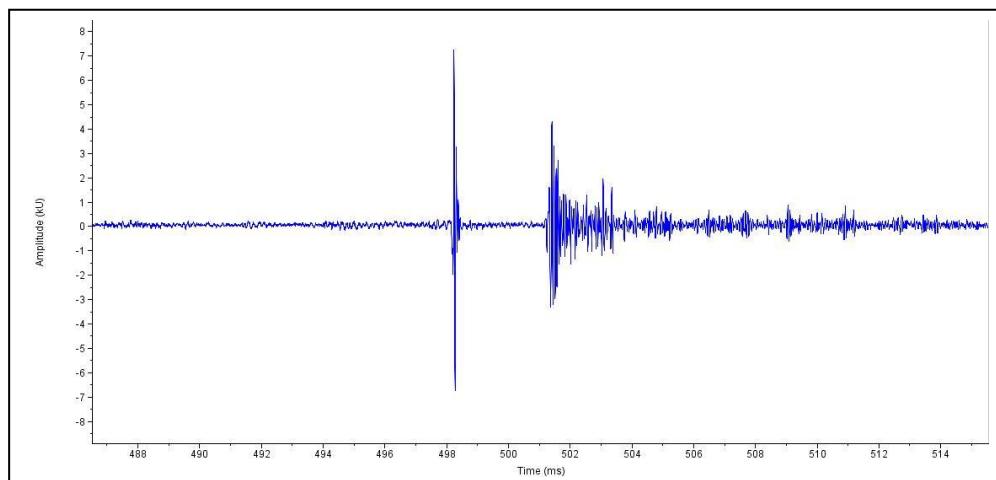


**Figura IV.4.3-15:** Figura ilustrando um clique de cachalote captado no eixo longitudinal do animal emissor (acima) e fora do eixo (abaixo). Note como a amplitude do pulso 1 (p1) diminui e os pulsos p0 e p2 aumentam. Os pulsos do clique fora do eixo apresentam um maior número de oscilações e o intervalo entre os pulsos fica mais indefinido. (Extraído de MOHL et al., 2003).

#### Cliques de cachalote do PMC-BS

Conforme discutido, durante a coleta de dados das campanhas do PMC-BS não foi possível ter o controle da orientação dos animais em relação aos hidrofones, e, portanto, os cliques foram captados de geometrias desconhecidas. Levando-se em conta que os hidrofones estão posicionados em profundidades rasas (cerca de 20 – 25 m) e que arranjo é linear, com espaçamento pequeno (cerca de 1 m) entre os hidrofones, a probabilidade de captar cliques do cachalote no eixo longitudinal dos indivíduos é baixa. No estudo controlado de MOHL et al. (2003), utilizando um arranjo de hidrofones na vertical com abertura grande entre os hidrofones, foi reportado que para cada 1000 cliques registrados, apenas um foi captado no eixo.

Em uma análise preliminar, ficou evidente que os cliques usuais detectados no PMC-BS tiveram características que sugerem cliques captados fora do eixo. A **Figura IV.4.3-16** ilustra a forma da onda de um clique de cachalote do PMC-BS.



**Figura IV.4.3-16:** Clique de cachalote do PMC-BS. O pulso p1, de maior amplitude, é seguido pelo pulso p2, com amplitude moderada e muitas oscilações. O pulso p0 é praticamente imperceptível neste exemplo. O fim do pulso p2 e início do pulso p3 é confundido pelas inúmeras oscilações. Cliques no eixo apresentam apenas o pulso p1 com maior amplitude, e intervalos bem definidos entre os pulsos, o que qualifica este clique como fora do eixo.

### *Critérios para análises*

As análises dos cliques de cachalote do PMC-BS foram feitas para descrever as características dos cliques e confirmar as detecções classificadas como cachalote. Os cliques analisados foram coletados de geometria variável, sendo a maior parte (se não todos) presumivelmente fora do eixo.

No caso dos cliques usuais, foi analisado apenas o pulso p1 (ou pelo menos o pulso de maior amplitude do clique) para extrair as características e fazer uma comparação com as descrições feitas na literatura. O objetivo não é fazer uma descrição precisa dos cliques e suas características sobre o aspecto funcional dos cliques, já que as gravações são de sinais fora do eixo.

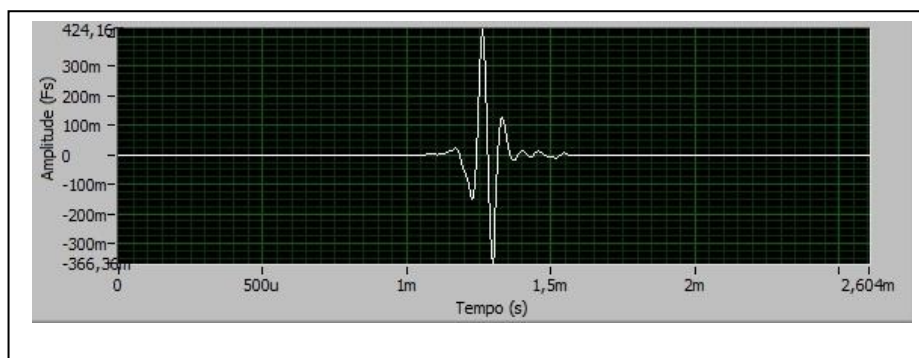
No entanto, o objetivo é confirmar que os cliques detectados no campo apresentam características compatíveis com a classificação feita nos registros de campo e validação pós-campanha. Além disso, as características dos cliques usuais foram comparadas com outros tipos de clique, conforme será discutido



adiante.

## Resultados

Foram analisados 134 cliques usuais de cachalote. Houve detecções nas quais diversos cliques foram extraídos para análises, enquanto outras foram pouco aproveitadas, devido a baixa qualidade ou pouca quantidade de cliques. No entanto, em quase todos os registros de cachalote do PMC -BS foram extraídos pelo menos alguns cliques. A **Figura IV.4.3-17** ilustra um exemplo de um clique de cachalote. Apenas o pulso p1 está representado. A forma da onda é simples com poucas oscilações. Cliques com frequências entre 4 a >40 kHz foram observados nos espectrogramas.



**Figura IV.4.3-17:** Forma da onda do pulso p1 de um clique usual do cachalote (*Physeter macrocephalus*).

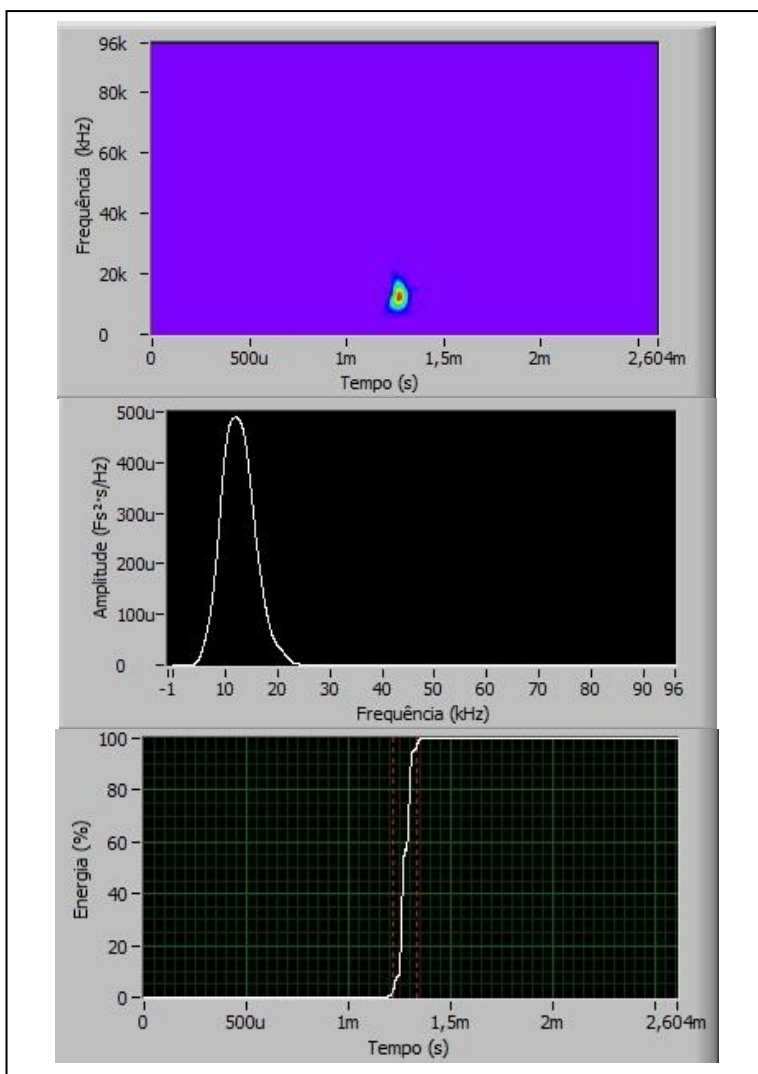
Os valores médios dos parâmetros mensurados estão na **Tabela IV.4.3-11**. A frequência pico e central foram em média 12,6 kHz e 12,8 kHz, respectivamente. A largura da banda -10 dB foi 8 kHz. No PG foram extraídos 2.767 cliques para o cálculo do intervalo entre os cliques. A média foi de 0,5 s. Houve muita variação em todos os parâmetros analisados.

A **Figura IV.4.3-18** apresenta uma representação da distribuição de WV, o espectro de potência e o gráfico de energia relativa cumulada de um típico pulso p1 do clique usual do cachalote.

**Tabela IV.4.3-11:** Número total de cliques usuais analisados com a média, mínimo e máximo (em parênteses) e desvio padrão dos parâmetros mensurados do pulso p1 do cachalote (*Physeter macrocephalus*).

Parâmetro	Média (min - max)	Desvio Padrão
Número de Cliques	134	-
Frequência Pico (kHz)	12,6 (5,0-21,9)	3,9
Frequência Central (kHz)	12,9 (5,4-22,2)	3,6
Largura da Banda - 3dB (kHz)	4,0 (0,8-12,8)	2,1
Q - 3dB	4,1 (0,7-14,3)	2,8
Largura da Banda - 10dB (kHz)	8,1 (1,8-20,5)	3,2
Q - 10dB	1,8 (0,4-7,5)	1,0
Largura da Banda RMS (kHz)	2,3 (0,6-10,1)	1,2
Q RMS	6,6 (1,4-22,7)	3,5
Duração (µs)	208 (49,5-731,8)	129,4
Intervalo entre os Cliques* (s)	0,54 (0,2-1,0)	0,17

\*2767 cliques analisados

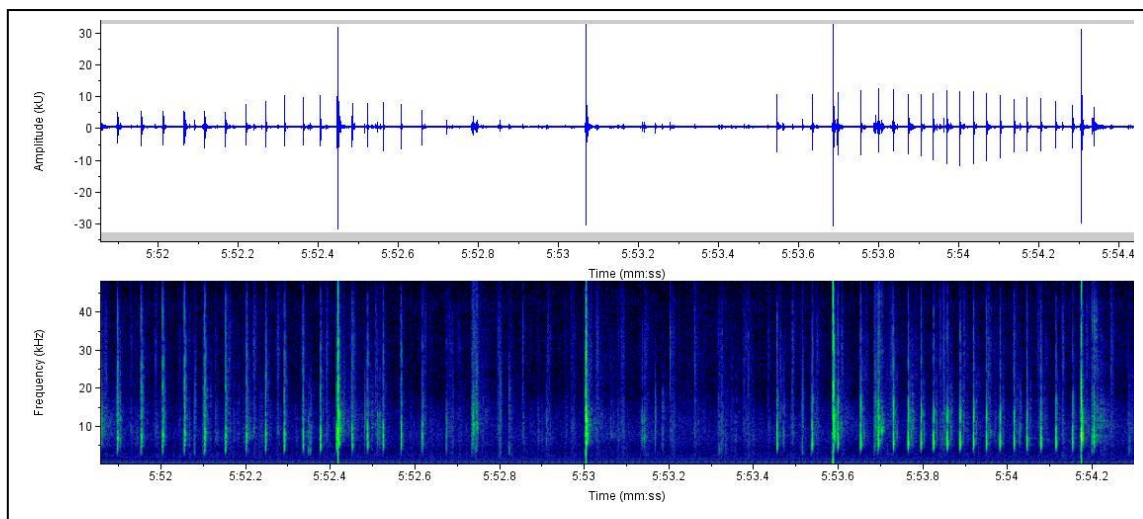


**Figura IV.4.3-18:** Típico pulso p1 do clique usual do cachalote (*Physeter macrocephalus*) Acima: Representação da distribuição de WV. Centro: espectro de potência. Abaixo: energia relativa acumulada.

### Creaks

As vocalizações do tipo "creaks" não foram muito frequentes, sendo encontradas em 4 detecções acústicas. Poucos creaks foram observados nestes registros. A exceção foi a detecção PMC\_01\_A02, na qual vários creaks foram observados dentro de um intervalo de aproximadamente 5 minutos. Conforme analisado no processamento, vários indivíduos estavam presentes durante este registro (pelo menos 14 indivíduos) e muita sobreposição dos cliques usuais. Notavelmente, os

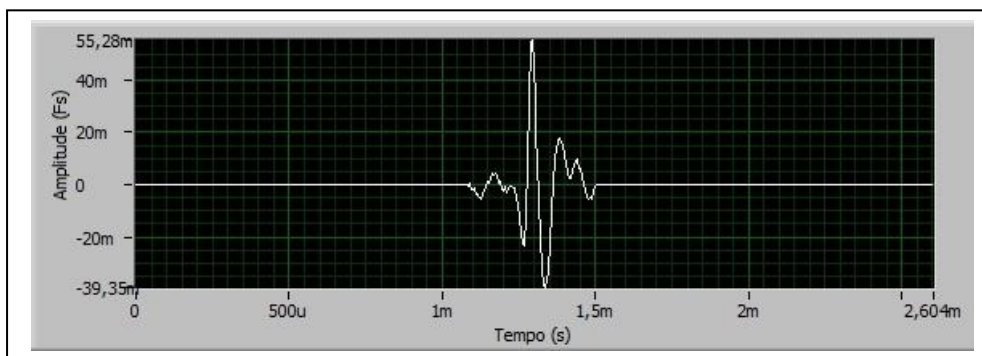
creaks apresentaram amplitude bem menor do que os cliques usuais e o intervalo entre os cliques foi bem menor. A **Figura IV.4.3-19** apresenta o espectrograma e forma da onda de sequências de creaks.



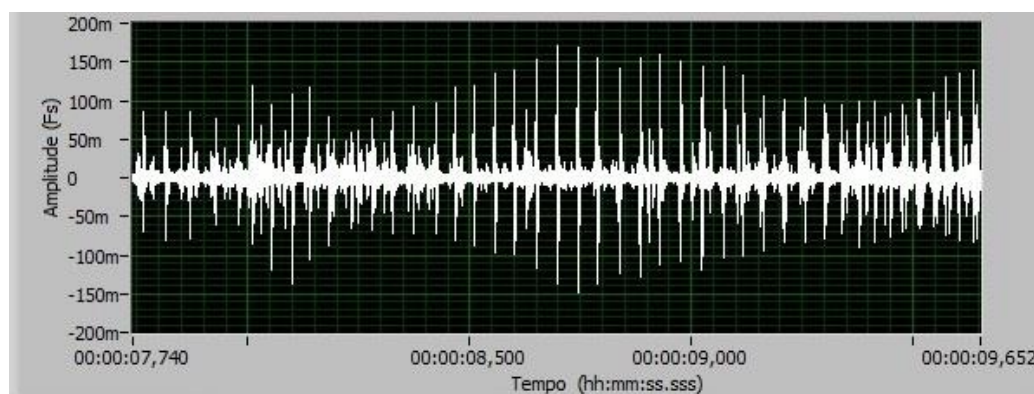
**Figura IV.4.3-19:** Exemplo de creaks de cachalote. A figura mostra quatro cliques usuais com intervalo de cerca de 0,6 segundos e duas sequências de creaks com intervalos entre 0,03 a 0,06 segundos. Note como os creaks apresentaram amplitude bem mais baixa do que os cliques usuais.

Apesar dos creaks não terem sido muito comuns nos registros do PMC-BS, particularmente em uma detecção do dia 28/11/2015, no período crepuscular, diversos creaks foram registrados. A partir das análises de uma pequena amostra foi observado que apresentaram características de frequência e duração similar aos cliques usuais (pulso p1). A forma da onda é simples e com pouca oscilação (**Figura IV.4.3-20**). No entanto, diferente do clique usual, o creak não apresentou a estrutura de multipulsos. Outras diferenças foram a baixa amplitude comparado aos cliques usuais e o intervalo entre os cliques (ICI) bem menor, com média de 0,002 s (58 cliques analisados manualmente no RAVEN). A **Figura IV.4.3-21** ilustra uma sequência de creaks. Foram selecionadas apenas 06 amostras, pois além de terem sido observados poucos creaks, a maioria estava com o sinal muito fraco, sem qualidade suficiente para análise. Os valores médios dos parâmetros mensurados estão na **Tabela IV.4.3-12**. A variação dos parâmetros foi

menor, mas isto pode ser um efeito do número amostral pequeno. A **Figura IV.4.3-22** apresenta, uma representação da distribuição de WV, o espectro de potência e o gráfico de energia relativa acumulada de um típico creak do cachalote.



**Figura IV.4.3-20:** Forma da onda do creak do cachalote (*Physeter macrocephalus*).



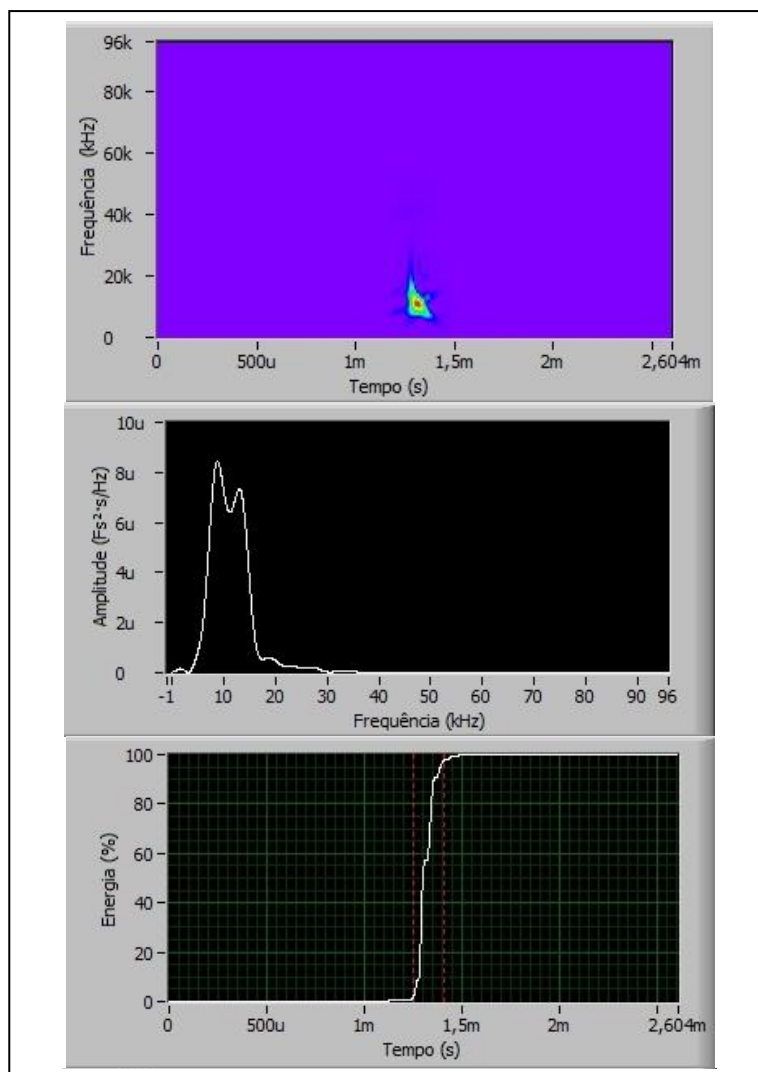
**Figura IV.4.3-21:** Exemplo de uma sequência de creaks do cachalote (*Physeter macrocephalus*).

**Tabela IV.4.3-12:** Número total de creaks do cachalote (*Physeter macrocephalus*) analisados com a média, mínimo e máximo (em parênteses) e desvio padrão dos parâmetros mensurados.

Parâmetro	Média (min - max)	Desvio Padrão
Número de Cliques	6	-
Frequência Pico (kHz)	11,7 (8,7-12,9)	1,4
Frequência Central (kHz)	11,5 (10,7-12,0)	0,4
Largura da Banda - 3dB (kHz)	4,8 (3,4-6,8)	1,1
Q - 3dB	2,7 (1,3-4,0)	0,9
Largura da Banda - 10dB (kHz)	8,9 (8,3-9,6)	0,5
Q - 10dB	1,3 (1,0-1,5)	0,2
Largura da Banda RMS (kHz)	2,5 (2,1-3,3)	0,4
Q RMS	4,7 (3,5-5,5)	0,6
Duração (µs)	146,4 (133,3-175)	13,8
Intervalo entre os Cliques* (s)	0,002 (0,001-0,005)	0,0008

\*58 cliques analisados





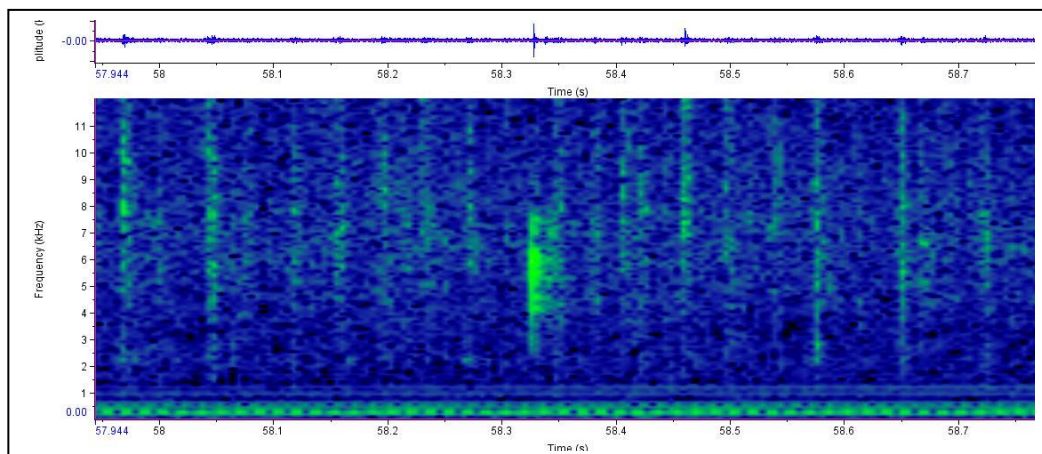
**Figura IV.4.3-22:** Creak do cachalote (*Physeter macrocephalus*) Acima: Representação da distribuição de WV. Centro: espectro de potência. Abaixo: energia relativa acumulada.

### Cliques Lentos

Os cliques lentos também foram raros. Foram encontrados em uma única breve detecção do dia 03/12/2015. Esta foi a única detecção na qual não foram detectados os cliques usuais, mas apenas os cliques lentos. Foi verificado que se tratava de um único indivíduo. A detecção ocorreu em uma área com profundidade de cerca de 2600 m.

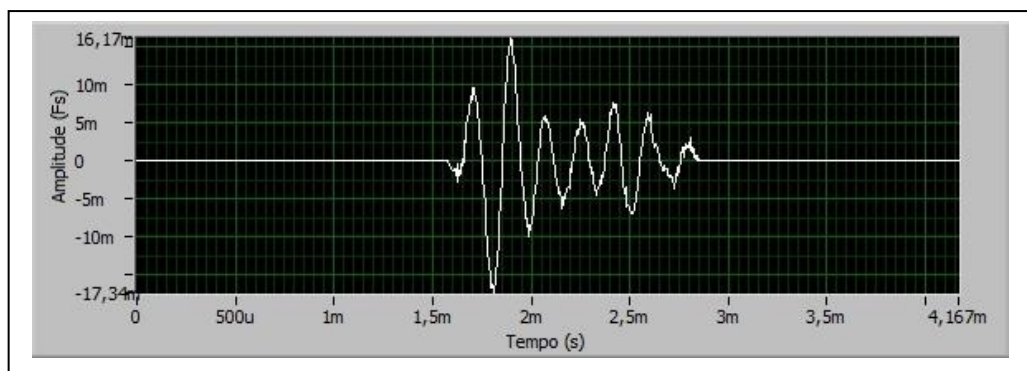
Todos os cliques lentos apresentaram uma reverberação vinda de superfícies

refletoras do oceano (fundo marinho, superfície do mar ou cânions da região do talude). A **Figura IV.4.3-23** apresenta o espectrograma e forma da onda de um clique lento.



**Figura IV.4.3-23:** Exemplo de um clique lento de cachalote, detectado durante uma breve detecção de um único indivíduo. Note que a banda espectral é menor do que os cliques usuais.

A partir de uma única sequência com 16 cliques lentos, 6 tiveram qualidade suficiente e foram selecionados para as análises. A forma da onda apresentou maior número de oscilações (**Figura IV.4.3-24**) e a duração foi maior (média de 888  $\mu$ s). A frequência do clique foi bem mais baixa que os cliques usuais e creaks: (frequência pico e central com média de 5,6 e 5,5 kHz, respectivamente) (**Tabela IV.4.3-13**). Outra característica notável foi o intervalo entre os cliques que variou entre 3,7 a 4,7 segundos (média de 4,2 s), que é justamente a característica que dá o nome a este tipo de clique. Houve pouca variação dos parâmetros, provavelmente devido ao fato de ser uma amostra pequena de um único indivíduo. A **Figura IV.4.3-25** apresenta uma representação da distribuição de WV, o espectro de potência e o gráfico de energia relativa cumulada de um clique lento do cachalote.

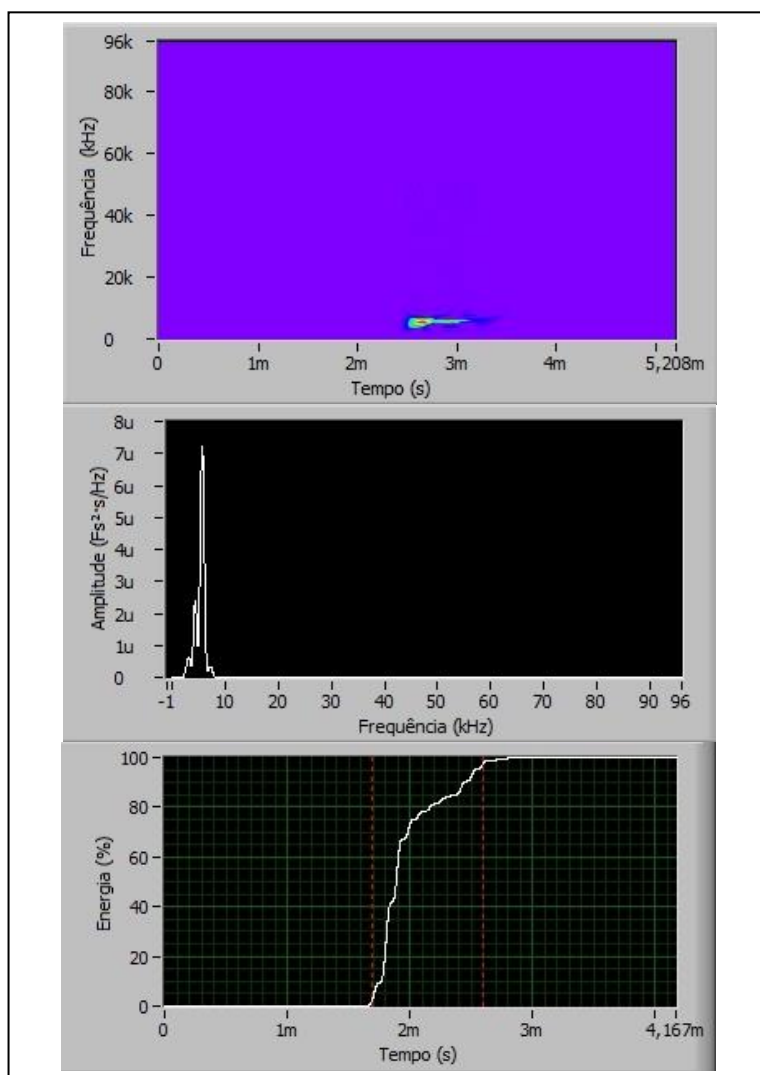


**Figura IV.4.3-24:** Forma da onda de um clique lento do cachalote (*Physeter macrocephalus*).

**Tabela IV.4.3-13:** Número total de cliques lentos do cachalote (*Physeter macrocephalus*) analisados com a média, mínimo e máximo (em parênteses) e desvio padrão dos parâmetros mensurados.

Parâmetro	Média (min - max)	Desvio Padrão
Número de Cliques	6	-
Frequência Pico (kHz)	5,7 (5,6-5,8)	0,1
Frequência Central (kHz)	5,5 (5,4-5,7)	0,1
Largura da Banda - 3dB (kHz)	0,6 (0,6-0,7)	0
Q - 3dB	8,9 (8,2-9,7)	0,6
Largura da Banda - 10dB (kHz)	1,6 (1,2-2,2)	0,4
Q - 10dB	3,8 (2,6-4,9)	1,1
Largura da Banda RMS (kHz)	0,6 (0,5-0,6)	0,1
Q RMS	9,9 (8,6-11,3)	1,0
Duração (µs)	888,5 (870,3-905,2)	14,8
Intervalo entre os Cliques* (s)	4,2 (3,7-4,7)	0,3

\*16 cliques analisados



**Figura IV.4.3-25:** Clique lento do cachalote (*Physeter macrocephalus*). Acima: Representação da distribuição de WV. Centro: espectro de potência. Abaixo: energia relativa cumulada.

### Codas

Em apenas três detecções foram identificadas algumas poucas vocalizações que foram classificadas como potenciais codas. Estas detecções são todas referentes ao primeiro ciclo do PMC-BS, e corresponderam a dois dias: 28/11/2017 (PMC\_1 A1 e A2) e 03/12/2007 (PMC\_1 A11). Em todas estas detecções foram detectados múltiplos indivíduos e agregações de 4 a 17 indivíduos na área amostrada. Nestes registros, os cliques usuais foram

predominantes e houve muita sobreposição. Sinais que poderiam ser qualificados como codas foram identificados em alguns poucos segundos de cada uma destas três gravações, porém com baixa amplitude e, portanto, não muito visíveis no espectrograma. As gravações contendo sinais qualificados como potenciais codas foram processados no detector de cliques do PAMGUARD. Em nenhuma das amostras os cliques foram detectados no PAMGUARD, o que indica que os sinais estavam muito fracos (baixa relação sinal/ruído), como já havia sido observado nos espectrogramas. Devido a baixa qualidade das poucas amostras observadas, não foi possível confirmar a presença dos codas.

### *Discussão*

Foi possível caracterizar diferentes tipos de cliques que compõem o repertório dos cachalotes, sendo que os cliques usuais e os creaks são utilizados durante o forrageio, enquanto os cliques lentos são sinais produzidos pelos machos para fins de comunicação.

### *Cliques usuais*

Os cliques usuais apresentam características que o qualificam com um sinal utilizado para ecolocalização (biosonar) (MOHL *et al.*, 2000) e são produzidos pelos cachalotes durante os mergulhos para forrageio (JAQUET *et al.*, 2001; MADSEN *et al.*, 2002).

Como esperado, as vocalizações que dominaram o repertório dos cachalotes nos registros do PMC -BS foram os cliques usuais. Estes resultados corroboram como o que já foi verificado a respeito do comportamento dos cachalotes, que passam a maior parte do seu tempo realizando mergulhos profundos para capturar presas (WHITEHEAD, 2003). Os cliques usuais começam a ser produzidos logo no início da fase descendente do mergulho e cessam logo no início da fase ascendente (JAQUET *et al.*, 2001; MADSEN *et al.*, 2002; MILLER *et al.*, 2004). Portanto, os cliques usuais são tipicamente produzidos em longas sequências. Em média, durante cerca de 80 a 85% do tempo de mergulho, os cachalotes emitem os cliques usuais (JAQUET *et al.*, 2001; TELONI, 2005). No Mar Mediterrâneo, o tempo médio em que um indivíduo produz continuamente os

cliques usuais durante um mergulho foi estimado em cerca de 35 minutos (TELONI, 2005). O intervalo médio do término da produção de cliques de um mergulho e o início da produção de cliques de um outro foi em cerca de 18 minutos. Já o tempo médio para o início da produção de cliques de um mergulho e o início dos cliques de outro ficou em 56 minutos.

Metade dos registros acústicos de cachalote do PMC-BS ( $n = 9$ ) durou mais de 30 minutos. Apesar da possibilidade de que alguns registros tenham gravado ao menos um ciclo completo de mergulho dos indivíduos registrados, não foi feita qualquer tentativa de analisar o comportamento acústico em nível individual. Na maior parte dos registros foram verificados intervalos de silêncio, que podem indicar os períodos entre os ciclos de mergulho. Em algumas detecções nem mesmo pode-se afirmar quantos indivíduos estavam presentes pois foram muito breves e/ou os cliques estavam muito fracos. Por outro lado, em outras detecções foram verificados cliques fortes produzidos em longas sequências e a presença de vários cachalotes (até 17 indivíduos). Ficou evidente que os cachalotes utilizam a região da Bacia de Santos para atividades de forrageio.

Em concordância com as descrições na literatura, os cliques usuais analisados no PMC-BS apresentaram mais de um pulso. Os diferentes pulsos do clique são produto da reverberação do som no complexo nasal do cachalote, onde o clique é produzido (NORRIS & HARVEY, 1972; MOHL, 2001; ZIMMER *et al.*, 2005a). Foi medido apenas o pulso p1, que geralmente apresenta maior amplitude que os demais. O pulso p1 apresentou bastante variação dos parâmetros de tempo e frequência mensurados, como pode ser observado pelo desvio padrão alto dos resultados (**Tabela IV.4.3-13**). Esta variação sugere que as amostras incluíram cliques que provavelmente foram captados de ângulos variados entre o animal emissor e os hidrofones. Isto foi feito propositalmente, pois o objetivo desta análise foi apresentar as características de um típico clique usual de cachalote detectado durante as atividades de campo do PMC-BS.

A maioria dos estudos publicados refere-se às características dos cliques captados no eixo à frente do animal (MOHL *et al.*, 2000; MADSEN *et al.*, 2002; ZIMMER *et al.*, 2005b). No PMC-BS, a média da frequência pico e central foi um pouco mais baixa que a média observada nestes estudos (um pouco abaixo de 15



kHz) e a duração maior ( $> 200 \mu s$ ), que são efeitos conhecidos da distorção causadas por medições de cliques fora do eixo (ZIMMER *et al.*, 2005b). No entanto, as características gerais dos cliques usuais dos cachalotes foram confirmadas, tal como a estrutura de pulsos, o intervalo entre os cliques característico e as frequências dentro da faixa esperada para o cachalote.

Os "creaks" também estão associados à ecolocalização e forrageio. No entanto, é utilizado para a ecolocalização a curtas distâncias para localizar presas (MADSEN *et al.*, 2002). Os creaks são observados apenas no meio de um mergulho, mas nunca no início ou quando os animais estão na superfície (JAQUET *et al.*, 2001). MILLER *et al.* (2004) observou que a profundidade média na qual os cachalotes produziram creaks foi de 616 m no Golfo de México. A maior parte dos creaks foi seguida por um intervalo de silêncio de cerca de 4,8 segundos. A duração média de um creak foi 8,7 segundos. Também foi verificado que a taxa de emissão de creaks é maior quando os cachalotes permanecem por mais tempo no fundo (JAQUET *et al.*, 2001; MILLER *et al.*, 2004). Estes resultados suportam a hipótese de que os creaks indicam eventos de captura de presas.

As características dos creaks observados nos registros do PMC-BS corroboram com a descrição feitas por outros estudos (JAQUET *et al.*, 2001; MADSEN *et al.*, 2002; MILLER *et al.*, 2004). Esses apresentaram amplitude menor que os cliques usuais e foram produzidos com intervalo entre os cliques bem maior. Foram mais comuns nas detecções mais longas, nas quais foi verificada muita sobreposição de cliques e vários indivíduos engajados nas atividades de forrageio. De fato, a maior parte dos creaks observados vieram de uma única detecção de mais de uma hora e com pelo menos 14 indivíduos detectados. Esta detecção foi no período crepuscular e pode indicar um período mais ativo de forrageio nesta hora do dia, já que os creaks estão associados à fase de captura das presas. No entanto, os dados ainda são insuficientes para fazer esta afirmação.

O baixo número de detecções com creaks, no geral, pode estar associado ao fato de que estes sinais são mais difíceis de serem detectados através de hidrofones que estão próximos da superfície, como é o caso do PMC-BS. Isto

porque são sinais que possuem amplitude mais baixa na fonte, além de serem produzidos em grandes profundidades. Isto faz com que o sinal captado seja fraco e improvável de ser detectado a partir de animais distantes. O fato de estarem associados a fases específicas do ciclo de mergulho também dificulta o seu registro a partir de detecções mais curtas. Os *creaks* foram semelhantes aos cliques usuais no que se diz respeito às frequências pico, central e largura da banda. No entanto, os *creaks* não apresentaram a estrutura multipulsada e o ICI foi bem menor.

### *Cliques Lentos*

Assim como os codas, os cliques lentos foram infrequentes nos registros acústicos dos cachalotes do PMC-BS. Foram verificados em apenas uma ocasião durante um breve período de tempo.

Este tipo de vocalização é produzido pelos machos (WEILGART & WHITEHEAD, 1988). Os poucos registros no PMC-BS podem indicar a baixa representatividade de machos nas detecções do PMC-BS, ou pelo menos, de machos que estavam produzindo vocalizações. Os machos adultos são solitários e migram gradualmente para áreas de alimentação em altas latitudes, podendo ser encontrados até regiões da borda dos bancos de gelo dos polos, retornando para os trópicos para a reprodução (WHITEHEAD & WEILGART, 2000). Uma das hipóteses da função dos cliques lentos é a de alertar a presença dos machos e possivelmente algum papel de intermediação no acasalamento, seja no cortejo da fêmea ou na competição entre os machos (WEILGART & WHITEHEAD, 1988). O registro descrito neste relatório foi feito no final da primavera e pode indicar uma possível estação reprodutiva, no entanto os dados ainda são insuficientes para fazer tal afirmação.

As características de frequência destes cliques (~4 kHz) os qualificam para comunicação a longa distância. MADSEN *et al.* (2002) estimaram que, dependendo das circunstâncias, os cliques lentos possam ser ouvidos por outros cachalotes a uma distância de cerca de 60 km. No registro do PMC- BS não foi possível estimar a distância dos cliques lentos detectados. Assim como reportado por MADSEN *et al.* (2002), foi observado que a reverberação (ecos do assoalho

marinho, superfície ou parede do talude) é uma característica inerente dos cliques lentos, sendo observado em todas as amostras analisadas.

Apesar dos cliques lentos terem sido registrados uma única vez por um breve período, foi o suficiente para caracterizar estes cliques. Quando comparado com os cliques usuais e creaks, a frequência pico e central foi notadamente mais baixa (~5 kHz), a duração maior (888  $\mu$ s) e o intervalo entre os cliques maior (4,2 s). MADSEN *et al.* (2002) descreveram os cliques lentos de machos em águas temperadas com frequência central um pouco mais baixa (3 kHz), banda em -10 dB um pouco mais larga (13 kHz) e duração bem mais variável (500 - 1000  $\mu$ s). Levando-se em consideração que no estudo de MADSEN *et al.* (2002) foram diversos indivíduos gravados durante vários dias diferentes, enquanto a descrição aqui apresentada é de apenas uma curta sequência de um indivíduo, é possível que exista uma variabilidade não captada em nossa amostra. Outra possibilidade é que diferenças geográficas possam existir neste tipo de vocalização.

### Codas

Os registros acústicos de cachalote do PMC-BS, até o presente, não tiveram amostras de codas em quantidade e qualidade suficiente que viabilizem a caracterização dos padrões destas vocalizações. Isto se deve ao fato de apenas três detecções terem alguns breves períodos de segundos, que poderiam ser qualificados como codas. No entanto, os sinais não foram claramente observados no espectrograma, como também não foram detectados pelo detector de cliques do PAMGUARD. Fatores como a baixa amplitude do sinal, sobreposição com outras vocalizações e o ruído proveniente da embarcação comprometeram a análise destes breves períodos que potencialmente apresentaram codas.

Estes breves períodos não foram quando as maiores agregações de cachalotes estavam presentes, no ciclo 1 do PMC-BS. Nestas detecções houve muita sobreposição de cliques usuais, pois foram múltiplos indivíduos detectados simultaneamente. Apesar da maior parte das vocalizações terem sido relacionados ao forrageio (cliques "usuais"), é possível que, enquanto alguns indivíduos estavam engajados em mergulhos profundos para forragear, outros indivíduos estavam na superfície, que são os períodos nos quais é reportada a

produção de codas. Uma das hipóteses da função dos codas é a coesão do grupo logo após o término dos mergulhos profundos realizados durante as atividades de forrageio (WHITEHEAD & WEILGART, 2000; WHITEHEAD, 2003).

O fato de os codas não terem sido encontradas com frequência nos dados coletados, indica que estas vocalizações não foram comuns durante os registros realizados. Isto sugere que as atividades de socialização não foram frequentes, pelo menos durante os registros acústicos dos cachalotes nas campanhas do PMC-BS.

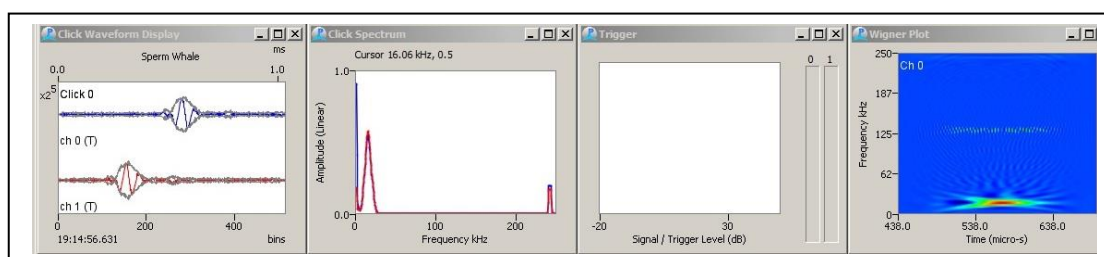
Estudos comportamentais indicam que na maior parte do tempo os cachalotes estão em atividades de forrageio, enquanto uma porção menor do orçamento de atividades é dedicado à socialização (WHITEHEAD & WEILGART, 1991; WHITEHEAD, 2003). A probabilidade de detectar cachalotes em socialização é, portanto, menor. O fato dos grupos de cachalotes detectados no PMC-BS terem sido monitorados acusticamente por um período aproximado de apenas 1 hora durante a passagem do *Sea Route*, pode explicar a baixa representatividade de sons sociais, como os codas, nos registros realizados. Outro fato que sugere poucos encontros de cachalotes em socialização é o baixo número de avistagens de cachalotes do PMC-BS, quando comparado às detecções acústicas. Os cachalotes avistados no PMC-BS foram na maior parte animais assinalados como solitários, portanto em um contexto que não é esperada a produção de codas. Os grupos de cachalote em socialização presumidamente teriam maior probabilidade de serem avistados, já que durante estas atividades os animais permanecem na superfície ou próximos da mesma, em grupos de dois ou mais indivíduos.

### *Classificação*

Todas as detecções realizadas em campo foram corretamente classificadas como cachalote, conforme foi confirmado no processamento e resultados apresentados neste relatório. A classificação destes cliques pode, portanto, ser feita com um grau de certeza alto por operadores de MAP experientes durante as atividades de campo, conforme tem sido feito no PMC-BS.

As características de frequência observáveis no espectrograma e os

intervalos entre os cliques são fáceis de identificar. Até mesmo de forma aural, o clique do cachalote tem um som "metálico" característico que pode ser reconhecido por um operador experiente. No detector de cliques do PG é utilizado um classificador de cachalote, que além de ter uma legenda específica para os cliques de cachalote, mostra a forma da onda, espectro de frequência e distribuição frequência-tempo de WV, como no exemplo da **Figura IV.4.3-26**.



**Figura IV.4.3-26:** gráficos do detector de cliques do PAMGUARD mostrando a forma da onda, espectro de frequência e distribuição tempo-frequência de Winger-Ville para um clique usual do cachalote detectado no PMC-BS.

Diversos aspectos da biologia dos cachalotes podem ser explorados através dos dados de acústica e a continuidade da coleta de dados permitirá maior aprofundamento de questões sobre o comportamento e ecologia discutidos neste relatório.

#### *Cachalote-anão e cachalote-pigmeu (Kogia)*

O cachalote-pigmeu (*Kogia breviceps*) e o cachalote-anão (*Kogia simus*), são membros da família Kogiidae e da superfamília Physeteroidea, que inclui o cachalote (*Physeter macrocephalus*). Dividem características com o cachalote, como a assimetria craniana e o órgão espermacete. Anteriormente eram classificados dentro da família do cachalote (Physeteridae), mas foram separados na própria família. Até recentemente, era reconhecida apenas uma espécie de *Kogia* (*Kogia breviceps*), mas em 1966 foi reconhecida uma nova espécie, o cachalote-anão (*Kogia sima*) (SHIRIHAI & JARRET, 2006).

A distribuição é cosmopolita, em águas tropicais e temperadas, com

preferência por águas oceânicas e do talude continental. Assim como o cachalote, as espécies de *Kogia* mergulham em grandes profundidades para capturar presas, principalmente cefalópodes (PERRIN *et al.*, 2009). Como a distribuição e características das duas espécies de *Kogia* são semelhantes, é muito difícil de confirmar a identificação em campo. São raramente observados no mar devido ao comportamento críptico. Não se aproximam de embarcações e nadam em grupos pequenos. Muito do que se conhece da espécie provém de encalhes na praia, que sugerem que a espécie é mais comum do que se têm conhecimento, provavelmente devido a dificuldade de observação em campo (SHIRIHAI & JARRET, 2006; PERRIN *et al.*, 2009; LODI & BOROBIA, 2013, MOURA *et al.*, 2016).

São poucos estudos sobre o comportamento acústico da espécie. MARTEN (2000) e MADSEN *et al.* (2005) analisaram registros das vocalizações do cachalote-pigmeu (*Kogia breviceps*) em estudos independentes, porém em um contexto similar. Ambos os estudos foram com indivíduos em tanques para reabilitação, que haviam sido resgatados após episódios de encalhe. Recentemente, MERKENS *et al.* (2016) descreveram as características dos cliques do cachalote-anão (*Kogia simus*) em ambiente natural. Em todos estes estudos, foram reportados cliques de alta frequência (acima de 100 kHz) e banda estreita para *Kogia*. Cliques com estas características são conhecidos na literatura como "NBHF", que é o acrônimo do inglês "*Narrow Band High Frequency*". Estes tipos de cliques são observados para outros odontocetos, tal como os membros da família Phocoenidae (marsopas) e os golfinhos do gênero *Cephalorynchus*.

Durante as campanhas do PMC-BS foram registrados cliques em águas profundas que se assemelharam às características de cliques NBHF. As análises comprovaram que são cliques pertencentes ao gênero *Kogia*, conforme mostrado a seguir.

## Resultados

Na **Tabela IV.4.3-14** é apresentado um sumário de todas as detecções em águas profundas classificadas como cliques NBHF, que foram atribuídas a *Kogia*.



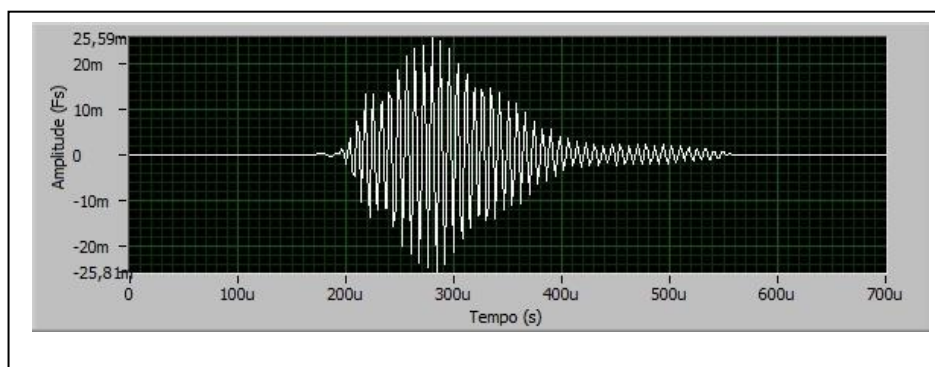
Apesar destas análises terem sido feitas durante o segundo ano do PMC-BS (dados dos ciclos 3 e 4) todas as detecções classificadas como "odontoceto não-identificado" do primeiro ano foram revisadas e também foi possível confirmar a presença de cliques NBHF em registros dos ciclos 1 e 2. Todos os cliques que tiveram qualidade para análise (relação sinal/ruído alta) foram processados utilizando o programa analisador de cliques do PMC-BS. No total foram 507 cliques analisados. Conforme mostra a **Tabela IV.4.3-14** houve detecções nas quais dezenas ou centenas de cliques puderam ser extraídos para análise, enquanto outras detecções foram muito breves ou tiveram poucos cliques com qualidade suficiente.

**Tabela IV.4.3-14:** Detecções do PMC-BS classificadas como pertencentes à *Kogia*, indicando o código ID MAP, data, profundidade e número total de cliques extraídos para as análises.

Código ID MAP	Data	Profundidade (m)	No Cliques
PMC_1_AP06	18/12/2015	1794	16
PMC_1_AP07	18/12/2015	2319	94
PMC_2_AP05	15/06/2016	2539	06
PMC_3_A028	04/10/2016	2036	02
PMC_3_A040	05/10/2016	1981	247
PMC_3_A075	14/10/2016	1384	127
PMC_3_A138	01/11/2016	2207	08
PMC_4_A038	21/03/2017	2264	03
PMC_4_A041	21/03/2017	1825	04

As análises dos cliques de *Kogia* foram concluídas anteriormente à consolidação da versão atual do programa analisador de cliques. A versão anterior ainda não incluía as medidas de duração 95% de energia e largura da banda RMS. O parâmetro duração, até então, era medido manualmente utilizando marcadores posicionados no início e fim do clique no gráfico de distribuição de WV. Portanto, a duração reportada não foi mensurada com a metodologia consolidada pela nova versão do programa. Além disso, os resultados não incluem a largura da banda RMS.

A **Figura IV.4.3-27** ilustra um exemplo de um clique de *Kogia*. A forma da onda apresenta inúmeras oscilações com amplitude que decai gradualmente. Os cliques apresentaram uma banda de frequência bem estreita centrada em frequências acima de 100 kHz, conforme descrito na literatura. A frequência de pico e central tiveram valores semelhantes, com média de 126 kHz. As médias da largura da banda foram estreitas, 3,7 kHz e 6,8 kHz, em -3 dB e -10 dB, respectivamente. O valor Q foi bem alto ( $Q_{-3dB} = 28,8$  e  $Q_{-10dB} = 21,1$ ), o que também indica uma largura de banda estreita dos cliques. A duração foi em média 150  $\mu$ s. Foram extraídos 623 cliques no PG para o cálculo do intervalo entre os cliques e a média foi 0,14 s. Os valores médios dos parâmetros mensurados estão na **Tabela IV.4.3-15**. A **Figura IV.4.3-28** apresenta uma representação da distribuição de WV, o espectro de potência e o gráfico de energia relativa cumulada de um clique de *Kogia*, analisado com a versão atual do programa analisador de cliques.



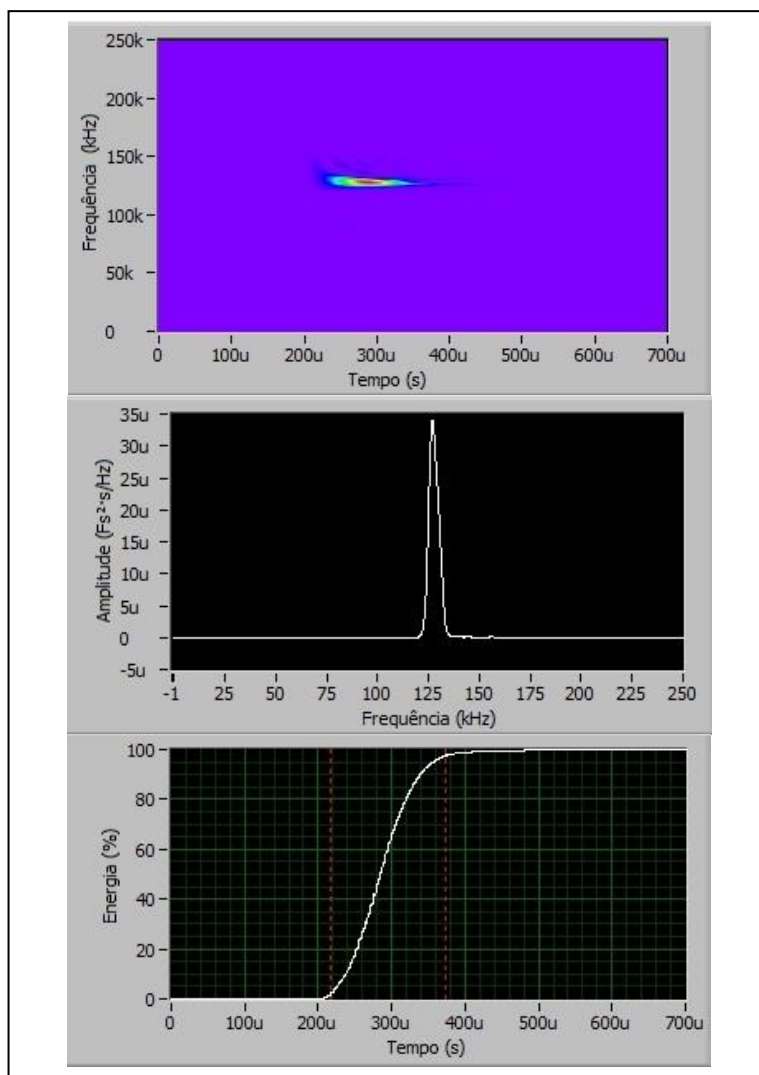
**Figura IV.4.3-27:** Forma da onda de um clique de *Kogia*.

**Tabela IV.4.3-15:** Número total de cliques de *Kogia* analisados com a média, mínimo e máximo (em parênteses) e desvio padrão dos parâmetros mensurados.

Parâmetro	Média (min - max)	Desvio Padrão
Número de Cliques	507	-
Frequência Pico (kHz)	126,7 (119-132)	1,4
Frequência Central (kHz)	127,0 (119-132)	1,4
Largura da Banda – 3 dB (kHz)	3,7 (1,2-9,1)	1,3
Q - 3dB	28,8 (13,8-109,8)	14,2

Parâmetro	Média (min - max)	Desvio Padrão
Largura da Banda - 10dB (kHz)	6,6 (2,3-14,4)	1,9
Q - 10dB	21,1 (8,5-56,2)	7,1
Duração (µs)	150,8 (69,8,3-290,5)	40,5
Intervalo entre os Cliques* (s)	0,14 (0,03-0,32)	0,04

\*623 cliques analisados



**Figura IV.4.3-28:** Clique de Kogia. Acima: Representação da distribuição de WV. Centro: espectro de potência. Abaixo: energia relativa acumulada.

### Discussão

Os resultados das análises dos cliques, atribuídos ao gênero *Kogia* nos registros do PMC-BS, foram todos confirmados como cliques de alta frequência e

banda estreita (NBHF). Os resultados estão de acordo com a descrição das características dos cliques de *Kogia* reportada na literatura. Nos estudos de MARTEN (2000) e MADSEN *et al.* (2005) as frequências pico reportadas para o cachalote-pigmeu (*Kogia breviceps*) foram 125 e 130 kHz, respectivamente. Para o cachalote-anão (*Kogia simus*) a frequência pico reportada foi 126 kHz, semelhante ao valor observado no PMC-BS. A largura da banda -3 dB e -10 dB dos cliques de *Kogia* registrados no PMC-BS (3,7 kHz e 6,8 kHz) apresentaram banda mais estreita comparado aos resultados para o cachalote-pigmeu (8 kHz e 15 kHz, respectivamente) (MADSEN *et al.*, 2005), porém mais próximo ao reportado para o cachalote-anão (banda de -3 dB 5,5 kHz) (MERKINS *et al.*, 2016). A duração do clique (150  $\mu$ s) foi similar aos resultados de MADSEN *et al.* (2005) para o cachalote-pigmeu (119  $\mu$ s) e maior do que os resultados de MERKINS *et al.* (2016) para o cachalote-anão (72  $\mu$ s). Porém, em ambos os estudos foram utilizadas metodologias diferentes para medir a duração. Ainda não é possível diferenciar as espécies de *Kogia* através das características dos cliques.

No geral, todas as detecções classificadas como *Kogia* apresentaram cliques com características consistentes com as descrições na literatura. No estudo controlado de MADSEN *et al.* (2005), foi observado que tanto os cliques no eixo e fora do eixo à frente do animal apresentaram características semelhantes. Os cliques de alta frequência e banda estreita, como os de *Kogia*, não sofrem as distorções referente a geometria de recepção dos cliques, tal como ocorre para o cachalote e os delfínídeos. De fato, houve pouca variação dos parâmetros de frequência pico e frequência central nos cliques de *Kogia* registrados no PMC-BS, apesar dos cliques terem sido captados de geometria desconhecida.

Os registros de *Kogia* do MAP no PMC-BS são importantes pois inclui uma família de cetáceos na qual, até o presente, não houve registro de avistagem durante os cruzeiros de avistagem e MAP, mas apenas um registro visual durante um cruzeiro de telemetria. Isto mostra como *Kogia* é uma espécie críptica, de difícil observação visual. Assim como os cachalotes, as espécies de *Kogia* fazem mergulhos profundos para forragear. Apesar do tempo de mergulho ser menor (menos de 20 minutos), comparado ao cachalote, o tempo de superfície também é menor (SCOTT *et al.*, 2001). São animais de porte médio (até 3,8 m) e os

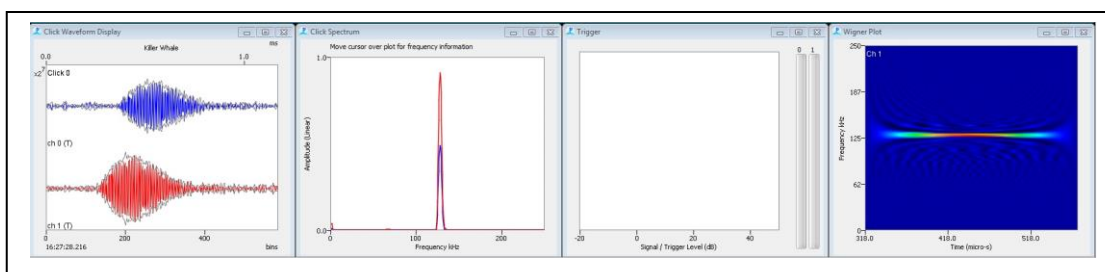
grupos são pequenos (1 - 3 indivíduos). A combinação destes fatores dificulta os registros visuais da espécie (WILLIS & BAIRD, 1998). No entanto, no MAP foram feitos registros em todos os ciclos das campanhas de Avistagem e MAP.

Diferente do cachalote, *Kogia* só pode ser detectado de distâncias curtas. A perda da energia por propagação dos cliques é muito acentuada, devido às frequências serem muito altas. A média de distância das localizações feitas em campo foi cerca de 150 m (distância máxima 240 m). As detecções também foram breves (cerca de 1 a 2 minutos). Portanto, até mesmo do ponto de vista da acústica, as espécies de *Kogia* são difíceis de serem registradas devido ao feixe sonoro de banda estreita e às frequências muito altas dos cliques, que se dissipam rapidamente.

### Classificação

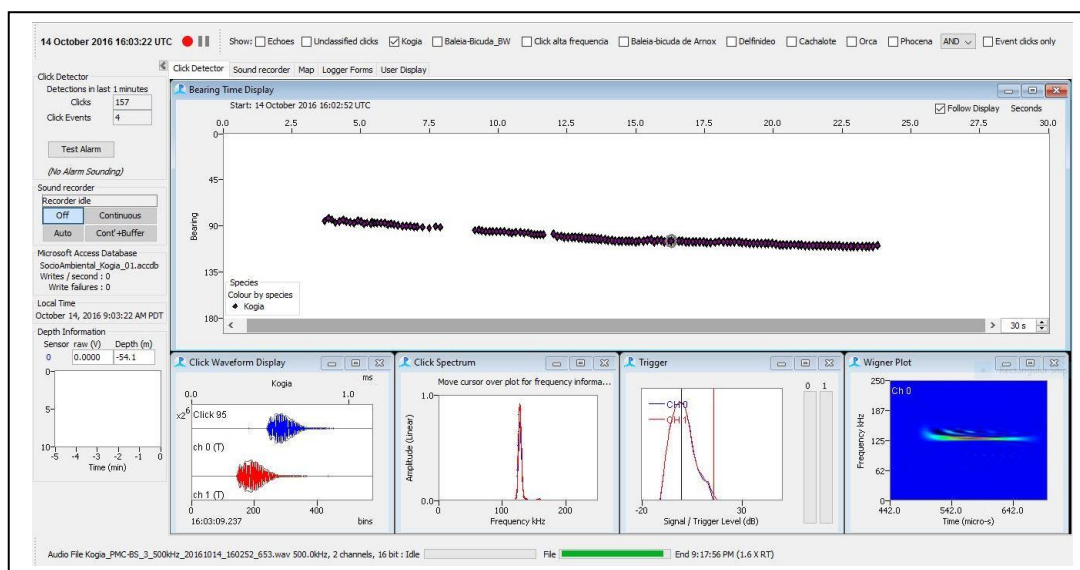
Todas as detecções de *Kogia* foram corretamente classificadas, conforme foi confirmado na revisão e processamento dos dados combinados de todos os ciclos do PMC-BS. Ainda não é possível identificar as espécies de *Kogia* pelos cliques. Estas investigações dependem de registros acústicos confirmados visualmente para as diferentes espécies

Durante as atividades de campo, a classificação destes cliques pode ser feita com um grau de certeza alto por operadores de MAP experientes. Apesar dos cliques não serem audíveis, eles são detectados no detector de cliques do PG. A **Figura IV.4.3-29** mostra um exemplo da forma da onda, espectro de frequência e distribuição frequência-tempo de WV de um clique de *Kogia* representado no PG.



**Figura IV.4.3-29:** Gráficos do detector de cliques do PAMGUARD mostrando a forma da onda, espectro de frequência e distribuição tempo-frequência de Wigner-Ville para um clique de *Kogia* detectado no PMC-BS.

A partir do Ciclo 4 do PMC-BS foi incluído um classificador de *Kogia* no PG, para facilitar a identificação pelos operadores de MAP em campo. Nos testes do classificador, o PG classificou corretamente todos os cliques de *Kogia*, conforme mostra a **Figura IV.4.3-30**.



**Figura IV.4.3-30:** Interface gráfica do detector de cliques do PAMGUARD mostrando uma sequência de cliques de *Kogia* detectada e classificada corretamente pelo classificador do PG configurado a partir do ciclo 4.

*Kogia* parece ser mais comum do que os dados de avistagem sugerem. Conforme mais dados forem coletados, questões sobre a distribuição, sazonalidade e uso do habitat poderão ser melhor exploradas através do MAP, mesmo que a probabilidade de avistagem seja baixa.

#### *Toninha (Pontoporia blainvillei)*

A toninha (*Pontoporia blainvillei*), Família Pontoporidae é uma espécie costeira endêmica do Oceano Atlântico Sul Ocidental (SICILIANO *et al.*, 2002), com distribuição restrita à costa leste da América do Sul. A espécie é considerada em estado crítico de extinção no Brasil (MMA, 2014).



É considerada uma espécie críptica pois seu comportamento na superfície é discreto, os comportamentos aéreos são extremamente raros, e em geral, evitam aproximação de embarcações e não realizam *bow-riding* (WELLS *et al.*, 2013). O tamanho pequeno, grupos com pouco indivíduos e a coloração críptica são outros fatores que dificultam seu avistamento (CREMER & SIMÕES-LOPES, 2005).

Muito pouco se conhece sobre o repertório acústico da toninha. Na Argentina, MELCÓN *et al.* (2012) descreveram de forma preliminar os sons de ecolocalização da espécie, demonstrando que a toninha produz sons pulsados de alta frequência e banda estreita (*Narrow Band High Frequency* ou NBHF).

Durante as campanhas do PMC-BS foram registrados cliques nas águas costeiras que se assemelharam às características de cliques NBHF. As análises comprovaram que são cliques pertencentes à toninha, conforme será mostrado a seguir.

### Resultados

Na **Tabela IV.4.3-16** é apresentado um sumário das detecções em águas costeiras classificadas como cliques NBHF, atribuídas à toninha. Foram dois registros. Apesar destas análises terem sido feitas durante o segundo ano do PMC-BS, todas as detecções classificadas como "odontoceto não-identificado" do primeiro ano foram revisadas e também foi possível confirmar um registro de cliques NBHF em águas costeiras no ciclo 1. Todos os cliques que tiveram qualidade para análise (relação sinal/ruído alta) foram processadas utilizando o programa analisador de cliques do PMC-BS. No total foram 89 cliques analisados.

**Tabela IV.4.3-16:** Detecções do PMC-BS atribuídas à toninha, indicando o código ID MAP, data, profundidade e número total de cliques extraídos para as análises.

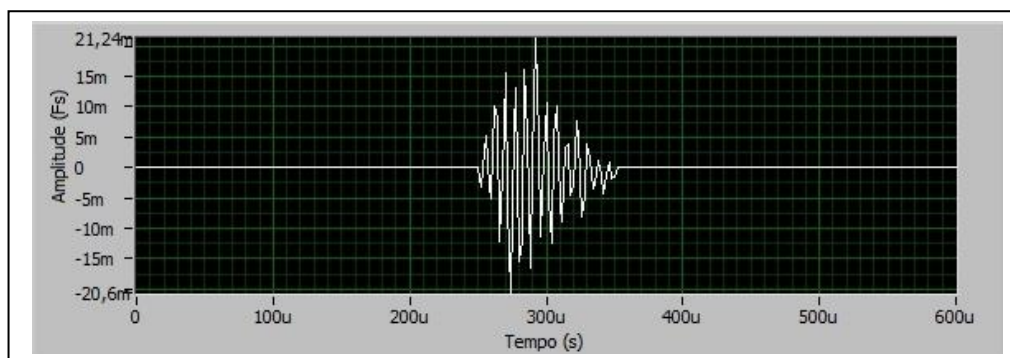
Código ID MAP	Data	Profundidade (m)	Nº Cliques
PMC_1_AP2	05/12/2015	17	72
PMC_4_A96	18/04/2017	27	19

As análises dos cliques de toninha foram parcialmente concluídas

anteriormente à consolidação da versão atual do programa analisador de cliques. A versão anterior ainda não incluía as medidas de duração e largura da banda RMS. Apenas os 18 cliques da detecção do ciclo 4 (PMC\_4\_A96) foram analisadas na versão atual, portanto a média dos parâmetros duração e largura da banda RMS referem-se apenas aos 19 cliques desta detecção.

A **Figura IV.4.3-31** ilustra um exemplo de um clique de toninha. A forma da onda apresenta uma série de oscilações que dá um aspecto globoso ao sinal. A frequência de pico e frequência central média foram 129 kHz e 128 kHz, respectivamente. A largura da banda foi estreita: 10 kHz em -3 dB e 27 kHz em -10 dB, mas um pouco maior do que os cliques de *Kogia*. Foram extraídos 100 cliques no RAVEN para o cálculo do intervalo entre os cliques e a média foi 0,051 s. A duração média dos cliques foi 72  $\mu$ s.

Os resultados corroboram com as descrições de cliques de alta frequência e banda estreita, denominados do tipo NBHF, e estão em concordância com as características dos cliques de toninha reportados na literatura (MELCON *et al.*, 2016).



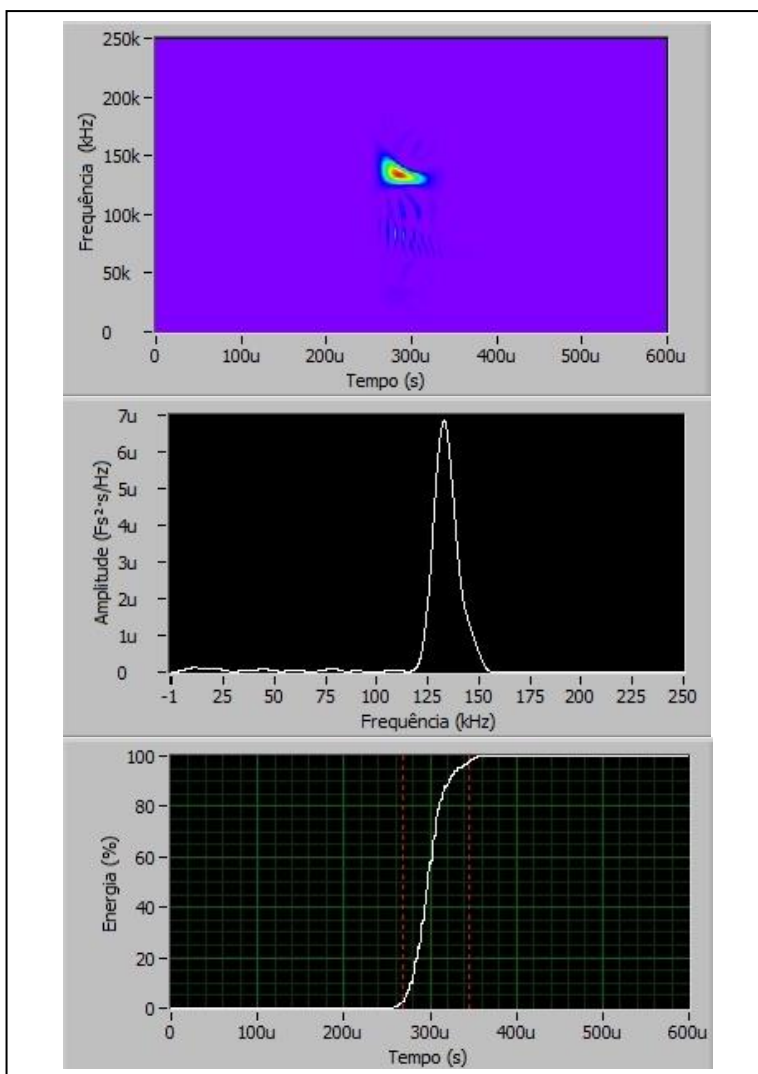
**Figura IV.4.3-31:** Forma da onda de um clique de toninha (*Pontoporia blainvillei*).

Os valores médios dos parâmetros mensurados estão na **Tabela IV.4.3-17**. A **Figura IV.4.3-32** apresenta uma representação da distribuição de WV, o espectro de potência e o gráfico de energia relativa cumulada de um clique da toninha, analisado com a versão atual do programa analisador de cliques.

**Tabela IV.4.3-17:** Número total de cliques da toninha (*Pontoporia blainvillei*) analisados com a média, mínimo e máximo (em parênteses) e desvio padrão dos parâmetros mensurados.

Parâmetro	Média (min - max)	Desvio Padrão
Número de Cliques	89	-
Frequência Pico (kHz)	129,3 (118-137)	3,7
Frequência Central (kHz)	128,5 (117-137)	3,9
Largura da Banda - 3dB (kHz)	14,0 (8,0-23,8)	4,0
Q - 3dB	10,1 (5,2-16,7)	3,2
Largura da Banda - 10dB (kHz)	25,6 (14,4-40,0)	6,9
Q -10dB	5,5 (3,1-9,3)	1,7
Largura da Banda RMS* (kHz)	8,8 (4,9-25,8)	5,0
Q RMS*	18,2 (4,9,3-27,1)	6,3
Duração* (µs)	71,2 (47,4-84,6)	8,5
Intervalo entre os Cliques** (s)	0,051 (0,007-0,105)	0,02

\* 18 cliques analisados\*\*100 cliques analisados



**Figura IV.4.3-32:** Clique da toninha (*Pontoporia blainvillei*). Acima: Representação da distribuição de WV. Centro: espectro de potência. Abaixo: energia relativa acumulada.

### Discussão

Os resultados das análises dos cliques atribuídos a toninha nos registros do PMC-BS foram todos confirmados como cliques de alta frequência e banda estreita (NBHF). São poucos os estudos que descrevem as características dos cliques da toninha. Até o presente, o único estudo feito em ambiente natural com

equipamento capaz de registrar frequências acima de 100 kHz, tal como o equipamento utilizado no PMC-BS, foi no estudo de MELCON *et al.* (2012) na Argentina. Portanto, as comparações se limitarão a este estudo. Os resultados observados estão próximos das descrições de MELCON *et al.* (2012). Apesar da média da frequência de pico não ter sido exatamente igual, foram igualmente observados picos acima de 100 kHz: média de 139 kHz em MELCON *et al.* (2012) e 129 kHz no PMC-BS. Os cliques apresentaram largura da banda estreita. A banda não foi tão estreita como em *Kogia*, mas o valor Q alto ( $Q_{-3dB} = 10,1$  e  $Q_{-10dB} = 5,5$ ) indica cliques de banda estreita. Foram mensurados os intervalos de 91 cliques no RAVEN e a média foi de 0,051 (faixa de 0,007-0,105 s). MELCON *et al.* (2012) encontrou uma faixa de ICIs semelhante, com média de 0,03 (0,14 - 0,04) e valores entre 0,004-0,007 para buzzes, mas com intervalo máximo do ICI um pouco maior nos dados do PMC-BS. A duração foi notadamente maior em MELCON *et al.* (2012) (212  $\mu$ s) comparado ao valor no PMC-BS (71  $\mu$ s). No entanto, foram utilizadas metodologias diferentes para medição da duração.

As gravações dos cliques de toninha no PMC-BS apresentaram muita contaminação de ruído. Isto porque os dois registros reportados foram feitos em águas rasas abaixo de 40 metros. Nestas circunstâncias, o cabo de hidrofones do PMC-BS é rebocado a uma distância de apenas 150 metros da popa da embarcação e os hidrofones permanecem a uma profundidade de cerca de 8 a 10 metros. Além das águas costeiras já serem naturalmente mais ruidosas, o fato dos hidrofones ficarem mais próximos da popa do *Sea Route* faz com que a contaminação por ruído seja elevada. Isto dificultou as análises dos cliques e janelas pequenas foram utilizadas para delimitar o início e fim do clique (janelas de 50 a 80 amostras, que corresponde a cerca de 0,1 ms). Isto porque em janelas maiores o ruído prevalecia. É possível que a duração do clique seja maior e que a contaminação do ruído não permitiu examinar a parte final do clique. MELCON *et al.* (2012) fizeram gravações no ambiente natural sem a presença de ruído de embarcação e utilizaram uma janela de 0,8 ms nas análises. Portanto, as diferenças encontradas em relação ao estudo de MELCON *et al.* (2012) podem estar associadas a diferenças metodológicas das análises. Além disso, a amostra de cliques do PMC-BS foi bem menos representativa (menos de 100 cliques) do

que o número amostral analisado por MELCON *et al.* (2012) (mais de 1000 cliques), portanto, este último é mais representativo da variedade e valores médios que podem ser encontrados nos cliques da toninha.

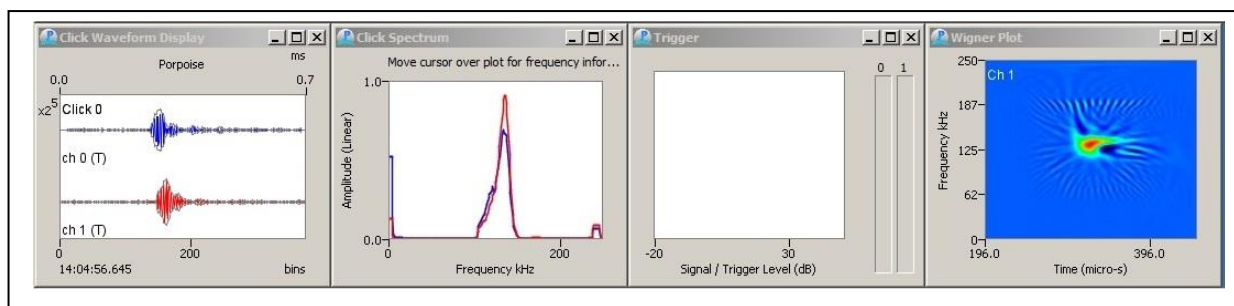
Além da semelhança aos cliques reportados na literatura, outra evidência de que os cliques foram corretamente classificados é o fato da toninha ser a única espécie comum das águas costeiras do Brasil que produz cliques do tipo NBHF. Outras espécies que produzem cliques semelhantes são mais comuns em águas mais austrais, tal como é o caso das marsopas (família Phocoenidae) e dos golfinhos do gênero *Cephalorynchus*. A única marsopa já encontrada em águas que incluem a Bacia Santos foi *Phocoena dioptrica* (golfinho-de-óculos), o qual um exemplar morto foi encontrado encalhado em Navegantes (SC) em agosto de 2017; um dos raros registros de encalhes da espécie no Brasil, que pode estar associado a um animal morto ou debilitado que chegou nestas águas trazido pelas correntes.

Portanto, os cliques do tipo NBHF detectados nas águas costeiras da Bacia de Santos podem ser atribuídos com alta probabilidade de acerto como pertencentes à toninha; apesar de existir uma probabilidade remota de que outras espécies muito raras nestas águas, que produzem cliques semelhantes, estejam presentes na região.

### Classificação

Os cliques do tipo NBHF detectados em águas costeiras podem ser classificados com alto grau de certeza como pertencentes à toninha, conforme foi discutido. Apesar dos cliques serem inaudíveis, um operador de MAP pode identificar os cliques de toninha através do detector de cliques do PG. O PG possui um classificador padrão, originalmente configurado para detectar marsopas (*Phocoena*). Foi verificado que os cliques são classificados como *Phocoena* no detector de cliques do PG devido a semelhança aos cliques das marsopas, conforme mostra o exemplo da **Figura IV.4.3-33** de um registro acústico da toninha no PG, realizada no ciclo 4 do PMC- BS, próximo a Reserva Biológica do Arvoredo.





**Figura IV.4.3-33:** Gráficos do detector de cliques do PAMGUARD mostrando a forma da onda, espectro de frequência e distribuição tempo-frequência de Winger-Ville para um clique de toninha (*Pontoporia blainvillei*) detectado no PMC-BS.

Foram apenas dois registros realizados até o presente. Não foi possível fazer a localização em nenhum deles. Semelhante a *Kogia*, os cliques de toninha só podem ser detectados a distâncias muito curtas por breves períodos. Fatores adicionais que dificultam a detecção das toninhas estão relacionados a amostragem em águas costeiras, como o ruído maior e a necessidade de interrupção da amostragem em águas abaixo de cerca de 20 metros.

No entanto, o fato de ser uma espécie críptica, que até o presente não tem registros de avistagem nos cruzeiros de Avistagem e MAP do PMC-BS, adiciona mais uma espécie na qual o MAP pode contribuir para as investigações da riqueza, distribuição e uso de habitat na Bacia de Santos.

#### *Baleia-bicuda (Ziphiidae)*

A família Ziphiidae é composta pelas espécies conhecidas pelo nome genérico de "baleias-bicuda". Apesar de serem a segunda maior família de odontocetos, com mais de 22 espécies reconhecidas, estão entre os grupos de cetáceos menos conhecidos. Algumas espécies foram descritas apenas por registros de encalhes e novas espécies continuam sendo descobertas (MACLEOD *et al.*, 2006; MORIN *et al.*, 2016). A dificuldade dos registros de espécies de baleia-bicuda se deve a seu comportamento críptico. Estes animais vivem em áreas oceânicas e mergulham a grandes profundidades para capturar presas (principalmente cefalópodes) e passam pouco tempo na superfície

(JOHNSON *et al.*, 2004; TYACK, 2006). Além disso, possuem comportamento evasivo e não se aproximam de embarcações. Também são conhecidas por sua sensibilidade a ruídos antropogênicos (BARLOW *et al.*, 2006).

Nove espécies pertencentes a 4 gêneros são registrados para o Brasil, a maioria do gênero *Mesoplodon*. Poucas destas espécies são comuns em águas tropicais, sendo a maioria de águas temperadas ou polares, consideradas raras no Brasil (LODI & BOROBIA, 2013). Mesmo as espécies mais tropicais são consideradas de ocorrência rara (baleia-bicuda-de-gervais e baleia-bicuda-de-true) ou ocasional (baleia-bicuda-de-blainville) no Brasil, devido ao número limitado de registros, feitos exclusivamente através de encalhes. Até mesmo para a única espécie considerada comum no Brasil (baleia-bicuda-de-cuvier), a maioria dos registros é proveniente de encalhes (LODI & BOROBIA, 2013).

O comportamento acústico das baleias-bicuda é conhecido através de estudos realizados com DTAGs em espécimes da baleia-bicuda-de-blainville e baleia-bicuda-de-cuvier (JOHNSON *et al.*, 2004; ZIMMER *et al.*, 2005c; TYACK, 2006). Os dados mostram que apesar das diferenças entre as espécies, no geral os animais começam a emitir cliques apenas quando alcançam profundidades abaixo ou superiores a 200 m, quando então passam a clicar continuamente até profundidades de mais de 1000 m. Durante a subida, os cliques cessam a uma profundidade de cerca de 700 a 800 m. Os mergulhos profundos duram em média pouco mais de uma hora e os animais emitem cliques de ecolocalização por cerca de 25 - 35 minutos durante o ciclo de mergulho (TYACK, 2006).

No geral os cliques das baleias-bicuda são distinguíveis de outros odontocetos por apresentarem modulação de frequência (denominados de pulsos FM) e frequências de pico com valores intermediários entre os cachalotes e os delfínidos (~40 kHz) (ZIMMER *et al.*, 2005c; TYACK, 2006). A descrição das características acústicas de algumas espécies e estudos comparativos recentes, mostram que existem características espécie-específicas nos cliques de baleias-bicuda (BAUMANN-PICKERING *et al.*, 2013). A seguir são apresentados os resultados que confirmam registros de cliques de baleia-bicuda para o PMC-BS.

## Resultados

Na **Tabela IV.4.3-18** é apresentado um sumário das detecções classificadas como baleia-bicuda (família Ziphiidae). Foram três breves registros, sendo dois no ciclo 3 e um no ciclo 4. No geral, os cliques não apresentaram uma boa relação sinal/ruído. Apenas alguns poucos cliques foram detectados e puderam ser analisados. Houve uma detecção (PMC\_3\_AP1) na qual os cliques estavam muito fracos nas gravações do PG e foi preciso utilizar a gravação do ISH. O sistema do ISH não foi desenvolvido para captação de frequências altas, mas ainda foi possível fazer as análises e confirmar características diagnósticas para classificação dos cliques, como será discutido adiante. Os cliques foram processados utilizando o programa analisador de cliques do PMC-BS. No total foram 50 cliques analisados (26 no PG e 24 no ISH).

**Tabela IV.4.3-18:** Detecções do PMC-BS atribuídas à baleia-bicuda, indicando o código ID MAP, data, profundidade e número total de cliques extraídos para as análises.

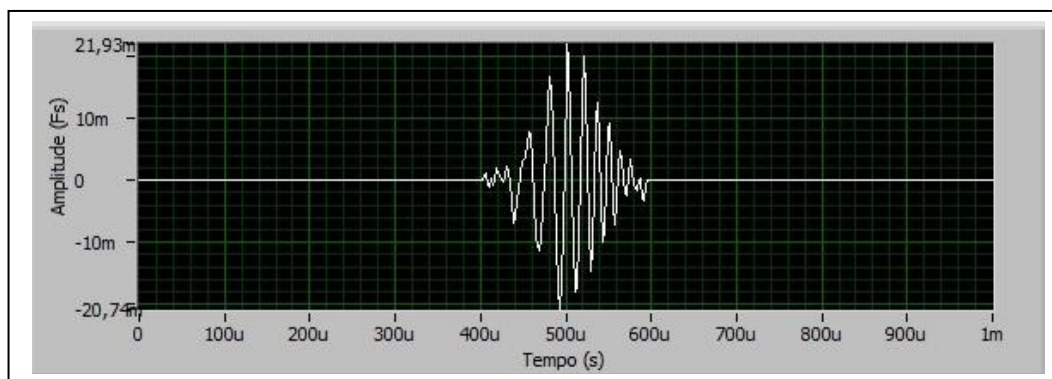
Código ID MAP	Data	Profundidade (m)	No Cliques
PMC_3_AP1*	09/10/2016	2149	24
PMC_3_137	01/11/2016	2497	06
PMC_4_045	22/03/2017	1095	20

\* Cliques extraídos da gravação do ISHAMEL

Os resultados apresentados a seguir foram obtidos a partir da gravação do PG. O PG apresenta sistema de gravação adequado para frequências altas, enquanto o ISH para frequências mais baixas, e por isso os resultados do ISH não foram combinados ao do PG.

A **Figura IV.4.3-34** ilustra um exemplo de um clique de baleia-bicuda. As oscilações da forma da onda dão um aspecto característico, similar a uma "bolha". As médias das frequências pico e central foram 42,1 kHz e 43,8 kHz, respectivamente. A largura da banda foi relativamente estreita em -3dB: 8,8 kHz ( $Q_{-3dB} = 5,1$ ) e -10 dB: 22,6 kHz ( $Q_{-10dB} = 2,0$ ). Uma característica distinta dos cliques de zifídeos é a modulação de frequência (cliques FM). A modulação é ascendente e fica evidente no gráfico de WV que a energia do clique está distribuída de forma "diagonal" (**Figura IV.4.3-35**). A duração foi em média 125  $\mu$ s

e o ICI 0,27 s. Os resultados corroboram com as descrições genéricas dos cliques da família Ziphiidae (ZIMMER *et al.*, 2005c; TYACK, 2006; BAUMANN-PICKERING *et al.*, 2013).



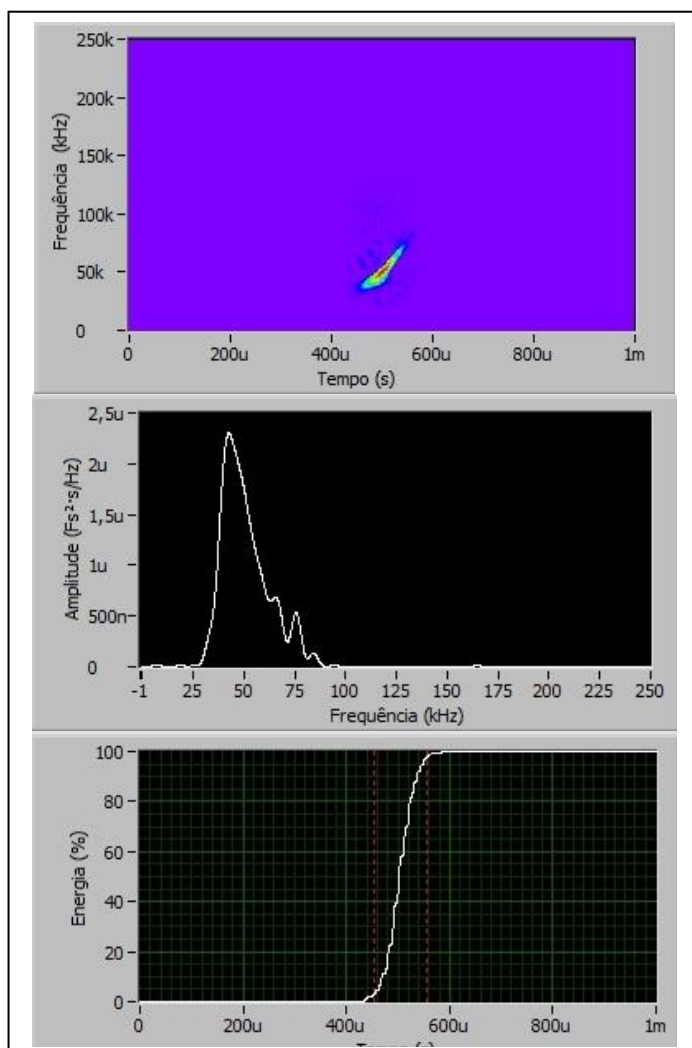
**Figura IV.4.3-34:** Forma da onda de um clique de baleia-bicuda (Família Ziphiidae).

Os valores médios dos parâmetros mensurados estão na **Tabela IV.4.3-19**. A **Figura IV.4.3-35** apresenta um exemplo da representação da distribuição de WV, o espectro de potência e o gráfico de energia relativa acumulada de um clique.

**Tabela IV.4.3-19:** Número total de cliques de baleia-bicuda extraídos para análise com a média, mínimo e máximo (em parênteses) e desvio padrão dos parâmetros mensurados (detecções PMC\_3\_137 e PMC\_4\_A45 do PAMGUARD).

Parâmetro	Média (min - max)	Desvio Padrão
Número de Cliques	26	-
Frequência Pico (kHz)	42,1 (37,9-53,3)	3,5
Frequência Central (kHz)	43,8,5 (39,9-49,9)	2,6
Largura da Banda - 3dB (kHz)	8,8 (5,4-16,8)	3,3
Q - 3dB	5,1 (2,3-7,3)	1,4
Largura da Banda - 10dB (kHz)	22,6 (13,0-43,0)	7,5
Q - 10dB	2,0 (1,2-3,3)	0,7
Largura da Banda RMS (kHz)	0,6 (0,5-0,6)	1,5
Q RMS	6,9 (5,2-11,5)	1,6
Duração (µs)	125,5 (102,6-165,2)	16,7
Intervalo entre os Cliques* (s)	0,272 (0,220-0,302)	0,02

. \*14 cliques analisados



**Figura IV.4.3-35:** Clique de baleia-bicuda (Família Ziphiidae). Acima: Representação da distribuição de WV. Centro: espectro de potência. Abaixo: energia relativa acumulada.

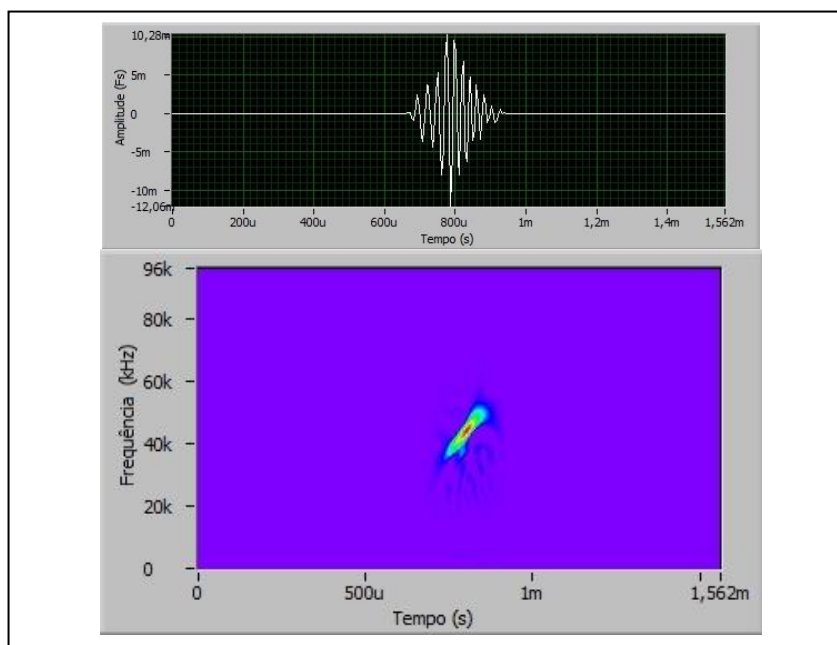
Os cliques da detecção PMC\_3\_AP1, processados pelas gravações do ISH apresentaram características semelhantes às duas detecções feitas no PG e foram também confirmadas como pertencentes à baleia-bicuda. Foram cliques do tipo FM, com média da frequência pico e central um pouco abaixo de 40 kHz. Os resultados são apresentados na **Tabela IV.4.3-20**. A **Figura IV.4.3-36** ilustra a

forma da onda e a representação da distribuição de WV de um clique da gravação do ISH, mostrando a similaridade com os cliques de baleia-bicuda reportados na gravação do PG.

**Tabela IV.4.3-20:** Número total de cliques de baleia-bicuda extraídos para análise com a média, mínimo e máximo (em parênteses) e desvio padrão dos parâmetros mensurados. (detecção PMC\_3\_AP1 do ISHMAEL)

Parâmetro	Média (min - max)	Desvio Padrão
Número de Cliques	24	-
Frequência Pico (kHz)	38,8 (37,3-43,3)	1,2
Frequência Central (kHz)	39,0 (37,1-42,0)	1,3
Largura da Banda - 3dB (kHz)	6,6 (4,1-11,8)	23
Q - 3dB	6,5 (3,3-9,7)	1,9
Largura da Banda - 10dB (kHz)	13,1 (9,0-30,0)	4,2
Q - 10dB	3,1 (1,3-4,2)	0,7
Largura da Banda RMS (kHz)	0,6 (0,5-0,6)	1,5
Q RMS	3,7 (2,5-8,8)	1,4
Duração (µs)	164,3 (121,9-206,8)	23,8
Intervalo entre os Cliques* (s)	0,237 (0,131-0,295)	0,043

\*21 cliques analisados



**Figura IV.4.3-36:** Forma da onda (acima) e gráfico de WV (abaixo) de um clique de baleia-bicuda (Família Ziphiidae) registrado no sistema de baixa frequência do PMC -BS (ISHMAEL).



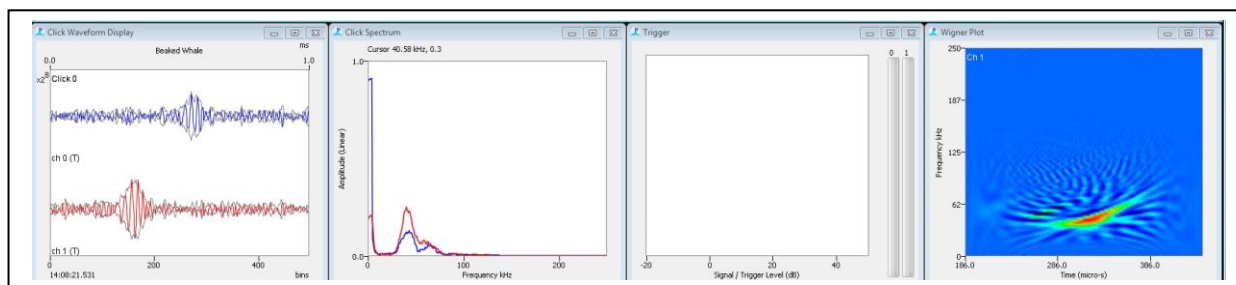
## Discussão

Apesar dos dados terem sido limitados, se faz um importante e inédito registro de baleias-bicuda nas águas da Bacia de Santos. Como são espécies difíceis de observar, devido ao seu comportamento críptico, estão entre os grupos de mamíferos marinhos menos conhecidos. No entanto, os cliques de ecolocalização que estes animais produzem durante o forrageio são característicos (JOHNSON *et al.*, 2004; ZIMMER *et al.*, 2005c; TYACK, 2006; BAUMANN-PICKERING *et al.*, 2013), o que permitiu a confirmação do registro de zifídeos na Bacia de Santos. Apesar de que a espécie não ter sido confirmada, algumas hipóteses podem ser consideradas baseando-se nas características dos cliques observados e a exclusão geográfica de algumas espécies. Se consideramos apenas as espécies tropicais registradas no Brasil (excluindo as espécies de águas polares ou temperadas que apresentam raros registros de encalhe, a maioria no sul do Brasil) (LODI & BOROBIA, 2013), são cerca de quatro espécies candidatas: baleia-bicuda-de-cuvier (*Ziphus cavisrostris*), baleia-bicuda-de-blainville (*Mesoplodon densirostris*), baleia-bicuda-de-gervais (*Mesoplodon europaeus*) e baleia-bicuda-de-true (*Mesoplodon mirus*). Para a baleia-bicuda-de-true não existem descrições dos cliques na literatura. Porém para as outras espécies, a energia dos cliques está concentrada em frequências entre 30 - 50 kHz (JOHNSON *et al.*, 2004; ZIMMER *et al.*, 2005c; TYACK, 2006; GILLESPIE *et al.*, 2009; BAUMANN-PICKERING *et al.*, 2013), o que está de acordo com os resultados observados nos registros do PMC-BS (frequência pico ~40 kHz). O intervalo entre os cliques observado (0,23 - 0,27 s) foi mais semelhante ao descrito para a baleia-bicuda-de-gervais (GILLESPIE *et al.*, 2009; BAUMANN-PICKERING *et al.*, 2013). A frequência central (42 - 44 kHz) está mais de acordo com as descrições para a baleia-bicuda-de-cuvier ou baleia-bicuda-de-gervais (JOHNSON *et al.*, 2004; ZIMMER *et al.*, 2005c; GILLESPIE *et al.*, 2009; BAUMANN-PICKERING *et al.*, 2013). A gravação do ISH (PMC\_3\_AP1) apresentou frequências pico e central um pouco mais baixa (~39 kHz), mas isto pode ser um efeito da instrumentação diferente utilizada nos registros. Frequências um pouco mais baixas são descritas para os cliques da baleia-

bicuda-de-blaiville (JOHNSON *et al.*, 2006; BAUMANN-PICKERING *et al.*, 2013). No presente, nem a classificação da espécie ou a possibilidade de as detecções pertencerem a espécies diferentes puderam ser confirmadas. Comparações mais detalhadas, além da coleta de mais dados, podem auxiliar em investigações futuras sobre a definição taxonômica. No entanto, por exclusão geográfica e características dos cliques, é possível que os registros de zifídeos do PMC-BS sejam de uma ou mais espécies dentre as que foram aqui discutidas.

### Classificação

Os cliques do tipo FM detectados em águas oceânicas e do talude podem ser classificados com alto grau de certeza como pertencentes à Ziphiidae por um operador experiente. Apesar dos cliques serem inaudíveis, um operador de MAP pode identificar os cliques através do detector de cliques do PG ou mesmo através do espectrograma, se a escala do espectrograma monitorado incluir as bandas entre 30 kHz - 50 kHz. O PG está configurado com um classificador genérico de baleia-bicuda, conforme mostra a **Figura IV.4.3-37** de um registro de baleia-bicuda no PG.



**Figura IV.4.3-37:** Gráficos do detector de cliques do PAMGUARD mostrando a forma da onda, espectro de frequência e distribuição tempo-frequência de Winger-Ville para um clique de baleia-bicuda (Família Ziphiidae) detectado no PMC-BS.

Nas detecções de Ziphiidae do PMC-BS foram detectados poucos cliques e a maioria com amplitude baixa, o que dificultou as análises e extração de uma amostra maior de cliques. Foi possível fazer a localização de uma detecção no

campo, com a distâncias estimada de 1500 m. Estes animais estão vocalmente ativos durante os períodos de mergulhos profundos para forrageamento (TYACK, 2006). Conforme mais dados sejam coletados, será possível fazer as primeiras observações a respeito da distribuição e uso de habitat deste grupo de cetáceos pouco conhecido nas águas do Brasil.

#### IV.4.3.3 Análise de Assovios de Delfinídeos

Dentre os sons produzidos pelos odontocetos, os assovios são os mais estudados, sendo considerado o padrão sonoro mais frequente e possivelmente relacionado com distinção entre espécies (STEINER, 1981; DING *et al.*, 1995; RENDELL *et al.*, 1999; OSWALD *et al.*, 2003).

No contexto do PMC-BS, os assovios representam um avanço no conhecimento da diversidade acústica de cetáceos, e a possibilidade de compor um banco de dados consistente o bastante para servir como dados de classificadores locais, possibilitando o uso de algoritmos classificadores para auxiliar na identificação das espécies em campo através de seus assovios.

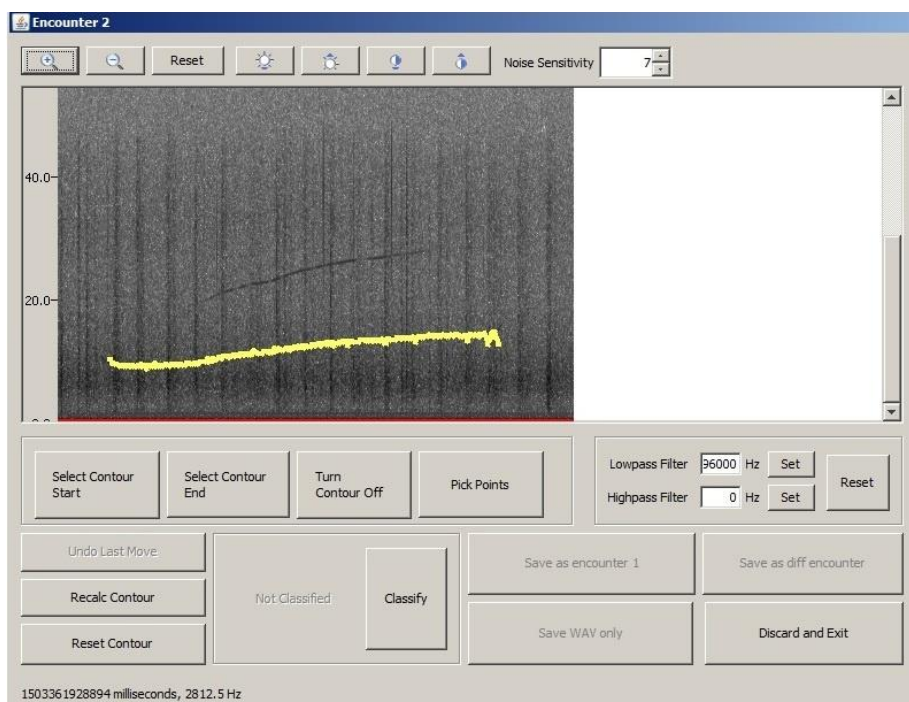
A caracterização de repertórios das diferentes espécies também compõe uma parte importante na compreensão da ecologia da paisagem acústica como um conjunto de padrões de sons que interagem e marcam distintivamente os ambientes em dada escala espaço-temporal (PIJANOWSKY *et al.*, 2011; FARINA, 2014).

### Métodos

#### *Análise de assovios utilizando o ROCCA*

O *ROCCA* (*Real-time Odontocete Call Classification Algorithm*) é um algoritmo de classificação para assovios de odontocetos (OSWALD *et al.*, 2007; OSWALD & OSWALD, 2013), disponível como um módulo do programa PAMGUARD (GILLESPIE *et al.*, 2008). A classificação baseia-se em 50 parâmetros extraídos a partir da linha de contorno a dos assovios visualizados

nos espectrogramas (**Figura IV.4.3-38**). Estas medidas, como frequências, duração, declives e outras variáveis que descrevem a forma do assvio, são utilizadas como matriz de dados para um classificador, baseado em análise de escolha aleatória (*random forest*), que atribui a qual espécie pertence um determinado assvio. Uma tabela com uma breve descrição dos 50 parâmetros utilizados pelo ROCCA pode ser encontrada no **Anexo IV-2: Classificação dos sinais acústicos**.



**Figura IV.4.3-38:** Tela do ROCCA no programa PAMGUARD, ilustrando um assvio no espectrograma com o contorno realçado. A forma do contorno é a base para extração dos parâmetros acústicos.

O algoritmo agrupa os assvios baseados em encontros, definidos como uma coleção de assvios que foram produzidos por um determinado grupo de golfinhos. O ROCCA classifica o encontro a uma de várias espécies baseado nos resultados da análise de classificação *Random forest* (uma coleção de árvores de decisões criadas através da partição binária dos dados) de todos os assvios naquele encontro.

As espécies consideradas dependem do classificador utilizado. Atualmente, são três classificadores disponíveis para três regiões geográficas (Pacífico Norte, Atlântico Norte e Mediterrâneo) com um número limitado de espécies para cada um deles (OSWALD, comunicação pessoal).

Como não existe um classificador para a região geográfica que abrange a Bacia de Santos (Atlântico Sul), foi utilizado o classificador do Atlântico Norte. No entanto, o objetivo inicial das análises no PMC-BS não é classificar os assovios a partir dos classificadores disponíveis no ROCCA, mas sim extrair os parâmetros de assovios nos quais a espécie já é conhecida e posteriormente realizar uma análise estatística para explorar as diferenças espécie-específicas dos assovios registrados. A construção de um classificador de assovios de delfínídeos para a Bacia de Santos é um objetivo que só pode ser alcançado no longo prazo, mediante um grande volume de dados coletados.

A base de dados para amostras de assovios foi a sonoteca do PMC-BS. Neste segundo ano, a sonoteca do PMC-BS foi consolidada e estruturada em pastas contendo as amostras de assovios separadas por espécie e encontro acústico. O encontro acústico refere-se a uma detecção acústica, que possui um ID MAP único que identifica a detecção na base de dados do MAP. Apenas as detecções acústicas pareadas com os registros visuais, nas quais a espécie foi confirmada pela equipe de observadores, foram utilizadas nas análises. Detecções identificadas como de grupos misto de espécies foram excluídas.

Apenas assovios de boa qualidade foram selecionados para compor a sonoteca. Assovios fracos, com baixa relação sinal/ruído, foram excluídos. Os critérios para selecionar os assovios que compuseram a sonoteca foram os seguintes:

- 1) Boa qualidade visual: de maneira que se possa visualizar claramente o início e o fim do assovio (que não gere dúvida quanto a seu contorno);
- 2) Individualização do sinal: Assovios sobrepostos podem ser selecionados, desde que ainda seja possível individualizar cada assovio em relação ao seu início e fim, sem ambiguidade.

Para evitar o viés de muitas amostras de alguns poucos grupos de golfinhos, as amostras extraídas da sonoteca para análise no ROCCA foram limitadas para

cada encontro acústico (ou detecção acústica). Detecções com até 30 assovios incluíram todas as amostras de assovios disponíveis. Detecções que continham de 31 até 100 assovios foram limitados a 75% ou o máximo de 50 assovios selecionados através de seleção randômica. Quando o número de assovios de uma determinada detecção passava de 100, foram selecionados 50 assovios através de seleção randômica.

Ao final da triagem de dados, foram selecionados 1051 assovios pertencentes a 10 diferentes táxons (8 espécies e 2 gêneros) (**Tabela IV.4.3-21**). Para fins de análise, estes dados foram agrupados ao nível taxonômico de gênero, resultando em 7 táxons, conforme sumarizado na **Tabela IV.4.3-22**. Análise estatística multivariada foi empregada para explorar as características dos assovios e avaliar a possibilidade de classificação dos assovios de acordo com o gênero que pertencem.

**Tabela IV.4.3-21:** Resultado da triagem de assovios da sonoteca do PMC-BS para utilização na análise multivariada, destacando o táxon, o número de detecções e número de assovios para os delfínídeos encontrados.

Táxon	n Detecções	n Assovios
<i>Delphinus</i>	1	5
<i>F. attenuata</i>	1	50
<i>Globicephala</i>	2	17
<i>G. griseus</i>	1	50
<i>S. frontalis</i>	21	409
<i>S. attenuata</i>	5	72
<i>S. clymene</i>	2	69
<i>S. longirostris</i>	3	179
<i>S. bredanensis</i>	2	86
<i>T. truncatus</i>	5	114
10	43	1051



**Tabela IV.4.3-22:** Resultado da triagem de assovios da sonoteca do PMC-BS para utilização na análise multivariada, destacando o táxon, o número de detecções e número de assovios para os delfinídeos encontrados.

Gêneros	n Detecções	n Assovios
<i>Delphinus</i>	1	5
<i>Feresa</i>	1	50
<i>Globicephala</i>	2	17
<i>Grampus</i>	1	50
<i>Stenella</i>	31	729
<i>Steno</i>	2	86
<i>Tursiops</i>	5	114
7	43	1051

#### *Análise multivariada dos assovios*

Primeiramente, avaliou-se se existe correlação (colinearidade) entre os parâmetros acústicos considerados que pode ser um problema para alguns testes estatísticos, como a Análise de Função Discriminante (DFA). Assim, eliminou-se um quando dois parâmetros apresentaram um coeficiente de correlação de Pearson maior que 0,7 ou menor que -0,7, que indica uma correlação positiva ou negativa forte ou muito forte.

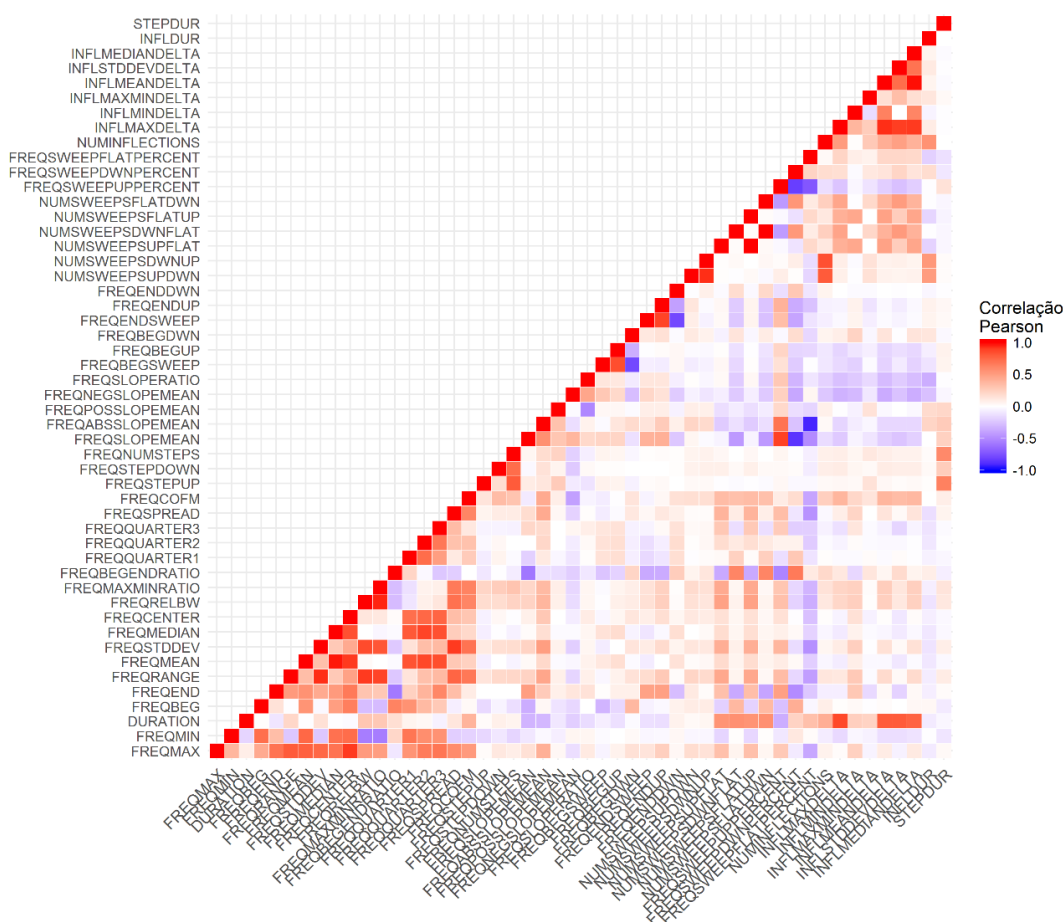
Aplicou-se uma Análise de Componentes Principais (PCA) aos dados não correlacionados. Devido às diferenças de escala, os dados foram estandardizados antes das análises. Após a PCA, usou-se uma Análise de Função Discriminante (DFA) para testar se é possível diferenciar os diferentes gêneros de acordo com as características dos assovios. Devido ao pequeno número de assovios para alguns gêneros (como *Globicephala* e *Delphinus*), estas espécies foram excluídas da DFA, atendendo à recomendação de que deve haver uma amostra para cada grupo maior que o número de variáveis.

Usaram-se somente os parâmetros do ROCCA definidos como variáveis contínuas para construir o modelo e aqueles que foram apontadas pela PCA como parâmetros importantes para descrever a variação dos dados. Finalmente,

usou-se uma Análise Multivariada de Variância (MANOVA) para verificar se existem diferenças estatísticas entre os gêneros com relação ao conjunto de parâmetros acústicos selecionados pela DFA, assumindo a normalidade das variáveis.

## Resultados

Ao verificar os níveis de correlação entre os parâmetros, constatou-se que muitos deles estavam correlacionados (**Figura IV.4.3-39**). Foram eliminados 21 parâmetros acústicos que estavam fortemente correlacionados com pelo menos algum outro parâmetro mensurado, restando 29 que foram posteriormente usados para a PCA.

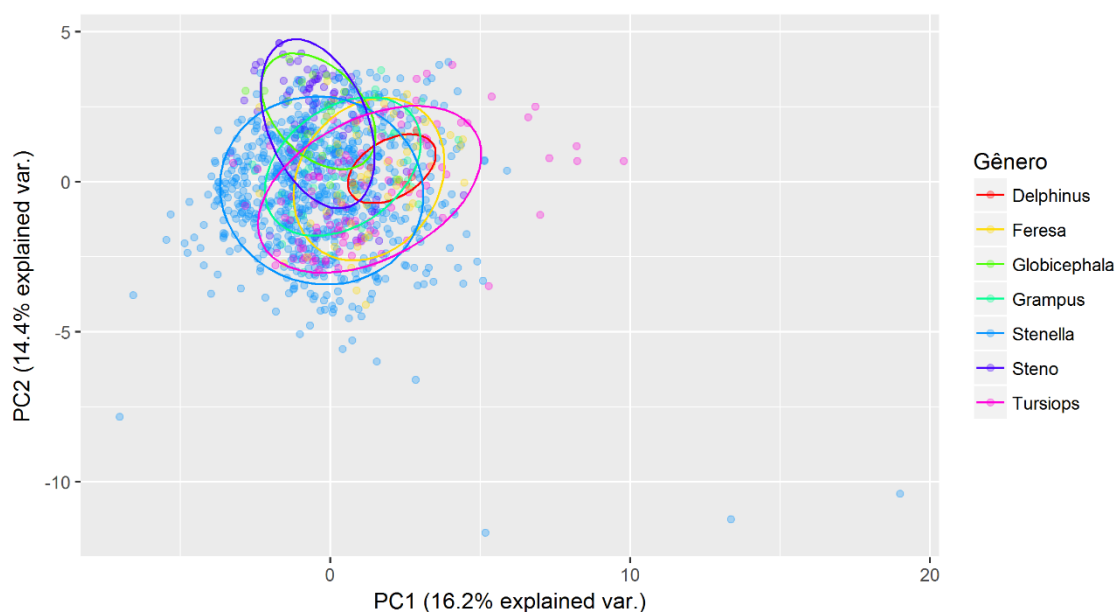


**Figura IV.4.3-39:** Matriz de correlação entre os 50 parâmetros acústicos dos assovios extraídos do ROCCA.

Os eixos do PCA explicaram uma proporção baixa da variância dos dados (**Tabela IV.4.3-23**). Os três primeiros eixos explicaram somente 42,3% da variância dos dados. No biplot dos dois primeiros componentes é possível notar que não existe uma separação nítida e clara entre os assovios de diferentes gêneros, apesar de haver alguma separação (**Figura IV.4.3-40**). O primeiro componente teve correlação com a duração do assovio, o número de vezes que a inclinação muda de negativa para neutra e o número de vezes que a inclinação muda de neutra para negativa (**Tabela IV.4.3-24**). O segundo componente teve correlação com os seguintes parâmetros: frequência máxima, banda relativa, número de vezes que a inclinação muda de positiva para neutra e número de vezes que a inclinação muda de neutra para positiva.

**Tabela IV.4.3-23:** *Proporção da variância explicada dos assovios de cetáceos da Bacia de Santos pelos primeiros eixos da Análise de Componentes Principais (PCA).*

Eixo	Desvio padrão	Proporção da variância	Proporção da variância acumulada
1	2,17	0,16	1,16
2	2,05	0,15	0,31
3	1,84	0,12	0,42
4	1,68	0,10	0,52
5	1,49	0,08	0,60
6	1,38	0,06	0,66
7	1,30	0,06	0,72



**Figura IV.4.3-40:** Biplot da Análise de Componentes Principais (PCA) com os dados de assovios de cetáceos da Bacia de Santos.

**Tabela IV.4.3-24:** Primeiros auto-vetores da Análise de Componentes Principais (PCA) com dados de assovios de delfinídeos na Bacia de Santos, mostrando a contribuição de cada variável para o componente principal. Em **negrito** estão as principais variáveis para cada auto-vetor.

Variável	PC1	PC2	PC3	PC4
FREQMAX	0,074	-0,317	0,091	-0,371
FREQMIN	-0,004	0,107	0,060	-0,481
DURATION	0,310	-0,115	0,167	0,193
FREQRELBW	0,073	-0,378	0,058	0,112
FREQBEGENDRATIO	0,271	0,269	-0,077	-0,088
FREQQUARTER1	0,135	-0,015	0,105	-0,470
FREQQUARTER3	-0,016	-0,185	0,148	-0,426
FREQCOFM	0,231	-0,288	0,025	-0,056
FREQNUMSTEPS	0,041	-0,142	-0,095	0,056
FREQSLOPEMEAN	-0,296	-0,210	-0,108	-0,057
FREQABSSLOPEMEAN	-0,072	-0,214	-0,230	-0,227
FREQPOSSLOPEMEAN	-0,038	-0,089	-0,218	-0,010
FREQNEGSLOPEMEAN	-0,247	0,056	0,061	-0,008
FREQSLOPERATIO	-0,160	-0,026	0,122	-0,089
FREQBEGSWEEP	-0,105	-0,007	0,058	-0,076

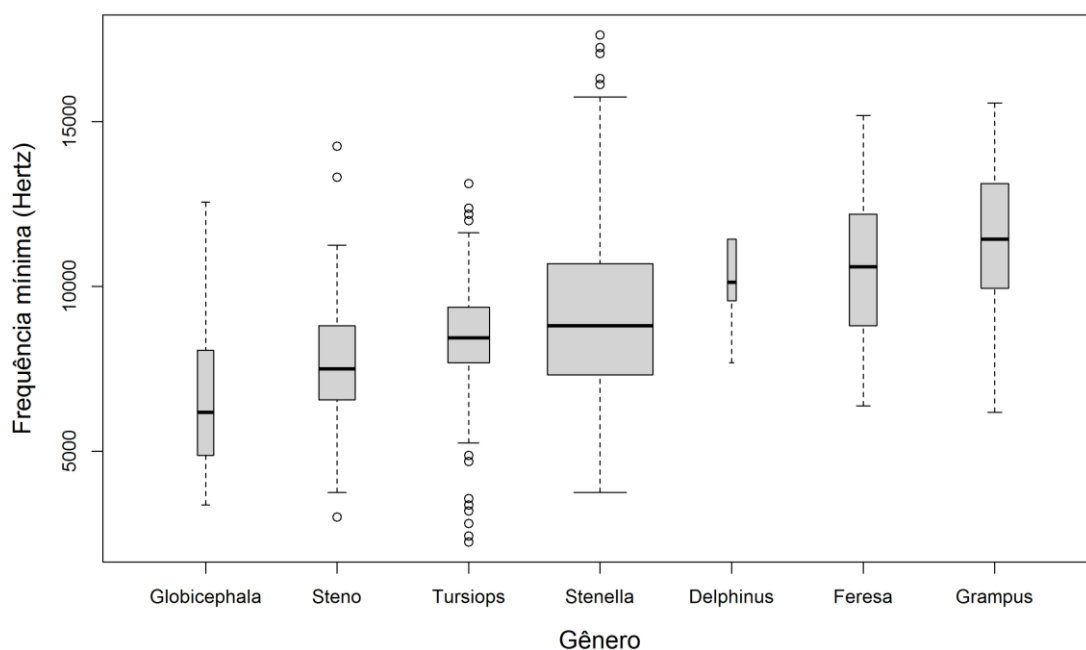
Variável	PC1	PC2	PC3	PC4
FREQENDSWEEP	-0,236	-0,202	-0,078	0,106
FREQENDUP	-0,204	-0,232	-0,080	0,033
FREQENDDOWN	0,191	0,089	0,046	-0,163
NUMSWEEPSUPDOWN	0,119	-0,174	-0,377	-0,043
NUMSWEEPSDOWNUP	0,161	-0,139	-0,371	-0,057
NUMSWEEPSUPFLAT	0,114	-0,306	0,294	0,136
NUMSWEEPSDOWNFLAT	0,354	0,083	0,053	0,015
NUMSWEEPSFLATUP	0,109	-0,309	0,291	0,141
NUMSWEEPSFLATDOWN	0,357	0,092	0,057	0,013
NUMINFLECTIONS	0,261	-0,126	-0,316	0,048
INFLMINDELTA	0,083	-0,194	0,162	0,088
INFLMAXMINDELTA	0,141	-0,003	-0,114	0,051
INFLDUR	0,084	-0,028	-0,392	0,004
STEPDUR	-0,032	-0,098	-0,106	0,012

Foi construído uma DFA com oito variáveis contínuas que tiveram algum peso na definição dos quatro primeiros componentes principais (PCA), que foram: FREQMAX, FREQMIN, DURATION, FREQRELBW, FREQQUARTER1, FREQQUARTER3, NUMINFLECTIONS e INFLDUR. De acordo com o modelo, a primeira função discriminante considerou principalmente as variáveis FREQMIN, FREQMAX e FREQRELBW para discriminar os gêneros. As **Figuras IV.4.3-41, IV.4.3-42 e IV.4.3-43** ilustram, respectivamente, os gráficos de boxplot com os resultados dos parâmetros FREQMAX, FREQMIN e DURATION para os sete gêneros de delfínídeos incluídos na análise.

Entretanto, conforme evidenciado pelo PCA, ainda não foi possível discriminar os gêneros com grande certeza. O sucesso de classificação dos assobios foi maior em *Stenella* (78% dos assobios classificados corretamente) e *Steno* (71% de classificações corretas). Os gêneros *Feresa* (50% de acertos), *Grampus* (50%) e *Tursiops* (57%) tiveram um percentual menor de acertos na classificação. Apesar disto, com base nas sete variáveis usadas na DFA, o teste MANOVA apontou diferenças significativas entre os repertórios dos gêneros (HotellingLawley = 0,82; F = 26,12; GL = 4; p < 0,05).

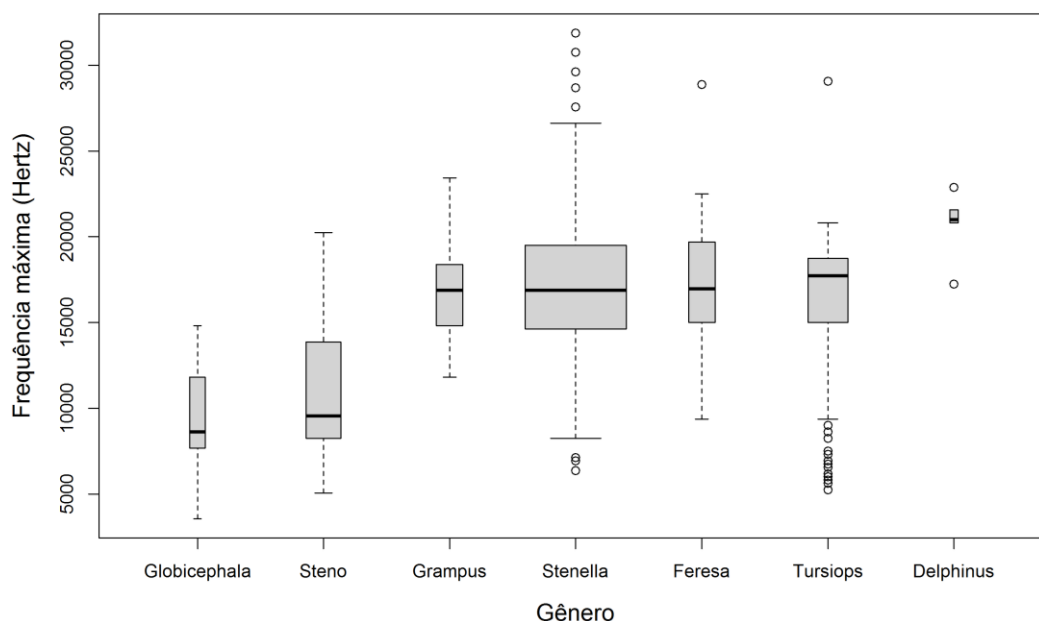
Ao observar os valores de frequência máxima apresentados na **Figura IV.4.3-**

42, e sumarizado na **Tabela IV.4.3-25**, nota-se o registro de frequências ultrassônicas (acima de 20 kHz) para 5 dos 7 gêneros estudados (*Tursiops*, *Stenella*, *Feresa*, *Delphinus*, *Grampus*).

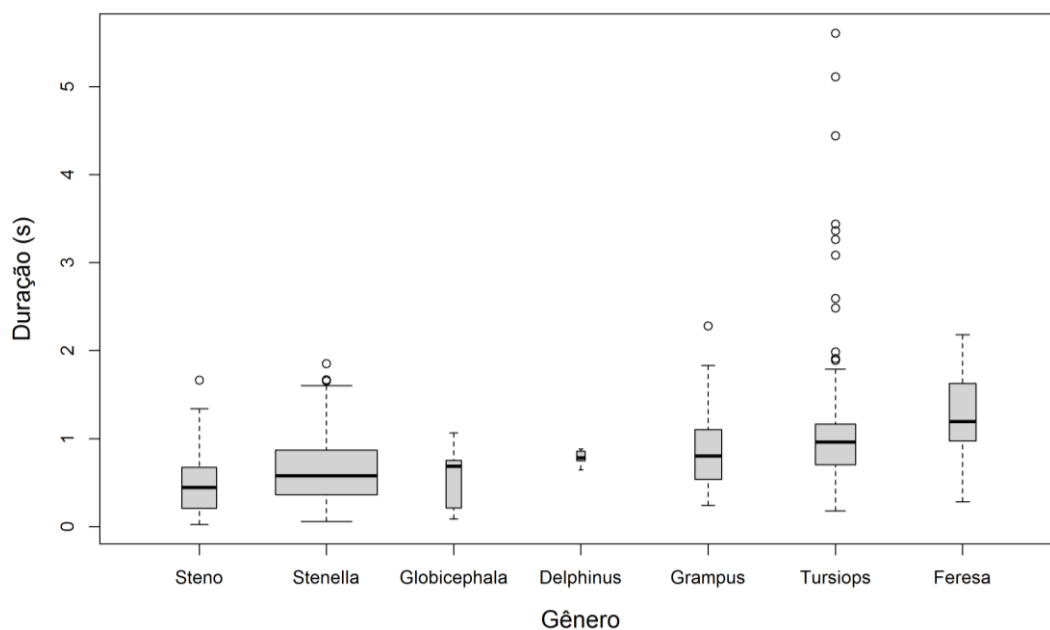


**Figura IV.4.3-41:** *Frequência mínima de assovios dos diferentes gêneros de delfínídeos da Bacia de Santos. Largura das caixas é proporcional ao tamanho da amostra. Caixa representa o primeiro e terceiro quartis, e linha mais escura horizontal indica a mediana.*





**Figura IV.4.3-42:** *Frequência máxima de assovios dos diferentes gêneros de delfínídeos da Bacia de Santos. Largura das caixas é proporcional ao tamanho da amostra. Caixa representa o primeiro e terceiro quartis, e linha mais escura horizontal indica a mediana.*



**Figura IV.4.3-43:** *Duração de assovios dos diferentes gêneros de delfínídeos da Bacia de Santos. Largura das caixas é proporcional ao tamanho da amostra. Caixa representa o primeiro e terceiro quartis, e linha mais escura horizontal indica a mediana.*

A **Tabela IV.4.3-25** apresenta uma síntese dos resultados das análises, trazendo a caracterização dos assovios de 7 gêneros de delfínídeos que ocorrem na Bacia de Santos, em faixas de frequência que variam entre 0.5 a 33 kHz, com duração entre 0.1 a 5.3 segundos.

***Tabela IV.4.3-25: Resumo dos gráficos de box-plot (figuras A e B) com a caracterização de Frequência mínima, máxima (kHz) e duração (s) de assovios dos diferentes gêneros de delfínídeos da Bacia de Santos.***

Gênero	Freq min (kHz)	Freqmax (kHz)	Duração (s)
Globicephala	2.5 – 13	2.5 – 15	0.1 – 1
Steno	2 – 14	5 – 20	0.1 – 1.8
Tursiops	0.5 – 13.5	4 – 29	0.2 – 5.3
Stenella	2.6 – 17	6 – 33	0.1 – 1.9
Delphinus	7 – 11	16 – 24	0.7 – 0.9
Feresa	6 – 15	9 – 28	0.3 – 1.8
Grampus	5.5 – 15	12 – 24	0.3 – 2.1

## Discussão

Com o aumento do número de assovios utilizados nas análises, em relação ao primeiro ano de PMC-BS, foi possível melhorar substancialmente a descrição do repertório de assovios das diferentes espécies, contribuindo para encontrar diferenças significativas que caracterizam cada espécie ou gênero. Este aumento derivou do esforço para extração de centenas de amostras de assovios na sonoteca do PMC-BS, que foram adicionadas neste segundo ano e serviram como matriz de dados para as análises e resultados apresentados.

Entretanto, ainda não é possível discriminar os gêneros de forma confiável. A dificuldade de diferenciar as espécies ou gêneros pelas características dos assovios pode ter relação com a grande sobreposição dos parâmetros acústicos mensurados ou pelo tamanho da amostra ainda pequeno para alguns gêneros (*Feresa*, *Grampus* e *Steno*).

### *Análise multivariada dos assovios*

A grande similaridade nas características dos assovios entre os gêneros, representada na Análise de Componentes Principais (PCA) pelo centro da nuvem de pontos e pela grande área de sobreposição de cada elemento geométrico (**Figura IV.4.3-40**), pode estar relacionada a própria semelhança filogenética entre os gêneros considerados, pois todos são membros de uma mesma família (Delphinidae), possuindo padrões morfofisiológicos comuns. Outro aspecto que deve ser levado em consideração é o fator ecológico, determinado pelo próprio ambiente acústico local, com os sinais convergindo para uma faixa ótima de frequências (BORMPOUDAKIS *et al.*, 2014; PAPALE *et al.*, 2015), uma vez que os padrões de sons biológicos estão relacionados com os ambientais e antropogênicos, formando uma paisagem acústica única (CLARK *et al.*, 2009; MAZARIS *et al.*, 2009; PIJANOWSKI *et al.*, 2011; PAPALE *et al.*, 2015), que varia em uma escala espaço-temporal.

O gráfico do PCA sugere uma sobreposição menor dos parâmetros acústicos considerados para os gêneros *Stenella*, *Steno* e *Tursiops*, quando comparado com os outros gêneros. Os resultados da análise discriminante (DFA) mostrou que o sucesso de classificação dos assovios foi de 78% para *Stenella* e 71% para *Steno*, sendo mais baixo para os outros gêneros considerados: *Tursiops* (57%), *Grampus* (50%) e *Feresa* (50%). *Globicephala* e *Delphinus* não foram incluídos pois não apresentaram um número amostral de assovios suficiente.

O número de amostras de assovios analisados para *Stenella* sp. foi bem superior aos outros gêneros (*Stenella* foi o gênero de maior ocorrência entre os delfínídeos da Bacia de Santos). É possível que o alto índice de acerto esteja relacionado ao tamanho de amostra desproporcional quando comparado aos outros gêneros. Já para *Steno*, o índice alto de acerto pode estar relacionado a diferenças substanciais nos assovios da espécie. Os valores menores encontrados para os outros gêneros podem estar relacionados com a necessidade do aumento do número de amostras. É possível que as características espécie-específicas possam ser verificadas de maneira mais notável, conforme mais dados sejam coletados e incluídos nas análises

estatísticas.

No geral, os resultados do PMC-BS não são muito diferentes de estudos que utilizaram técnicas e análises estatísticas similares. Utilizando função discriminante, STEINER (1981) classificou corretamente os assovios de cinco espécies de odontocetos no Atlântico Norte ocidental em 70% do tempo. DING *et al.* (1995) classificaram corretamente 65% dos assovios de sete espécies de golfinhos de diferentes localidades geográficas, enquanto RENDELL *et al.* (1999) classificaram corretamente 55% dos assovios de cinco espécies de locais diferentes.

O alto índice de classificação correta de assovios destes estudos, assim como dos resultados do PMC-BS, sugerem que existem diferenças entre as espécies, já que os índices de acertos são maiores do que o esperado, se fossem classificados apenas pelo acaso.

OSWALD *et al.* (2003) ressaltam a importância, neste tipo de estudo, dos dados serem coletados em uma mesma localidade geográfica (escala espacial menor) por longos períodos (escala temporal maior), uma vez que conjuntos de dados de diferentes locais podem gerar uma maior variação dos assovios, e um menor índice de acerto na classificação. Neste sentido, o PMC-BS vem aumentando seu banco de dados, e alcançando um melhor resultado na classificação dos assovios para a área de estudo.

#### *Parâmetros de frequência das espécies*

Os parâmetros de frequência e tempo figuram nos estudos como elementos fundamentais para a caracterização dos assovios de odontocetos, seja em nível de estudo individual ou populacional (e.g., TYACK & CLARK, 2000). Com o avanço da sonoteca e posterior uso do ROCCA, o banco de dados de assovios ganhou uma robustez maior, buscando um refinamento na caracterização destes sinais, como um primeiro passo para que no futuro sirvam como classificadores regionais das espécies presentes na Bacia de Santos.

Algumas espécies registradas, como *Feresa attenuata*, *Stenella clymene*, apresentam pouca informação na literatura, outras como *Globicephala* sp., *Delphinus* sp., *Grampus griseus*, *Steno bredanensis*, já apresentam mais estudos,

entretanto as mais bem estudadas, em termos de repertório acústico são espécies como *Tursiops truncatus*, *Stenella frontalis* e *S. longirostris*.

Para o Golfo do México, MULLIN *et al.* (1994) gravaram *S. clymene* durante transectos de avistagens, registrando frequências entre 6.33 e 19.22 kHz e duração média de 0,61 segundos.

Estudos para as baleias-piloto (*Globicephala* sp.), relatam parâmetros de frequência entre 0,6 – 11,5 kHz e duração entre 0,2 – 2,6 segundos (s) para a costa da Califórnia, 1.4 – 6 kHz; 0.15 – 1.5 s para o Peru e 1 – 17.5 kHz; 0.15 – 1.9 s para o Caribe, indicando uma variação geográfica entre os assovios (TARUSKI, 1976 *apud* SCHEER *et al.*, 2003). Em Tenerife, os assovios de baleias-piloto foram caracterizados entre frequências de 0.28 – 23.44 kHz e duração de 0.09 – 4.55 s (SCHEER *et al.*, 2003), se diferenciando dos estudos anteriores por apresentar um maior espectro de frequências, bem como de duração.

Quanto ao gênero *Stenella*, algumas espécies são bem estudadas, como o golfinho-rotador (*S. longirostris*) e golfinho-pintado-do Atlântico (*S. frontalis*), entretanto outras espécies, como *S. clymene*, quase não apresentam estudos. BAZÚA-DURAN & AU (2002) estudaram os assovios dos golfinhos-rotadores no arquipélago havaiano, obtendo valores médios de frequência máxima igual a 15,9 kHz, frequência média de 12,9 kHz e duração 0,49 s. LAMMERS *et al.* (2003) apresentaram características de assovios para *S. frontalis* e *S. longirostris*, com parâmetros de frequência mínima de 10,1 kHz, frequência máxima 17,4 kHz e duração 0,6 segundos.

Através do uso de MAP, OSWALD *et al.* (2007) abrangeram uma grande área de estudo, que se estendeu da fronteira dos Estados Unidos / México para o sul até as águas territoriais do Peru e das margens continentais das Américas a oeste até o Havaí. Neste trabalho, o golfinho-rotador foi classificado dentre as espécies coletadas, sendo registrados os seguintes parâmetros de assovios: frequência inicial 11,85 kHz, frequência final 12,84 kHz, frequência mínima 9,99 kHz, frequência máxima 15,09 kHz e duração 0,61 s.

BONATO *et al.* (2015) caracterizou os assovios que os golfinhos-rotadores emitem no arquipélago de Comores, Oceano Índico. Com a extração dos

parâmetros dos assovios foram identificados os seguintes valores: frequência inicial 12,25 kHz, frequência final 16,06 kHz, frequência mínima 10,25 kHz, frequência máxima 19,63 kHz e duração 0,88 s.

OSWALD *et al.* (2003) registraram valores médios de caracterização de assovios para algumas espécies semelhantes às aquelas registradas no PMC-BS, como o golfinho-nariz-de-garrafa (*Tursiops truncatus*), com frequência mínima de 7.4 kHz, máxima de 17.2 kHz e duração de 1.4 segundos; o golfinho-de-dentes-rugosos (*Steno bredanensis*), com frequência mínima de 6.3 kHz, máxima de 9.1 kHz e duração de 0.6 segundos. Também foram registrados, ao nível de gênero, as baleias-piloto (*Globicephala* sp.), com frequência mínima de 3.6 kHz, máxima de 6.1 kHz e duração de 0.4 segundos, os golfinhos-comum (*Delphinus* sp.), com frequência mínima de 7.4 kHz, máxima de 15.5 kHz e duração de 0.8 segundos, além do gênero mais diversos, *Stenella* sp., com frequência mínima de 8.1 kHz, máxima de 14.8 kHz e duração de 0.7 segundos.

Para o Brasil, CAMARGO *et al.* (2006) estudaram a variabilidade dos assovios dos golfinhos rotadores no arquipélago de Fernando de Noronha, onde foram obtidos os seguintes valores: frequência inicial 10.78 kHz e final 12,74 kHz, frequência mínima 9.03 kHz e máxima 14,48 kHz e duração 0,495 s. MORON *et al.* (2015) descreveram os sons do golfinho rotador (*S. longirostris*) na região do Talude, entre o Chuí (RS) e Cabo frio (RJ), encontrando os seguintes valores para os parâmetros: frequência mínima 3,3 a 23,3 kHz, frequência máxima 5,7 a 26,5 kHz e duração 0,036 a 2,56 segundos.

### Ultrassom para os gêneros *Tursiops*, *Stenella*, *Feresa* e *Grampus*

A evolução tecnológica das últimas décadas foi aplicada aos estudos de bioacústica, resultando em inúmeros avanços como o próprio desenvolvimento dos sistemas de MAP e também o aumento da resposta de frequência dos sistemas, permitindo registrar os assovios de golfinhos em frequências ultrassônicas (e.g., MAY-COLLADO & WARTZOG, 2009).

Neste sentido, foi identificado o uso de frequências ultrassônicas nos assovios dos gêneros *Tursiops* (29 kHz), *Stenella* (33 kHz), *Feresa* (28 kHz), *Delphinus* (24 kHz) e *Grampus* (24 kHz). São raros os estudos da literatura que



comentam sobre registros de assovios ultrassônicos para estes gêneros mencionados.

PAPALE *et al.* (2015) estudaram *Delphinus delphis*, *Stenella coeruleoalba* e *Stenella frontalis* nas ilhas Canárias, registrando uma frequência mínima média de 7.2 kHz e máxima de 20.2 kHz para *Delphinus*, 5.2 e 23.1 kHz para *S. coeruleoalba* e 7.1–20.4 kHz para *S. frontalis*. Para todas as espécies a frequência mínima média está na faixa entre 7.1 e 8.9 kHz, a máxima entre 14.1 e 17.8 kHz para *S. coeruleoalba* e *D. delphis* e na faixa entre 17.8 a 22.4 kHz para *S. frontalis*.

MAY-COLLADO & WARTZOG (2014) realizaram um estudo de variação de assovios de *T. truncatus* de acordo com a mudança de diversos fatores, como estrutura do habitat, sociabilidade e comportamento para 11 diferentes locais no Oceano Atlântico, onde reportam valores de frequência mínima entre 1,8 a 18,9 kHz, frequência máxima de 3,4 a 28,5 kHz e duração de 0.05 a 3,8 segundos. Os dois pontos com assovios ultrassônicos foram na Costa Rica, únicos locais com valores semelhantes de frequência máxima destes encontrados na Bacia de Santos. Para a Lagoa dos Patos, no sul do Brasil, AZEVEDO *et al.*, (2007) reportaram dados de assovios de *T. truncatus* com frequência mínima entre 1,2 a 17,2 kHz, máxima entre 3,6 a 22,3 kHz e duração entre 0,048 a 2,4 segundos.

Analisando os registros sobre parâmetros de frequência da bibliografia, nota-se o aumento da captação de altas-frequências ao longo das décadas (acima de 24 kHz), devido ao uso de placas de áudio com taxas de amostragem mais altas (96 kHz ou 192 kHz), sendo que os valores de frequência de trabalhos mais recentes (*e.g.*, AZEVEDO *et al.*, 2007; MAY-COLLADO & WARTZOG, 2014; MORON *et al.*, 2015) são semelhantes aos encontrados no PMC-BS, enquanto trabalhos mais antigos possuem registro de espectro de frequência menores, geralmente inferiores a 24 kHz (*e.g.*, STEINER, 1981; MULLIN *et al.*, 1994; WANG *et al.*, 1995; RENDELL *et al.*, 1999).

Desta forma, para estudos de descrição de repertórios, se torna interessante o uso de equipamentos para a captação de uma banda larga de frequências, aumentando a qualidade da descrição de cada sinal e da comparação entre diferentes espécies (OSWALD *et al.*, 2004).

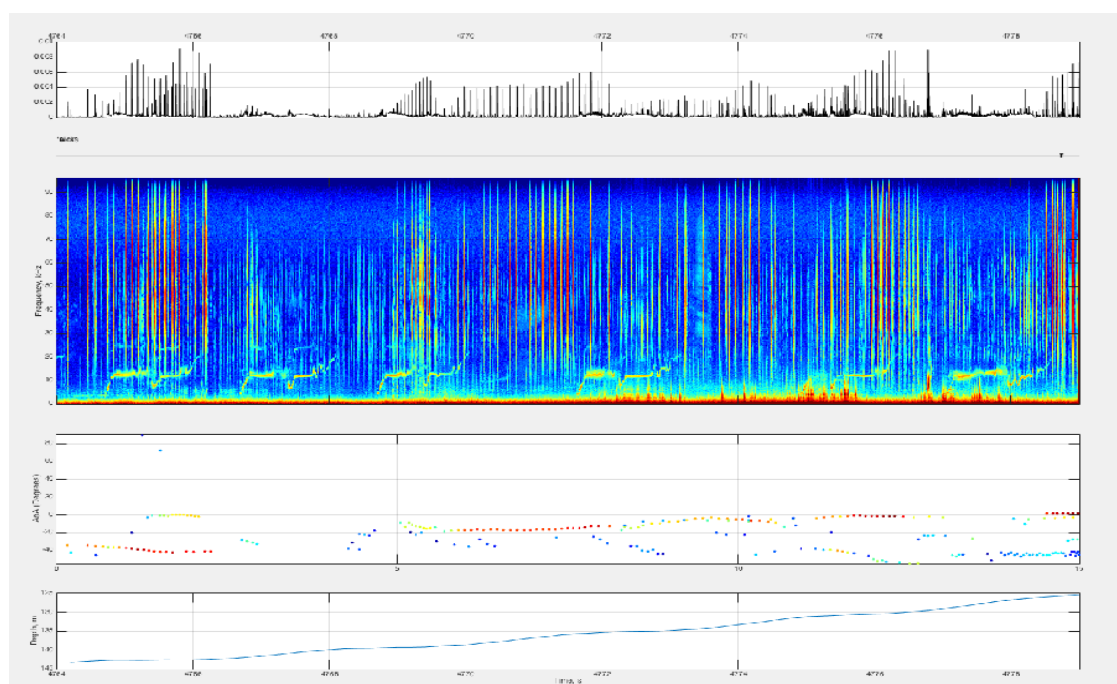
#### IV.4.3.4 Análise de Sons de Mysticetos Gravados pelo DTAG

Durante as campanhas de telemetria realizadas no primeiro e segundo anos do PMC-BS, foram colocados tags digitais (DTAGs) (JOHNSON & TYACK, 2003) em cinco espécies de misticetos. Dentre as espécies, foram três membros da família Balaenopteridae: baleia-de-bryde (*Balaenoptera brydei*), baleia-sei (*Balaenoptera borealis*), baleia-jubarte (*Megaptera novaeangliae*), baleia-fin (*Balaenoptera physalus*) e a baleia-franca-austral (*Eubalaena australis*), membro da família Balaenidae.

Os registros acústicos dos DTAGs foram processados para verificar a presença de sons de origem biológica ou quaisquer outros sons considerados relevantes. Sons de misticetos foram escaneados seguindo as técnicas descritas por CONSTANTINE *et al.* (2015) e as vocalizações encontradas foram quantificadas e descritas utilizando os programas MATLAB e RAVEN PRO 1.5 (Bioacoustic Research Program 2011).

##### *Baleia-de-Bryde: 08/03/16*

Uma análise das gravações acústicas do DTAG confirmou que não houve detecções consistentes com *B. brydei* (HEIMLICH *et al.*, 2005) ou nenhum outro roqual (THOMPSON *et al.*, 1979). Foram observadas numerosas detecções acústicas, provenientes de animais não alvos, tais como gritos pulsados, assovios e cliques de ecolocalização, os quais gradativamente viraram *buzzes* (**Figura IV.4.3-44**). Essas detecções foram consistentes com as espécies de delifínidos observadas antes, durante e depois da instalação do DTAG no animal-alvo, incluindo o *Stenella longirostris* (golfinho-rotador) e o *Stenella frontalis* (golfinho-pintado-do-atlântico). Como a perseguição da *B. brydei* finalizou imediatamente depois da instalação do DTAG (instalado numa posição que deixou a antena VHF submersa) não se sabe especificamente quais espécies produziram os sinais acústicos com a melhor qualidade (melhor relação sinal-ruído, SNR).



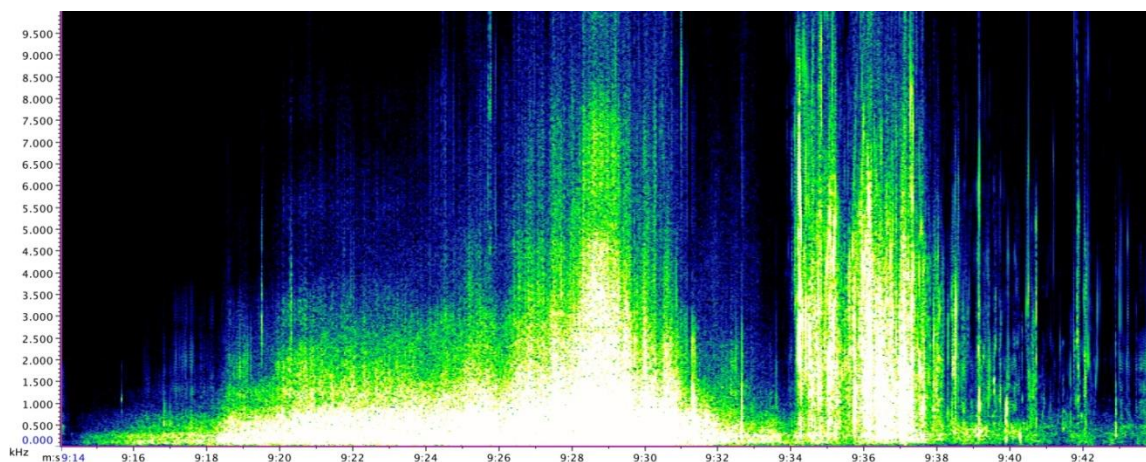
**Figura IV.4.3-44:** Registros acústicos de delfinídeos no DTAG be16\_068<sup>a</sup> instalado em *B. brydei* na Bacia de Santos no dia 8 de março de 2016 durante o primeiro ano do PMC-BS.

*Baleia-de-bryde*: 14/02/17

A análise das gravações acústicas correspondentes ao DTAG be17\_045a também revelaram a ausência de vocalizações consistentes com *B. brydei* (HEIMLICH *et al.* 2005). Além de não terem sido registradas vocalizações do animal marcado, também não foram observadas detecções acústicas de qualquer outro cetáceo, apesar de diversos registros de co-específicos na área antes, durante e depois da colocação do DTAG. Além da presença de baleias-de-bryde, após a colocação do DTAG também foi registrado um encontro com um grupo de golfinho-nariz-de-garrafa (*Tursiops truncatus*).

Apesar de não terem sido feitos registros de vocalizações da baleia-de-bryde, foi possível identificar sons consistentes com um evento de alimentação. O evento registrado nos dados acústicos foi registrado no período de gravação correspondente a 4.860 segundos no DTAG. Foi verificada uma aceleração rápida do animal, que gerou um aumento acentuado do ruído de arrasto do DTAG, seguido de uma rápida desaceleração e redução deste ruído, e logo após, o som

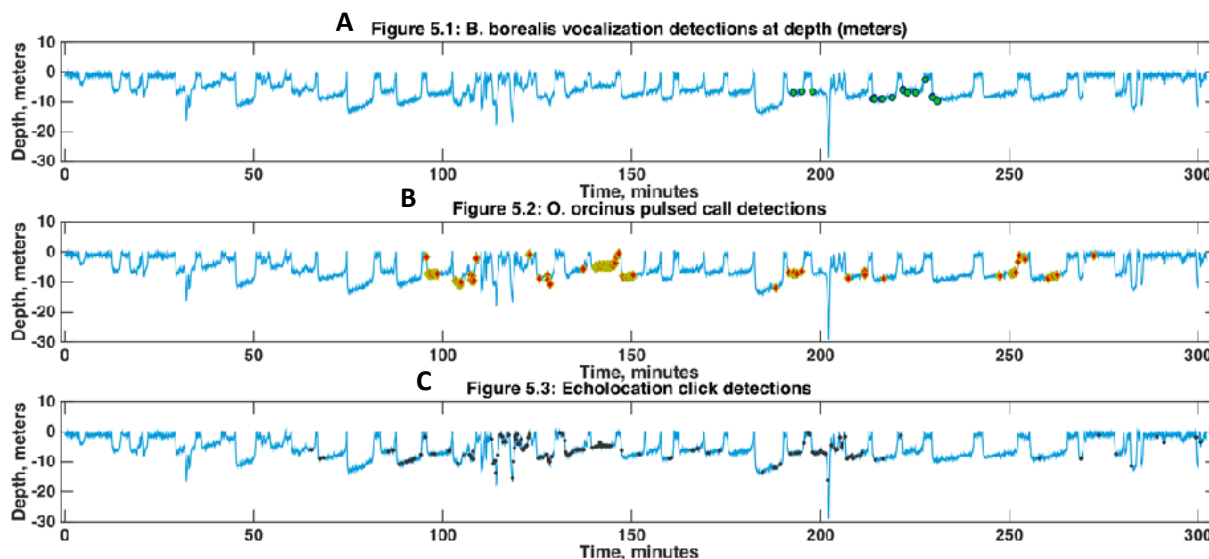
de bolhas d'água e água escorrendo sob o DTAG, sugerindo o momento de engolfamento de presas (**Figura IV.4.3-45**).



**Figura IV.4.3-45:** Provável detecção acústica de um evento de alimentação ilustrando o ruído de água corrente e bolhas sugerindo o engolfamento de presas (DTAG be17\_045a - *B. brydei*, 14 de fevereiro de 2017) na Bacia de Santos durante o segundo ano do PMC-BS.

#### *Baleia-sei: 31/08/16*

A análise das gravações acústicas do DTAG mostrou a presença de vocalizações ( $n = 23$ ) consistentes com *B. borealis* (RANKIN & BARLOW, 2007b; BAUMGARTNER *et al.*, 2008b). A **Figura IV.4.3-46** mostra o perfil de mergulho da baleia-sei ao longo do tempo, indicando os momentos em que houve registros acústicos de baleia-sei, mas também de baleia-orca e cliques de delfínídeo.



**Figura IV.4.3-46:** Detecções acústicas registradas no DTAG bb16\_244a instalado na *B. borealis* - 31 de agosto de 2016 na Bacia de Santos durante o segundo ano do PMC-BS. Os pontos indicados no perfil de mergulho indicam a presença de vocalizações durante os registros do DTAG (A) vocalizações de baleia-sei (B) gritos pulsados de baleia-orca (C) cliques de delfínideo.

A maioria das vocalizações foi de sons tonais do tipo descendente ( $n = 22$ , como em BAUMGARTNER *et al.*, 2008b), mas houve uma vocalização do tipo ascendente-descendente, como descrito em CALDERAN *et al.* (2014). Várias vocalizações apresentaram uma relação sinal-ruído alta, como detalham os exemplos das **Figuras IV.4.3-47 e IV.4.3-48**. Essas vocalizações foram caracterizadas por uma frequência mínima média de 28,2 Hz (DP = 3,7 Hz), frequência máxima média de 111,6 Hz (DP = 8,9 Hz), duração média de 0,77 s (DP = 0,19 s) e frequência pico média de 74 Hz (DP = 6,6 Hz) (**Tabela IV.4.3-26**). As vocalizações ocorreram, predominantemente, em sequências estereotipadas de dois e três sinais. Tais padrões são consistentes com os observados e descritos por BAUMGARTNER *et al.* (2008b) e CALDERAN *et al.* (2014). Para o nosso conhecimento, as gravações aqui apresentadas são as primeiras vocalizações de baleia-sei registradas por um DTAG.



**Tabela IV.4.3-26:** Descrição os parâmetros acústicos analisados para vocalizações de baleia-sei gravados pelo DTAG na Bacia de Santos.

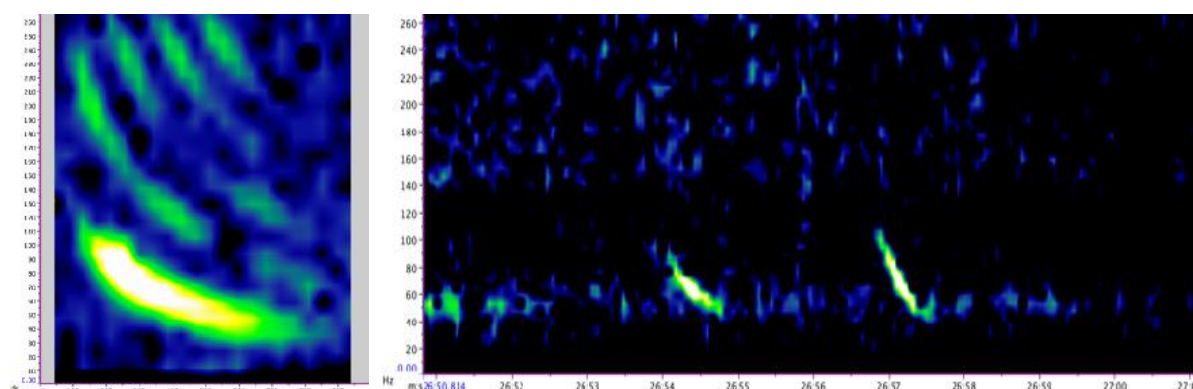
Vocalização (tempo do registro no DTAG)	Duração	Frequência Mínima (Hz)	Frequência Máxima (Hz)	Frequência de Pico (Hz)	Nível recebido (dB re 1 μPa)
1571,65	0,749	31,2	102,8	82	94,5
11708,56	0,894	31,2	109,3	70,3	91,5
11881,36	1,013	25,1	100,3	70,3	98,2
12846,18	0,688	29,4	122,4	82	92,8
12848,47	0,688	29,4	122,4	82	94,5
12850,76	0,719	30,1	105,7	70,3	93,5
<b>12976,91</b>	1,354	24,7	112,6	70,3	91,3
12979,78	0,781	30,9	117	70,3	93,4
13144,79	0,843	25,7	111,9	70,3	91,9
13148,6	0,79	28,2	109,7	70,3	92,9
13309,87	0,883	28,9	118,6	82	91,5
13312,21	0,78	30,4	124,7	82	91,8
13387,69	0,949	26,1	129	82	90,2
13391,04	0,788	28,2	116,9	82	88,8
13508,98	0,731	23,6	106,9	70,3	87,7
<b>13512,22</b>	0,709	27,5	121,5	82	92,7
13673,15	0,542	17,4	95	70,3	91,8
13675,11	0,421	23,6	107,9	70,3	90,4
13777,07	0,768	32,2	99	58,6	93,6
13779,8	0,498	31,1	108,6	70,3	92,9
13856,35	0,731	32,2	106,9	70,3	96,3
13859,26	0,618	33,1	107,4	70,3	96,9
<b>Média</b>	0,8	28,2	111,7	74,0	92,7
<b>Desvio Padrão</b>	0,2	3,7	8,9	6,6	2,5

Além das vocalizações associadas à *B. borealis*, gravações acústicas do DTAG *bb16\_244a* também indicaram a presença de vários ( $n = 174$ ) gritos pulsados (**Figura IV.4.3-47**), consistentes com os da baleia-orca (*Orcinus orca*). A presença de orcas foi confirmada pelos observadores visuais a bordo do navio *Sea Route*; os horários dessas observações coincidiram com os horários dos

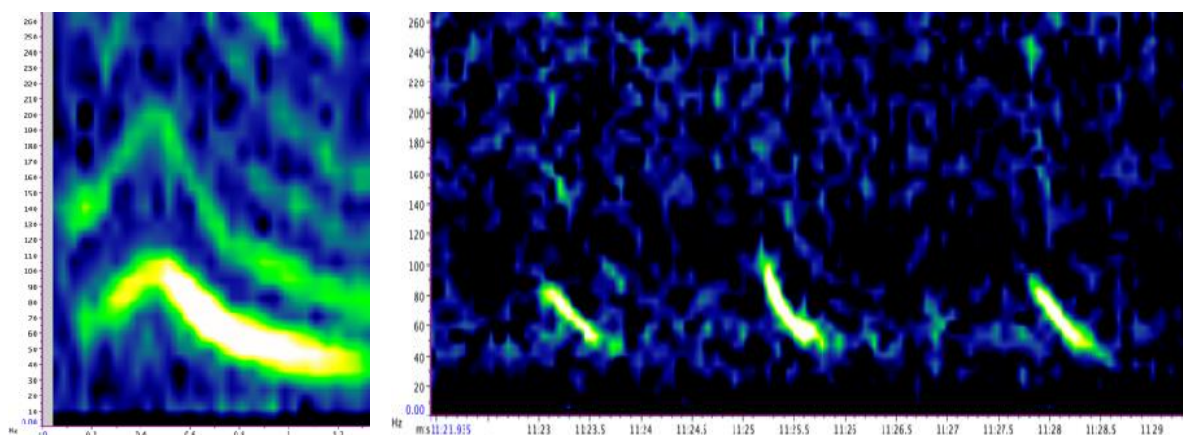


registros dos gritos pulsados detectados nas gravações acústicas do DTAG *bb16\_244a*. As vocalizações foram consistentes com vocalizações típicas de baleia-orca (FORD, 1989). Essa vocalização teve duração de 1,2 segundos; com frequências mínima e máxima de 656 Hz e 27,5 kHz respectivamente; frequência pico de 656,2 Hz e frequência central de 1781,2 Hz. O nível de intensidade recebido nessa vocalização (do inglês, RL) foi calculado em 126,3dB re 1  $\mu$ Pa, O ruído do ambiente (predominantemente ruído de fluxo do nado da *B. brydei*) foi usado para calcular a relação sinal-ruído, cujo valor foi de 36,5.

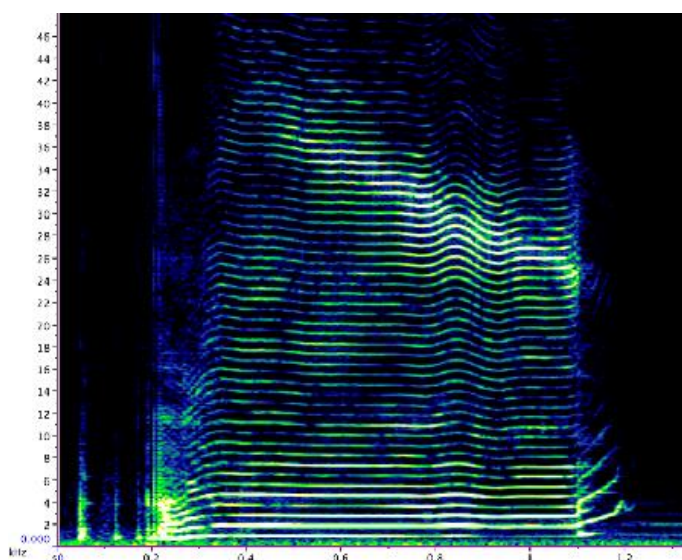
Várias sequências de cliques ( $n = 157$ ) também foram detectadas em séries temporais coerentes com o início dos gritos pulsados atribuídos às orcas, (ver **Figura IV.4.3-48**), provavelmente representando cliques produzidos pelo grupo de baleia-orca presente.



**Figura IV.4.3-47:** Vocalizações de baleia-sei registradas pelo DTAG na Bacia de Santos durante o segundo ano do PMC-BS. Detalhe de uma vocalização do tipo descendente (esquerda) e sequência estereotipada de 2 vocalizações (direita).



**Figura IV.4.3-48:** Vocalizações de baleia-sei registradas no DTAG na Bacia de Santos durante o segundo ano do PMC-BS. Detalhe de uma vocalização do tipo ascendente-descendente (esquerda) e sequência estereotipada de 3 vocalizações (direita).



**Figura IV.4.3-49:** Grito pulsado atribuído à baleia-orca (nível de intensidade recebido (RL) de 126.3 dB re 1  $\mu$ Pa, relação sinal/ruído (SNR) de 36.5).

*Baleia-jubarte:* 23/07/17 e *Baleia-fin:* 08/08/17

A análise acústica das gravações correspondentes aos DTAGs *mn17\_204b* e *bp17\_220a* revelaram a ausência de vocalizações associadas à baleia-jubarte (*M. novaeangliae*) ou baleia-fin (*B. physalus*), assim como de qualquer outra espécie

de cetáceo. Os registros acústicos foram de alta qualidade, contendo sons consistentes com animais emergindo à superfície e ruído de fluxo associado ao nado dos animais.

*Baleia-franca-austral: 09/08/17*

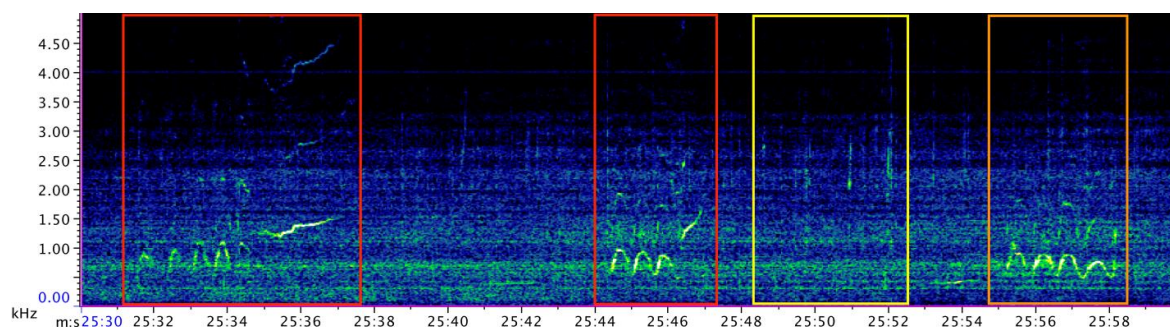
Diversas vocalizações foram registradas nas gravações acústicas do DTAG ea17\_221a, colocado em um macho de baleia-franca-austral (*Eubalena australis*). Foram extraídas diversas amostras das vocalizações ( $n = 518$ ) desta gravação, muitas das quais foram consistentes com o repertório acústico da baleia-franca-austral, conforme CLARK (1982), TELLECHEA & NORBIS (2012) e DOMBROSKI et al. (2016).

Na **Tabela IV.4.3-27** está sumarizado o número de vocalizações detectadas no DTAG, separadas por tipos segundo a classificação do repertório acústico descrito por DOMBROSKI et al. (2016). A maior parte dos sons detectados foram característicos do repertório da baleia-franca-austral (ex: chamados tonais do tipo constante, ascendente, descendente e sons pulsados). Algumas vocalizações novas foram observadas (**Figura IV.4.3-50**). Especialmente, a “sirene”, “chirp” e a “sirene” com chamado tonal ascendente (“sirene com variante de chamado ascendente”), que aparentam ser novos tipos, quando comparados com as descrições do repertório acústico encontrado na literatura. Estas novas vocalizações compuseram cerca de 32% dos tipos de vocalizações encontradas neste registro acústico. Os sons do tipo “sirene” ou “sirene com variante de chamado ascendente” e “chirp” estiveram temporalmente correlacionados, formando uma sequência (**Figura IV.4.3-51**). Toda a produção de sons foi associada com mergulhos rasos, logo abaixo da superfície, como observado no perfil de mergulho do animal (**Figura IV.4.3-52**). Além dos sons de origem biológica, foram encontrados outros tipos de sons ( $n=14$ ) consistentes com algum tipo de contato físico (i.e: atrito animal-animal) na proteção externa do DTAG. Estes sons foram detectados durante os intervalos entre os mergulhos próximos a superfície, enquanto o DTAG ainda estava firmemente fixado no animal marcado (**Figura IV.4.3-53**).

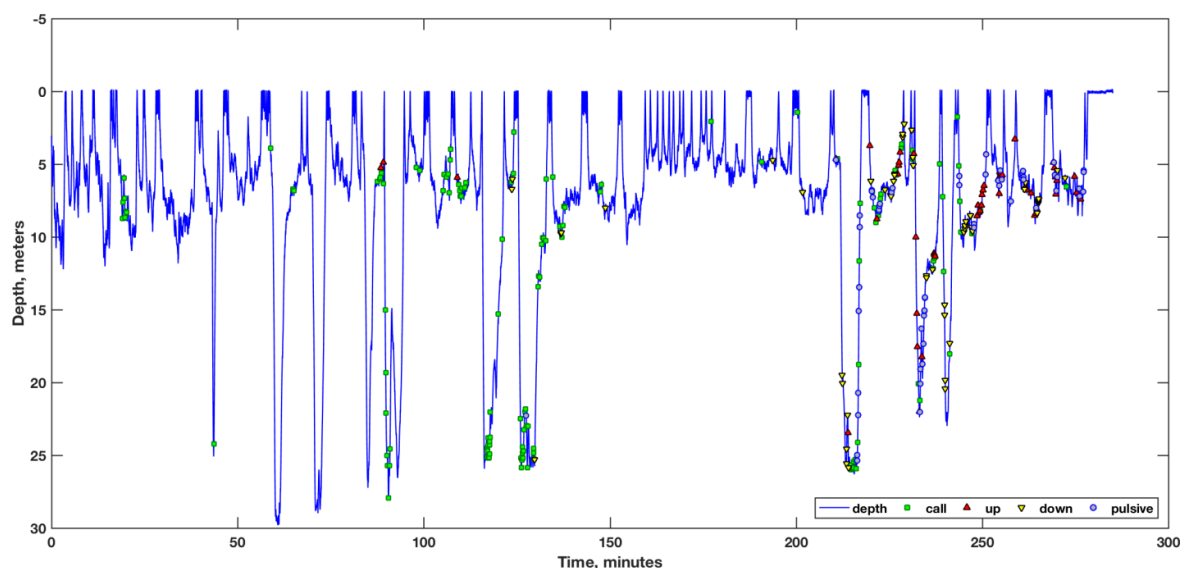
Quase a totalidade das vocalizações detectadas apresentaram baixos níveis de recepção ("received level" ou "RL"), com uma relação sinal-ruído ("signal-to-noise ratio" ou SNR) entre baixa a moderada. Isto impossibilitou as análises para estimar a direção de origem das vocalizações, que podem ter sido produzidas tanto pelo animal marcado quanto por seus co-específicos.

**Tabela IV.4.3-27:** *Sumário das vocalizações da baleia-franca-austral (Eubalaena australis), extraídas dos registros acústicos do DTAG be17\_045ª na Bacia de Santos durante o segundo ano do PMC-BS, indicando o número de vocalizações encontradas (n) de acordo com os tipos de vocalizações encontrados.*

<b>Tipo de Vocalização</b>	<b>n</b>
<b>Chamado tonal constante</b>	140
<b>Chamado tonal ascendente</b>	51
<b>Chamado tonal descendente</b>	50
<b>Sirene (com ou sem variante de chamado ascendente)</b>	111
<b>Chirp</b>	60
<b>Sons pulsados</b>	58
<b>Chamados híbridos</b>	48
<b>Atrito / Contato com o DTAG</b>	14
<b>Total de amostras</b>	<b>532</b>

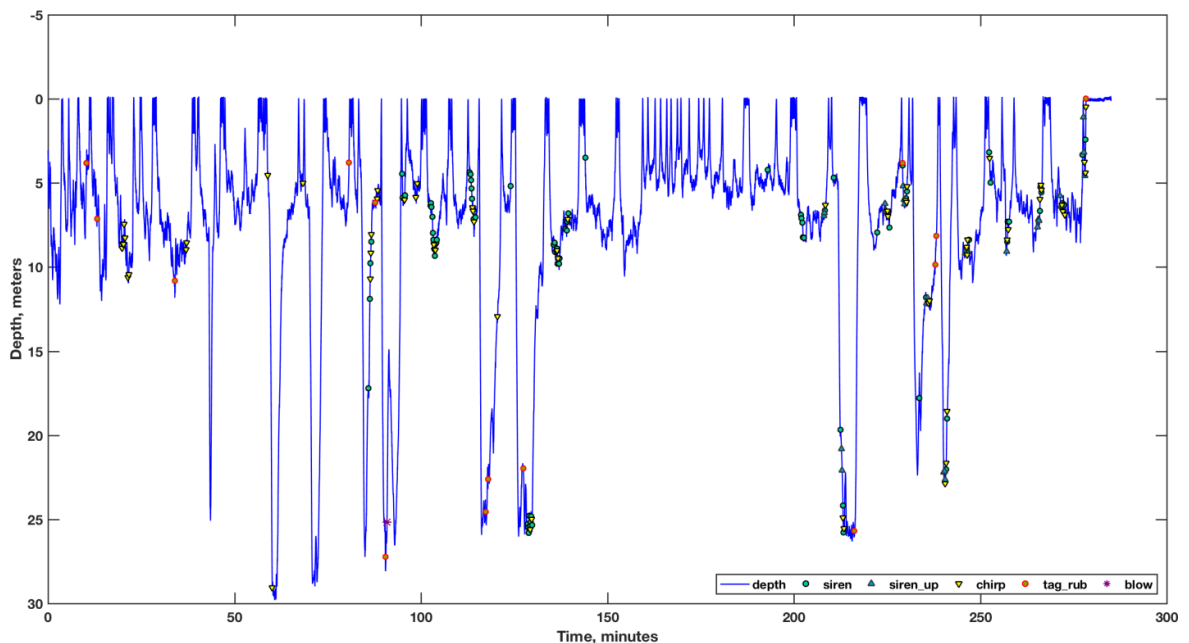


**Figura IV.4.3-50:** Vocalizações da baleia-franca-austral (*Eubalaena australis*), extraídas dos registros acústicos do DTAG be17\_045<sup>a</sup> na Bacia de Santos durante o segundo ano do PMC-BS. Destacado em vermelho, duas vocalizações do tipo "sirene com variante de chamado tonal ascendente", em amarelo "chirp" e laranja "sirene".



**Figura IV.4.3-51:** Perfil de mergulho (profundidade em metros x tempo em minutos) da baleia-franca-austral (*Eubalaena australis*) associado às vocalizações detectadas no DTAG be17\_045<sup>a</sup> na Bacia de Santos durante o segundo ano do PMC-BS. Os pontos no perfil de mergulho representam os períodos nos quais foram observados diferentes tipos de vocalizações, conforme já descritos para o repertório da espécie: Círculo Verde: chamados constantes; Triângulo Vermelho: chamados ascendentes e Círculo Vazio: sons pulsados.





**Figura IV.4.3-52:** Perfil de mergulho (profundidade x tempo) da baleia-franca-austral (*Eubalaena australis*) associado às vocalizações detectadas no DTAG be17\_045<sup>a</sup> na Bacia de Santos durante o segundo ano do PMC-BS. Os pontos no perfil de mergulho representam os períodos nos quais foram observados os tipos de vocalizações até então não descritos para o repertório da espécie: Círculo Verde: sirenes; Triângulo Verde: sirene com variante de chamado tonal ascendente; Triângulo Amarelo: chirp e Círculo Laranja: som de atrito com o DTAG.

### Discussão

O uso de DTAG multisensor em *B. brydei* e *B. borealis* é uma novidade. Até o momento, uma única publicação de CONSTANTINE *et al.* (2015) tem feito referência ao uso de DTAG multisensor em *B. brydei*. Neste trabalho, os DTAGs foram colocados em várias baleias-de-bryde ( $n = 7$  indivíduos e 62,5 horas) na região próxima do Golfo de Hauraki, Nova Zelândia, com o objetivo de mitigar colisões com embarcações, uma causa significativa de mortalidade de *B. brydei* na região.

CONSTANTINE *et al.* (2005) reportaram uma baixa taxa de vocalização das baleias marcadas, incluindo uma única vocalização tonal de aproximadamente 50 Hz e 7 vocalizações do tipo descendente, similares às reportadas em outros



trabalhos (EDDS *et al.*, 1993; OLESON *et al.*, 2003; HEIMLICH *et al.*, 2005; MCDONALD *et al.*, 2006). Apesar da baixa taxa de vocalização verificada no estudo de CONSTANTINE *et al.* (2005), os autores demonstraram que as vocalizações da baleia-de-bryde deveriam ser detectadas mais de 90% do tempo usando DTAGs, mesmo com ruído de fluxo causado pelo nado do animal. Os resultados do PMC-BS confirmaram a pouca atividade vocal da baleia-de-bryde, pois nenhum registro de vocalização ocorreu durante o período de cerca de 1 h e 30 min em que o DTAG permaneceu no animal.

A marcação da *B. borealis* em 31 de agosto de 2016 é inédita: aparentemente é a primeira baleia-sei a ser marcada com DTAG reportada na literatura. Uma revisão da literatura revela que diversos estudos da baleia-sei já foram realizados, incluindo observações visuais de comportamento e forrageio (WARING *et al.*, 2009) e o uso de dispositivos autônomos fixos, sono-boias e sistemas de cabo rebocado (tais como MCDONALD *et al.*, 2005; CALDERAN *et al.*, 2014; RANKIN & BARLOW, 2007) para descrever o repertório acústico. No entanto, depois de consultar profissionais familiarizados com o uso dos DTAGs em espécies de balaenopterídeos, a instalação de DTAG numa *B. borealis* parece ser inédita. Esse encontro propiciou uma janela de tempo de 5 horas para analisar padrões acústicos, comportamentais e ecológicos de alimentação da *B. borealis*, enquanto que estudos anteriores somente apresentaram pequenas amostras dessas abordagens. Dada a falta de estudos científicos disponíveis feitos com a *B. borealis*, estas espécies (e mais a *B. brydei*, vale ressaltar) devem continuar a ser uma prioridade nas campanhas de telemetria com DTAGs no PMC-BS.

No contexto dos dados coletados com os DTAGs até o momento, a detecção de vocalizações de baixa frequência de balaenopterídeos foi feita manualmente, usando uma ferramenta customizada no programa MATLAB (JOHNSON & TYACK, 2003) e adaptada posteriormente pelo biólogo Dave Haas. Estas ferramentas manuais são efetivas, mas, para registros de longos períodos de dados, têm sido comprovadamente ineficientes. Para minimizar isso, pretende-se expandir as ferramentas disponíveis para o MATLAB, usando a metodologia descrita por BAUMGARTNER *et al.* (2008b), PACE *et al.* (2010) e HARRIS *et al.* (2013), para desenvolver rotinas de detecção automática para vocalizações

estereotipadas de balaenopterídeos. As vocalizações detectadas manualmente podem ser comparadas com os resultados dos classificadores automáticos de maneira a avaliar a sua eficiência.

O pico dos registros de vocalizações da *B. borealis* aparentemente se agrupam ao redor de 3 frequências: 58,6 Hz; 70,3 Hz e 82 Hz. Uma questão interessante a ser explorada é se tais frequências pico representam 3 vocalizações diferentes emitidas pelo mesmo animal ou se cada pico pertence a uma das 3 baleias-sei observadas em 31 de agosto de 2016 na região da marcação. Esta diferença de picos pode representar variações individuais nas vocalizações de um único animal ou estar associada com diferenças no tamanho corporal dos 3 animais presentes no dia da marcação.

Um método que pode ajudar a responder tal questão é a inspeção dos dados não decimados do acelerômetro (50 Hz), visando procurar a presença ou a ausência de sinais associados a harmônicos resultantes da vocalização do animal-alvo, como reportado por GOLDBOGEN *et al.* (2014). Se for comprovado que um único pico de frequência de vocalização gera um registro no sinal não decimado do acelerômetro, pode ser evidência de que esse pico, em específico, está associado ao animal-alvo enquanto que outras variantes podem ser atribuídas a outros indivíduos da mesma espécie. Em conjunto com futuros trabalhos de fotogrametria, poderá ser possível estabelecer um vínculo entre as variações das frequências pico e as diferenças de tamanho corporal do animal.

Diversos estudos publicados na literatura descrevem o repertório sonoro da baleia-franca-austral em diferentes regiões do mundo, tal como no Oceano Pacífico Sul (WEBSTER *et al.*, 2016) e Oceano Atlântico Sul, incluindo a costa da Argentina, Uruguai e Brasil (CLARK, 1982; TELLECHIA & NORBIS, 2012; DOMBROWSKI *et al.*, 2015). A classificação atribuída aos diferentes tipos de vocalizações, por vezes, diferiram entre os estudos. No entanto, as descrições do repertório acústico coletados através dos registros dos DTAGs do PMC-BS, na maior parte, está de acordo com aquelas feitas em estudos anteriores para a baleia-franca-austral. Isto inclui as descrições feitas por DOMBROWSKI *et al.* (2015) no Brasil (ver **Figura IV.4.3-53**).

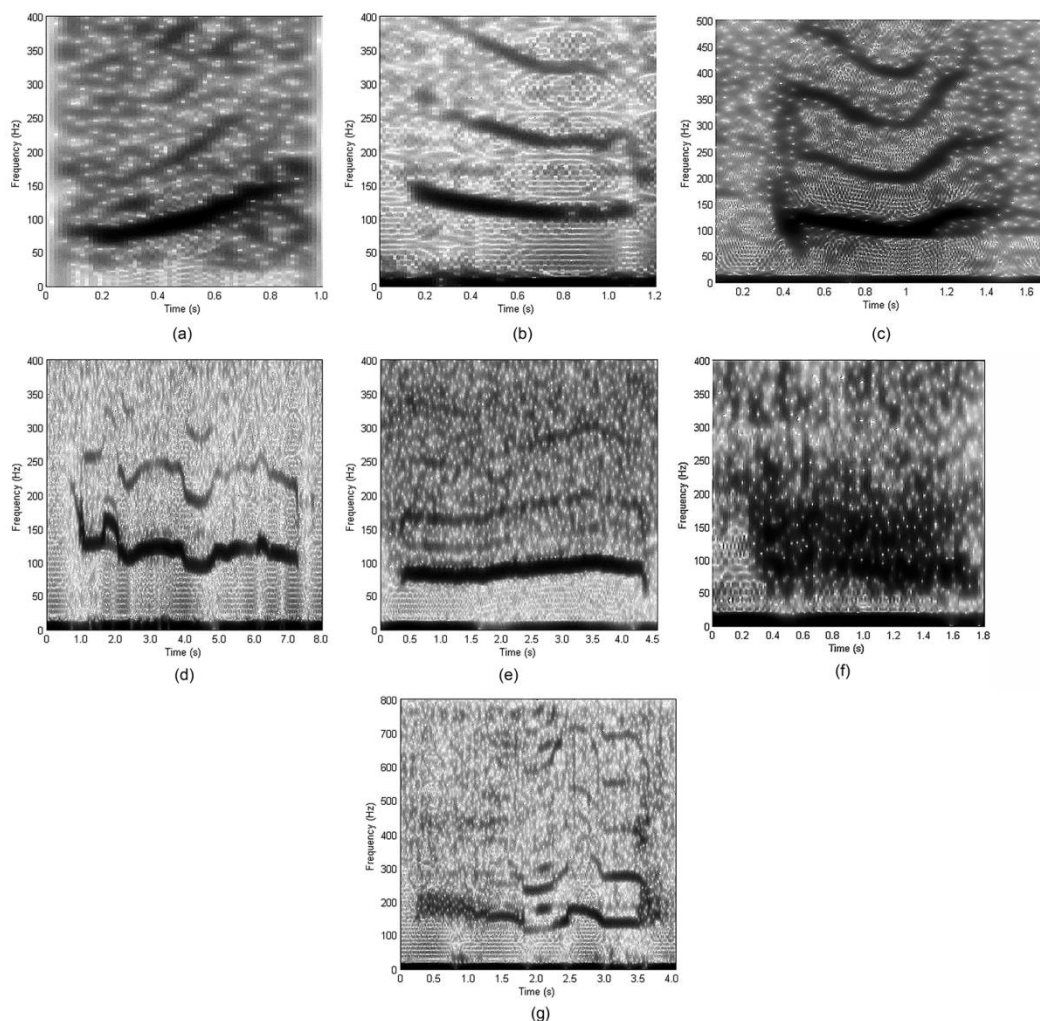


FIG. 3. Spectrogram of southern right whale call classes recorded off Brazil: (A) upcall, (B) downcall, (C) down-upcall, (D) tonal variable call, (E) tonal constant call, (F) pulsive call, and (G) hybrid call. Arrows in G shows pulsed components in a hybrid call. Spectrograms calculated with 1024 (A to E) and 512 FFT points (F and G) in Hamming window. Note differences in frequency and time scales between spectrograms.

**Figura IV.4.3-53:** Repertório acústico da baleia-franca-austral (*E. australis*) registrado em águas brasileiras. Extraído de Dombrowski et al. (2015).

Contudo, algumas vocalizações parecem ser novas em relação ao repertório conhecido, especificamente, os tipos aqui descritos como “sirene”, “sirene com variante ascendente” e “chirp” (quase sempre seguido de um chamado do tipo “sirene”). Não há descrições destes tipos de vocalizações em CLARK (1982), TELLECHIA & NORBIS (2012), nem em DOMBROWSKI *et al.* (2015). O chamado do tipo “sirene”, de certa maneira, se assemelha ao chamado do tipo “high” descrito por TELLECHIA & NORBIS (2012), porém ambos diferem quanto à

frequência de pico (cerca de 400-475 Hz em TELLECHIA & NORBIS (2012) e 700-900 Hz neste estudo).

Não se sabe se estas vocalizações são específicas dos animais que usam este habitat ou se são dependentes do contexto ou comportamento (ex: chamados associados ao acasalamento ou comunicação mãe-filhote). Não há informações contextuais ou comportamentais suficientes, relacionada ao grupo de 3 indivíduos do qual o animal marcado pertencia, que auxilie na elucidação das interações e relações entre estes indivíduos. No entanto, é muito provável que as vocalizações registradas tenham sido produzidas por um ou mais indivíduos deste grupo.

Os níveis recebidos (RL) das vocalizações foram baixos, continham poucos harmônicos de alta frequência e apresentaram relação sinal-ruído (SNR) entre baixa a moderada. Por isso, não foi possível confirmar se as vocalizações foram produzidas pelo animal marcado com o DTAG ou por co-específicos. Os novos tipos de vocalizações aqui descritos apresentaram níveis recebidos (RL) similares ao das outras vocalizações registradas pelo DTAG e já conhecidas do repertório acústico da baleia-franca-austral; indicando que uma ou mais entre as baleias presentes no grupo do animal marcado produziram essas vocalizações.

A continuidade dos trabalhos de marcação com DTAGs da baleia-franca-austral, incluindo observações comportamentais (método do animal focal), biópsias para determinação do sexo e parentesco entre os indivíduos e a faixa etária (ex: grupos macho-fêmea ou mãe-filhote) irão colaborar para entender melhor a influência do contexto comportamental nos tipos e frequência das vocalizações.

#### **IV.4.4 Resposta Comportamental à Biópsia**

A reação do animal biopsado antes, durante e depois da biópsia foi preenchida na ficha de cada biópsia realizada para avaliar se existe impacto da amostragem no comportamento das diferentes espécies. As reações do comportamento dos indivíduos foram registradas utilizando o método de animal focal (ALTMANN, 1974) e foram categorizadas hierarquicamente como (ver BROWN *et al.*, 1994; BEST *et al.*, 2005): "sem resposta", quando o indivíduo continua seu comportamento anterior ao da biópsia com nenhuma alteração detectável; "sobressalto", quando alguma parte do corpo do indivíduo (exceto cauda) faz um movimento repentino, mas sutil; "afastamento da embarcação"; "mergulho imediato"; "batida de cauda", quando o indivíduo flexiona a região caudal vigorosamente e atinge a superfície da água com o lado ventral da cauda, produzindo "spray" na água, e "salto". Essas categorias foram classificadas como: sem reação = "sem resposta", nível baixo de reação = "sobressalto" e "afastamento da embarcação", nível moderado de reação = "mergulho imediato" e "batida de cauda", e nível alto de reação = "salto". Esses registros foram feitos com o objetivo de identificar possíveis alterações no comportamento das espécies biopsadas, assim como identificar comportamentos reconhecidos como responsivos (WEINRICH *et al.*, 1992; BROWN *et al.*, 1994; NOREN & MOCKLIN, 2012; TEZANOS-PINTO & BAKER, 2012).

Dos 77 indivíduos biopsados nas campanhas de Avistagem Embarcada e MAP e de telemetria do primeiro ano de atividades do PMC-BS, 32 (41,6%) não apresentaram reação à biópsia e continuaram com o comportamento de antes, 39 (50,6%) se afastaram da proa da embarcação, 4 (5,2%) bateram a nadadeira caudal, um indivíduo (1,3%) deu um sobressalto, e somente um indivíduo (1,3%) mergulhou imediatamente após a biópsia (**Tabela IV.4.4-1**). No total, 50,6% dos indivíduos apresentaram nível baixo de reação, 41,6% não apresentaram reação, e 7,8% apresentaram nível moderado de reação



**Tabela IV.4.4-1:** Reações comportamentais à biópsia para cada espécie amostrada nas campanhas de Avistagem Embarcada e MAP, e de Telemetria dos Ciclos 1 e 2 do PMC-BS.

Espécie	Sem reação	Nível baixo de reação		Nível moderado de reação	
	Sem resposta	Sobressalto	Afastamento	Mergulho	Batida de cauda
<i>Tursiops truncatus</i>	9	1	9	-	1
<i>Sotalia guianensis</i>	-	-	-	-	2
<i>Delphinus delphis</i>	1	-	3	-	-
<i>Steno bredanensis</i>	2	-	-	-	-
<i>Stenella frontalis</i>	10	-	8	-	-
<i>Stenella longirostris</i>	5	-	3	-	-
<i>Stenella attenuata</i>	2	-	-	-	-
<i>Stenella clymene</i>	-	-	1	-	-
<i>Balaenoptera brydei</i>	-	-	-	1	-
<i>Balaenoptera bonaerensis</i>	-	-	1	-	-
<i>Balaenoptera physalus</i>	1	-	1	-	-
<i>Balaenoptera borealis</i>	-	-	12	-	-
<i>Megaptera novaeangliae</i>	2	-	1	-	1
Total	32	1	39	1	4

Dos 84 indivíduos biopsados nas campanhas de Avistagem Embarcada e MAP e de telemetria do segundo ano de atividades do PMC-BS, 75 tiveram o comportamento registrado durante o procedimento de coleta da biópsia. Desses 75 indivíduos, 16 (21,3%) não apresentaram reação à biópsia e continuaram com o comportamento de antes, 30 (40,0%) se afastaram da proa da embarcação, 21 (28,0%) mergulharam imediatamente após a biópsia, 7 (9,3%) bateram a nadadeira caudal, e somente um indivíduo (1,3%) saltou imediatamente após a biópsia (**Tabela IV.4.4-2**). No total, 40,0% dos indivíduos apresentaram nível baixo de reação, 37,3% apresentaram nível moderado de reação, 21,3% não apresentaram reação, e 1,3% nível alto de reação.

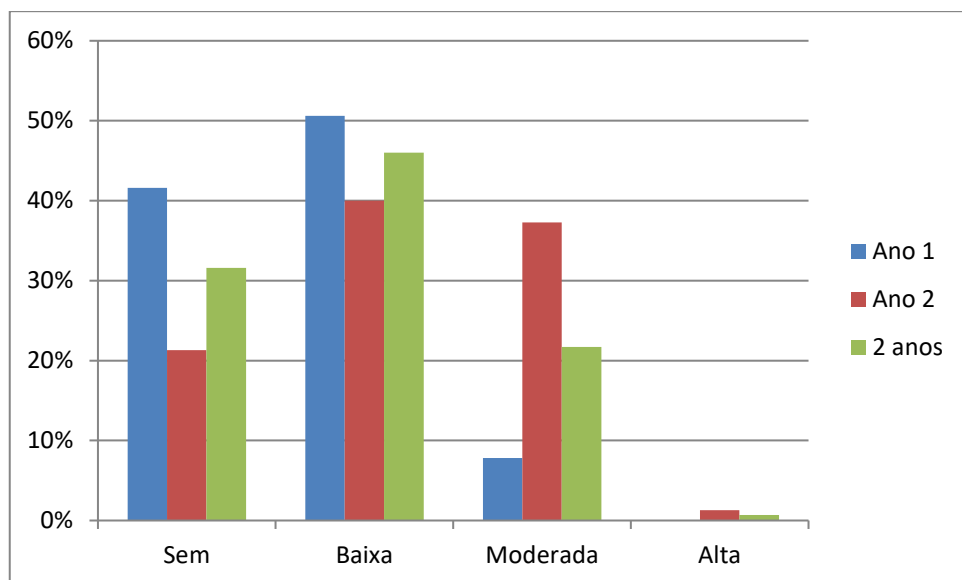


**Tabela IV.4.4-2:** Reações comportamentais à biópsia para cada espécie amostrada nas campanhas de Avistagem Embarcada e MAP, e de Telemetria dos Ciclos 3 e 4 do PMC-BS.

Espécie	Sem reação	Nível baixo de reação		Nível moderado de reação		Nível alto de reação
	Sem resposta	Sobressalto	Afastamento	Mergulho	Batida de cauda	Salto
<i>T. truncatus</i>	4	-	6	2	2	1
<i>D. delphis</i>	-	-	1	-	-	-
<i>S. bredanensis</i>	-	-	-	1	1	-
<i>S. frontalis</i>	2	-	12	5	-	-
<i>S. longirostris</i>	-	-	11	-	-	-
<i>S. clymene</i>	4	-	-	-	-	-
<i>G. macrorhynchus</i>	-	-	-	-	1	-
<i>O. orca</i>	1	-	-	-	-	-
<i>B. brydei</i>	1	-	-	5	-	-
<i>B. bonaerensis</i>	-	-	-	1	-	-
<i>B. borealis</i>	2	-	-	1	-	-
<i>B. physalus</i>	1	-	-	1	2	-
<i>B. musculus</i>	-	-	-	-	1	-
<i>M. novaeangliae</i>	1	-	-	5	-	-
Total	16	0	30	21	7	1

Com relação à todas as campanhas do PMC-BS realizadas durante os dois anos (4 Ciclos) do projeto, dos 161 indivíduos biopsados 152 tiveram o comportamento registrado durante o procedimento de coleta da biópsia. Desses 152 indivíduos, 48 (31,6%) não apresentaram reação à biópsia, 69 (45,4%) se afastaram da proa da embarcação, 22 (14,5%) mergulharam imediatamente após a biópsia, 11 (7,2%) bateram a nadadeira caudal, um indivíduo (0,65%) deu um sobressalto, e um indivíduo (0,65%) saltou imediatamente após a biópsia (**Tabela IV.4.4-2**). No total, 46,0% dos indivíduos apresentaram nível baixo de reação, 31,6% não apresentaram reação, 21,7% apresentaram nível moderado de reação, e somente um indivíduo, representando 0,7%, apresentou nível alto de reação à biópsia. Embora no segundo ano a reação moderada à biópsia aumentou com

relação ao primeiro ano (dado do primeiro relatório), a resposta predominante observada em ambos os anos é a baixa reação (**Figura IV.4.4-1**).



**Figura IV.4.4-1:** Reação comportamental dos indivíduos amostrados por biópsia durante as campanhas dos dois primeiros anos do PMC-BS.

**Tabela IV.4.4-3:** Reações comportamentais à biópsia para cada espécie amostrada nas campanhas de Avistagem Embarcada e MAP, e de Telemetria dos 4 Ciclos do PMC-BS.

Espécie	Sem reação	Nível baixo de reação		Nível moderado de reação		Nível alto de reação
	Sem resposta	Sobressalto	Afastamento	Mergulho	Batida de cauda	Salto
<i>T. truncatus</i>	13	1	14	2	3	1
<i>S. guianensis</i>	-	-	-	-	2	-
<i>D. delphis</i>	1	-	4	-	-	-
<i>S. bredanensis</i>	2	-	-	1	1	-
<i>S. frontalis</i>	12	-	20	5	-	-
<i>S. longirostris</i>	5	-	14	-	-	-
<i>S. attenuata</i>	2	-	-	-	-	-
<i>S. clymene</i>	4	-	1	-	-	-
<i>G. macrorhynchus</i>	-	-	-	-	1	-
<i>O. orca</i>	1	-	-	-	-	-

Espécie	Sem reação	Nível baixo de reação		Nível moderado de reação		Nível alto de reação
	Sem resposta	Sobressalto	Afastamento	Mergulho	Batida de cauda	Salto
<i>B. brydei</i>	1	-	3	6	-	-
<i>B. bonaerensis</i>	-	-	1	1	-	-
<i>B. physalus</i>	2	-	1	1	2	-
<i>B. borealis</i>	2	-	10	1	-	-
<i>B. musculus</i>	-	-	-	-	1	-
<i>M. novaeangliae</i>	3	-	1	5	1	-
Total	48	1	69	22	11	1

Da mesma forma, a maioria (8) das espécies apresentou uma baixa reação à biópsia, sendo o comportamento predominante o afastamento da embarcação (**Tabela IV.4.4-2**). As espécies que menos mudaram o padrão comportamental de *bow-riding* na proa, e assim não apresentando resposta comportamental às biópsias, foram *T. truncatus* (n = 13), *S. bredanensis* (n = 2), *S. clymene* (n = 4), *S. attenuata* (n = 2), *O. orca* (n = 1) e *B. physalus* (n = 2), embora *T. truncatus* tenha também um número alto de indivíduos (n = 15) que apresentaram uma baixa reação à biópsia. Os dois indivíduos de *S. guianensis*, três indivíduos de *T. truncatus*, dois de *B. physalus*, um indivíduo de *S. bredanensis*, um de *G. macrorhynchus*, um de *B. musculus* e um de *M. novaeangliae* bateram a nadadeira caudal após a biópsia, apresentando uma reação moderada. O mergulho imediato após a biópsia, também considerado uma reação moderada, foi observado em seis indivíduos de *B. brydei*, cinco de *S. frontalis*, cinco de *M. novaeangliae*, dois de *T. truncatus*, e em um indivíduo de *S. bredanensis*, de *B. bonaerensis*, de *B. borealis* e *B. physalus*. O único indivíduo que saltou após a amostragem foi um golfinho-nariz-de-garrafa (*T. truncatus*), e essa resposta é considerada uma forte reação à biópsia. No entanto, a amostragem desse indivíduo foi durante a marcação com transmissor na configuração LIMPET, o qual foi implantado na base da dorsal, podendo esse procedimento ter influenciado no seu comportamento.

A amostragem remota por biópsia pode ser caracterizada como

"minimamente intrusiva" considerando o nível baixo relatado de reações a curto prazo (geralmente de 0,5 a 3 minutos) e repostas a longo prazo (NOREN & MOCKLIN, 2012; TEZANOS-PINTO & BAKER, 2012). Embora milhares de amostras de várias espécies de cetáceos tenham sido coletadas ao longo de muitos anos, uma exceção relevante foi o único registro de morte de um golfinho-comum-de-bico-curto (*D. delphis*) que foi amostrado com um dardo de biópsia projetado para coleta de amostra de orca (*O. orca*) (BEARZI, 200).

NOREN & MOCKLIN (2012) revisaram estudos que usaram métodos de amostragem por biópsia publicados entre 1973 e 2009 para avaliar entre outros fatores, as respostas fisiológicas e comportamentais nos cetáceos após a amostragem. Para os odontocetos, a reação predominante é de nível baixo, enquanto as reações de nível baixo e moderado são igualmente prevalentes para os mysticetos. Alguns estudos observaram que as semelhanças nas reações comportamentais de animais atingidos pelo dardo e daqueles que não foram atingidos (dardo atirado na água) podem indicar que algumas reações são simplesmente devidas a uma resposta de sobressalto e não necessariamente devido ao contato do dardo de biópsia com o animal. Os estudos também indicam que as lesões causadas pelo dardo são menores comparadas com feridas de interações específicas, e geralmente se curam rapidamente (menos que um mês) sem complicações fisiológicas relatadas. Além disso, os dados sugerem que a amostragem por biópsia não causa impacto no uso de habitat e nos padrões de distribuição dos cetáceos (NOREN & MOCKLIN, 2012; TEZANOS-PINTO & BAKER, 2012).

Os resultados das reações comportamentais observadas nas campanhas do PMC-BS suportam, portanto, o nível baixo de reação dos cetáceos para a amostragem por biópsia, sendo a maioria dessas respostas comportamentais instantâneas, reforçando que é pouco provável que o método cause efeitos de longo prazo nos indivíduos.

#### ***IV.4.5 Resposta Comportamental à Colocação de Transmissores***

Nas quatro Campanhas de Telemetria realizadas até o momento foram instalados com sucesso 27 transmissores satelitais. Destes, 19 estavam na configuração LIMPET e 8 na configuração implantável. No caso dos DTAGs, foram marcados seis indivíduos.

A reação dos animais ao procedimento de marcação foi avaliada utilizando os mesmos critérios descritos no item acima (Resposta Comportamental à Biópsia). 55,5% dos indivíduos não demonstraram nenhuma reação comportamental evidente ao procedimento de marcação (**Tabela IV.4.5-1**).

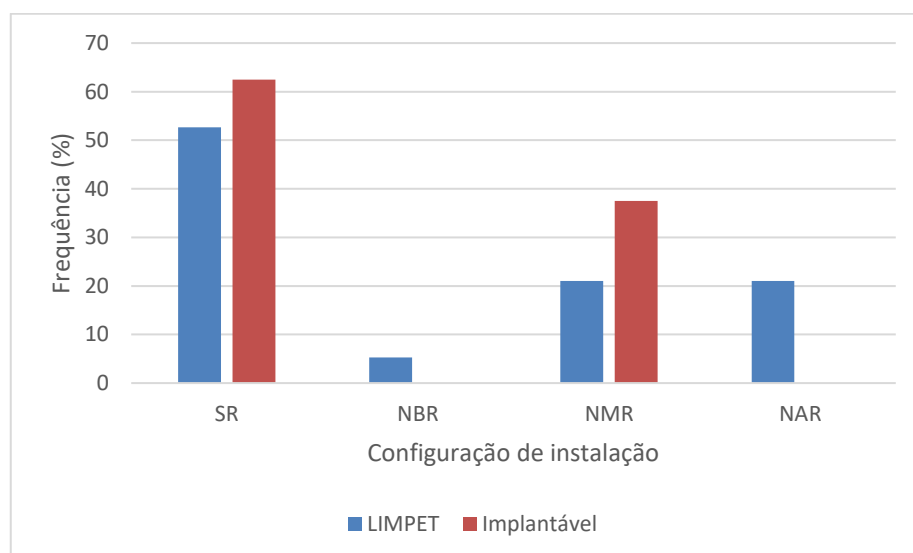
**Tabela IV.4.5-1:** Reação comportamental dos cetáceos ao procedimento de marcação com transmissores ao longo das quatro Campanhas de Telemetria do PMC-BS. Categoria: SR = sem reação; NBR = nível baixo de reação; NMR = nível médio de reação; NAR = nível alto de reação.

Espécie	Transmissor	Sucesso transmissão	PTT	Campanha	Categoria	Evento comportamental pós-marcação
<b>Transmissor satelital</b>						
<i>T. truncatus</i>	LIMPET	sim	158551	1	NAR	salto
<i>B. brydei</i>	Implantável	não	158543	1	NMR	batida de cauda
<i>T. truncatus</i>	LIMPET	sim	158544	1	SR	sem resposta
<i>M. novaeangliae</i>	Implantável	sim	158542	2	NMR	batida de cauda
<i>M. novaeangliae</i>	Implantável	sim	158553	2	SR	sem resposta
<i>M. novaeangliae</i>	Implantável	sim	158554	2	NMR	batida de cauda
<i>B. borealis</i>	Implantável	não	158555	2	SR	sem resposta
<i>B. borealis</i>	LIMPET	sim	158546	2	SR	sem resposta
<i>B. physalus</i>	LIMPET	sim	158549	2	SR	sem resposta
<i>B. borealis</i>	LIMPET	não	158550	2	SR	sem resposta
<i>O. orca</i>	LIMPET	não	158545	2	SR	sem resposta
<i>O. orca</i>	LIMPET	sim	158547	2	SR	sem resposta
<i>O. orca</i>	LIMPET	sim	162628	2	SR	sem resposta
<i>B. borealis</i>	LIMPET	sim	162629	2	NMR	batida de cauda
<i>B. borealis</i>	LIMPET	sim	162630	2	SR	sem resposta
<i>T. truncatus</i>	LIMPET	sim	162631	2	NAR	salto
<i>M. novaeangliae</i>	Implantável	sim	158556	2	SR	sem resposta



Espécie	Transmissor	Sucesso transmissão	PTT	Campanha	Categoria	Evento comportamental pós-marcação
<i>T. truncatus</i>	LIMPET	não	162634	3	NAR	salto
<i>T. truncatus</i>	LIMPET	sim	162635	3	NMR	batida de cauda
<i>T. truncatus</i>	LIMPET	sim	162632	3	NMR	mergulho profundo
<i>T. truncatus</i>	LIMPET	sim	162637	3	NAR	salto
<i>B. bonaerensis</i>	LIMPET	sim	166666	4	SR	sem resposta
<i>T. truncatus</i>	LIMPET	sim	166663	4	NMR	mergulho
<i>M. novaeangliae</i>	Implantável	sim	34588	4	SR	sem resposta
<i>M. novaeangliae</i>	Implantável	sim	34686	4	SR	sem resposta
<i>B. brydei</i>	LIMPET	sim	166662	4	NBR	elevação da caudal
<i>O. orca</i>	LIMPET	sim	162633	4	SR	sem resposta
<b>Transmissor DTAG</b>						
<i>B. brydei</i>	DTAG-V2	sim	--	1	SR	sem resposta
<i>B. borealis</i>	DTAG-V2	sim	--	2	NMR	batida de cauda
<i>B. brydei</i>	DTAG-V2	sim	--	3	SR	sem resposta
<i>M. novaengliae</i>	DTAG-V2	sim	--	4	NBR	movimento do lobo caudal
<i>B. physalus</i>	DTAG-V2	sim	--	4	NBR	batida de cauda
<i>E. australis</i>	DTAG-V2	sim	--	4	NBR	exposição do lobo caudal

Para ambas as configurações de implantação, a maior parte dos indivíduos não demonstrou reação à marcação (**Figura IV.4.5-1**). O principal comportamento classificado como nível médio de reação foi a batida de cauda, observada principalmente em mysticetos (**Figura IV.4.5-1**).



**Figura IV.4.5-1:** *Frequência das categorias de reação comportamental registradas para os indivíduos marcados com transmissores satelitais ao longo das quatro Campanhas de Telemetria do PMC-BS. Categoria: SR = sem reação; NBR = nível baixo de reação; NMR = nível médio de reação; NAR = nível alto de reação.*

Um nível alto de reação foi observado apenas para *T. truncatus*, que reagiu com saltos em quatro oportunidades de marcação com LIMPETs. A maior parte das baleias-jubarte e baleias-sei não demonstrou resposta ao procedimento, assim como todas as orcas (**Tab**

## Ia IV.4.5-2).

**Tabela IV.4.5-2:** Número de indivíduos por categoria de reação comportamental registrada para os indivíduos marcados com transmissores satelitais ao longo das quatro Campanhas de Telemetria do PMC-BS. Categoria: SR = sem reação; NBR = nível baixo de reação; NMR = nível médio de reação; NAR = nível alto de reação.

Espécie	SR	NBR	NMR	NAR
<i>T. truncatus</i>	1	0	3	4
<i>B. brydei</i>	0	1	1	0
<i>M. novaengliae</i>	4	0	2	0
<i>B. borealis</i>	5	0	2	0
<i>B. physalus</i>	1	0	0	0
<i>O. orca</i>	4	0	0	0
<i>B. bonaerensis</i>	1	0	0	0

Cabe destacar que o registro comportamental de cetáceos se restringe à observação dos comportamentos realizados próximo à superfície da água. Além disso, as observações se restringiram a um período de aproximadamente 30 minutos após a instalação do transmissor.

No caso dos mysticetos marcados com DTAGs (n = 6), dois indivíduos não demonstraram resposta, três tiveram uma resposta de nível baixo e um teve resposta de nível médio. A baleia-de-Bryde foi a única espécie que teve dois indivíduos marcados e ambos não demonstraram reação ao procedimento.

As baleias, de maneira geral, não demonstram comportamentos muito reativos ao procedimento de instalação, da mesma forma que observado neste trabalho. Os poucos trabalhos existentes documentam comportamentos de nível baixo de reação. HAUSER *et al.* (2010) registraram reações de baixo nível (aumento na velocidade e leve batida de cauda) para 50% dos animais marcados, enquanto outros 50% não demonstraram reação. ROBBINS *et al.* (2013) registraram apenas reações de baixo nível (rápida submersão e aceleração) em 35 baleias-jubarte. WATKINS (1981) não registrou reações significativas na marcação de *B. physalus*, *M. novaengliae* e *B. brydei*. Da

mesma forma que no presente trabalho, REISINGER *et al.* (2014) não registrou reação comportamental de orcas, ou apenas reações de baixo nível (aceleração, submersão ou leve movimentação do corpo). ALVES *et al.* (2010) registraram mudanças na frequência respiratória e velocidade de baleias-jubarte, sugerindo que o aumento destes parâmetros esteja mais relacionado à perseguição realizada pelo barco para se aproximar do animal para a marcação.

Os pequenos cetáceos, por sua vez, parecem ser mais reativos aos procedimentos de marcação, embora sejam escassos os trabalhos utilizando sistemas remotos de marcação, assim como transmissores satelitais para estas espécies. Da mesma forma que o presente trabalho, SCHNEIDER *et al.* (1998) registraram um aumento no número de batidas de cauda, assim como um aumento na velocidade do grupo logo após a instalação de *suction cup tags*. Por outro lado, algumas espécies de pequenos cetáceos como *Cephalorhynchus heavisidii* não demonstraram reações significativas após a instalação de transmissores semelhantes (SAKAI *et al.*, 2011).

### IV.5 Estado de saúde

Ao longo de todas as etapas de triagem, catalogação e processamento, sempre que uma lesão epidérmica ou mutilações eram identificadas, o registro fotográfico foi copiado para pastas individualizadas por espécie. Como a presença de lesões era uma coluna da matriz de dados, a ocorrência desses registros pode ser facilmente quantificada por espécie. A **Tabela IV.5-1** apresenta, já sistematizando para os ciclos futuros, a prevalência (%) de lesões (e mutilações) entre os indivíduos identificados. No entanto, essa informação ainda deve ser interpretada com cautela, em especial para espécies pouco registradas, pois com o aumento do número de indivíduos identificados, tende-se a reduzir a prevalência de lesões. Estas lesões estão sendo separadas conforme as seguintes categorias (adaptado de WILSON *et al.*, 1999): a) nódulos multifocais (elevações que podem ser focais ou multifocais a linha de epiderme); b) lesões semelhantes a poxvírus (lesões bem delimitadas, de halo de coloração enegrecido, e centro de coloração esbranquiçado ou enegrecido, dependendo do estágio da doença); c) ferida aberta (feridas não cicatrizadas encontradas em pele podendo atingir camadas mais profundas da pele ou até musculatura); d) cicatriz esbranquiçada (áreas esbranquiçadas densas bem delimitadas); e) deformidades físicas (malformação congênita devido a perfeita adaptação a essa condição, avaliada pelo escore corporal do animal em questão); f) mutilações ou interação antrópica (cortes bem delimitados em nadadeiras dorsal que tenham retirado parte significativa da nadadeira, cortes paralelos em pedúnculo ou dorso com distância simétrica compatível com colisões com embarcações); g) celulite (lesões em relevo negativo, não ulceradas, bem delimitadas, multifocais ou focais); h) lesões inespecíficas. A ocorrência de cada tipo de lesão, por espécie, encontra-se na **Tabela IV.5-2**.

**Tabela IV.5-1:** Prevalência acumulada de lesões epidérmicas (ou mutilações) entre os indivíduos identificados, por espécie e ciclo.

Ciclo	1º	2º	3º	4º
<i>Sotalia guianensis</i>	16%	16%	16%	<b>16%</b>
<i>Tursiops truncatus</i>	15%	13%	13%	<b>11%</b>
<i>Stenella frontalis</i>	50%	6%	3%	<b>5%</b>
<i>Stenella attenuata</i>	50%	25%	25%	<b>25%</b>
<i>Balaenoptera brydei</i>	60%	50%	55%	<b>43%</b>
<i>Delphinus capensis</i>	0	0	0	<b>0</b>
<i>Steno bredanensis</i>	0	0	0	<b>0</b>
<i>Orcinus orca</i>	0	0	0	<b>0</b>
<i>Pontoporia blainvillei</i>	0	0	0	<b>0</b>
<i>Stenella longirostris</i>	0	10%	10%	<b>10%</b>
<i>Balaenoptera borealis</i>	0	23%	23%	<b>23%</b>
<i>Balaenoptera physalus</i>	0	28%	42%	<b>56%</b>
<i>Grampus griseus</i>	0	5%	5%	<b>3%</b>
<i>Megaptera novaengliae</i>	0	0	0	<b>0</b>
<i>Globicephala</i> sp.	0	0	22%	<b>22</b>
<i>Balaenoptera bonaerensis</i>	0	0	0	<b>0%</b>
<i>Feresa attenuata</i>	0	0	0	<b>0%</b>
<i>Pseudorca crassidens</i>	0	0	0	<b>0</b>
<i>Balaenoptera musculus</i>	0	0	0	<b>0%</b>
<i>Stenella clymene</i>	0	0	0	<b>0</b>

**Tabela IV.5-2:** Frequência de cada tipo de lesão epidérmica por espécies. Os dados apresentados aqui são referentes apenas aos 3º e 4º ciclos. Esta quantificação, para os demais ciclos, encontra-se em andamento. (nm – nódulos multifocais; pox – lesões semelhantes a poxvírus; fa – ferida aberta; ce – cicatriz esbranquiçada; df – deformidades físicas (malformação); mut – mutilações; cel – celulite).

Tipo de lesão	nm	pox	fa	ce	df	mut	cel
<i>Sotalia guianensis</i>	0	0	1	0	0	0	0
<i>Tursiops truncatus</i>	0	0	0	4	0	1	0
<i>Stenella frontalis</i>	1	0	3	2	1	2	0
<i>Stenella attenuata</i>	0	0	0	0	0	0	0
<i>Balaenoptera brydei</i>	0	2	0	3	0	1	4



Tipo de lesão	nm	pox	fa	ce	df	mut	cel
<i>Delphinus capensis</i>	0	0	0	0	0	0	0
<i>Steno bredanensis</i>	0	0	1	0	0	0	0
<i>Orcinus orca</i>	0	0	0	0	0	0	0
<i>Pontoporia blainvillei</i>	0	0	0	0	0	0	0
<i>Stenella longirostris</i>	0	0	0	0	0	1	0
<i>Balaenoptera borealis</i>	0	0	2	1	0	0	0
<i>Balaenoptera physalus</i>	0	1	4	2	0	0	1
<i>Grampus griseus</i>	0	0	2	0	0	0	0
<i>Megaptera novaengliae</i>	0	0	2	4	0	0	0
<i>Globicephala</i> sp.	0	0	2	1	0	0	0
<i>Balaenoptera bonaerensis</i>	2	0	2	0	0	0	0
<i>Feresa attenuata</i>	1	0	0	0	0	0	0
<i>Pseudorca crassidens</i>	0	0	0	0	0	0	0
<i>Balaenoptera musculus</i>	0	0	1	0	0	0	1
<i>Stenella clymene</i>	0	1	1	0	0	0	0

As lesões observadas no 1º e 2º Ciclos já foram discutidas no relatório anual anterior. As **Figuras IV.5-1 a IV.5-12** apresentam alguns exemplos de lesões e suas descrições mais comuns ocorrentes até o momento, em especial no 3º e 4º Ciclos. No geral, as lesões observadas neste segundo ano são de etiologia desconhecida, mas destaca-se uma lesão de mutilação observada em uma *Balaenoptera brydei*, que provavelmente é resultante de uma colisão com embarcação (**Figura IV.5-1**), e uma mutilação de nadadeira dorsal de um *Tursiops truncatus* por provável rede de pesca (**Figura IV.5-2**). Lesões de mutilação foram observadas esparsamente em algumas espécies, como *Balaenoptera brydei*, *Tursiops truncatus*, *Sotalia guianensis* entre outras. O acompanhamento da prevalência dessas lesões permitirá inferir sobre interações interespecíficas diretas, como emalhamentos em redes de pesca ou colisões com embarcação. No relatório de um ano, já se tinha documentado uma lesão em *Balaenoptera brydei*, possivelmente gerada por um evento de colisão, e uma mutilação de nadadeira dorsal em *Tursiops truncatus*, que também pode ser consequência de um emalhamento em rede de pesca. No

total, 4 registros de mutilação por interação antrópica foram observados neste segundo ano, e 10 registros desde o início do monitoramento (em *Balaenoptera brydei* (n=3), *Tursiops truncatus* (n=3), *Stenella frontalis* (n=2), *Stenella longirostris* (n=1), *Sotalia guianensis* (n=1)).

Entre as lesões observadas, destaca-se também a ocorrência de lesões semelhantes a poxvírus em *Balaenoptera physalus*, *Balaenoptera brydei* e *Stenella clymene* (**Figuras IV.5-3 a IV.5-5**). No 1º ciclo uma *Balaenoptera brydei* já apresentava uma lesão semelhante a poxvírus. Poxvírus apresentam uma ampla gama de hospedeiros específicos: desde o vírus da varíola, que infecta o homem, ao vírus da vaccínia, que infecta várias espécies de mamíferos (MCFADDEN 2005). O poxvírus atualmente identificado em cetáceos foi nomeado temporariamente de *cetacean poxvirus* (CePV), sendo registrado pela primeira vez na década de 70, em *Tursiops truncatus* (GERACI et al. 1979). Posteriormente foi registrado em várias espécies de odontocetes e mysticetes, embora até o momento, não se tenha registros, nem mesmo de lesões semelhantes, em *Balaenoptera brydei* (além do registro no 1º ciclo) e *Stenella clymene*. Para *Balaenoptera physalus* uma recente determinação molecular confirmou a infecção pelo vírus (MELERO et al. 2005). Pouco se sabe sobre o papel de fatores ambientais no desenvolvimento, severidade e epidemiologia dessa doença, ainda que se sugira uma possível relação com contaminantes imunossupressores e/ou situações de estresse crônico. Os dados clínicos e epidemiológicos indicam que o vírus não causa mortalidade, porém possa afetar significativamente indivíduos sem proteção imunológica (VAN BRESSEM et al. 2009).

Continuou chamando atenção uma interação interespecífica não-humana: ao menos 7 espécies apresentaram lesões de prováveis mordidas de tubarão-charuto (*Isistius brasiliensis*) (**Figura IV.5-6 e Figura IV.5-7**). Para algumas espécies, entre elas *Stenella attenuata* e *Stenella longirostris*, mordidas de tubarão charuto foram consideradas a *causa mortis* de infantes (SOUTO et al. 2007). Além de *Tursiops truncatus*, *Stenella attenuata*, *Balaenoptera brydei*, *Stenella frontalis*, *Balaenoptera physalus*, lesões por tubarão charuto foram observadas no segundo ano em *Balaenoptera borealis* e *Balaenoptera*

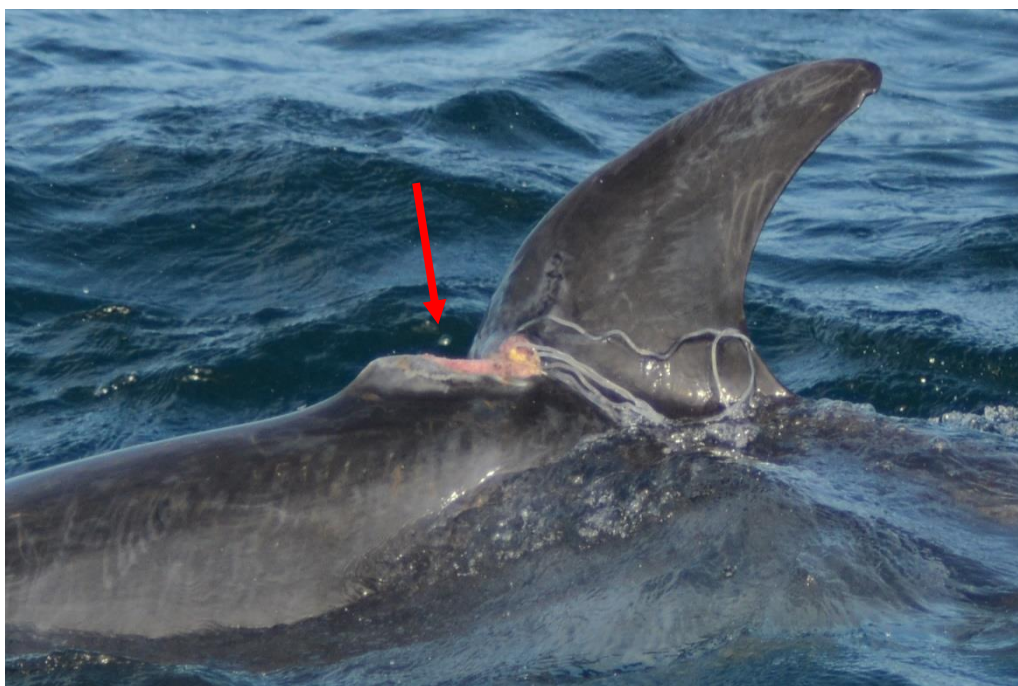
*musculus*. Nota-se que a prevalência dessas lesões ocorre em espécies de hábitos mais oceânicos, coerente com a distribuição de *Isistius brasiliensis*, que ocorre principalmente em águas oceânicas quentes e próximas a ilhas.

Registros de cracas pedunculares fixadas ao rostro, como o que ocorreu no primeiro ano em *Delphinus* sp., não se repetiram neste segundo ano. No entanto, um indivíduo de *Stenella frontalis* foi observado com uma deformação de rostro provavelmente congênita (**Figura IV.5-8**), considerando que aparentemente realizava atividades vitais normalmente. Outras lesões, como nodulares e cicatrizes são exemplificadas abaixo e foram quantificadas, embora a etiologia seja geralmente desconhecida (**Figuras IV.5-9 a IV.5-12**).

Resgatando o objetivo específico “f” – *Avaliar o estado de saúde de, por meio de registros de lesões epidérmicas ou traumas, identificáveis por fotoidentificação* -, nota-se que a meta de criação de catálogo de fotoidentificação por espécie e descrição de tipos de lesões epidérmicas vem sendo alcançada. Como já apresentado, 20 espécies já possuem catálogo de foto-id, algumas com mais de 20 indivíduos catalogados, e pelo menos 8 tipos de lesões epidérmicas vem sendo acompanhadas, por ciclo e por espécies. Adicionalmente, os dados de fotoidentificação já possibilitaram o registro de 13 movimentos de pequena a média escala, de indivíduos de 5 espécies diferentes. Com o aumento no volume de dados, a expectativa é que novas “recapturas” possam ocorrer e que os registros realizados até agora possam se repetir a caracterizar padrões. Assim, o esforço de fotoidentificação vem alcançando os resultados esperados e contribuindo para os objetivos específicos estabelecidos no projeto executivo.



**Figura IV.5-1:** Lesão de interação antrópica em *Balaenoptera brydei*: provável mutilação por colisão com embarcação



**Figura IV.5-2:** Lesão em *Tursiops truncatus*: mutilação por interação com pesca.





**Figura IV.5-3:** Lesão em *Balaenoptera physalus*: lesão bem delimitada com os bordos escurecidos, multifocal discreta (provável poxvírus).



**Figura IV.5-4:** Lesão em *Balaenoptera brydei*: lesão bem delimitada com os bordos esbranquiçados multifocal discreta (provável poxvírus).



**Figura IV.5-5:** Lesão em *Stenella clymene*: lesão bem delimitada com centro escurecido, multifocal discreta (provável poxvírus).



**Figura IV.5-6:** Lesão em *Balaenoptera borealis*: possível mordida de tubarão charuto.





**Figura IV.5-7:** Lesão em *Balaenoptera musculus*: ferida aberta multifocal, possível mordida de tubarão charuto.



**Figura IV.5-8:** Provável deformação congênita em rostro em *Stenella frontalis*.



**Figura IV.5-9:** Lesão em *Balaenoptera brydei*: lesão bem delimitada com o centro deprimido, discreta-moderada, multifocal (etiologia desconhecida)



**Figura IV.5-10:** Lesão em *Stenella frontalis*: lesão nodular (etiologia desconhecida).





**Figura IV.5-11:** Lesão esbranquiçada de etiologia desconhecida em *Stenella frontalis*: aparente cicatrização.



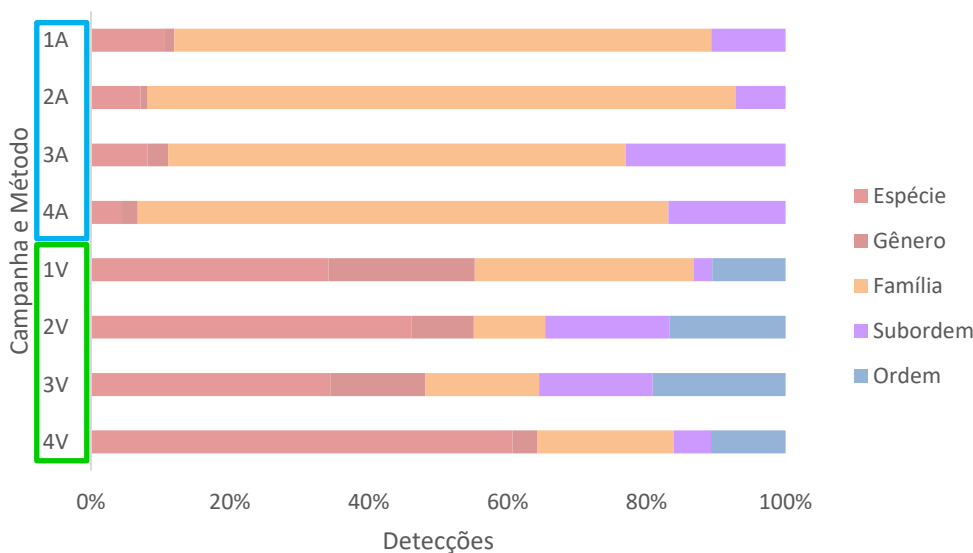
**Figura IV.5-12:** Lesão em *Balaenoptera bonaerensis*: nódulos multifocais.

## IV.6 Comparação da detecção entre Avistagem e MAP

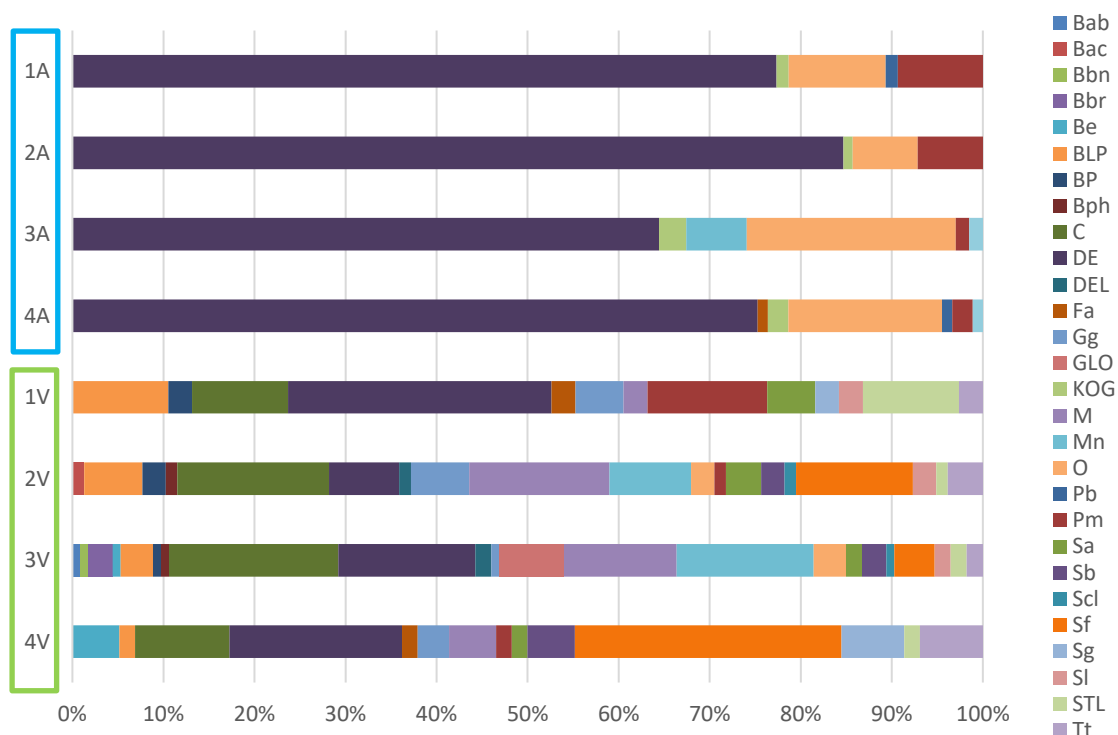
### IV.6.1 Introdução

Neste item foi avaliada a aplicação integrada do método de Avistagem Embarcada e do Monitoramento Acústico Passivo (MAP). Estes dois métodos operaram simultaneamente e de forma independente durante as quatro Campanhas Embarcadas do PMC-BS. No item IV.1.1 já foi demonstrado que o MAP é menos eficiente na identificação dos táxons, especialmente em nível de espécie (Figura IV.6-1 e Figura IV.6-2). Apesar da menor resolução taxonômica, o MAP é mais efetivo em detectar animais de famílias raras ou crípticas, como as Famílias Ziphiidae e Kogiidae.

Assim, neste item iremos avaliar a eficiência destes dois métodos no que tange as taxas de detecção e como estas são afetadas pelas condições ambientais.



**Figura IV.6-1:** Porcentagem dos níveis taxonômicos identificados nas detecções de cada método nos Ciclos de 1 a 4 das Campanhas de Avistagem Embarcada (V) e MAP (A) do PMC-BS.



**Figura IV.6-2:** Porcentagem dos táxons identificados nas detecções de cada método nos Ciclos de 1 a 4 das Campanhas de Avistagem Embarcada (V) e MAP (A) do PMC-BS da Bacia de Santos.

### Métodos

Para investigar as diferenças entre as duas metodologias nas taxas de detecção, foram construídos modelos lineares generalizados (GLM) com distribuição de erros Binomial negativa (MCCULLAGH & NELDER, 1989). Esta distribuição foi escolhida para levar em conta a grande quantidade de zeros na variável resposta. A variável resposta foi o número de detecções por dia de amostragem, que foi corrigida pelo esforço amostral em horas através de um termo *offset* no modelo.

Construíram-se diferentes modelos considerando diferentes combinações de variáveis explanatórias, quais sejam: (1) método de detecção (*met*): visual ou MAP; (2) campanha como variável contínua (*camp*); (3) campanha como

variável categórica (fcamp); (4) estado do mar na escala Beaufort como variável contínua (Beaufort); (5) estado do mar na escala Beaufort como variável categórica (marf). As variáveis foram inseridas isoladamente nos modelos, com efeitos aditivos ou interações entre variáveis.

O melhor modelo foi escolhido com base no menor valor de AICc. Todas as análises foram feitas usando o pacote 'MASS' do software R (VENABLES & RIPLEY, 2002).

### *Resultados e discussão*

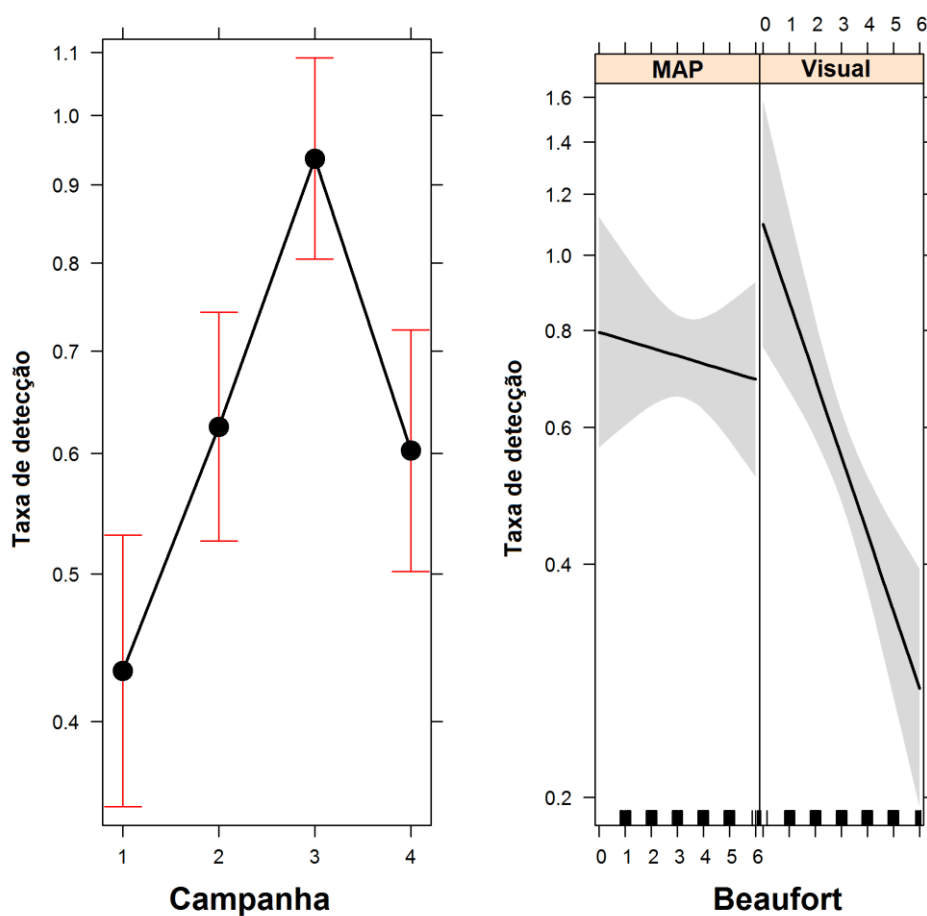
Foram construídos 33 modelos, sendo que o melhor modelo teve a influência da campanha e do método interagindo com o estado do mar na escala Beaufort (**Tabela IV.6-1**). De acordo com o modelo, a taxa de detecção variou entre as campanhas, com um pico de frequência de detecções na terceira Campanha (**Figura IV.6-3**). O modelo também prevê que a taxa de detecção decresce conforme aumenta a agitação do mar, medida pelo estado do mar na escala Beaufort. Entretanto, esta taxa de detecção decresce mais acentuadamente para o método visual. Partindo de um mar Beaufort 0 até o mar 6, espera-se um decréscimo de 70% nas taxas de detecção visuais, enquanto o modelo prevê um decréscimo de somente 13% para o MAP. O modelo prevê que num mar Beaufort 0 e 1 a taxa de detecção visual será tão boa ou melhor que a taxa de detecção acústica.

Os resultados do modelo sobre taxa de detecção e os dados sobre o sucesso de identificação dos táxons sugerem que existem importantes complementariedades entre os métodos de Avistagem Embarcada e MAP. Enquanto existe maior resolução taxonômica no método de detecção visual, a taxa de detecção é muito menos afetada pelas condições do mar no monitoramento acústico. Portanto, a aplicação das duas técnicas combinadas em campanhas embarcadas fornece dados de melhor qualidade, compensando algumas limitações particulares de cada método. Futuramente o uso integrado das metodologias e a natureza independente da coleta de dados podem ser usados para corrigir as estimativas de densidade e abundância de cetáceos na Bacia de Santos.



**Tabela IV.1-1: Modelos Generalizados Lineares (GLM) com distribuição de erros Binomial Negativa com diferentes variáveis que explicam a variação nas taxas de detecção de cetáceos em Campanhas de Avistagem Embarcada e MAP. Theta = parâmetro de dispersão da distribuição Binomial negativa; k = número de parâmetros.**

Variáveis explanatórias	Theta	k	AICc	Delta AICc	Peso AICc
fcamp+met*Beaufort	4.54	8	1701.3	0.00	0.469
met+fcamp+marf	4.83	12	1703.4	2.12	0.162
fcamp+met*marf	5.44	18	1703.8	2.50	0.134
met*fcamp*Beaufort	5.07	17	1705.1	3.81	0.070
met*fcamp+marf	4.99	15	1705.2	3.91	0.066
met+fcamp*Beaufort	4.46	10	1705.9	4.68	0.045
met+fcamp+Beaufort	4.28	7	1706.7	5.46	0.031
met*fcamp+Beaufort	4.4	10	1708.3	7.01	0.014
met+fcamp*marf	5.73	27	1709.7	8.49	0.007
met+fcamp	3.87	6	1713.3	12.06	0.001
met*fcamp	3.97	9	1714.8	13.56	0.001
fcamp+marf	4.31	11	1716.3	15.06	0.000
fcamp*Beaufort	3.99	9	1718.3	17.04	0.000
fcamp+Beaufort	3.83	6	1718.9	17.61	0.000
fcamp*marf	5.01	26	1722.6	21.39	0.000
fcamp	3.47	5	1724.6	23.34	0.000
met+camp+marf	3.56	10	1725.2	23.93	0.000
camp+met*marf	3.87	16	1725.8	24.58	0.000
met*camp+marf	3.56	11	1727.0	25.75	0.000
met+camp*marf	3.68	15	1727.8	26.56	0.000
met+marf	3.4	9	1730.2	28.94	0.000
met*marf	3.69	15	1730.8	29.51	0.000
met*Beaufort	3.13	5	1731.7	30.47	0.000
met+camp	3.04	4	1732.0	30.76	0.000
met*camp	3.04	5	1733.8	32.50	0.000
camp+marf	3.22	9	1736.7	35.41	0.000
met+Beaufort	3.02	4	1737.0	35.70	0.000
met	2.91	3	1739.1	37.82	0.000
camp*marf	3.33	14	1739.5	38.22	0.000
met*camp*marf	4.05	27	1740.4	39.13	0.000
marf	3.09	8	1741.5	40.25	0.000
camp	2.76	3	1742.0	40.75	0.000
Beaufort	2.75	3	1747.3	46.02	0.000



**Figura IV.6-3:** Previsões do melhor GLM considerando a influência da campanha e a interação entre método e estado do mar na Escala Beaufort na taxa de detecção de cetáceos durante as Campanhas de Avistagem Embarcada e MAP do PMC-BS.

## V. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Abaixo é apresentado um panorama dos principais resultados obtidos ao final de dois anos de PMC-BS.

- Foram realizadas 12 campanhas nos dois primeiros anos do projeto, sendo 4 de Avistagem Aérea, 4 de Avistagem Embarcada e MAP, e 4 de Telemetria. Nestas campanhas foi realizado um esforço amostral de mais de 58 mil quilômetros percorridos, com mais de 1.250 detecções de cetáceos;
- Foram marcados com transmissores de diferentes tipos 32 animais de 8 espécies de cetáceos, com dados de deslocamento, mergulho e outros;
- Um total de 509 indivíduos de 20 espécies de cetáceos foram catalogados por meio de fotoidentificação;
- Foram coletadas 169 amostras de biópsia de 17 espécies de cetáceos para análises genéticas e de contaminantes;
- Foram registradas 23 espécies de cetáceos distribuídas em 5 famílias, o que corresponde a aproximadamente 60% da riqueza esperada para a Bacia de Santos;
- A sazonalidade foi um importante fator estruturador da comunidade de cetáceos, especialmente as grandes baleias, que migram através ou para a Bacia de Santos no inverno e primavera;
- Dentre as espécies observadas, 35% estão ameaçadas de extinção, incluindo duas criticamente ameaçadas (baleia-azul e toninha); outras 13 espécies são consideradas deficientes em dados, com importantes informações biológicas sendo coletadas no âmbito do PMC-BS;
- A integração de metodologias tem sido fundamental para uma descrição adequada da comunidade de cetáceos, com informações genéticas que podem aprimorar a identificação visual em campo, inclusive a nível sub-específico.
- A partir das análises dos cliques de odontocetos, coletados pelo monitoramento acústico passivo (MAP), foram confirmados registros da presença de espécies consideradas crípticas, tal como a toninha (*Pontoporia blainvillei*), cachalote-pigmeu ou cachalote anão (*Kogia* sp.) e a família das baleias-bicuda (Ziphiidae). Estas espécies não foram registradas visualmente

durante as campanhas de Avistagem e MAP.

- O MAP foi uma ferramenta importante para complementar as detecções visuais. O número de detecções acústicas foi sempre superior às detecções visuais. Apesar da dificuldade do MAP na detecção de espécies de misticetos e na identificação de espécies de delfínídeos quando comparado à avistagem, novos táxons puderam ser confirmados pelo MAP neste segundo ano do PMC-BS, contribuindo com informações sobre a riqueza de espécies na Bacia de Santos. Considera-se, portanto, que existe complementariedade na aplicação das diferentes técnicas de amostragem (MAP e Amostragem Visual);
- A diversidade genética de pelo menos sete espécies foi descrita, com a maioria apresentando alta diversidade genética; também sendo investigada preliminarmente a estrutura genética de populações de duas espécies;
- Foram identificadas regiões de concentração de avistagens de cetáceos odontocetos e misticetos, incluindo regiões ao longo do talude e regiões costeiras; com variações entre as campanhas;
- Segundo a modelagem de habitat, as regiões de concentração de odontocetos têm relação com o gradiente de profundidade, sendo as regiões do talude de grande importância para este grupo, e com a alta concentração de clorofila “a” na água, que indicam regiões de alta produtividade primária;
- Ainda segundo a modelagem de habitat, a maior frequência de odontocetos estava associada com regiões de menor temperatura, possivelmente a região de Cabo Frio pela ressurgência e o sul da Bacia de Santos;
- Informações sobre os movimentos e fidelidade a determinadas regiões por diferentes espécies de cetáceos foram obtidas através de transmissores satelitais e fotoidentificação, evidenciando deslocamentos de pequena e grande escala (que extrapolam os limites da Bacia de Santos), dependendo da biologia da espécie;
- Dados importantes e inéditos sobre rotas migratórias de pelo menos três grandes baleias foram descritos, como a baleia-sei, baleia-minke-antártica e baleia-jubarte;
- Foi descrito o uso da Bacia de Santos para alimentação de quatro espécies de misticetos, incluindo a baleia-de-bryde, que é residente na costa brasileira, e

outras três espécies migratórias que usam águas tropicais também para reprodução;

- Os movimentos de espécies como o golfinho-nariz-de-garrafa foram descritos com base em dados coletados por meio de transmissores satelitais e fotoidentificação, sendo estes dados inéditos sobre o ecótipo oceânico desta espécie;
- Também foram descritos o comportamento de mergulho para pelo menos cinco espécies, que não utilizam toda a coluna d'água durante seu comportamento diário;
- A densidade e abundância de misticetos e odontocetos foi estimada para a Bacia de Santos por meio das Campanhas de Avistagem Embarcada, com a descrição de variações sazonais/temporais para os dois grupos;
- Estima-se que existam entre 20 e 40 mil odontocetos e até 1.140 misticetos usando a Bacia de Santos, sendo estes últimos sazonais;
- A comparação do sucesso de observadores independentes nas Campanhas de Avistagem Aérea fornece importantes oportunidades para correção de vieses de percepção; a probabilidade de detecção do segundo observador foi maior do que a probabilidade de detecção do primeiro, ou seja, o segundo observador viu mais animais do que o primeiro;
- Os dados de sobrevoos descrevem um padrão decrescente na quantidade de grupos avistados; as flutuações das populações na região amostrada podem ser em decorrência da possível mudanças nas condições ambientais;
- As estimativas de densidade e abundância de cachalotes por MAP foram refinadas, em relação ao primeiro ano, ficando o tamanho mínimo estimado da população em 130 indivíduos; houve grande variação na densidade, com pico no final da primavera e início do verão e maior concentração na porção centro-sul da Bacia de Santos;
- Pelas detecções acústicas do MAP que compõem a sonoteca, foi possível descrever os padrões de assovios de diferentes espécies de delfínídeos da Bacia de Santos. Nesse segundo ano, foram inseridos sons característicos de 8 espécies e 2 gêneros. A comparação dos assovios, através de estatística multivariável, demonstrou a existência de características espécie-específicas

com taxas de acerto de mediana a alta (~ 50% - 70%) para os diferentes gêneros, contribuindo para o conhecimento das características das vocalizações e comportamento acústico da comunidade de cetáceos da região. Novos sons de misticetos foram registrados no PMC-BS, como o canto da baleia-jubarte (*Megaptera novaeangliae*), e novos sons da baleia-franca-austral, registrados através dos DTAGs, vocalizações inéditas que enriquecem o repertório acústico descrito para a espécie;

- Apesar da grande sobreposição das características acústicas dos assovios das espécies de delfínídeos, foi possível achar diferenças entre os repertórios das diferentes espécies que podem, potencialmente, ser usadas para uma identificação taxonômica em nível de espécie ou gênero pelos sons;
- Foi identificada e avaliada a prevalência de diferentes lesões de pele nos cetáceos da Bacia de Santos, incluindo doenças, interações com outras espécies (p.ex., tubarões) e lesões causadas por atividades antrópicas, como a pesca e o tráfego de embarcações.



## VI. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ACEVEDO-GUTIÉRREZ, A. 2009. Habitat use. In: **Encyclopedia of Marine Mammals** (Ed. by Perrin, W.F., Wursig, B. & Thewissen, J.G.M.). San Diego: Academic. Pp. 524-529.
- AGUILAR DE SOTO, N.; MADSEN, P. T.; TYACK, P.; ARRANZ, P.; MARRERO, J.; FAIS, A; REVELLI E; JOHNSON M A. 2012. No shallow talk: Cryptic strategy in the vocal communication of Blainville's beaked whales. **Marine Mammal Science**, 28(2).
- ALTMANN, J. 1974. Observational study of behavior: sampling methods. **Behaviour**, 49: 227–265.
- ALVES F, DINIS A, CASCÃO I, FREITAS L (2010) Bryde's whale (*Balaenoptera brydei*) stable associations and dive profiles: new insights into foraging behavior. *Mar Mamm Sci* 26: 202–212
- ANDRIOLO, A., KINAS, P.G., ENGEL, M.H., & MARTINS, C.C.A. 2010. Humpback whale population estimates and distribution along the Brazilian breeding ground. **Endangered Species Research**, 11: 233-243.
- ANDRIOLO, A., MARTINS, C.C.A., ENGEL, M.H., PIZZORNO, J.L., et al. 2006. The first aerial survey to estimate abundance of humpback whales (*Megaptera novaeangliae*) in the breeding ground off Brazil (Breeding Stock A). **Journal of Cetacean Research and Management**, 8: 307-311.
- ANDRIOLO, A.; DA ROCHA, J.M.; ZERBINI, A. N.; SIMÕES-LOPES, P.C.; MORENO, I.B.; LUCENA, A.; DANILEWICZ, D.; BASSOI, M. 2010. Distribution and relative abundance of large whales in a former whaling ground off eastern South America. *Zoologia* 27 (5): 741-750.
- AU, W. W. 1993. **The sonar of dolphins**. Springer-Verlag, New York, NY.
- AU, W. W. L. 2004. Echolocation signals of wild dolphins. **Acoustical Physics**, 50(4): 454-462.

- AU, W. W., BRANSTETTER, B., MOORE, P. W., & FINNERAN, J. J. 2012a. The biosonar field around an Atlantic bottlenose dolphin (*Tursiops truncatus*). **The Journal of the Acoustical Society of America**, 131(1): 569-576.
- AU, W. W., BRANSTETTER, B., MOORE, P. W., & FINNERAN, J. J. 2012b. Dolphin biosonar signals measured at extreme off-axis angles: Insights to sound propagation in the head. **The Journal of the Acoustical Society of America**, 132(2): 1199-1206.
- BAIRD RW, LIGON A, HOOKER SK (2000) Sub-surface and night-time behavior of humpback whales off Maui, Hawaii: a preliminary report. Hawaiian Islands Humpback Whale National Marine Sanctuary, Kihei, HI.
- BALENSIEFER, D. C.; MARCONDES, M. C. C.; PRETTO, D. J.; CYPRIANO-SOUZA, A. L.; LUNA, F. O. 2014. Antarctic minke whale (*Balaenoptera bonaerensis*, Burmeister, 1867) in the Tapajós river, Amazon basin, Brazil. *Aquatic Mammals* 40(2): DOI 10.1578/AM.40.2.2014.
- BARACHO, C., CIPOLOTTI, S., MARCOVALDI, E. APOLINÁRIO, M. & SILVA, M.B. 2007. The occurrence of bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*) in the biological reserve of Atol das Rocas in north-eastern Brazil. **Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom**, 2 - Biodiversity Records (Published online).
- BARLOW, J., & GISINER, R. 2006. Mitigating, monitoring and assessing the effects of anthropogenic sound on beaked whales. **Journal of Cetacean Research and Management**, 7(3): 239-249.
- BARLOW, J., & TAYLOR, B. L. 2005. Estimates of sperm whale abundance in the northeastern temperate Pacific from a combined acoustic and visual survey. **Marine Mammal Science**, 21(3): 429-445.
- BAUMANN-PICKERING, S., MCDONALD, M. A., SIMONIS, A. E., SOLSONA BERGA, A., MERKENS, K. P., OLESON, E., ROCH, M.A., WIGGINS, S.M., RANKING, S., YACK, T. & HILDEBRAND, J. A. 2013. Species-specific beaked whale echolocation signals. **The Journal of the Acoustical Society of America**, 134(3): 2293-2301.

- BAUMANN-PICKERING, S., SIMONIS, A. E., OLESON, E. M., BAIRD, R. W., ROCH, M. A., & WIGGINS, S. M. 2015. False killer whale and short-finned pilot whale acoustic identification. **Endangered Species Research**, 28(2): 97-108.
- BAUMANN-PICKERING, S., WIGGINS, S. M., HILDEBRAND, J. A., ROCH, M. A., & SCHNITZLER, H. U. 2010. Discriminating features of echolocation clicks of melon-headed whales (*Peponocephala electra*), bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*), and Gray's spinner dolphins (*Stenella longirostris longirostris*). **The Journal of the Acoustical Society of America**, 128(4): 2212-2224.
- BAUMGARTNER, M. F., VAN PARIJS, S. M., WENZEL, F.W., TREMBLAY, C. J., ESCH H. C. & WARDE, A. M. 2008. Low frequency vocalizations attributed to sei whales (*Balaenoptera borealis*). **Journal of Acoustical Society of America**, 124: 1339–1349.
- BAZÚA-DURAN C. & W. W. L AU. 2002. The whistles of Hawaii na spinner dolphins. **J. Acoust. Soc. Am.** 112(6): 9-12.
- BEARZI, G. 2000 First report of a common dolphin (*Delphinus delphis*) death following penetration of a biopsy dart. **Journal of Cetacean Research and Management**, 2: 217–221.
- BECKER, E. & QUANG, P. A Gamma-Shaped Detection Function for Line-Transect Surveys With Mark-Recapture and Covariate Data. **Journal of Agricultural, Biological and Environmental Statistics**, v.14, n.2, p.207-223, 2009. doi: 10.1198/jabes.2009.0013;
- BEST, P.B., REEB, D., REW, M.B., PALSBOELL, P.J., SCHAEFF, C. & BRANDÃO, A. 2005. Biopsying southern right whales: their reactions and effects on reproduction. **Journal of Wildlife Management**, 69: 1171–1180.
- BONATO, M., E. PAPALE, G. PINGITORE, S. RICCA, A. ATTOUMANE, A. OULEDI & C. GIACOMA. (2015). Whistle characteristics of the spinner dolphin population in the Comoros Archipelago. **The Journal of the Acoustical Society of America** 138: 3262–3271

- BONJEAN, F. & LAGERLOEF, G.S.E. 2002. Diagnostic Model and Analysis of the Surface Currents in the Tropical Pacific Ocean. **Journal of Physical Oceanography**, 32(10): 2938-2954.
- BORMPOUDAKIS, D., SUEUR, J. & PANTIS, J.D., 2013. Spatial heterogeneity of ambient sound at the habitat type level: ecological implications and applications. **Landscape Ecology** 28, 495–506.
- BORTOLOTTO, G.A., KOLESNIKOVAS, C.K.M., FREIRE, A.S. & SIMÕES-LOPES, P.C. 2016. Young humpback whale *Megaptera novaeangliae* feeding in Santa Catarina coastal Waters, Southern Brazil, and a ship strike report. **Marine Biodiversity Reports**, 9: 29.
- Brown, M. R.; Corkeron, P.J.; Hale, P. T.; Schultz, K. W.; Bryden, M. M. 1995. Evidence for a sex-segregated migration in the humpback whale (*Megaptera novaeangliae*). *Proc. R. Soc. London* 259: 229-234.
- BROWN, M.R., CORKERON, P.J., HALE, P.T., SCHULTZ, K.W. & BRYDEN, M.M. 1994. Behavioral responses of east Australian humpback whales (*Megaptera novaeangliae*) to biopsy sampling. **Marine Mammal Science**, 10: 391–400.
- BROWN, N.W., HELBIG, R., BOAG, P.T., GASKIN D.E. & WHITE, B.N. 1991. Sexing beluga whales (*Delphinapterus leucas*) by means of DNA markers. **Canadian Journal of Zoology**, 69(7): 1971-1976.
- BUCKLAND, S. T., ANDERSON, D. R., BURNHAM, K. P., & LAAKE, J. L. 2005. **Distance sampling**. John Wiley & Sons, Ltd.
- BUCKLAND, S.T., ANDERSON, D.R., BURNHAM, K.P., LAAKE, J.L., BORCHERS, D.L. & THOMAS, L. 2001. **Introduction to Distance Sampling**. Oxford University Press, Oxford.
- BURNHAM, K.P. & ANDERSON, D.R. 2002. **Model Selection and Multi-Model Inference**. Springer-Verlag, New York, NY.
- CABALLERO, S., MARCOS, C.D.O., SANCHES, A. & MIGNUCCI-GIANNONI, A.A. 2013. Initial description of the phylogeography, population structure and

- genetic diversity of Atlantic spotted dolphins from Brazil and the Caribbean, inferred from analyses of mitochondrial and nuclear DNA. **Biochemical Systematics and Ecology**, 48: 263-270.
- CAMARGO, F. S., J. MARINHO M. ROLLO, V. GIAMPAOLI & C. BELLINI (2006). "Whistle variability in South Atlantic spinner dolphins from the Fernando de Noronha Archipelago off Brazil." **J. Acoust. Soc. Am.** 120(6): 9
- CARVALHO, M.S. & ROSSI-SANTOS, M.R. 2010. Sightings of the bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*) in the Trindade Island, Brazil, South Atlantic Ocean. **Marine Biodiversity Records**, 4: 15.
- CASTILHO, C.S., PEDONE-VALDEZ, F., BERTUOL, F., FRUET, P., GENOVES, R.C., DI TULLIO, J.C., CAON, G., HOFFMANN, L.S. & FREITAS, T.R.O. 2015. Insights about the genetic diversity and population structure of an offshore group of common bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*) in the Mid-Atlantic. **Genetics and Molecular Research**, 14(2): 3387-3399.
- CHEREM, J.J., SIMÕES-LOPES, P.C., ALTHOFF, S. & GRAIPEL, M.P. 2004. Lista dos Mamíferos do Estado de Santa Catarina, Sul do Brasil. **Mastozoología Neotropical**, 11: 151–184.
- CIRANO, M., MATA, M.M., CAMPOS, E.J.D. & DEIRÓ, N.F.R. 2006. A Circulação Oceânica de Larga-Escala na Região Oeste do Atlântico sul com base no Modelo de Circulação Global OCCAM. **Revista Brasileira de Geofísica**, 24(2):209-230. ISSN 0102-261X;
- CLAPHAN, P.J. 2000. The Humpback Whale: Seasonal feeding and breeding in a Baleen Whale In: Mann, J., Connor, R.C., Tyack, P.L. & Whitehead, H. Cetacean Societies: Field Studies of Dolphins and Whale, 1 Ed. pp.173-196, Chicago, **University of Chicago press**.
- CLAPHAN, P.J., BARAFF, L.S., CARLSON, C.A., CHRISTIAN M.A., MATTILA, D.K., MAYO, C.A., MURTHY, M.A., & PITTMAN, S. 1993. Seasonal occurrence and annual return of Humpback Whale, *Megaptera novaengiae*, in the southern Gulf of Maine, Can. **J. Zool.** 71:440-443;

- CLARK, C. W. 1982. The acoustic repertoire of the Southern right whale, a quantitative analysis. *Animal Behaviour*, 30(4): 1060-1071.
- CLARK, C.W., ELLISON, W.T., SOUTHALL, B.L., HATCH, L., VAN PARIJS, S.M., FRANKEL, A. & PONIRAKIS D (2009) Acoustic masking in marine ecosystems: intuitions, analysis, and implication. *Mar Ecol Prog Ser* 395:201–222.
- CLARKE, M.R; MARTINS, H.R & PASCOE, P. 1993. The diet of sperm whales (*Physeter macrocephalus* Linnaeus 1758) off the Azores. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 339:67-82.
- CONSTANTINE, R., JOHNSON, M., RIEKKOLA, L., JERVIS, S., KOZMIAN-LEDWARD, L., DENNIS, T., et al. 2015. Mitigation of vessel-strike mortality of endangered Bryde's whales in the Hauraki Gulf, New Zealand. *Biological Conservation*, 186: 149-157.
- COSTA, A. P., ROSEL, P. E., DAURA-JORGE, F. G., & SIMÕES-LOPES, P. C. 2016. Offshore and coastal common bottlenose dolphins of the western South Atlantic face-to-face: What the skull and the spine can tell us. *Marine Mammal Science*, 32(4), 1433-1457.
- COSTA, A.P.B., FRUET, P., DAURA-JORGE, F.G., SIMÕES-LOPES, P.C., OTT, P.H., VALIATI, V.H. & OLIVEIRA, L.R. 2015. Bottlenose dolphin communities from the southern Brazilian coast: do they exchange genes or are they just neighbours? *Marine and Freshwater Research*, doi.org/10.1071/MF14007.
- CREMER, M. J., & SIMÕES-LOPES, P. C. 2005. The occurrence of *Pontoporia blainvillei* (Gervais & d'Orbigny) (Cetacea, Pontoporiidae) in an estuarine area in southern Brazil. *Revista Brasileira de Zoologia*, 22(3): 717-723.
- CREMER, M. J., HARDT, F. A., TONELLO-JÚNIOR, A. J., & SIMÕES-LOPES, P. C. 2011. Distribution and status of the Guiana dolphin *Sotalia guianensis* (Cetacea, Delphinidae) population in Babitonga bay, Southern Brazil. *Zoological Studies*, 50(3), 327-337.
- CREMER, M. J., HOLZ, A. C., BORDINO, P., WELLS, R. S., & SIMÕES-LOPES,



- P. C. 2017. Social sounds produced by franciscana dolphins, *Pontoporia blainvillei* (Cetartiodactyla, Pontoporiidae). **The Journal of the Acoustical Society of America**, 141(3): 2047-2054.
- CREMER, M.J. & P.C. SIMÕES-LOPES. 2008. Distribution, abundance and density estimates of franciscanas, *Pontoporia blainvillei* (Cetacea: Pontoporiidae), in Babitonga bay, southern Brazil. **Revista Brasileira de Zoologia**. 25: 397-402.
- CREMER, M.J., BARRETO, A.S., HARDT, F.A.S., TONELLO JÚNIOR, A.J. & MOUNAYER, R. 2009. Cetacean occurrence near an offshore oil platform in southern Brazil. **Biotemas**, 22(3): 247-251.
- CREMER, M.J., HARDT, F.A.S., TONELLO JR., A.J. & SIMÕES-LOPES, P.C. 2011. Distribution and status of the Guiana Dolphin *Sotalia guianensis* (Cetacea, Delphinidae) population in Babitonga Bay, southern Brazil. **Zoological Studies**, 50(3): 327-337.
- CYPRIANO-SOUZA, A.L., ENGEL, M.H., CABALLERO, S., OLAVARRÍA, C., FLÓREZ-GONZÁLEZ, L., CAPELLA, J., STEEL, D., SREMB A., AGUAYO A., THIELE, D., BAKER, C.S. & BONATTO, S.L. 2017. Genetic differentiation between humpback whales (*Megaptera novaeangliae*) from Atlantic and Pacific breeding grounds of South America. **Marine Mammal Science**, 33(2): 457-479.
- DA ROCHA, J. M. 1983. Revision of Brazilian whaling data. Report of the International Whaling Commission 33: 419-427.
- DALLA-ROSA, L. & SECCHI, E.R. 1997. Stranding of a Blue Whale (*Balaenoptera musculus*) in Southern Brazil: 'True' or Pygmy? **Report of the International Whaling Commission**, 47: 425-429.
- DAURA-JORGE, F. G., INGRAM, S. N., & SIMÕES-LOPES, P. C. 2013. Seasonal abundance and adult survival of bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*) in a community that cooperatively forages with fishermen in southern Brazil. **Marine Mammal Science**, 29(2), 293-311.

- DAVIS, R.W., FARGION, G.S., MAY, N., LEMING, T.D., BAUMGARTNER, M., EVANS, W.E., HANSEN, L.J. & MULLIN, K. 1998. Physical habitat of cetaceans along the continental slope in the north-central and western Gulf of Mexico. **Marine Mammal Science**, 14(3): 490-507.
- DE ROBERTIS, A., MCKELVEY, D. R., & RESSLER, P. H. 2010. Development and application of an empirical multifrequency method for backscatter classification. **Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences**, 67(9): 1459-1474.
- DI TULLIO, J.C, GANDRA, T.B.R., ZERBINI, A.N. & SECCHI, E.R. 2016. Diversity and distribution patterns of cetaceans in the Subtropical Southwestern Atlantic outer continental shelf and slope. **PLoS ONE**, 11(5): e0155841.
- DING, W., B. WURSIG & W. EVANS. 1995. Comparisons of whistles among seven odontocete species. Pages 299–323 in R. A. Kastelein, J. A. Thomas and P. E. Nachtigall, eds. **Sensory Systems of aquatic mammals**. De Spil Publishers, Woerden, The Netherlands.
- DOMBROSKI, J. R. G., PARKS, S. E., GROCH, K. R., FLORES, P. A. C., & SOUSA LIMA, R. S. 2016. Vocalizations produced by southern right whale (*Eubalaena australis*) mother-calf pairs in a calving ground off Brazil. **The Journal of the Acoustical Society of America**, 140(3): 1850-1857.
- DUNLOP, R., CATO, D.H. & NOAD, M.J. 2010. Your attention please: increasing ambient noise levels elicits a change in communication behavior in humpback whales (*Megaptera novaeangliae*). **Proceedings of the Royal Society B**, 277: 2521-2529.
- ENGEL, M.H. & MARTIN, A.R. 2009. Feeding grounds of the western South Atlantic humpback whale population. **Marine Mammal Science**, 25: 964–969.
- ERBS, F.; ELWEN, S.H. & GRIDLEY, T. 2017. Automatic classification of whistles from coastal dolphins of the southern African subregion. **Journal of Acoustical Society of America**, 101(4): 2489–2500.

- EXCOFFIER, L. & LISCHER, H.E.L. 2010. Arlequin suite ver 3.5: A new series of programs to perform population genetics analyses under Linux and Windows. **Molecular Ecology Resources**, 10:564-567.
- FERGUSON, S. H., KINGSLEY, M. C. S., & HIGDON, J. W. 2011. Killer whale (*Orcinus orca*) predation in a multi-prey system. **Population Ecology**, 54(1): 31-41.
- FIGUEIREDO, L. D.; TARDIN, R. H.; LODI, L.; MACIEL, I.S.; ALVES, M. A. S.; SIMÃO, S.M. 2014. Site fidelity of Bryde's whales (*Balaenoptera edeni*) in Cabo Frio region, southeastern Brazil, through photoidentification technique. **Brazilian Journal of Aquatic Science and Technology** 18(2): 59-64.
- FLACH, L., FLACH, P.A. & CHIARELLO, A.G. 2008. Density, abundance and distribution of the Guiana dolphin, (*Sotalia guianensis* van Benédén, 1864) in Sepetiba Bay, Southeast Brazil. **Journal of Cetacean Research and Management**, 10(1): 31-36.
- FREITAS, C., LYDERSEN, C., FEDAK, M. & KOVACS, K.M. 2008. A simple new algorithm to filter marine mammal Argos locations. **Marine Mammal Science**, 24, 315–325.
- FRIEDLAENDER, A. S., HAZEN, E. L., NOWACEK, D. P., HALPIN, P. N., WARE, C., WEINRICH, M. T., et al. 2009. Diel changes in humpback whale *Megaptera novaeangliae* feeding behavior in response to sand lance *Ammodytes* spp. behavior and distribution. **Marine Ecology-Progress Series**, 395: 91-100.
- FRIEDLAENDER, A. S.; GOLDBOGEN, J. A.; NOWACEK, D. P.; READ, A.J.; JOHNSTON, D.; GALES, N. 2014. Feeding rates and under-ice foraging strategies of the smallest lunge filter feeder, the Antarctic minke whale (*Balaenoptera bonaerensis*). *The Journal of Experimental Biology* 217: 2851-2854.
- FRUET, P. F. et al. 2014. Remarkably low genetic diversity and strong population structure in common bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*) from coastal waters of the Southwestern Atlantic Ocean. **Conservation Genetics**, 15(4),

879-895.

FRUET, P.F., SECCHI, E.R., DI TULLIO, J.C. & KINAS, P.G. 2011. Abundance of bottlenose dolphins, *Tursiops truncatus* (Cetacea: Delphinidae), inhabiting the Patos Lagoon estuary, southern Brazil: Implications for conservation. **Zoologia** 28(1): 23-30.

GALES, N. J., KASUYA, T., CLAPHAM, P. J. AND BROWNELL, R. L., JR (2005). Japan's whaling plan under scrutiny. *Nature* 435, 883-884

GALES, N.; BOWERS, M.; DURBAN, J. W.; FRIEDLAENDER, A.S.; NOWACEK, D. P.; PITMAN, R. L.; READ, A. J.; TYSON, R. B. 2014. Advances in non-lethal research on Antarctic minke-whales: biotelemetry, photo-identification and biopsy sampling. SC/65a/IA12.

GARRISION, T. 2010a. Plancton, Alge and Plants. In: *Oceanography: An Invitation to Marine Science*. 7th Ed. Editad by GARRISION, T. Belmont. Brooks/Cole, Cengage Learning. pp.391-399. **ISBN-13:** 978-0- 495-39193-7;

GARRISION, T. 2010b. Circulation of the Ocean. In: *Oceanography: An Invitation to Marine Science*. 7th Ed. Editad by GARRISION, T. Belmont. Brooks/Cole, **Cengage Learning**. pp.247-250. **ISBN-13:** 978-0- 495-39193-7;

GERACI, J. R., HICKS, B. D. H., & ST AUBIN, D. J. 1979. Dolphin pox: a skin disease of cetaceans. **Canadian Journal of Comparative Medicine**, 43(4), 399.

GILLESPIE, D., DUNN, C., GORDON, J., CLARIDGE, D., EMBLING, C., & BOYD, I. 2009. Field recordings of Gervais' beaked whales *Mesoplodon europaeus* from the Bahamas. **The Journal of the Acoustical Society of America**, 125(5): 3428-3433.

GILLESPIE, D., J. GORDON, R. MCHUGH, D. MCLAREN, D.K. MELLINGER, P. REDMOND, A. THODE, P. TRINDER, & D. XIAO. (2008). Pamguard: Semi automated, open-source software for real-time acoustic detection and localization of cetaceans. *Proceed. Instit. Acoust.* 30, Part 5. 9 pp.

GOLDBOGEN, J. A. 2006. Kinematics of foraging dives and lunge-feeding in fin

- whales. **Journal of Experimental Biology**, 209(7): 1231-1244.
- GOLDBOGEN, J. A., FRIEDLAENDER, A. S., CALAMBOKIDIS, J., MCKENNA, M. F., SIMON, M., & NOWACEK, D. P. 2013. Integrative Approaches to the Study of Baleen Whale Diving Behavior, Feeding Performance, and Foraging Ecology. **BioScience**, 63(2): 90-100.
- GOLDBOGEN, J. A., PYENSON, N. D., & SHADWICK, R. E. 2007. Big gulps require high drag for fin whale lunge feeding. **Marine Ecology-Progress Series**, 349: 289-301.
- GOLEY, P. D.; STRALEY, J. M. Attack on grey whales in Monterrey Bay, California, by killer whales previously identified in Glacier Bay, Alaska. *Can. J. Zool.*, v. 72, n. 8, p. 1528-1530, 1994.
- GONÇALVES, L.R. & ANDRIOLO, A. 2006. Ocorrência, distribuição e comportamento de baleias-de-Bryde (*Balaenoptera edeni* Anderson, 1879) (Cetacea, Mysticeti) em áreas costeiras e oceânicas do sudeste do Brasil. *Rev. Bras. Zool.* 8(2), 213.
- GOOLD, J. C. 1999. Behavioural and acoustic observations of sperm whales in Scapa Flow, Orkney Islands. **Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom**, 79(3): 541-550.
- GREEN, M.L., HERZING, D.L. & BALDWIN, J.D. 2011. Reproductive success of male Atlantic spotted dolphins (*Stenella frontalis*) revealed by noninvasive genetic analysis of paternity. **Canadian Journal of Zoology**, 89(3): 239-253.
- HAIMOVICI, M., DOS SANTOS, R. A., BAINY, M. C., FISCHER, L. G., & CARDOSO, L.G. 2014. Abundance, distribution and population dynamics of the short fin squid *Illex argentinus* in Southeastern and Southern Brazil. **Fisheries Research**, 152: 1-12.
- HANSON, M., BAIRD, R., FORD, J., HEMPELMANN-HALOS, J., VAN DOORNIK, D., CANDY, J., et al. 2010. Species and stock identification of prey consumed by endangered southern resident killer whales in their summer range. **Endangered Species Research**, 11(1): 69-82.

- HARDT, F. A. S., CREMER, M. J., TONELLO JR, A. J., & SIMÕES-LOPES, P. C. A. 2010. Residence patterns of the Guiana dolphin *Sotalia guianensis* in Babitonga Bay, south coast of Brazil. **Latin American Journal of Aquatic Mammals**, 8(1-2), 117-121.
- HASTIE, G. D., SWIFT, R. J., GORDON, J. C., SLESSER, G., & TURRELL, W. R. 2003. Sperm whale distribution and seasonal density in the Faroe Shetland Channel. **Journal of Cetacean Research and Management**, 5(3), 247-252.
- HASTIE, G. D.; WILSON, B.; THOMPSON, P. M. 2006. Diving deep in a foraging hotspot: acoustic insights into bottlenose dolphin dive depths and feeding behavior. *Marine Biology* 148: 1182-1188.
- HAUSER, N.; ZERBINI, A. N.; GEYER, Y.; HEIDE-JORGENSEN, M. P.; CLAPHAM, P. 2010. Movements of satellite-monitored humpback whales, *Megaptera novaengliae*, from the Cook Island. *Marine Mammal Science* DOI: 10.1111/j.1748-7692.2009.00363.x
- HAZEN, E. L., FRIEDLAENDER, A. S., & THOMPSON, M. A. 2009. Fine-scale prey aggregations and foraging ecology of humpback whales *Megaptera novaeangliae*. **Marine Ecology Progress Series**, 395: 75-89.
- HEIMLICH, S. L., MELLINGER, D. K., & NIEUKIRK, S. L. 2005. Types, distribution, and seasonal occurrence of sounds attributed to Bryde's whales (*Balaenoptera edeni*) recorded in the eastern tropical Pacific, 1999-2001. **The Journal of the Acoustical Society of America**, 118(3):1830.
- HOELZEL, A.R., GOLDSWORTHY, S.D. & FLEISCHER, R.C. 2002. Population genetic structure. **Marine mammal biology: an evolutionary approach**, 325-352.
- HORWOOD, J. (ed) 1987. The sei whale: population biology, ecology & management. Croom Helm, London IWC. 2006. **Report of the workshop on the comprehensive assessment of Southern Hemisphere humpback whales**. Paper SC/58/Rep 5 presented to the IWC Scientific Committee.
- HU, C., LEE, Z., & FRANZ, B. 2012. Chlorophyll a algorithms for oligotrophic



oceans: A novel approach based on three-band reflectance difference.

**Journal of Geophysical Research**, 117(C1).

IUCN. 2017. The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2017-1. Disponível em [www.iucnredlist.org](http://www.iucnredlist.org). Acesso em 01/09/2017.

JAUQUET, N., & WHITEHEAD, H. 1996. Scale-dependent correlation of sperm whale distribution with environmental features and productivity in the South Pacific. **Marine Ecology Progress Series**, 1-9.

JAUQUET, N., DAWSON, S., & DOUGLAS, L. 2001. Vocal behavior of male sperm whales: Why do they click? **The Journal of the Acoustical Society of America**, 109(5): 2254-2259.

JARVIS, S.; DIMARZIO, N.; MORRISSEY, R. & DAVID MORETTI, D. 2008. A novel multi-class support vector machine classifier for automated classification of beaked whales and other small odontocetes. **Canadian Acoustics**, 36(1): 36-40.

JEFFERSON, T.; WEBBER, M.; PITMAN, R. 2015. **Marine mammals of the world**. A comprehensive guide to their identification. Cambridge: Academic Press, 616p.

JOHNSON, M. P. & TYACK, P. L. 2003. A digital acoustic recording tag for measuring the response of wild marine mammals to sound. **IEEE Journal of Oceanic Engineering**, 28(1): 3-12.

JOHNSON, M., MADSEN, P. T., ZIMMER, W. M. X., DE SOTO, N. A., & TYACK, P. L. 2006. Foraging Blainville's beaked whales (*Mesoplodon densirostris*) produce distinct click types matched to different phases of echolocation. **Journal of Experimental Biology**, 209(24): 5038-5050.

JOHNSON, M., MADSEN, P. T., ZIMMER, W. M., DE SOTO, N. A., & TYACK, P. L. 2004. Beaked whales echolocate on prey. *Proceedings of the Royal Society of Lond. B* (Vol. 271, No. Suppl 6, pp. S383-S386). The Royal Society.

JONSEN, I. 2016. Joint estimation over multiple individuals improves behavioural

- state inference from animal movement data. **Scientific Reports**, 6: 20625.
- JONSEN, I., FLEMMING, J.M. & MYERS R.A. 2005. Robust state-space modeling of animal movement data. **Ecology**, 86(11): 2874-2880.
- JOYCE, G. G. 1990. Radio tracking a minke whale (*Balaenoptera acutorostrata*) in Icelandic waters for the examination of dive-time patterns. Report International Whaling Commission 40: 357-361.
- KALINOWSKI, S.T., TAPER, M.L., & MARSHALL, T.C. 2007. Revising how the computer program CERVUS accommodates genotyping error increases success in paternity assignment. **Molecular Ecology**, 16:1099-1106.
- KANG, M., FURUSAWA, M., & MIYASHITA, K. 2002. Effective and accurate use of difference in mean volume backscattering strength to identify fish and plankton. **ICES Journal of Marine Science**, 59(4): 794-804.
- KATO, H. & PERRIN W.F. 2008. **Bryde's whales *Balaenoptera edeni* and *B. brydei***. In Perrin, W.F.: Würsig, B. & Thewissen, J.G.M. (Eds.) Encyclopedia of marine mammals. 2nd edition. San Diego, Academic Press, 158-163 pp.
- KATONA, S. K. & WHITEHEAD, H. P. 1981. Identifying humpback whales using their natural markings. **Polar Record**, 20(128), 439-444.
- KINZEY, D. & GERRODETTE, T. 2001. Conversion factors for binocular reticles. **Marine Mammals Science**, 17(2): 353-361.
- KLATSKY, L. J.; WELLS, R. S.; SWEENEY, J. C. 2007. Offshore bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*): movement and dive behavior near the Bermuda Pedestal. *Journal of Mammalogy* 88 (1): 59-66.
- KYHN, L.A.; TOUGAARD, J.; THOMAS, L.; DUVE, L.S.; STENBACK, J.; AMUDIN, M.; DESPORTES, G. & TEILMANN, J. 2012. From echolocation clicks to animal density-Acoustic sampling of harbor porpoises with static dataloggers. **Journal of Acoustical Society of America**, 131(1): 550–560.
- LAMMERS, M. O., W. W. L. AU. & D. L. HERZING (2003). The broad band social acoustic signaling behavior of spinner and spotted dolphins. **J. Acoust. Soc. Am.** 114(3): 11-17.

- LARKMAN, V., & VEIT, R. 1998. Seasonality and abundance of blue whales of southern California. **CalCOFI Rep.** 39:236-239;
- LEARMONTH, J.A., MACLEOD, C.D., SANTOS, M.B., PIERCE, G.J., CRICK, H.Q.P. & ROBINSON, R.A. 2006. Potential Effects of Climate Change on Marine Mammals. *Oceanography and Marine Biology: An Annual Review*, 44:431-464;
- LEATHERWOOD, S. & REEVES, R. R. 1983. **The Sierra Club handbook of whales and dolphins**. Sierra Club Books, San Francisco.
- LEDUC, R.G., DIZON, A.E., GOTO, M., PASTENE, L.A., KATO, H., NISHIWAKI, S., LEDUC, C.A. & BROWNELL R.L. 2007. Patterns of genetic variation in Southern Hemisphere blue whales and the use of assignment test to detect mixing on the feeding grounds. **Journal of Cetacean Research and Management**, 9: 73-80.
- LEE, J. F.; FRIEDLAENDER, A. S.; OLIVER, M. J.; DELIBERTY, T. L. 2017. Behavior of satellite-tracked ANtartic minke whales (*Balaenoptera boanensis*) in relation to environment factors around the western Antartic Peninsula. *Animal Biotelemetry* 5: DOI 10.1186/s40317-017-0138-7
- LERCZAK, JA. & HOBBS, R.C. 1998. Calculating sighting distances from angular readings during shipboard, aerial, and shore-based marine mammal surveys. **Marine Mammal Science**, 14(3): 590-599.
- LEWIS, T., GILLESPIE, D., LACEY, C., MATTHEWS, J., DANBOLT, M., LEAPER, R., MCLANAGHAN, R. & MOSCROP, A. 2007. Sperm whale abundance estimates from acoustic surveys of the Ionian Sea and Straits of Sicily in 2003. **Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom**, 87(01): 353-357.
- LIBRADO, P. & ROZAS, J. 2009. DnaSP v5: A software for comprehensive analysis of DNA polymorphism data. **Bioinformatics**, 25:1451-1452.
- LIMA, A. F. B.; GONÇALVES, L. R.; QUEIROZ, E. L. 2006. Registro histórico de enalhe de uma baleia-de-Bryde *Balaenoptera edeni* Anderson, 1879

- (Mysticeti: Balaenopteridae), no rio Paranguaçu, Baía de Todos os Santos, Bahia, Brasil. *Bioikos* 20(2): 75-59.
- LODI, L. & BOROBIA, M. 2013. **Baleias, Botos e Golfinhos do Brasil: guia de identificação**. Technical Books Editora, Rio de Janeiro.
- LODI, L. & FARIAS-JÚNIOR, S. 2011. Movements of a solitary adult male killer whale, *Orcinus orca* (Cetacea, Delphinidae), along the coast of south-eastern Brazil. **Pan-American Journal of Aquatic Sciences**, 6(4): 325-328
- LODI, L., & HETZEL, B. 1998. *Orcinus orca* (Cetacea; Delphinidae) em águas costeiras do Estado do Rio de Janeiro [*Orcinus orca* (Cetacea; Delphinidae) in coastal waters of Rio de Janeiro State]. **Bioikos**, 12: 46-54.
- LODI, L., & HETZEL, B. 1999. Rough-toothed dolphin, *Steno bredanensis*, feeding behaviors in Ilha Grande bay. **Biociências**, 7(1), 29-42.
- LODI, L., CANTOR, M., DAURA-JORGE, F. G., & MONTEIRO-NETO, C. 2014. A missing piece from a bigger puzzle: declining occurrence of a transient group of bottlenose dolphins off Southeastern Brazil. **Marine Ecology**, 35(4), 516-527.
- LODI, L., OLIVEIRA, R. H. T., FIGUEIREDO, L. D., & SIMÃO, S. M. 2012. Movements of the rough-toothed dolphin (*Steno bredanensis*) in Rio de Janeiro State, south-eastern Brazil. **Marine Biodiversity Records**, 5.
- LODI, L., TARDIN, R. H., HETZEL, B., MACIEL, I. S., FIGUEIREDO, L. D., & SIMÃO, S. M. 2015. Bryde's whale (Cetartiodactyla: Balaenopteridae) occurrence and movements in coastal areas of southeastern Brazil. **Zoologia**, 32(2), 171-175.
- LODI, L., WEDEKIN, L.L., ROSSI-SANTOS, M.R. & MARCONDES, M. C. 2008. Movements of the bottlenose dolphin (*Tursiops truncatus*) in the Rio de Janeiro state, southeastern Brazil. **Biota Neotropica**, 9: 205–209.
- LOUIS, M., VIRICEL, A., LUCAS, T., PELTIER, H., ALFONSI, E., BERROW, S., ... & STEPHANIS, R. 2014. Habitat-driven population structure of bottlenose dolphins, *Tursiops truncatus*, in the North-East Atlantic. **Molecular**

**Ecology**, 23(4): 857-874.

- LOWTHER-THIELEKING, J.L., ARCHER, F.I., LANG, A.R., & WELLER, D.W. 2015. Genetic differentiation among coastal and offshore common bottlenose dolphins, *Tursiops truncatus*, in the eastern North Pacific Ocean. **Marine Mammal Science**, 31(1): 1-20.
- LUCENA, A. 2006. Estrutura populacional da *Balaenoptera bonaerensis* (Burmeister) (Cetacea, Balaenopteridae) nas áreas de reprodução do Atlântico Sul. **Revista Brasileira de Zoologia** 23 (1): 176-185.
- MACLEOD, C. D., PERRIN, W. F., PITMAN, R., BARLOW, J., BALLANCE, L., D'AMICO, A., GERRODETE, T., JOYCE, G., MULLIN, K.D., PALKA, D.E. & WARING, G. T. 2005. Known and inferred distributions of beaked whale species (Cetacea: Ziphiidae). **Journal of Cetacean Research and Management**, 7(3): 271.
- MADSEN, P. T., & SURLYKKE, A. 2013. Functional convergence in bat and toothed whale biosonars. **Physiology**, 28(5): 276-283.
- MADSEN, P. T., & WAHLBERG, M. 2007. Recording and quantification of ultrasonic echolocation clicks from free-ranging toothed whales. **Deep Sea Research Part I: Oceanographic Research Papers**, 54(8): 1421-1444.
- MADSEN, P. T., CARDER, D. A., BEDHOLM, K., & RIDGWAY, S. H. 2005. Porpoise clicks from a sperm whale nose: Convergent evolution of 130 kHz pulses in toothed whale sonars? **Bioacoustics**, 15(2): 195-206.
- MADSEN, P., WAHLBERG, M., & MØHL, B. 2002. Male sperm whale (*Physeter macrocephalus*) acoustics in a high-latitude habitat: implications for echolocation and communication. **Behavioral Ecology and Sociobiology**, 53(1): 31-4.
- MADUREIRA, L. S., EVERSON, I., & MURPHY, E. J. 1993. Interpretation of acoustic data at two frequencies to discriminate between Antarctic krill (*Euphausia superba* Dana) and other scatterers. **Journal of Plankton Research**, 15(7): 787-802.

- MANN, J. 1999. Behavioral sampling methods for cetaceans: a review and critique. **Marine mammal science**, 15(1), 102-122.
- MARCOUX, M., WHITEHEAD, H., & RENDELL, L. 2006. Coda vocalizations recorded in breeding areas are almost entirely produced by mature female sperm whales (*Physeter macrocephalus*). **Canadian Journal of Zoology**, 84(4): 609-614.
- MARQUES, F.F.C. & BUCKLAND, S.T. 2004. Covariate models for the detection function. In: **Advanced Distance Sampling** (Eds.: Buckland, S.T., Anderson, D.R., Burnham, K.P., Laake, J.L., Borchers, D.L. & Thomas, L.). Pp. 31-47. Oxford University Press, Oxford.
- MARQUES, T. A., MUNGER, L., THOMAS, L., WIGGINS, S., & HILDEBRAND, J. A. 2011. Estimating North Pacific right whale *Eubalaena japonica* density using passive acoustic cue counting. **Endangered Species Research**, 13(3), 163-172.
- MARQUES, T. A., THOMAS, L., WARD, J., DIMARZIO, N., & TYACK, P. L. 2009. Estimating cetacean population density using fixed passive acoustic sensors: an example with Blainville's beaked whales. **The Journal of the Acoustical Society of America**, 125(4): 1982-1994.
- MARQUES, T.A.; THOMAS, L.; STEPHEN W. MARTIN, S.W.; MELLINGER, D.K.; WARD, J.A.; MORETTI, D.J.; HARRIS, D. & TYACK, P.L. 2013. Estimating animal population density using passive acoustics, **Biological Reviews**, 88: 287- 309.
- MARTEN, K. 2000. Ultrasonic analysis of pygmy sperm whale (*Kogia breviceps*) and Hubbs' beaked whale (*Mesoplodon carlhubbsi*) clicks. **Aquatic Mammals**, 26(1): 45-48.
- MATKIN, C. O., MATKIN, D. R., ELLIS, G. M., SAULITIS, E. & MCSWEENEY, D. 1997. Movements of resident killer whales in Southeastern Alaska and Prince William Sound, Alaska. **Marine Mammal Science**, 13 (2): 469-475.
- MATSUURA, Y. 1995. Exploração pesqueira-ambiente marinho no litoral



- brasileiro:1-15 in MMA, 1995. Os ecossistemas brasileiros e os principais macrovetores de desenvolvimento: subsídios ao planejamento da gestão ambiental/Ministério do Meio Ambiente, dos Recursos Hídricos e da Amazônia Legal, Secretaria de Coordenação dos Assuntos de Meio Ambiente, Programa Nacional do Meio Ambiente - **PNMA** - Brasília:104p;
- MATTHIOPOULOS, J. & ARTS, G. 2010. The spatial analysis of marine mammal abundance. In: **Marine Mammal Ecology and Conservation: a handbook of techniques** (Eds.: Boyd, I.L., Don Bowen, W. & Iverson, S.J.). Pp. 68-97. Oxford University Press, Oxford.
- MAY-COLLADO, L. J. & WARTZOK, D. (2009) A characterization of Guyana dolphin (*Sotalia guianensis*) whistles from Costa Rica: The importance of broad band recording systems. **Acoust. Soc. Am.** 125 (2): 1202 –1213.
- MAY-COLLADO, L. J. & WARTZOK, D. (2014) A comparison of bottle nose dolphin whistles in the Atlantic Ocean: factors promoting whistle variation. **Journal of Mammalogy**, 89(5): 1229–1240.
- MAZARIS, A.D., KALLIMANIS, A.S., CHATZIGIANIDIS, G., PAPADIMITRIOU, K., PANTIS, J.D. (2009) Spatio-temporal analysis of an acoustic environment: interactions between landscape features and sounds. **Land Ecol** 24(6):817–831.
- MCCULLAGH, P. & NELDER, J.A. 1989. **Generalized Linear Models**. 2nd edition. Monographs on Statistics and Applied Probability 37. Chapman & Hall, London.
- MCFADDEN, G. 2005. Poxvirus tropism. **Nature Reviews Microbiology**, 3(3), 201-213.
- MELCÓN, M. L.; MAURICIO, F. & INIGUEZ, M. A. 2012. Echolocation behavior of franciscana dolphins (*Pontoporia blainvillei*) in the wild. **Journal of the Acoustical Society of America**, 131(6).
- MELERO, M., CRESPO-PICAZO, J. L., RUBIO-GUERRI, C., GARCÍA-PÁRRAGA, D., & SÁNCHEZ-VIZCAÍNO, J. M. 2015. First molecular determination of

- herpesvirus from two mysticete species stranded in the Mediterranean Sea. **BMC veterinary research**, 11(1), 283.
- MELLINGER, D. K. & CLARK, C. W. 2000. Recognizing transient low-frequency
- MELLINGER, D. K., STAFFORD, K. M., MOORE, S.E., MUNGER, L., AND FOX, C. G. 2004. Detection of North Pacific right whale (*Eubalaena japonica*) calls in the Gulf of Alaska. **Marine Mammal Science**, 20: 872–879.
- MELLINGER, D.K.; MARTIN, S.W.; MORRISSEY, R.P. THOMAS, L. & YOSKO, J.J. 2011. A method for detecting whistles, moans, and other frequency contour sounds. **Journal of Acoustical Society of America**, 129(6): 4055–4061.
- MERKENS, K., BARKLEY, Y., HILL, M., & OLESON, E. 2016. Dwarf sperm whale (*Kogia sima*) echolocation clicks from Guam (Western North Pacific Ocean). **The Journal of the Acoustical Society of America**, 140(4): 3415-3415.
- MILLER, P. J. O., JOHNSON, M. P., TYACK, P. L., & TERRAY, E. A. 2004. Swimming gaits, passive drag and buoyancy of diving sperm whales *Physeter macrocephalus*. **Journal of Experimental Biology**, 207(11): 1953-1967.
- MILLER, P. J. O.; SHAPIRO, A. D.; DEECKE, V. B. 2010. The diving behavior of mammal-eating killer whales (*Orcinus orca*): variations with ecological not physiological factors. *Canadian Journal of Zoology* 88: 1103-1112.
- MILLER, P. J., JOHNSON, M. P., & TYACK, P. L. 2004. Sperm whale behaviour indicates the use of echolocation click buzzes ‘creaks’ in prey capture. **Proceedings of the Royal Society of London B: Biological Sciences**, 271(1554): 2239-2247.
- MILLER, P. J.O.; AOKI, K.; RENDELL, L.E. & AMANO, M. 2008. Stereotypical resting behavior of the sperm whale. **Current Biology**, 18(1): R21 -R23.
- MIRIMIN, L., WESTGATE, A., ROGAN, E., ROSEL, P., READ, A., COUGHLAN, J., & CROSS, T. 2009. Population structure of short-beaked common dolphins (*Delphinus delphis*) in the North Atlantic Ocean as revealed by

- mitochondrial and nuclear genetic markers. **Marine biology**, 156(5): 1087-1087.
- MMA. 2014. Portaria No. 444, de 17 de dezembro de 2014. Ministério do Meio Ambiente. **Diário Oficial da União**, 245 (Seção 1): 121-126.
- MØHL, B. 2001. Sound transmission in the nose of the sperm whale *Physeter catodon*. A post mortem study. **Journal of Comparative Physiology A**: 187(5): 335-340.
- MØHL, B., WAHLBERG, M., MADSEN, P. T., HEERFORDT, A., & LUND, A. 2003. The monopulsed nature of sperm whale clicks. **The Journal of the Acoustical Society of America**, 114(2): 1143-1154.
- MØHL, B., Wahlberg, M., Madsen, P. T., Heerfordt, A., & Lund, A. (2003). The monopulsed nature of sperm whale clicks. **The Journal of the Acoustical Society of America**, 114(2): 1143-1154.
- MØHL, B., WAHLBERG, M., MADSEN, P. T., MILLER, L. A., & SURLYKKE, A. 2000.
- MØHL, B., WAHLBERG, M., MADSEN, P. T., MILLER, L. A., & SURLYKKE, A. 2000. Sperm whale clicks: Directionality and source level revisited. **The Journal of the Acoustical Society of America**, 107(1): 638-648.
- MÖLLER, L.; SIMÕES-LOPES, P.C.; SECCHI, E.R. & ZERBINI, A.N. 1994. Uso de fotoidentificação no estudo do deslocamento de botos, *Tursiops truncatus* (Cetacea, Delphinidae) na costa sul do Brasil. **6ª Reunião de Trabalhos de Especialistas em Mamíferos Marinhos da América do Sul**. Florianópolis, Santa Catarina, Brazil. p. 5-8
- MORETE, M.E., BISI, T.L., PACE, R.M. & ROSSO, S. 2008. Fluctuating abundance of humpback whales (*Megaptera novaeangliae*) in a calving ground off coastal Brazil. **Journal of the Marine Biological Association of the U.K.**, 88:1229-1235.
- MORIN, P. A., SCOTT BAKER, C., BREWER, R. S., BURDIN, A. M., DALEBOUT, M. L., DINES, J. P., FEDUTIN, I., FILATOVA, O., HOYT, E., JUNG, J.,

- LATUF, M., POTTER, C.W., RICHARD, G., RIDGWAY, M., ROBERTSON, K.M. & WADE, P.R. 2016. Genetic structure of the beaked whale genus *Berardius* in the North Pacific, with genetic evidence for a new species. **Marine Mammal Science** DOI: 10.1111/mms.12345.
- MORISAKA, T. 2012. Evolution of communication sounds in odontocetes: a review. **International Journal of Comparative Psychology**, 25: 1-20.
- MORON, J. R., AMORIM, T. O. S., SUCUNZA, F., CASTRO, F. R., ROSSI-SANTOS, M. & ANDRIOLO, A. (2015). Spinner dolphin whistle in the South West Atlantic Ocean: Is there a geographic variation? **J. Acoust. Soc. Am.** 138 (4): 2495–2498.
- MORRISSEY, R.P., J. WARD, N. DIMARZIO, S. JARVIS & D. J. MORETTI. 2006. Passive acoustic detection and localization of sperm whales (*Physeter macrocephalus*) in the Tongue of the Ocean. **Applied Acoustics**, 67:1091-1105.
- MOURA, J.F., ACEVEDO-TREJOS, E., TAVARES, D.C., MEIRELLES, A.C.O., SILVA, C.P.N, OLIVEIRA, L.R. et al. 2016. Stranding events of Kogia whales along the Brazilian Coast. **PLoS ONE**, 11(1): e0146108.
- MULLIN, K. D.; HIGGINS, L.V.; JEFFERSON, T. A. & HANSEN, L. J. (1994) Sightings of the Clymene dolphin (*Stenella clymene*) in the Gulf of Mexico. **Marine Mammal Science**, 10(4): 464-470.
- NEWMAN, K.; SPRINGER, A. M. 2008. Nocturnal activity by mammal-eating killer whales at a predation hot spot in the Bering Sea. **Marine Mammal Science** 24(4): 990-999.
- NOREN, D.P. & MOCKLIN, J.A. 2012. Review of cetacean biopsy techniques: factors contributing to successful sample collection and physiological and behavioral impacts. **Marine Mammal Science**, 28(1): 154-199.
- NORRIS, K. S., AND HARVEY, G. W. 1972. A theory for the function of the spermaceti organ of the sperm whale *Physeter catodon* L. in **Animal Orientation and Navigation**. (eds Galler, S. R. Schmidt-Koenig, K., Jacobs,

- G. J. & Belleville, R. E.) pp. 397–417. SP-262 NASA, Washington, DC.
- NORRIS, T.F; MC DONALD, M. & BARLOW, J. 1999. Acoustic detections of singing humpback whales (*Megaptera novaeangliae*) in the eastern North Pacific during their northbound migration. **Journal of Acoustical Society of America**, 106(1): 506–514.
- NOWACEK, D. P., JOHNSON, M. P., TYACK, P. L., SHORTER, K. A., MCLELLAN, W. A., & PABST, A. 2001. Buoyant balaenids: the ups and downs of buoyancy in right whales. **Proceedings of the Royal Society of London B: Biological Sciences**, 268(1478): 1811-1816.
- OLSEN, E.; BUDGELL, P.; HEAD, E.; KLEIVANE, L.; NOTTESTAD, L.; PRIETO, R.; SILVA, M. A. ; SKOV, H.; VIKINGSSON, G. A.; WARING, G.; OIEN, N. 2009. First satellite-tracked long-distance movement of a sei whale (*Balaenoptera borealis*) in the North Atlantic. *Aquatic Mammals* 35(3): 313-318.
- OREMUS, M., POOLE, M.M., STEEL, D., & BAKER, C.S. 2007. Isolation and interchange among insular spinner dolphin communities in the South Pacific revealed by individual identification and genetic diversity. **Marine Ecology Progress Series**, 336: 275-289.
- OREMUS, M., POOLE, M.M., STEEL, D., & BAKER, C.S. 2007. Isolation and interchange among insular spinner dolphin communities in the South Pacific revealed by individual identification and genetic diversity. *Marine Ecology Progress Series*, 336: 275-289.
- OSWALD, J. N., BARLOW, J. & NORRIS, T. F. 2003. Acoustic identification of nine delphinid species in the eastern tropical Pacific Ocean. **Marine Mammal Science**, 19(1): 20-37.
- OSWALD, J. N., RANKIN, S., & BARLOW, J. (2004). The effect of recording and analysis bandwidth on acoustic identification of delphinid species. **Journal of the Acoustical Society of America**, 116, 3178-3185.
- OSWALD, J.; RANKIN, S.; BARLOW, J. & LAMMERS, M.O.. 2007. A tool for real-

- time acoustic species identification of delphinid whistles, **Journal of the Acoustic Society of America**, 122(1): 587-595.
- OSWALD, J.N., & M. OSWALD. 2013. ROCCA (Real-time Odontocete Call Classification Algorithm) User's Manual. Prepared for Naval Facilities Engineering Command Atlantic, Norfolk, Virginia under HDR Environmental, Operations and Construction, IncContract No. CON005-4394-009, Subproject 164744, TaskOrder 03, Agreement # 105067. Prepared by Bio-Waves, Inc., Encinitas, California.
- OWEN, K., DUNLOP, R. A., MONTY, J. P., CHUNG, D., NOAD, M. J., DONNELLY, D., et al. 2016. Detecting surface feeding behavior by rorqual whales in accelerometer data. **Marine Mammal Science**, 32(1), 327-348.
- PAIVA, M. P., & MOTTA, P. C. S. D. 2000. Schools of Brazilian-sardine, *Sardinella brasiliensis* (Steindachner), in coastal waters of Rio de Janeiro State (Brazil). **Revista Brasileira de Zoologia**, 17(2), 339-346.
- PAPALE E, GAMBA M, PEREZ-GIL M, MARTIN VM&GIACOMA C. 2015. Dolphins Adjust Species Specific Frequency Parameters to Compensate for Increasing Background Noise. PLoS ONE 10(4): e0121711. doi: 10.1371/journal.pone.0121711
- PAPALE, E.; AZZOLIN, M.; CASCÃO, I.; GANNIER, A.; LAMMERS, M.O.; MARTIN, V.M.; OSWALD, J.; PEREZ-GIL, M., PRIETO, R.; SILVA, M.A. & GIACOMA, C. 2013. Geographic variability in the acoustic parameters of striped dolphin's (*Stenella coeruleoalba*) whistles. **Journal of the Acoustic Society of America** 133(2):1126–1134.
- PAPASTAVROU, V., SMITH, S.C. & WHITEHEAD, H. 1989. Diving behaviour of the sperm whale, *Physeter macrocephalus*, off the Galapagos Islands. **Canadian Journal of Zoology**, 67: 839-846.
- PASTENE, L., ACEVEDO, J., SICILIANO, S., SHOLL, T.G.C., DE MOURA, J.F., OTT, P.H., AGUAYO-LOBO, A. 2015. Population genetic structure of the South American Bryde's whale. **Revista de Biología Marina y Oceanografía**, 50:453-464.



- PAVANATO, H., WEDEKIN, L.L., GUILHERME-SILVEIRA, F.R., ENGEL, M.H. & KINAS, P.G. 2017. Estimating humpback whale abundance using hierarchical distance sampling. **Ecological Modelling**, 358: 10-18.
- PAYNE, R. 1976. At home with right whales. **National Geographic**, 149(3), 322-339.
- PAYNE, R. 1986. Long term behavioral studies of the southern right whale. **Reports of the International Whaling Commission** (Issue 10).
- PAYNE, R. S., & MCVAY, S. 1971. Songs of humpback whales. **Science**, 173(3997): 585-597.
- PERRIN, W. F., & WURSIG, B. 2009. **Encyclopedia of marine mammals**. Academic Press.
- PINEDO, M.C. 1985. A note on a stranding of the humpback whale on the southern coast of Brazil. **Scientific Reports of the Whales Research Institute**, 36: 165-168.
- PINET, P.R. 2009a. Biological Productivity in the Ocean. In: Invitation to oceanography — 5th Ed. Edited by PINET, P.R. Sudbury, Massachusetts. **Jones and Bartlett Publishers**. pp.349-369. ISBN 978-0-7637-5993-3;
- PINET, P.R. 2009b. Marine Ecology. In: Invitation to oceanography — 5th Ed. Edited by PINET, P.R. Sudbury, Massachusetts. **Jones and Bartlett Publishers**. pp.339-349. ISBN 978-0-7637-5993-3;
- PINET, P.R. 2009c. Global Climate Change and the Oceans. In: Invitation to oceanography — 5th Ed. Edited by PINET, P.R. Sudbury, Massachusetts. **Jones and Bartlett Publishers**. pp.549-580. ISBN 978-0-7637-5993-3;
- PINET, P.R. 2009d. Biological Productivity in the Ocean. In: Invitation to oceanography — 5th Ed. Edited by PINET, P.R. Sudbury, Massachusetts. **Jones and Bartlett Publishers**. pp.369-376. ISBN 978-0-7637-5993-3;
- PRIETO, R., SILVA, M. A., & WARING, G. T. 2014. Sei whale movements and behaviour in the North Atlantic inferred from satellite telemetry. **Endangered Species Research**, 26: 103-113.

- PRITCHARD, J.K., WEN, X. & FALUSH, D. 2007. Documentation for structure software: version 2.2. <http://pritch.bsd.uchicago.edu/software>. **Progress Series**, 313: 295–304.
- QUANG, P. & BECKER, E. 1996. Line Transect Sampling Under Varying Conditions with Application to Aerial Surveys. *Ecological Society of America* 77(4):1297-1302. Available: <http://www.jstor.org/stable/2265601>;
- QUÉROUIL, S., FREITAS, L., CASCÃO, I., ALVES, F., DINIS, A., ALMEIDA, J.R., PIETRO R., Borrás, S., MATOS, JA, Mendonça, D & SANTOS, R.S. 2010. Molecular insight into the population structure of common and spotted dolphins inhabiting the pelagic waters of the Northeast Atlantic. **Marine biology**, 157(11): 2567-2580.
- QUÉROUIL, S., SILVA, M. A., FREITAS, L., PRIETO, R., MAGALHÃES, S., DINIS, A., Alves, F., MATOS, J.A., MENDONÇA, D., HAMMOND P.S. & SANTOS, R.S. 2007. High gene flow in oceanic bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*) of the North Atlantic. **Conservation Genetics**, 8(6): 1405-1419.
- RANKIN, S. & BARLOW, J. 2007a. Sounds recorded in the presence of Blainville's beaked whales, *Mesoplodon densirostris*, near Hawai'i. **The Journal of the Acoustical Society of America**, 122(1): 42-45.
- RANKIN, S., BARLOW, J. & OSWALD, J. 2008. An assessment of the accuracy and precision of localization of a stationary sound source using a two-element towed hydrophone array. U.S. Department of Commerce, **NOAA Technical Memorandum NOAA-TM-NMFSSWFSC** - 416. 29 pp.
- READ, A.J. 1990. Reproductive seasonality in Harbor Porpoise, *Phocoena phocoena*, from the Bay of Fundy, **Canadian Journal Zoology** 68:284-288;
- REISINGER, R. R.; KEITH, M.; ANDREWS, R. D.; BRUYN, P. J. N. 2015. **Movement and diving of killer whales (*Orcinus orca*) at a Southern Ocean archipelago**. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 472: 90-102.
- WELLS, R.S., RHINEHART, H.L., CUNNINGHAM, P., WHALEY, J., BARAN,

- M., KOBERNA, C. & COSTA, D.P. 1999. Long distance offshore movements of bottlenose dolphins. *Mar. Mamm. Sci.* 15(4):1058-1114.
- RENDELL, L. E., & WHITEHEAD, H. 2003. Vocal clans in sperm whales (*Physeter macrocephalus*). **Proceedings of the Royal Society of London B: Biological Sciences**, 270(1512): 225-231.
- RENDELL, L. E., J. N. MATTHEWS, A. GILL, J. C. D. GORDON & D. W. MACDONALD. 1999. Quantitative analysis of tonal calls from five odontocete species, examining interspecific and intraspecific variation. **Journal of Zoology** 249:403–410.
- RENDELL, L., & WHITEHEAD, H. 2005. Spatial and temporal variation in sperm whale coda vocalizations: stable usage and local dialects. **Animal Behaviour**, 70(1): 191-198.
- RENDELL, L.E., MATTHEWS J.N., GILL A, GORDON, J.C.D. & MACDONALD, D.W. 1999. Quantitative analysis of tonal calls from five odontocete species, examining interspecific and intraspecific variation. **Journal of Zoology** (249): 403–410.
- RICE, A.N; PALMER, K. J.; TIELENS, J. T.; MUIRHEAD, C. A. & CLARK, C.W. 2014. Potential Bryde's whale (*Balaenoptera edeni*) calls recorded in the northern Gulf of Mexico. **Journal of Acoustical Society of America**, 135(5): 3066–3076.
- ROBBINS, J.; ZERBINI, A. N.; GALES, N.; GULLAND, F. M. D.; DOUBLE, M., CLAPHAM, P. J.; ANDREWS-GOFF, V.; KENNEDY, A. S.; LANDRY, S.; MATTILA, D. K.; TACKABERRY, J. 2013. Satellite tag effectiveness and impacts on large whales: preliminary results of a case study with Gulf of Maine humpback whales. SC/65a/SH05.
- ROCH, M.A.; BRANDES, T.S.; PATEL, B.; BARKLEY, Y.; BAUMANN-PICKERING, S. & SOLDEVILLA, M.S. 2011. Automated extraction of odontocete whistle contours. **Journal of Acoustical Society of America**, 130(4): 2212–2223.

- ROCHA, J. M. & BRAGA, N. M. A. 1982. **Progress report on cetacean research:** June 1980 to May 1981. Reports of the International Whaling Commission 32: 155-159.
- ROCHA, J.M. 1984. **Progress report on cetacean research**, June 1982 to May 1983. Reports of the International Whaling Commission, Cambridge 34: 1-189.
- ROSAS, F.C.W., & MONTEIRO-FILHO, E.L.A. 2002. Reproduction of the estuarine dolphin (*Sotalia guianensis*) on the coast of Paraná, southern Brazil. **Journal of Mammology**. 83(2):507-515;
- ROSS, H.A., LENTO, G.M., DALEBOUT, M.L., GOODE, M., EWING, G., MCLAREN, P., RODRIGO, A.G., LAVERY, S., BAKER, C.S. 2003. DNA Surveillance: Web-based molecular identification of whales, dolphins, and porpoises. **Journal of Heredity**, 94:111–114.
- ROSSI-SANTOS, M.R., WEDEKIN, L.L. & SOUSA-LIMA, R.S. 2006. Distribution and habitat use of small cetaceans in the Abrolhos Bank, Eastern Brazil. **Latin American Journal of Aquatic Mammals**, 5(1): 23-28.
- RYAN, C., BERROW, S. D., MCHUGH, B., O'DONNELL, C., TRUEMAN, C. N., & O'CONNOR, I. 2014. Prey preferences of sympatric fin (*Balaenoptera physalus*) and humpback (*Megaptera novaeangliae*) whales revealed by stable isotope mixing models. **Marine Mammal Science**, 30(1), 242-258.
- SAHA, S., MOORTHY, S., PAN, H.L., WU, X., WANG, J. et al. 2010. The NCEP Climate Forecast System Reanalysis. **Bulletin of the American Meteorological Society**, 91(8): 1015-1057.
- SAKAI, M.; KARCZMARSKI, L.; MORISAKA, T.; THORNTON, M. 2010. Reactions of Heaviside's dolphins to tagging attempts using remotely-deployed suction-cup tags. *South African Journal of Wildlife Research* 41 (1): 134-138.
- SAKAI, M.; KARCZMARSKI, L.; MORISAKA, T.; THORNTON, M. 2011. **Reactions of Heaviside's dolphins to tagging attempts using remotely-deployed suction-cup tags.** *South African Journal of Wildlife Research* 41 (1): 134-138.

- SANTOS, M. C. O. & NETTO, D. F. 2005. Killer whale (*Orcinus orca*) predation on franciscana dolphin (*Pontoporia blainvillei*) in Brazilian waters. **The Latin American Journal of Aquatic Mammals**, 4 (1): 69-72
- SANTOS, M.C.O., & SILVA, E. 2009. Records of a male killer whale (*Orcinus orca*) off southeastern Brazil. **Brazilian Journal of Oceanography**, 57: 65-68.
- SANTOS, M.C.O., AÇUÑA, L.B., & ROSSO, S. 2001. Insights on site fidelity and calving intervals of the marine tucuxi dolphin (*Sotalia fluviatilis*) in southeastern Brazil, **Journal Marine Biology Association** 81:1049-1052;
- SCHILLING, M. R., SEIPT, I., WEINRICH, M.T., FROHOCK, S.E., KUHMBERG, A.E. & CLAPHAM, P.J. 1992. Behavior of individually identified sei whales, *Balaenoptera borealis*, during an episodic influx into the southern Gulf of Maine in 1986. **Fishery Bulletin**, 90(4): 749-755
- SCHNEIDER, K.; BAIRD, R. W.; DAWSON, S.; VISSER, I.; CHILDHOUSE, S. 1998. Reactions of bottlenose dolphins to tagging attempts using a remotely-deployed suction-cup tag. *Marine Mammal Science* 14(2): 316-324.
- SCOTT M.D., HOHN, A.A., WESTGATE, A.J., NICOLAS, J.R., WHITAKER, B.R., CAMPBELL, W.B. 2001. A note on the release and tracking of a rehabilitated pygmy sperm whale (*Kogia breviceps*). **Journal of Cetacean Research and Management**, 3: 87–94.
- SECCHI, E. R. & VASKE JR., T. 1998. Killer whale (*Orcinus orca*) sightings and depredation on tuna and swordfish longline catches in southern Brazil. **Aquatic Mammals**, 24 (2): 117-122
- SHIRIHAI, H. & JARRET, B. 2006. **Whales, dolphins and other marine mammals of the world. Princeton Field Guides**. Princeton University Press, Princeton and Oxford.
- SICILIANO, S., DI BENEDITTO, A. P. M. & RAMOS, R. M. A. 2002. A Toninha, *Pontoporia blainvillei* (Gervais & d'Orbigny, 1844) (Mammalia, Cetacea. Pontoporiidae), nos Estados do Rio de Janeiro e Espírito Santo,

costa sudeste do Brasil: caracterização dos habitats e fatores de isolamento das populações. **Boletim do Museu Nacional. Nova Serie, Zoologia.** v. 476, p. 1-15.

- SICILIANO, S., EMIN-LIMA, N. R., COSTA, A.F.C., RODRIGUES, A.L.F., MAGALHÃES, F.A., TOSI, C.H. GARRI, R.G., SILVA, C.G. and SILVA Jr., J.S. 2008: **Revisão do conhecimento sobre os mamíferos aquáticos da costa norte do Brasil.** Arquivos do Museu Nacional, 66, 381-401.
- SICILIANO, S.; SANTOS, M. C. O.; VICENTE, A.F.C.; ALVARENGA, F. S. 2004. Strandings and feeding records of Bryde's whales (*Balaenoptera edeni*) in South-eastern Brazil. Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom 84(4): 857-859.
- SILVA, I. F.; KAUFMAN, G. D.; HUTSEL, A.; MACIE, A.; MALDINI, D.; RANKIN, R. 2012. Mid migration humpback whale feeding behavior off Eden, NSW, Australia. SC/63/SH12.
- SIMILÄ, T., HOLST, J.C., & CHRISTENSEN, I. 1996. Occurrence and diet of Killer Whale in northern Norway: Seasonal patterns relative to the distribution and abundance of Norwegian Spring-Spawning Herring. **Canadian Journal Fish Aquatic Science** 53:769-779;
- SIMÕES-LOPES, P.C. & M.E. FABIAN. 1999. Residence patterns and site fidelity in bottlenose dolphins, *Tursiops truncatus* (Montagu) (Cetacea, Delphinidae) off Southern Brazil. **Revista Brasileira de Zoologia**, 16(4): 1017-1024.
- SKOV, H., GUNNLAUGSSON, T., BUDGELL, W. P., HORNE, J., NØTTESTAD, L., OLSEN, E., et al. 2008. Small-scale spatial variability of sperm and sei whales in relation to oceanographic and topographic features along the Mid-Atlantic Ridge. **Deep-Sea Research II**, 55: 254-268
- SOLDEVILLA, M. S., HENDERSON, E. E., CAMPBELL, G. S., WIGGINS, S. M., HILDEBRAND, J. A., & ROCH, M. A. 2008. Classification of Risso's and Pacific white-sided dolphins using spectral properties of echolocation clicks. **The Journal of the Acoustical Society of America**, 124(1): 609-624.



- SOLDEVILLA, M. S.; FRASIER, K.; DIAS, A.A. 2017. **Spatial distribution and dive behavior of Gulf of Mexico Brydes' s whales: potential risk of vessel strikes and fisheries interactions**. *Endangered Species Research* 32:533-550.
- SOUTO, L. R. A., OLIVEIRA, J. G. A., DA COSTA, J. D. A. C., MAIA-NOGUEIRA, R., & SAMPAIO, C. L. 2007. Análise das mordidas de tubarões-charuto, *Isistius spp.* (Squaliformes: Dalatiidae) em cetáceos (Mammalia: Cetacea) no litoral da Bahia, Nordeste do Brasil. **Biotemas**, 20(1), 19-25.
- SPERM Whale clicks: Directionality and source level revisited. **The Journal of the Acoustical Society of America**, 107(1): 638-648.
- SREMBDA, A.L., HANCOCK-HANSER, B., BRANCH, T.A., LEDUC, R.L., & BAKER, C.S. (2012). Circumpolar diversity and geographic differentiation of mtDNA in the critically endangered Antarctic blue whale (*Balaenoptera musculus intermedia*). **PLoS One**, 7(3), e32579.
- STANLEY, R. 1995. DARWIN: identifying dolphins from dorsal fin images. **Senior Thesis, Eckerd College**.
- STEINER, W. W. 1981. Species-specific differences in pure tonal whistle vocalization of five western north Atlantic dolphin species. **Behavioral Ecology and Sociobiology** 9:241–246.
- STIMPERT, A. K., DERUITER, S. L., FALCONE, E. A., JOSEPH, J., DOUGLAS, A. B., MORETTI, D. J., et al. 2015. Sound production and associated behavior of tagged fin whales (*Balaenoptera physalus*) in the Southern California Bight. **Animal Biotelemetry**, 3(1): 23.
- STIMPERT, A. K., WILEY, D. N., AU, W. W. L., JOHNSON, M. P., & ARSENAULT, R. 2007. "Megapclicks": acoustic click trains and buzzes produced during night-time foraging of humpback whales (*Megaptera novaeangliae*). **Biology Letters**, 3(5), 467-470.
- TELLECHIA, J.S. & NORBIS, W. 2012. A note on recordings of Southern right whales (*Eubalaena australis*) off the coast of Uruguay. **Journal of Cetacean**

**Research and Management**, 12(3): 361-364.

- TELONI, V. 2005. Patterns of sound production in diving sperm whales in the northwestern Mediterranean. **Marine Mammal Science**, 21(3): 446-457.
- TERSHEY, B. R., ACEVEDO-GUTIÉRREZ, A., BREESE, D., & STRONG, C. 1993. Diet and feeding behavior of fin and Bryde's whales in the central Gulf of California, Mexico. **Rev Inv Cient**, 1, 31-38.
- TEZANOS-PINTO, G., & BAKER, C.S. 2012. Short-term reactions and long-term responses of bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*) to remote biopsy sampling. **New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research**, 46(1): 13-29.
- THAYER, V.G., READ, A.J., COLBY, D.R., HORN, A.A., McLELLAN, W.A., PABST, D.A., DEAROLF, J.L., BOWLES, N.I., RUSSEL, J.R., & RITTMASER, K.A. 2003. Reproductive seasonality of western atlantic bottlenose dolphins of North Caroline, USA. **Marine Mammal Science** 19(4):617-629;
- THOMAS, L. & MARQUES, T.A. 2012. Passive acoustic monitoring for estimating animal density. **Acoustics Today**, 8(3): 35-44.
- THOMAS, L.; BUCKLAND, S.T.; REXSTAD, E.A.; LAAKE, J.L.; STRINDBERG, S.; HEDLEY, S.L.; BISHOP, J.R.B.; MARQUES, T.A.; BURNHAM, K.P. 2010. Distance software: design and analysis of distance sampling surveys for estimating population size. **Journal of Applied Ecology**, 47: 5-14.
- TORRES-FLOREZ, J.P., HUCKE-GAETE, R., ROSENBAUM, H., & FIGUEROA, C.C. 2014. High genetic diversity in a small population: the case of Chilean blue whales. **Ecology and Evolution**, 4(8):1398-1412.
- TRUJILLO, A.P. & THURMAN, H.V. 2011a. Biological Productivity and Energy Transfer. In: Essentials of oceanography. 10th Ed. Edited by TRUJILLO, A.P. & THURMAN, H.V. **Glenview. Pearson Education Inc.** pp.371-401. ISBN-13: 978-0-321-66812-7;
- TRUJILLO, A.P. & THURMAN, H.V. 2011b. The Oceans and Climate Change. In:

- Essentials of oceanography. 10th Ed. Edited by TRUJILLO, A.P. & THURMAN, H.V. **Glenview. Pearson Education Inc.** pp.469-494. ISBN-13: 978-0-321-66812-7;
- TRUJILLO, A.P. & THURMAN, H.V. 2011c. Ocean Circulation. In: Essentials of oceanography. 10th Ed. Edited by TRUJILLO, A.P. & THURMAN, H.V. Glenview. **Pearson Education Inc.** pp.216- 222. ISBN-13: 978-0-321-66812-7;
- TYACK, P. 2006. Extreme diving of beaked whales. **Journal of Experimental Biology**, 209: 4238-4253.
- TYACK, P. L., & CLARK, C. W. 2000. Communication and acoustic behavior of dolphins and whales. In W. W. L. Au, A. N. Popper, & R. R. Fay (Eds.), Hearing by whales and dolphins (pp. 156-224). **New York: Springer-Verlag.**
- TYSON, R. B., FRIEDLAENDER, A. S., & WARE, C. 2012. Synchronous mother and calf foraging behaviour in humpback whales *Megaptera novaeangliae*: insights from multi-sensor suction cup tags. **Marine Ecology Progress Series**, 457: 209-220.
- URIAN, K.W., DUFFIELD, D.A., READ, A.J., WELL, R.S., & SHELL, E.D. 1996. Sasonality of reproduction in bottlenose dolphins, *Tursiops truncatus*. **Journal of Mammalogy**. 77(2):394-403;
- VAN BRESSEM, M-F., et al. 2009. Emerging infectious diseases in cetaceans worldwide and the possible role of environmental stressors. **Diseases of aquatic organisms**, 86(2), 143-157.
- VAN OOSTERHOUT, C., HUTCHINSON, W.F., WILLS, D.P.M., & SHIPLEY, P. 2004. MICRO-CHECKER: software for identifying and correcting genotyping erros in microsatelite data. **Molecular Ecology Notes**, 4:535-538.
- VENABLES, W.N. & RIPLEY, B.D. 2002. **Modern Applied Statistics with S**. Fourth Edition. Springer, New York.
- VERMEULEN, E.; HOLSBEEK, L.; DAS, K. 2015. **Diurnal and seasonal**

- variation in the behavior of bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*) in Bahia San Antonio, Patagonia, Argentina.** *Aquatic Mammals* 41(3): 272-283.
- VIRICEL, A. & ROSEL, P.E. 2014. Hierarchical population structure and habitat differences in a highly mobile marine species: the Atlantic spotted dolphin. ***Molecular Ecology***, 23(20): 5018-5035.
- VISSER, I. N. 1999. Propeller scars and known migration of two killer whales (*Orcinus orca*) in New Zealand waters. ***New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research***, 33(4): 635-642.
- WARD, J.A.; THOMAS, L.; Jarvis, S.; DIMARZIO, N., Moretti, D.; MARQUES, T. A., D. CHARLOTTE; CLARIDGE, D. & HARTVIG, E. 2012. Passive acoustic density estimation of sperm whales in the Tongue of the Ocean, Bahamas. ***Marine Mammal Science***, 28(4): E444-E455.
- WATKINS WA (1981) Reaction of three species of whales *Balaenoptera physalus*, *Megaptera novaeangliae*, and *Balaenoptera edeni* to implanted radio tags. *Deep Sea Res Part A Oceanogr Res Pap* 28: 589–599. doi:10.1016/0198-0149(81)90119-9.
- WATKINS, W. A., & SCHEVILL, W. E. 1977. Sperm whale codas. ***The Journal of the Acoustical Society of America***, 62(6): 1485-1490.
- WATWOOD, S., P. O. MILLER, M. JOHNSON, P. T. MADSEN AND P. L. TYACK. 2006. Deep-diving foraging behavior of sperm whales (*Physeter macrocephalus*). ***Journal of Animal Ecology***, 75:814–825.
- WEBSTER, T. A., DAWSON, S. M., RAYMENT, W. J., PARKS, S. E., & VAN PARIJS, S. M. 2016. Quantitative analysis of the acoustic repertoire of southern right whales in New Zealand. ***The Journal of the Acoustical Society of America*** 140(1):322-333.
- WEDEKIN, L.L. (2011): Ecologia Populacional da baleia-jubarte (*Megaptera novaeangliae* BOROWSKI, 1871) em sua área reprodutiva na costa do Brasil, Oceano Atlântico Sul. **Tese de Doutorado da UFPR.**

- WEDEKIN, L.L., DAURA-JORGE, F.G., ROSSI-SANTOS, M.R. & SIMÕES-LOPES, P.C. 2008. Notes on the distribution, group size and behavior of the bottlenose dolphin, *Tursiops truncatus* (Cetacea: Delphinidae) in the coast of the Island of Santa Catarina, southern Brazil. **Biota Neotropica**, 8(4)
- WEDEKIN, L.L., NEVES, M.C., MARCONDES, M.C.C., BARACHO, B., ROSSI-SANTOS, M.R., ENGEL, M.H. & SIMÕES-LOPES, P.C. 2010. Site fidelity and movements of humpback whales (*Megaptera novaeangliae*) on the Brazilian breeding ground, southwestern Atlantic. **Marine Mammal Science**, 26(4): 787–802 doi: 10.1111/j.1748-7692.2010.00387.x
- WEDEKIN, L.L., ROSSI-SANTOS, M.R., BARACHO, C., CYPRIANO-SOUZA, A.L. & SIMÕES-LOPES, P.C. 2014. Cetacean records along a coastal-offshore gradient in the Vitória-Trindade Chain, western South Atlantic Ocean. **Brazilian Journal of Biology**, 74(1): 137-144.
- WEILGART, L. & WHITEHEAD, H. 1993. Coda communication by sperm whales (*Physeter macrocephalus*) off the Galapagos Islands. **Canadian Journal of Zoology**, 71(4): 744-752.
- WEILGART, L. S., & WHITEHEAD, H. 1988. Distinctive vocalizations from mature male sperm whales (*Physeter macrocephalus*). **Canadian Journal of Zoology**, 66(9): 1931-1937.
- WEILGART, L., & WHITEHEAD, H. 1997. Group-specific dialects and geographical variation in coda repertoire in South Pacific sperm whales. **Behavioral Ecology and Sociobiology**, 40(5): 277-28
- WEINRICH, M.T., LAMBERTSEN, R.H., BELT, C.R., SCHILLING, M.R., IKEN, H.J. & SYRJALA, S.E. 1992. Behavioral reactions of humpback whales, *Megaptera novaeangliae*, to biopsy procedures. **Fishery Bulletin**, 90: 588–598.
- WEIR, C. R., POLLOCK, C., CRONIN, C., & TAYLOR, S. 2001. Cetaceans of the Atlantic frontier, north and west of Scotland. **Continental Shelf Research**, 21, 1047-1071.

- WELLS, R. S., AND M. D. SCOTT. 1999. Bottlenose dolphin, *Tursiops truncatus*, (Montagu, 1821). Pp. 137–182 in *The handbook of marine mammals*. Vol. 6. *The second book of the dolphins and the porpoises* (S. H. Ridgway and S. R. Harrison, eds.). Academic Press, San Diego, California.
- WELLS, R. S., AND M. D. SCOTT. 1999. Bottlenose dolphin, *Tursiops truncatus*, (Montagu, 1821). Pp. 137–182 in *The handbook of marine mammals*. Vol. 6. *The second book of the dolphins and the porpoises* (S. H. Ridgway and S. R. Harrison, eds.). Academic Press, San Diego, California.
- WELLS, R. S., BORDINO, P., & DOUGLAS, D. C. 2013. Patterns of social association in the franciscana, *Pontoporia blainvillei*. **Marine Mammal Science**, 29(4).
- WELLS, R. S.; HANSEN, L. J.; BALDRIDGE, A. B.; DOHL, T. P.; KELLY, D., L. & DEFRAN, R. H. 1990. Northward extension of the range of bottlenose dolphins along the California coast. In: Leatherwood and R. R. Reeves (eds.), **The Bottlenose Dolphin**. New York: Academic Press, pp 421-412.
- whale sounds by spectrogram correlation. **Journal of Acoustical Society of America**, 107: 3518–3529.
- WHITEHEAD, H. & WEILGART, L. 1991 Patterns of visually observable behaviour and vocalizations in groups of female sperm whales. **Behaviour**, 118: 275-296.
- WHITEHEAD, H. & WEILGART, L. 2000. The sperm whale: social females and roving males. In: **Cetacean Societies: Field Studies of Dolphins and Whales** Mann, J.; Connor, R. C.; Tyack, P. L & Whitehead, H. (Eds), Chicago: University of Chicago Press pp. 154-172.
- WHITEHEAD, H. 2002. Estimates of the current global population size and historical trajectory for sperm whales. **Marine Ecology Progress Series**, 242: 295-304.
- WHITEHEAD, H. 2003. **Sperm whales: social evolution in the ocean**. University of Chicago Press, Chicago, IL.




- WILBERG, M.J. & DREHER, B.P. 2004. GENEAP: a program for analysis of multilocus genotype data for non-invasive sampling and capture-recapture population estimation. **Molecular Ecology Notes**, 4 (4): 783-785.
- WILLIAMS, J. A., DAWSON S. M. & SLOOTEN. E. 1993. The abundance and distribution of bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*) in Doubtful Sound, New Zealand. **Canadian Journal of Zoology**, 71, 2080–2088.
- WILLIAMSON, G. R. 1975. Minke whales off Brazil. Scientific Reports Whales Research Institute. 27: 37-59.
- WILLIS, P. M., & BAIRD, R. W. 1998. Status of the dwarf sperm whale, *Kogia simus*, with special reference to Canada. **Canadian Field-Naturalist**, 112(1): 114-125.
- WILSON, B., ARNOLD, H., BEARZI, G., FORTUNA, C. M., GASPAR, R., INGRAM, S., LIRET, C., PRIBANIĆ, S., READ, A.J., RIDOUX, V., SCHNEIDER, K., URIAN, K.W., WELLS, R. S., WOOD, C., THOMPSON, P.M. & HAMMOND, P. S. 1999. Epidermal diseases in bottlenose dolphins: impacts of natural and anthropogenic factors. **Proceedings of the Royal Society of London B: Biological Sciences**, 266(1423), 1077-1083.
- WILSON, B., THOMPSON, P.M., & HAMMOND, P.S. 1997. Habitat use by bottlenose dolphins: seasonal distribution and stratified movement patterns in Moray Firth, Scotland. **Journal of Applied Ecology**. 34(6):1365- 1374;
- WITTEVEEN, B. H., DE ROBERTIS, A., GUO, L., & WYNNE, K. M. 2014. Using dive behavior and active acoustics to assess prey use and partitioning by fin and humpback whales near Kodiak Island, Alaska. **Marine Mammal Science**, 31(1): 255-278.
- WITTEVEEN, B.H., WORTHY, G.A.J., WYNNE, K.M., HIRONS, A.C., ANDREWS, A.G. III AND MARKEL, R.W. 2011. Trophic levels of north pacific humpback whales (*Megaptera novaeangliae*) through analysis of stable isotopes: implications on prey and resource quality. *Aquatic Mammals* 37(2): 101-110

- WORTON, B.J. 1989. Kernel methods for estimating the utilization distribution in home-range studies. **Ecology**, 70(1): 164-168.
- WÜRSIG, B. & WÜRSIG, M. 1977. The photographic determination of group size, composition, and stability of coastal porpoises (*Tursiops truncatus*). **Science**, 198(4318), 755-756.
- WÜRSIG, B., & JEFFERSON, T. A. 1990. Methods of photo-identification for small cetaceans. **Reports of the International Whaling Commission** (Special Issue 12), 42-43.
- ZERBINI, A.N., ANDRIOLO, A., HEIDE-JORGENSEN, M.P., PIZZORNO, J.L., MAIA, Y.G., VANBLARICOM, G.R., DEMASTER, D.P., SIMÕES-LOPES, P.C., MOREIRA, S., BETHLEM, C. 2006. Satellite-monitored movements of humpback whales *Megaptera novaeangliae* in the Southwest Atlantic Ocean. **Marine Ecology Progress Series**, 313: 295–304
- ZERBINI, A.N., ANDRIOLO, A., HEIDE-JORGENSEN, M.P., PIZZORNO, J.L., MAIA, Y.G., VANBLARICOM, G.R., DEMASTER, D.P., SIMÕES-LOPES, P.C., MOREIRA, S., BETHLEM, C. 2006. Satellite-monitored movements of humpback whales *Megaptera novaeangliae* in the Southwest Atlantic Ocean. **Marine Ecology**
- WRIGHT, B. M.; FORD, J. K. B.; ELLIS, G.M.; DEECKE, V. B.; SHAPIRO, A. D.; BATTAILLE, B. C.; TRITES, A. W. 2017. Fine-scale foraging movements by fish-eating killer whales (*Orcinus orca*) relate to the vertical distributions and escape responses of salmonid prey (*Oncorhynchus* spp.)
- ZERBINI, A.N., ANDRIOLO, A., ROCHA, J.M., SIMÕES-LOPES, P.C., *et al.* 2004. Winter distribution and abundance of humpback whales (*Megaptera novaeangliae*) off Northeastern Brazil. **Journal of Cetacean Research and Management**, 6(1): 101-107.
- ZERBINI, A.N., SECCHI, E.R., SICILIANO, S. & SIMÕES-LOPES, P.C. 1997. A review of the occurrence and distribution of whales of the Genus *Balaenoptera* along the Brazilian Coast. **Report of the International Whaling Commission**, 47: 407-417.

- ZIMMER, W. M., JOHNSON, M. P., MADSEN, P. T., & TYACK, P. L. 2005c. Echolocation clicks of free-ranging Cuvier's beaked whales (*Ziphius cavirostris*). **The Journal of the Acoustical Society of America**, 117(6): 3919-3927.
- ZIMMER, W. M., MADSEN, P. T., TELONI, V., JOHNSON, M. P., & TYACK, P. L. 2005b. Off-axis effects on the multipulse structure of sperm whale usual clicks with implications for sound production. **The Journal of the Acoustical Society of America**: 118(5): 3337-3345.
- ZIMMER, W. M., TYACK, P. L., JOHNSON, M. P., & MADSEN, P. T. 2005a. Three-dimensional beam pattern of regular sperm whale clicks confirms bent-horn hypothesis. **The Journal of the Acoustical Society of America**, 117(3): 1473-1485.
- ZUUR, A.F., IENO, E.N. & SMITH, G.M. 2007. **Analysing Ecological Data**. Springer, New York.

## **VII. ANEXOS**

## Anexo II-1: Procedimentos Operacionais

 <b>socioambiental</b> CONSULTORES ASSOCIADOS	<b>PROJETO DE MONITORAMENTO DE CETÁCEOS NA BACIA DE SANTOS – PMC-BS</b>	<b>Procedimento Operacional nº 02</b>		
<b>Título:</b> Procedimento para realização de biópsia	<b>Primeira</b>	<b>Última</b>	<b>Revisão</b>	
<b>Responsáveis:</b> Aline Fernandes de F. Silva e Ana Lúcia Cypriano de Souza	13/11/15	19/01/2017	05	

<b>OBJETIVO</b>
Descrever os procedimentos relativos à realização das biópsias durante as campanhas de avistagem embarcada e telemetria do Projeto de Monitoramento de Cetáceos na Bacia de Santos - PMC-BS.

<b>Controle de Revisões</b>	
<b>Data</b>	<b>Descrição</b>
17/03/2016	Alteração derivadas da revisão do CENPES e professores Afonso Bainy e Karim Hahn Lüchmann
25/07/2016	Alterações derivadas do Treinamento de coleta de amostras de Biomarcadores
11/10/2016	Revisão ortográfica e gramatical
19/01/2017	Alteração para um melhor acondicionamento das amostras

#### 1. Material disponível no barco para a atividade

- Caixa plástica de ferramenta (55 cm x 23,5 cm) com material de utilização geral e material descontaminado (kits contendo pinça, cabo de bisturi, placa de petri de vidro e ponteira):
  - Cabos de bisturi N°4 de aço inoxidável, 14 cm (material descontaminado)
  - Pinças histológicas (retas com ponta fina), em aço inoxidável, 16 cm (material descontaminado)
  - Placas de Petri de vidro 100x20mm (material descontaminado)
  - Ponteiras para Biópsia (25mm e 40mm) (material descontaminado)
  - Lâminas de bisturi (N° 20, de aço inoxidável estéril e descontaminadas)
  - Canetas Permanentes de Ponta Ultrafina (azul)
  - Lápis
  - Rolo de papel vegetal
  - Rolos de papel alumínio
  - Sacos ziplock (20 x 28)
  - Potes de plástico com tampa
- Dois botijões de nitrogênio líquido (um botijão na Socioambiental)
- Microtubos de 2 ml de rosca com tampa separada (marca Kasvi) – Para amostras de Genética
- Tubo criogênico de 2 ml com tampa (Kasvi -K2-202 - DNA, DNase, RNase e Pyrogen FREE) – Para amostras de biomarcadores
- Tubo criogênico de 5 ml com tampa (Kasvi -K2-250 - DNA, DNase, RNase e Pyrogen FREE) – Para amostras de contaminantes
- Caixas de luva de procedimento azul nitrílica (P), (M) e (G)
- Caixa (rack) com identificação alfanumérica para estocagem em freezer (capacidade para 100 microtubos de 2 ml)
- Coletor para material perfurocortante (Descarpack)
- Rolo de toalhas de papel
- Frasco de etanol 70% (1 litro)



- RNAlater RNA Stabilization Reagent de 50ml (deve permanecer armazenado na geladeira)
- Dardos para biópsia
- 1 besta Buffalo River 120 libras
- 1 besta Buffalo River 150 libras
- Molinete e linha de nylon
- Isopor para envio das amostras de genética
- Isopor para envio das amostras de contaminantes
- Isopor para envio das amostras de biomarcadores
- Etiquetas com endereço dos laboratórios para envio das amostras

## **2. Revisão do Material disponível**

- A equipe responsável pela biópsia e pelo processamento das amostras também terá a responsabilidade de fazer a checagem e listagem quantitativa do material disponível a bordo.
- A checagem do material deve ser realizada no dia do embarque e revista semanalmente.
- Quando for identificado que o material de biópsia atingiu 50% do disponível, o coordenador da campanha deve ser informado para que o mesmo repasse essa informação para a equipe de apoio em terra por meio do AUTOTRACK.

## **3. Colocação da ponteira no dardo**

- A ponteira deve ser atarraxada no dardo com uma luva nitrílica para não haver contaminação.
- Uma vez colocada no dardo, a ponteira não deve encostar em locais onde possa haver contaminação.

## **4. Biópsia**

### **Campanha de Avistagem Embarcada**

- As biópsias serão realizadas da proa do navio, de forma oportunística, para amostrar pequenos cetáceos *bow-riding*, usando dardos amarrados com linha de nylon a um molinete preso na balestra.
- Serão utilizadas as ponteiras de 25 mm para pequenos cetáceos.
- Biopsiar todos os cetáceos que permitirem aproximação. Preferencialmente associar a biópsia à fotoidentificação, mas se não for possível, biopsiar o animal assim mesmo.
- Os dardos devem ser disparados a uma distância mínima de 4 m do animal, e apontados para o meio do dorso, logo abaixo da nadadeira dorsal.
- A cada cinco disparos da balestra, lubrificar a corda do arco com cera apropriada (Rail Lube).
- Se o disparo não for efetuado, desarmar a balestra sem disparar, soltando o botão e segurando o elástico. Não havendo contaminação da ponteira, a mesma deve ser manipulada com luva nitrílica e embrulhada em papel laminado com a parte brilhosa para fora e guardada na caixa de material descontaminado.

### **Campanha de Telemetria**

- As biópsias serão realizadas de um bote inflável (o mesmo utilizado para marcação de telemetria) para amostrar cetáceos de médio e grande porte usando dardos livres. O esforço de biópsia também poderá ocorrer da proa do navio, conforme descrito na campanha de avistagem.

- Serão utilizadas as ponteiros de 40 mm para cetáceos de médio e grande porte e de 25 mm para pequenos cetáceos (amostrados na proa).
- Biopsiar todos os cetáceos que permitirem aproximação. Preferencialmente associar a biopsia à fotoidentificação, mas se não for possível, biopsiar o animal assim mesmo.
- Os dardos devem ser disparados a uma distância mínima de 4 m do animal, e apontados para o meio do dorso, logo abaixo da nadadeira dorsal.
- Como na campanha de avistagem, a corda do arco será lubrificada com cera (Rail Lube) após cinco disparos da balestra.
- Se o disparo não for efetuado, desarmar a balestra sem disparar, soltando o botão e segurando o elástico. Não havendo contaminação da ponteira, a mesma deve ser manipulada com luva nitrílica e embrulhada em papel laminado com a parte brilhosa para fora e guardada na caixa de material descontaminado.
- Depois de realizada a Biópsia, o bote deve voltar imediatamente para o barco para que se inicie o procedimento de processamento das amostras, caso contrário as amostras de Biomarcadores podem ser danificadas. No trajeto até o barco, a ponteira deve ficar em gelo filtrado em isopor tampado.

## 5. Fracionamento do material biológico coletado

- Remover a ponteira da flecha usando luva nitrílica.
- Usar uma pinça descontaminada para empurrar o material biológico coletado para dentro da ponteira, em direção à rosca, removendo-o pela extremidade posterior da ponteira.
- Na bancada de procedimento, colocar o material biológico sobre uma placa de petri de vidro descontaminada.
- Separar a epiderme da gordura usando lâmina de bisturi descontaminada. A lâmina deve ser descartada após utilização (uma lâmina por material biológico).
- Dividir a epiderme em duas amostras, cortadas perpendicularmente (1/3 para análises genéticas e 2/3 para análises de biomarcadores).
- O processamento das amostras de Biomarcadores deve ter prioridade. Este processamento, da biópsia até o armazenamento em nitrogênio líquido, deve ser realizado preferencialmente em no máximo 15 minutos (minimizando o efeito da protease).
- Dividir a amostra de Biomarcadores em dois criotubos: 1/2 para bioquímica, que deve ser identificada com a sigla BB, e 1/2 para análise molecular que deve ser identificada com a sigla BM.
- Não havendo amostra de gordura, toda a epiderme deve ser destinada às análises genéticas.
- Se o volume da amostra for muito grande para o tamanho do tubo, ela deve ser dividida de forma a disponibilizar amostras em duplicata.

## 6. Identificação das amostras

- Cada coleta de material biológico (biópsia) receberá um número sequencial, e as amostras fracionadas deste material serão identificadas com o mesmo número.
- As amostras para as diferentes análises serão diferenciadas por uma letra:
  - Análise Genética: **G**
  - Biomarcadores: **BB** (BIOQUIMICA) e **BM** (MOLECULAR)
  - Contaminantes: **C**
- As amostras terão terminologia conforme exemplo abaixo:
  - Primeira biópsia: **1G; 1B; 1C**
  - Vigésima biópsia: **20G; 20BB; 20BM; 20C**

- As amostras duplicadas receberão o mesmo número, porém diferenciadas com a letra **D**, que deve ser inserida ao final da terminologia, ex.: **20CD**.

## **7. Acondicionamento das amostras**

### **Genética**

- A amostra (1/3 de epiderme, conforme item 3) deve ser inserida em microtubo de 2 ml contendo álcool 70%. A amostra deve ficar completamente submersa no álcool.
- O material das amostras de baleia jubarte deverá ser armazenado no microtubo de 2 ml contendo RNAlater RNA Stabilization Reagent (ao invés de álcool 70%).
- A terminologia da amostra deve ser escrita no tubo com caneta específica e em papel vegetal, escrito a lápis, sendo inserido dentro do microtubo junto com a amostra. Certificar-se que a tampa do tubo está bem fechada e que o álcool não borrou a terminologia da amostra escrita no tubo.
- Guardar os microtubos na caixa (rack).
- As amostras para análise Genética devem ser mantidas refrigeradas na geladeira/freezer.

### **Biomarcadores**

- Os tubos de 2 ml (Kasvi -K2-202 - DNA, DNase, RNase e Pyrogen FREE) deverão ser congelados no botijão de Nitrogênio líquido antes de se colocar as amostras, a fim de evitar que a tampa se solte por contração do material devido ao congelamento do frasco. Ou seja, estes deverão ser mantidos no botijão de nitrogênio até seu uso.
- Colocar a amostra (2/3 de pele, conforme item 3) em dois tubos criogênico de 2 ml (bioquímica e molecular).
- A terminologia da amostra deve ser escrita no tubo com caneta específica.
- As amostras de biomarcadores devem ser mantidas congeladas dentro do botijão de Nitrogênio nos canisters vermelho (4), verde (5) e azul (6) do botijão de número 1.

### **Contaminantes (HPA)**

- A amostra de gordura deverá ser colocada em papel alumínio, com o lado brilhante voltado para fora. A amostra deve ser embrulhada várias vezes com o papel alumínio para proteger de contaminação externa, bem como para manter o embrulho firme e coeso. Depois de embrulhada, a amostra deve ser colocada em tubo criogênico de 5 ml.
- A terminologia da amostra deve ser escrita no tubo com caneta específica e em papel vegetal, escrito a lápis. O papel vegetal deve ser inserido no papel alumínio, mas com o cuidado de não entrar em contato com a amostra.
- As amostras para análise de contaminantes devem ser mantidas congeladas dentro do botijão de Nitrogênio nos canisters branco (1), amarelo (2) e preto (3) do botijão de número 1.

## **8. Informações importantes**

- Nunca utilizar recipientes ou espátulas de plástico no manuseio das amostras para análise de contaminantes, pois o contato direto de plásticos com o tecido invalida a amostra, pela contaminação com compostos orgânicos presentes nestes materiais.
- Quando embarcado, deve-se tomar cuidado para não contaminar o material de coleta com o óleo da embarcação ou fumaça do motor. A coleta deve ser feita sempre o mais distante possível do cano de escape do motor (preferencialmente na proa da embarcação).

## 9. Limpeza dos Materiais

- Descartar a luva após o manuseio das amostras.
- Descartar a lâmina de bisturi, colocando-a no coletor para material perfurocortante (Descarpack).
- Lavar o restante do material (pinça, cabo de bisturi, placa de petri e ponteiras) com água e detergente neutro, com auxílio de esponja, e armazenar em caixa plástica de material usado para a posterior descontaminação em terra.
- Secar bem o material antes de guardar para não enferrujar.
- Limpar a rosca da flecha (usando luva nitrílica) com algodão e álcool para remover fragmentos de tecido.
- Nunca colocar qualquer material usado no recipiente de material descontaminado.

## 10. Envio das amostras

- Todas as amostras serão enviadas ao final do cruzeiro.
- Cada envio deve ser acompanhado de um documento de custódia (ver item **11 Documento de Custódia**).
- As amostras de epiderme em álcool 70% e de baleia jubarte em RNALater, para as análises genéticas, serão enviadas em saco Ziplock dentro de uma caixa de isopor pelo correio (SEDEX) para o Laboratório de Biologia Genômica e Molecular na Faculdade de Biociências da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul - PUCRS, sob responsabilidade do Dr. Sandro Luis Bonatto. Endereço: Avenida Ipiranga, 6681, prédio 12C, sala 134, bairro Partenon, Porto Alegre - RS, CEP: 90619-900.
- As amostras de epiderme armazenadas em nitrogênio líquido serão destinadas à realização da análise de biomarcadores e seguirão para Laboratório indicado pela Petrobras, o Laboratório de Biomarcadores de Contaminação Aquática e Imunoquímica da Universidade Federal de Santa Catarina LABCAI/UFSC.
- As amostras para análise de contaminantes deverão ser encaminhadas para laboratório a ser designado pela Petrobras
- Para a qualidade analítica do resultado da análise de **contaminantes e biomarcadores** é muito importante que as **amostras fiquem refrigeradas na temperatura de -80°C** durante o transporte até o laboratório responsável. Para tanto, as amostras deverão ser **encaminhadas em isopor com gelo seco**. O transporte será feito pela TAM CARGO ou entregue em mãos.

## 11. Documento de Custódia

- Cada envio de amostra deverá ser acompanhado de um documento de custódia que apresentará a listagem das amostras e informações específicas sobre as mesmas.
- Não havendo documento de custódia específico do laboratório, utilizar o modelo fornecido pela Socioambiental.
- A responsabilidade pelo preenchimento do documento de custódia é dos profissionais envolvidos na biopsia, assim como o processamento da amostra e o transporte.

## 12. Planilha de Biópsia

- A ficha de Biópsia deve ser preenchida para cada biópsia realizada.
- A responsabilidade pelo preenchimento da ficha de biópsia é dos profissionais envolvidos na biopsia e no processamento da amostra.

## 13. Manejo dos Botijões de Nitrogênio


- As amostras de biomarcadores e contaminantes devem ser armazenadas no botijão identificado com o número 1, sendo as amostras de contaminantes colocadas nos

canisters branco (1), amarelo (2) e preto (3), e as amostras de biomarcadores nos canisters vermelho (4), verde (5) e azul (6).

- A revisão de nível de nitrogênio do botijão 1 deve ser realizada com a régua de medição a cada 7 dias nos primeiros 15 dias. Após os primeiros 15 dias, esta revisão deve ser realizada de 3 em 3 dias. A régua deve ser inserida no botijão por 2 segundos para essa medição. Ao retirar a régua, agitar a mesma, a parte congelada (branca) indica o nível do nitrogênio.
- O reabastecimento do botijão deve ser feito quando o nível de nitrogênio líquido do botijão 1 chegar em 20 cm; a estimativa para chegada neste nível é de 40 dias.
- Necessário uso de luvas e óculos de proteção para aqueles que fizerem o transbordo do nitrogênio líquido.
- Reabastecer o botijão 1 com aproximadamente 10 cm de nitrogênio, ou seja, se a régua estiver indicando 20 cm. Após o reabastecimento, a mesma deve apresentar 30 cm.
- Para o reabastecimento, utilizar primeiro o botijão 2. Quando a carga deste acabar, iniciar o uso do botijão 3.
- O procedimento de medição e reabastecimento deve ser seguido conforme os vídeos demonstrativos disponíveis na embarcação e apresentados no curso de nivelamento.

#### **14. Descontaminação e assepsia do material utilizado (ponteiras, pinças, cabos de bisturi, lâminas e placas de petri de vidro) – Realizada em laboratório contratado**

- Todo o procedimento deve ser realizado utilizando luvas nitrílicas.
- As pinças, cabos de bisturi, lâminas e placas de petri de vidro devem ser lavados com água e detergente neutro, com auxílio de esponja de limpeza. Os materiais devem, então, ser rinsados com água ultrapura tipo 1, segundo ASTM ("água Milli-Q"). Após este procedimento, devem ser rinsados com acetona P.A. (verificar se não há mais resíduo de água). Por último, devem ser rinsados com diclorometano (grau resíduo ou pesticida). O manuseio dos solventes deverá ser feito em uma capela.
- As ponteiras devem ser lavadas com água e detergente neutro, com auxílio de esponja, e rinsadas com água Milli-Q. Após este procedimento, cada ponteira deve ser limpa por dentro usando uma pinça com algodão embebido em acetona P.A. para remover todo o resto de tecido que possa ter ficado aderido às farpas internas da ponteira. Por último, devem ser rinsadas com acetona P.A. e na sequência rinsadas com diclorometano, como descrito previamente.
- Todos os materiais, com exceção da placa de petri de vidro, podem também ser lavados com água e detergente neutro, depois rinsados com "água Milli-Q", e descontaminados em forno mufla a 400°C por 4 horas.
- Após a descontaminação, os materiais devem ser embrulhados em papel alumínio, com a face brilhante voltada para fora, e acondicionados em um recipiente (pote) para material descontaminado. As ponteiras embrulhadas em papel alumínio devem ser armazenadas em um saco ziplock limpo. Cada kit contendo pinça, cabo de bisturi e placa de petri deve ser separado em um saco ziplock limpo.

 <b>socioambiental</b> CONSULTORES ASSOCIADOS	<b>PROJETO DE MONITORAMENTO DE CETÁCEOS NA BACIA DE SANTOS – PMC-BS</b>	<b>Procedimento Operacional nº 03</b>		
<b>Título:</b> Procedimento para coleta de dados visuais em campanha embarcada	<b>Primeira</b>	<b>Última</b>	<b>Revisão</b>	
<b>Responsáveis:</b> Leonardo Liberali Wedekin	04/05/2016	11/10/2016	02	

#### OBJETIVO

Descrever os procedimentos relativos à observação visual em campanhas embarcadas do Projeto de Monitoramento de Cetáceos na Bacia de Santos - PMC-BS.

#### Controle de Revisões

Data	Descrição
04/05/2016	Revisão e atualização do protocolo
20/09/2016	Revisão e atualização do protocolo
11/10/2016	Revisão ortográfica e gramatical

### 1. Preparação campanha

Os seguintes equipamentos deverão ser separados e devidamente acomodados para utilização nas campanhas de observação visual do PMC:

**Tabela 1:** Lista básica de equipamentos para as campanhas embarcadas.

Item	Quantidade
Fichas de campo	200
Fichas diárias	60
Prancheta	2
Lápis, borracha, apontador, estilete, tesoura	-
Alidade / transferidor	2
Guia de identificação de cetáceos	1
GPS	2
Binóculos reticulados (7x50)	3
Binóculos com estabilização de imagem (15x50)	2
Computadores + fontes	2
Anemômetro	1
Máquina fotográfica Nikon + carregador	2
Lente Nikon 70-300	2
Cartão de memória (64 GB)	2
Cabo USB/mini-USB	2
Balestra (120 e 150 lb)	2
Flechas	10
Ponteiras (pequenos e grandes cetáceos)	20
Maleta com equipamento de biópsia	1
Pilhas AA recarregáveis + carregador	20
Sistema de comunicação interno VHF	4
Telefone satelital com carregador e manual	1

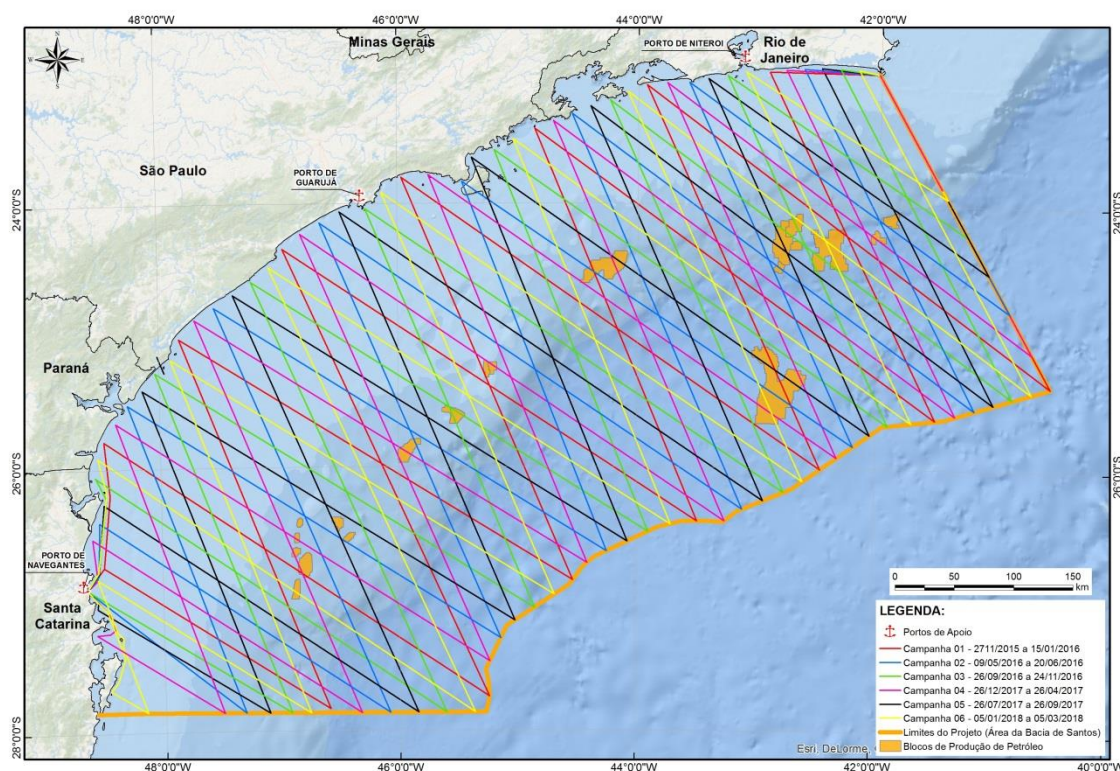


Item	Quantidade
Manuais: SMS, Biópsia, Campanha Embarcada	-
Cadeiras e mosquetões de duplo bloqueio	4
Capacetes	4
Outros EPIs (ver check list EPIs)	-

## 2. Coleta de dados

O desenho amostral da campanha seguirá um zigue-zague de Florianópolis/SC a Arraial do Cabo/RJ na ida e no retorno, contemplando tanto a zona costeira como a oceânica de forma contínua, formando duas malhas de linhas paralelas com ângulos diferentes em relação à costa, de aproximadamente 60 milhas náuticas de distância entre as linhas (**Figura 1**). Tipicamente, os cruzeiros se iniciarão no sul da área de estudo. O total de milhas percorridas em esforço de observação será de aproximadamente 2.760 milhas náuticas.

Estima-se, dentro de condições propícias de navegabilidade (vento com intensidade menor que 15 nós e ondulação menor que 2 metros), que cada linha de transecção (trecho entre dois vértices – pontos – apresentados na Figura 1) seja percorrida em cerca de dois dias, considerando a velocidade constante da embarcação de 7 nós, o período de operação da avistagem e MAP de 10 a 12 horas/dia (considerando o fotoperíodo da época em que a campanha será realizada). Sendo assim, a cada intervalo de quatro a cinco dias, a embarcação se encontrará junto à costa, o que facilitará as trocas de equipe técnica a cada 15 dias e/ou da tripulação, bem como o atendimento de eventuais necessidades de abastecimentos da embarcação (água, combustível e víveres).



**Figura 1:** Linhas de transecção planejadas para o cruzeiro de avistagem e MAP nos três anos de vigência do projeto.

Para o sucesso das observações visuais, **as condições de mar durante a operação deverão ter um nível máximo de 5 na escala Beaufort (ventos de até 21 nós e ondulação**

**de, no máximo, 3 metros).** A hipótese de paralisação das atividades de observação visual durante a campanha poderá se dar nas seguintes condições:

- a continuidade de observações para detecção visual de cetáceos e demais procedimentos poderá ser mantida até o limite do nível 5 na escala Beaufort. A decisão sobre esse limite, observando-se as variáveis da referida escala, será tomada pelo Coordenador da Equipe Embarcada, que deverá compartilhar sua decisão com o Comandante da embarcação. Deverá prevalecer a posição mais conservadora;
- além do estado do mar, a amostragem também poderá ser paralisada em caso de chuva forte momentânea ou prolongada, ou no caso de chuva fraca ou chuvisco prolongado, que impeçam a utilização dos equipamentos óticos ou ocasionem condições insalubres de observação à equipe. A decisão sobre paralisação por chuva será tomada pelo Coordenador da Equipe Embarcada;
- a paralisação de todos os procedimentos da campanha por mau tempo (condições de mar acima do nível 6 da escala Beaufort) será uma decisão do Comandante da embarcação, que poderá decidir sobre a permanência da embarcação no ponto de paralisação ou pela arribada da mesma em local protegido mais próximo possível. Além das condições verificadas *in situ*, o Comandante terá à disposição previsões meteoceanográficas atualizadas periodicamente via apoio de terra. A segurança e saúde da equipe sempre terão prioridade na tomada de decisões.

A embarcação cobrirá linhas de transecção contando os grupos ao longo destas unidades amostrais. **O esforço amostral será realizado sempre com luz do sol**, iniciando logo após o nascer do sol e encerrando pouco antes do pôr do sol. A amostragem será realizada no **modo de passagem**, ou seja, quando um grupo é observado, a embarcação continua seu trajeto normal, sem paralisação da amostragem ou desvio de rota (salvo em caso da manobra “360” – ver abaixo).

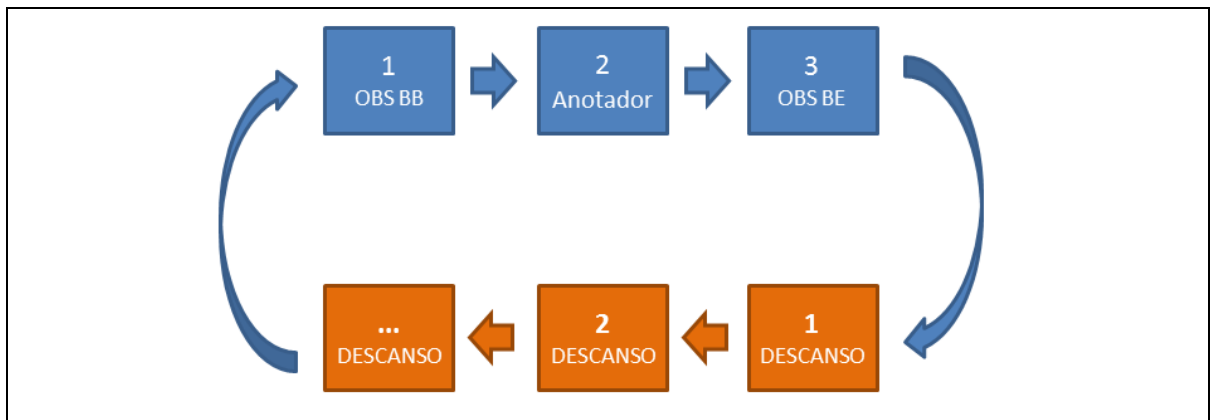
Haverá um **controle rigoroso do esforço amostral tanto temporal quanto espacialmente**. A hora do início e do fim, bem como as coordenadas geográficas inicial e final da amostragem serão registradas em fichas de campo padronizadas (ver anexos). A hora do início e do fim da amostragem deverá ser arredondada em 0 e 5 minutos. As linhas de transecção de uma campanha deverão ser numeradas sequencialmente, iniciando em 1. Sempre que a amostragem for paralisada, a numeração da linha de transecção deverá mudar sequencialmente.

**O odômetro do GPS será zerado no início da linha de transecção para o registro do total de milhas náuticas percorridas no fechamento da amostragem na linha. A função *track* do GPS será acionada** (registro por tempo a cada 5 minutos) e o GPS deverá permanecer ligado e com sinal durante todo o período de amostragem. **Sempre se deve conferir se o GPS está ligado e com pilhas durante a amostragem.**

No início da amostragem serão registradas as condições ambientais (ver anexos), com as seguintes variáveis: (a) reflexo no campo visual; (b) cobertura de nuvens; (c) escala de visibilidade; (d) estado do mar na escala Beaufort; e (e) condição de tempo. Sempre que mudar alguma condição, o registro da mudança deverá ser realizado. **Faz parte das atribuições dos observadores avaliar continuamente as condições ambientais** e efetivar as mudanças pertinentes conforme forem verificadas.

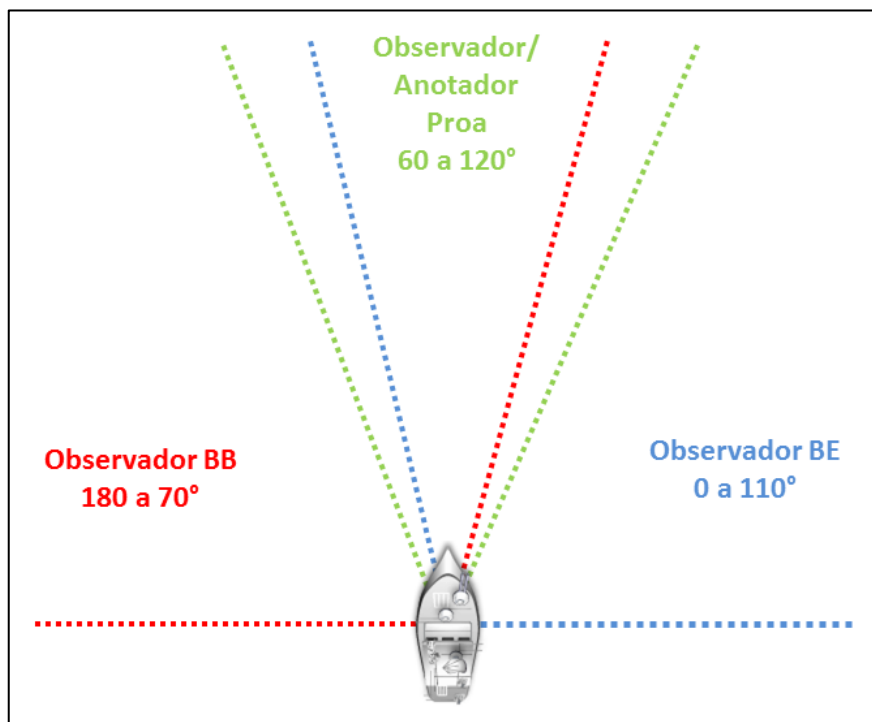
A embarcação percorrerá as linhas a uma **velocidade de aproximadamente sete nós**. Os observadores deverão permanecer em **regime de revezamento a cada 40 minutos** para evitar a fadiga ou vícios individuais de amostragem pelos observadores. No mínimo quatro observadores de bordo **revezar-se-ão em duas posições de observação em cada**

bordo, uma posição de anotador/observador da proa e uma ou mais posições de descanso (Figura 2). Deste modo, três observadores de bordo atuarão simultaneamente em esforço amostral. O regime de trabalho mais intenso possível será de 2 horas de observação para 40 minutos de descanso (e possivelmente mais tempo de descanso conforme a disponibilidade de observadores). **As posições dos observadores serão sorteadas no início de cada dia**, antes de começar o esforço de observação.



**Figura 2:** Esquema de revezamento de observadores de bordo.

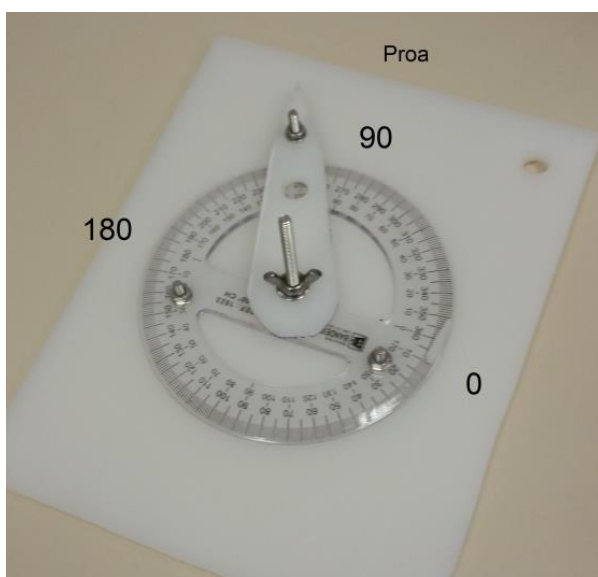
Haverá sobreposição dos campos visuais dos três observadores na proa da embarcação (Figura 3). Os observadores de cada bordo usarão os binóculos reticulados (7x50) e o olho nu para a detecção dos grupos. O Observador/anotador da proa usará tanto o binóculo com estabilização de imagem (15x50) e olho nu para detectar os grupos. Os observadores deverão alternar entre observação a olho nu e com binóculos, aproximadamente 50% do tempo com cada método. Registros a mais de 90° dos bordos, nas aletas e popa da embarcação, não serão considerados em esforço, mas poderão ser registrados pelos observadores como “Fora de Esforço”.



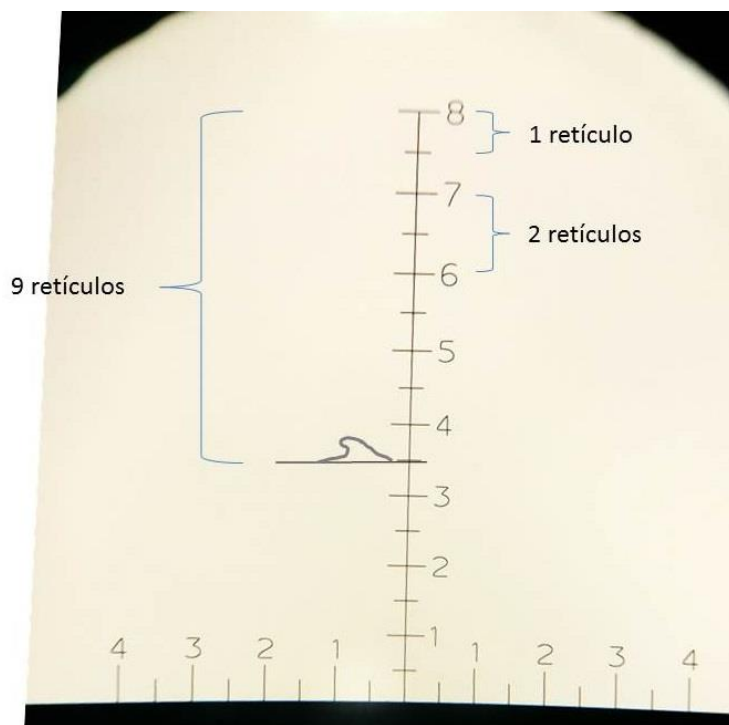
**Figura 3:** Campos visuais de cada um dos observadores.

No momento da detecção de um grupo de cetáceos, os observadores deverão registrar o ângulo horizontal usando uma alidade (Figura 4) e o número de retículos do binóculo entre o horizonte e o grupo (Figura 5). Estas informações permitirão o cálculo da distância perpendicular do grupo em relação à linha de transecção. Quando o horizonte da mensuração do retículo não for mar, nos casos em que a embarcação estiver próxima da costa ou ilhas, deve-se anotar esta condição nas observações.

Um grupo será definido como “qualquer agregação em uma mesma área com comportamento coordenado ou não”. Em caso de grupo misto, ou associação interespecífica entre duas ou mais espécies de cetáceos, o registro de cada espécie na ficha deverá ser feito em linhas diferentes, com a observação de que era um grupo misto. Neste caso, a hora, posição geográfica e outras informações devem ser iguais entre os registros. Entretanto, a estimativa do tamanho do grupo deverá ser feita para cada espécie separadamente.



**Figura 4:** Alidade para mensuração de ângulos horizontais.



**Figura 5:** Reticulo do binóculo para mensuração da distância.  
*No exemplo da figura acima, para mensuração dos retículos, deve-se alinhar o horizonte com o retículo de número “8” e contar quantos traços (retículos) existem até a superfície do mar onde o animal foi observado. **Portanto, a escala numérica à direita da escala NÃO corresponde ao número de retículos.***

Os observadores tentarão identificar o grupo ao nível taxonômico mais próximo de espécie de acordo com guias de identificação. Será atribuído um código de qualidade da identificação com base na realização de registro fotográfico de caracteres diagnósticos e no consenso ou não dos observadores sobre a identidade da espécie. **O observador somente deverá atribuir uma classificação taxonômica se tiver certeza da identificação.** Idealmente, a identificação deverá estar acompanhada de uma fotografia que mostre algum caractere diagnóstico da espécie ou táxon em questão.

Em caso de dificuldade de identificação na primeira passagem da embarcação, ou quando se quiserem coletar registros fotográficos ou biópsias do grupo, a embarcação poderá realizar uma manobra denominada de “360”. Esta manobra deverá ser realizada em casos de grupos que estejam perto da embarcação (até 1 milha náutica) e consiste no contorno do barco por boreste ou bombordo, retornando em uma linha paralela até cruzar o grupo novamente, e depois retornando para a linha de transecção para retomada da amostragem na linha. A velocidade da embarcação poderá ser reduzida temporariamente para 5 nós durante a realização desta manobra. O anotador deverá registrar quando houver a realização da manobra e a mesma deverá ser muito bem coordenada com a equipe de MAP. A coordenação com o MAP é necessária para permitir que todas as informações importantes, como a distância perpendicular, sejam coletadas pelos operadores de MAP e visando evitar danos ao cabo rebocado.

Sempre que possível, serão realizados registros fotográficos do grupo para auxiliar na confirmação da identificação. Os registros fotográficos devem focar em todas as partes do corpo do animal, incluindo as partes do corpo que permitem identificação individual, como a nadadeira dorsal ou a nadadeira caudal, a depender da espécie. No início de cada dia, poderá ser feita uma “claquete” (folha A4 escrita com pincel atômico) contendo o número da campanha e a data da

amostragem. Entre cada grupo detectado, deverá ser batida uma fotografia de intervalo para facilitar a triagem das fotos de cada grupo.

Outras informações que deverão ser coletadas em cada detecção são: (a) tamanho do grupo; (b) presença de filhotes; (c) pista de detecção; (d) meio de detecção; e (e) observador que detectou. O tamanho do grupo será determinado por comparação entre as contagens dos diferentes observadores e consenso entre os mesmos. A pista de detecção corresponde ao evento que levou à detecção do grupo, como por exemplo: salto, borribo, batida de cauda, corpo submerso, corpo na superfície, nadadeira dorsal, *splash* (jatos de água produzidos por algum comportamento aéreo), etc. O meio de detecção corresponde à maneira pela qual o observador realizou a detecção, como olho nu, binóculo 7x50 ou binóculo 15x50.

Os observadores também poderão anotar, no campo das observações, outras informações relevantes sobre o comportamento dos animais, como: eventos comportamentais (p. ex., salto, batida de cauda, exposição caudal, *porpoising*, periscópio, exposição de cabeça, exposição caudal parada, *bow-riding*), presença de cardumes de peixes, interações interespecíficas com aves ou outras espécies, interações com atividades antrópicas (embarcações, atividades de pesca), marcas naturais ou antrópicas, etc. **Os observadores deverão sempre anotar se houve ou não movimentos responsivos em relação ao barco de pesquisa (afugentamento ou atração) no campo de observações.**

Além de grupos de cetáceos, serão registradas atividades humanas, como embarcações de diferentes tipos, atividades de pesca (petrecho ou embarcação) e plataformas de petróleo. Os observadores deverão sempre descrever da maneira mais detalhada possível os registros efetuados, como por exemplo, tamanho e características das embarcações. Outros animais marinhos, como raias, tubarões ou tartarugas, também deverão ser registrados. Sempre que os observadores detectarem algum obstáculo na rota do barco (como um petrecho de pesca), os operadores de MAP e o comandante da embarcação deverão ser informados imediatamente.

**No momento da detecção, os observadores deverão avisar imediatamente à equipe de MAP sobre a detecção.** Quando a espécie for identificada e se obtiverem outras informações sobre a detecção, como tamanho de grupo, bordo do navio, ângulo e número de retículos do binóculo, estas informações também deverão ser repassadas para a equipe de MAP. **Os operadores de MAP não poderão informar aos observadores de bordo sobre qualquer detecção realizada acusticamente.** Observadores em descanso também não devem avisar sobre detecções aos observadores que estão em turno de trabalho na torre. Os observadores de bordo que entrarão no turno de observação na torre devem evitar qualquer contato com os operadores de MAP antes de subir na torre.

### 3. Procedimentos pós-amostragem

Ao final da amostragem, todos os equipamentos deverão ser limpos com flanela úmida no corpo dos binóculos, câmeras, GPS e rádio VHF. As lentes deverão ser limpas com solução apropriada especial para lentes e pano de algodão limpo.

**O coordenador da campanha deverá enviar os dados necessários via Autotrac até as 20h do mesmo dia para que o Relatório Diário de Ocorrência (RDO) seja elaborado** pela equipe em terra (ver dados em anexo) e enviado para a PETROBRAS.

Os dados do *track* do GPS, coletados durante o dia, serão baixados no computador pelo programa *Trackmacker* ao final da amostragem e salvos no formato “.gtm”. Somente as rotas do dia deverão ser salvas, devendo-se editar os dados baixados do GPS visando eliminar os *tracks* de dias anteriores. O nome do arquivo deverá ser a data do dia, por exemplo: “08-07-2016.gtm”


Os dados registrados nas planilhas deverão ser passados diariamente para planilhas eletrônicas padronizadas.



As fotografias também deverão ser baixadas e salvas em uma pasta contendo a data no nome do arquivo (Exemplo: 16-12-15). Caso exista mais de um fotógrafo e diferentes grupos observados, as fotos de diferentes fotógrafos deverão ser salvas em subpastas contendo data, hora, nome do fotógrafo e sigla da espécie identificada (Por exemplo: “16-12-15\_0923 [Leo] Mn” ou “19-12-15\_1012 [Denis] Tt”). Todas as fotos também devem ser renomeadas conforme o exemplo a seguir: “16-12-15\_0923 [Leo] Mn (3).jpg”, “16-12-15\_0923 [Leo] Mn (4).jpg”, etc.

As fichas de campo deverão ser conferidas para verificação de erros e/ou informações faltantes. O coordenador deverá realizar anotações na ficha diária sobre condições climáticas, pontos positivos e negativos do trabalho, atividades de SMS, avistagens, paralisações da amostragem (e motivos das paralisações), problemas enfrentados, soluções dos problemas e outras informações que julgar pertinente.

Diariamente deve ser feito backup de todos os dados em um disco rígido.

 <b>socioambiental</b> CONSULTORES ASSOCIADOS	<b>PROJETO DE MONITORAMENTO DE CETÁCEOS NA BACIA DE SANTOS – PMC-BS</b>	<b>Procedimento Operacional nº 04</b>		
<b>Título:</b> Procedimento para operação do Monitoramento Acústico Passivo	<b>Primeira</b>	<b>Última</b>	<b>Revisão</b>	
<b>Responsáveis:</b> Alexandre Douglas Paro	22/01/2016	22/05/2017	05	

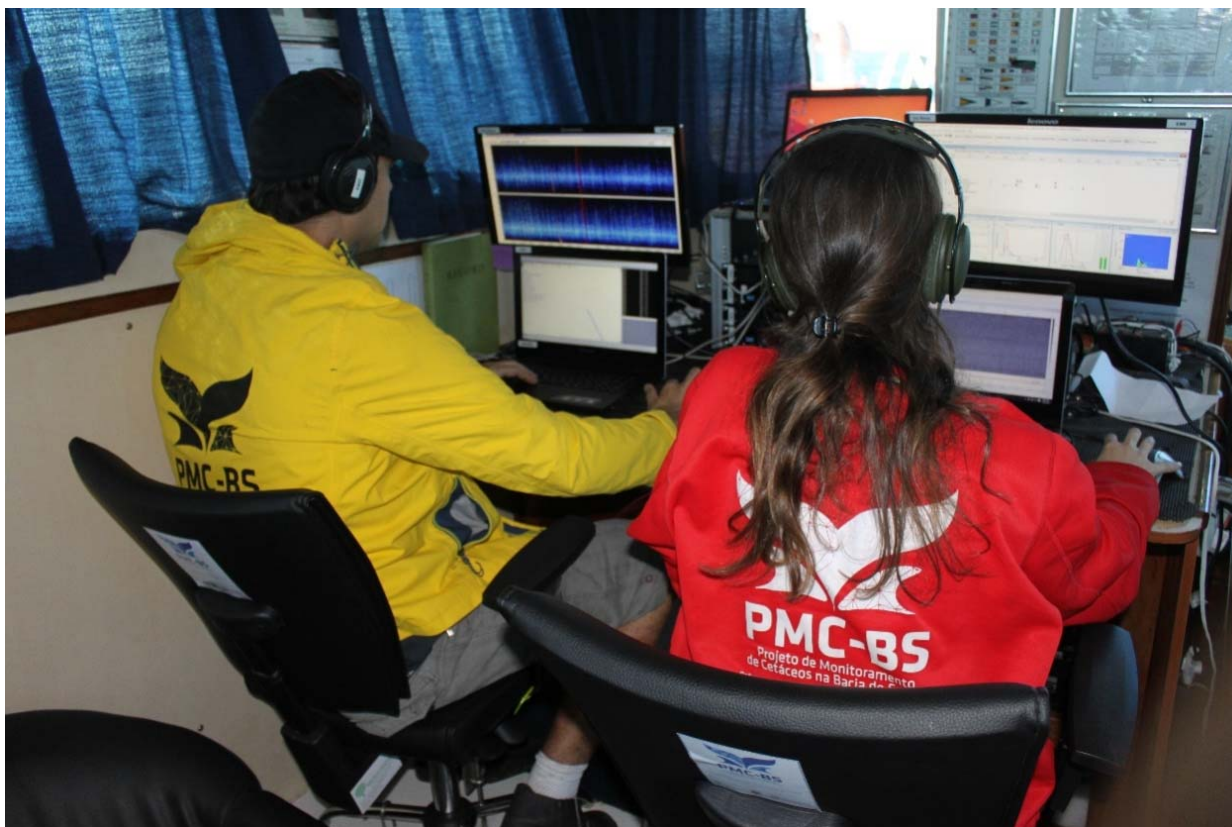
<b>OBJETIVO</b>
Descrever os procedimentos relativos ao Monitoramento Acústico Passivo em campanhas embarcadas do Projeto de Monitoramento de Cetáceos na Bacia de Santos - PMC-BS.

<b>Controle de Revisões</b>	
<b>Data</b>	<b>Descrição</b>
22/01/2016	Documento Original
05/05/2016	Mudança do Sistema
30/09/2016	Melhor detalhamento do método
11/10/2016	Revisão ortográfica e gramatical
01/03/2017	Refinamento nos procedimentos de registro do esforço amostral
22/05/2017	Uso do RAID e preenchimento de planilhas pós-esforço

## 1. Introdução

O objetivo da equipe de operadores de MAP na Campanha de Avistagem e MAP do PMC-BS será detectar e registrar o maior número possível de vocalizações de cetáceos utilizando os programas PAMGUARD, ISHMAEL e WHALTRAK2. O esforço será realizado durante todo o período que houver luz do dia, em conjunto com o esforço de observação visual. A equipe de operadores será responsável por localizar (sempre que possível) cada detecção de cetáceo utilizando o melhor de suas habilidades e fazer os registros de acordo com os procedimentos descritos neste protocolo. O desenho amostral segue o padrão de transectos para estimativa de densidade animal, percorrendo linhas que cobrem toda a área de estudo. Os observadores visuais são independentes dos operadores de MAP e não devem ser avisados sobre as detecções acústicas de cetáceos.

O monitoramento é realizado por dois operadores na estação de MAP localizada na ponte de comando (**Figura 1**) e serão responsáveis pelo monitoramento contínuo do áudio captado pelos hidrofones. O monitoramento será feito através de uma combinação de monitoramento aurál (através dos fones de ouvido) e visual dos sinais nos espectrogramas do ISHMAEL e detector de cliques do PAMGUARD. A equipe é constituída por três operadores, que se revezam em turnos de 2 horas de trabalho e uma de descanso.



**Figura 1:** Operadores na estação de MAP localizada na ponte de comando da embarcação *Sea Route*.

## **2. Uso do RAID e Cópia de Segurança dos Dados**

Todos os dados coletados durante as campanhas de MAP são gravados nos computadores da estação de MAP e ao final do dia salvos em que HDs que ficam no RAID ("Redundant Array of Independent Drives" ou "Conjunto Redundante de Discos Independentes"). O RAID que utilizamos no PMC- BS possui gavetas para 2 HDs e é configurado para que os dados sejam copiados de forma espelhada em ambos os HDs externos (opção RAID 1).

Os HDs utilizados são do tipo SATA 3.5" com capacidade de armazenamento de 2 TB. Quando os HDs ficam cheios devem ser retirados da gaveta do RAID e substituídos por HDs em branco que se encontram a bordo. Os HDs cheios são uma cópia um do outro (HDs espelhados) e devem ser cuidadosamente armazenados no navio e transportados para a sede da Socioambiental ao fim de cada campanha. Tipicamente, os HDs ficam cheios por volta da metade da campanha (após cerca de 20 dias de trabalho de campo).

### **Formatação dos HDs**

Antes de utilizar os HDs no modo RAID deve-se primeiramente formatar os HDs. Para isso, o RAID deve ser colocado no modo individual, indicado como "IND" na configuração dos jumpers atrás do RAID, que é a função na qual cada gaveta do HD é independente. Ligue o RAID com os HDs a serem formatados na função "IND". Clique com o botão direito no ícone "Meu Computador" e vá em "Gerenciar", depois clique em "Gerenciamento de Disco". Na janela que abrir vai ser mostrado todos os

Y:\PETROcetaceos\GERENCIAL\PO\_Procedimentos\_Operacionais\PO 04  
MAP\_OPERAÇÃO\PO\_04\_MAP\_Operação\_PMC\_rev05.docx

discos disponíveis, tanto do computador como dos HDs. Os HDs novos irão ser reconhecidos como "não alocado", clique com o botão direito no HD e escolha a opção "alocar disco". Durante o processo você pode nomear o disco. Nomeie da seguinte maneira: PMC\_BS\_(no da Campanha)\_HD\_(numero do HD)\_(letra a - principal e letra b espelhado).

Exemplo: **PMC\_BS\_4\_HD\_I (a)**

Neste exemplo está indicado que é o HD I campanha 4 e a letra (a) indica que é o disco principal. Uma vez alocado o disco, clique novamente com o botão direito e escolha a opção "formatar" e aguarde enquanto o disco é formatado. Faça este procedimento para os dois discos que serão espelhados.

### **Espelhamento dos HDs**

Após concluída a formatação você deve ejetar os discos, desligar o RAID e configurar os jumpers atrás do RAID para o modo RAID 01. Este modo permite usar 2 HDs, sendo que o segundo armazenará uma imagem idêntica do primeiro. Na prática, será como se você tivesse apenas um disco rígido instalado, mas caso o disco titular falhe por qualquer motivo você terá uma cópia de segurança armazenada no segundo disco.

Portanto, ao colocar no modo RAID, confira na opção "gerenciamento de disco" que os HDs do RAID irão aparecer apenas como um único disco. O que for salvo em um disco irá automaticamente ser copiado no outro. Faça um teste e grave algum arquivo no HD e confira se foi salvo.

Resumindo: use o modo "IND" para formatar cada um dos HDs individualmente. Após, desligue o RAID e configure os *jumpers* localizados atrás do RAID para o modo "RAID 01". Verifique se os discos foram reconhecidos como um único disco. Caso sim, salve algum arquivo para certificar-se que os dados foram salvos e que o HD esteja funcionando normalmente. Ao longo da campanha, certifique-se de que o HD está salvando os dados e o disco está enchendo.

**Atenção!** Certificar-se de ter seguido todos os passos para formatação e espelhamento no RAID seguindo as instruções descritas antes de começar a fazer a cópia dos dados do computador para RAID, inclusive os testes para certificar-se que os arquivos estão sendo salvos com sucesso.

Este procedimento deve ser feito sempre antes do início da campanha e quando for necessário trocar os HDs que ficaram cheios por HDs novos em branco, o que geralmente ocorre por volta da metade da campanha. No caso da formatação dos HDs, recomenda-se que todos os quatro HDs a serem utilizados na campanha sejam formatados e testados antes de iniciar a campanha.

**Atenção!** Nunca mude a chave dos *jumpers* do RAID para as opções que não aquelas instruídas neste protocolo. Isto pode fazer com que os discos sejam desalocados, podendo acarretar na perda dos dados.

### 3. Lançamento do Cabo

A tripulação está treinada para o lançamento do arranjo de hidrofones e cabo de MAP utilizando o guincho hidráulico no convés. Entretanto, pelo menos um operador de MAP deve auxiliar a tripulação durante esta operação.

**EPI obrigatório:** colete salva-vidas, capacete, cinta com mosquetão, calçados fechados e rádio para comunicação com a ponte.

#### *Procedimento*

Avisar a ponte de comando pelo rádio que a equipe no convés está pronta para lançar o cabo. O comandante deve diminuir a velocidade do navio para cerca de três nós. No início o cabo deve ser solto do guincho vagarosamente e o arranjo de hidrofones e lastros devem ser conduzidos com as mãos até a popa da embarcação, passando por dentro dos roletes até que alcance a água (**Figura 2**). O operador do guincho pode então soltar o cabo a uma velocidade maior. Ao chegar à altura do nó com as alças (*chinese finger*), o lançamento do cabo deve ser interrompido para que as três cordas com os mosquetões sejam anexadas nas alças (**Figura 2**). Depois o procedimento de lançamento pode ser retomado até que o *chinese finger* fique suspenso na popa do navio. O operador do guincho deve então acionar o freio e a trava do guincho. O operador de MAP deve avisar a ponte de comando que o lançamento foi concluído. O cabo está sendo lançado a cerca de 400m da popa. O arranjo de hidrofones fica a uma profundidade de cerca de 25m-30m e o lastro utilizado no cabo possui cerca de 4 kg (20 chumbadas de 200g presas no final do cabo).

Quando a operação é feita em águas rasas (< 40m) deve-se lançar apenas 150m de extensão cabo, fazendo o mesmo procedimento (anexar as três cordas com mosquetões no *chinese finger* localizado na extensão de 150m). A profundidade do arranjo de hidrofones com 150m de extensão do cabo é de cerca de 10m-15m. Após o lançamento, a terminação do cabo é desenrolada da lateral do guincho e conectada no cabo de convés. Para conectar as partes é preciso observar os pinos e furos do encaixe macho-fêmea. Após conectá-los é necessário rosquear as partes. Cuidado para não forçar a rosca e danificá-la. O cabo de convés corre por um tubo até o convés superior e passa por um orifício que dá acesso a estação de MAP na ponte de comando. O cabo de convés é conectado com a medusa, que divide o sinal para os 4 canais no Sistema de Processamento Acústico (SPA).



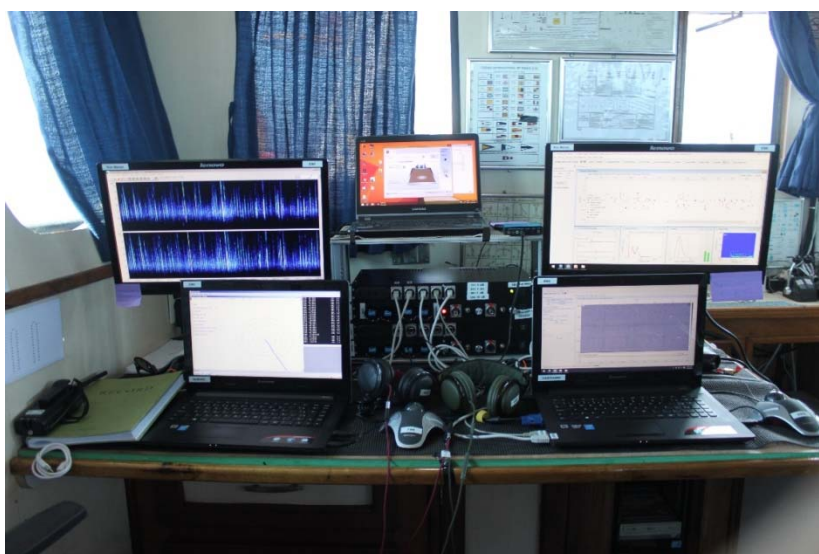
**Figura 2:** Cabo do MAP sendo lançado na água (esquerda) e detalhe mostrando as cordas com os mosquetões presos no *chinese finger* (direita). Note que o cabo passa pelo rolete na popa da embarcação antes de ser lançado no mar.

#### 4. Início do Dia - Estação de MAP

Iniciar todo o procedimento do MAP pelo menos quinze minutos antes da mobilização da equipe visual. A estação de MAP está localizada na ponte de comando (**Figura 3**).

A energização do sistema é feita através das tomadas da energia elétrica da embarcação. Durante a instalação foram feitas as ligações elétricas. Para garantir a correta funcionalidade, todos os equipamentos deverão permanecer nas mesmas tomadas. Tanto o transformador quanto o *no-break* deverão ficar permanentemente energizados, lembrando que estes equipamentos são de uso exclusivo do MAP e não deverão ser usados para carregar rádios, notebooks, celulares, etc. Para ligar o sistema de processamento acústico (SPA), seguir o passo-a-passo de acordo com a ordem abaixo:

- Ligue os dois computadores (senha PMC@2016)
- Ligue os dois monitores
- Insira a bateria de 9V do sensor de profundidade no compartimento.
- Ligue os equipamentos, conferindo que ascenda o led vermelho tanto no painel frontal tanto do rack do condicionador Ecowaves como do rack dos dispositivos USB (led da bateria do sensor de profundidade). Quando a bateria do sensor de profundidade estiver descarregada, o led no mudará de vermelho para laranja. Nesse caso, desligue o equipamento para efetuar a troca da bateria.
- Abra os programas ISHMAEL/WHALTRAK2 e PAMGUARD nos respectivos computadores
- Após o lançamento do cabo de hidrofonos, plugue a bateria 12 V da medusa para ligá-lo (cabo de energia proveniente da medusa). São duas baterias 12V, conecte no recarregador da bateria a que não estiver em uso, fazendo o revezamento das baterias. ATENÇÃO: a energização do arranjo de hidrofonos deve ser sempre o ultimo passo ao ligar todo o equipamento.
- Verifique se as configurações do ISHMAEL/WHALTRAK2 e PAMGUARD estão corretas. Periodicamente, abra os arquivos das gravações no editor de áudio *audacity* e confira que o som tenha sido gravado.
- Inicie a gravação no ISHMAEL e PAMGUARD. Quando o PAMGUARD estiver gravando, um led verde no conector USB no painel frontal acenderá, indicando que a placa NIDAQ está em funcionamento.
- Ligue o GPS portátil da estação de MAP para fazer o registro de milhas náuticas percorridas do esforço de MAP.



**Figura 3:** Estação de MAP na ponte de comando



## Configurações dos softwares

As configurações do PAMGUARD (PG) e ISHMAEL (ISH) já estão definidas e os arquivos de configuração todos possuem uma nomeação padrão, de acordo como descrito adiante neste protocolo. As configurações que devem ser alteradas pelo operador de MAP estão descritas abaixo.

### Configuração do arranjo de hidrofones

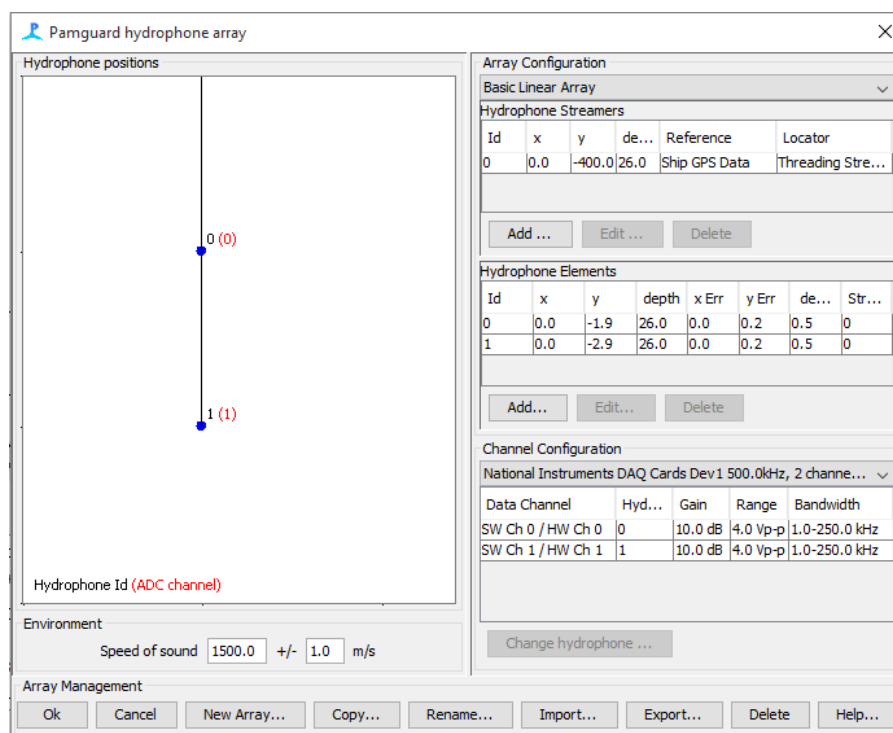
Extensão do cabo de reboque lançado na água e troca de do arranjo de hidrofones:

São dois arranjo de hidrofones utilizados no projeto, denominados de arranjo "Bahia" e arranjo "Turquoise". O arranjo é conectado no cabo de reboque, sendo lançado 400m mas deve ser recolhido para 150m sempre que a embarcação atingir as profundidade entre 40 metros a 20 metros (menos de 20 metros o cabo é recolhido). Quando a extensão do cabo é alterada (150m ou 400m) ou é feita a troca do arranjo de hidrofones, as configurações do PAMGUARD e ISHMAEL devem ser ajustadas.

#### No PAMGUARD:

Vá em: *Settings*→*Hydrophone Array* (Figura 4)

Em *Hydrophone Streamers* de um clique duplo no valor y. Na janela que abrir altere o valor de y (-150 ou -400, conforme a extensão de cabo utilizada).



**Figura 4.** Janela de configuração do “*Hydrophone Streamers*” do PAMGUARD. Neste exemplo, a extensão de cabo é de 400m e a profundidade 26m

Quando alterar as configurações em *Hydrophone array* você deve salvar uma nova configuração do PAMGUARD:

Vá em: *File* → *Save Configuration as*

Salve a configuração com o mesmo nome que estava anteriormente, alterando apenas a extensão de cabo que foi alterada:

Ex: PMC-BS\_2\_RESON\_HP2\_HP3\_500kHz\_**150m**\_20161014

Neste caso a extensão de cabo foi alterada para 150m (em negrito no exemplo acima).

Caso haja a necessidade de troca do arranjo de você pode alterar manualmente as configurações de distância dos hidrofones ou carregar uma configuração do PAMGUARD com as configurações já salvas. (nome do arquivo de configuração do PG indicando "Bahia" ou "Turquoise" e a extensão do cabo (150m ou 400m).

Vá em: *Settings* → *Hydrophone Array* e **verifique se a configuração de distância entre os hidrofones foi alterada, caso não, altere manualmente.** Os valores das distâncias entre os hidrofones dos diferentes arranjos estão na pasta laranja na ponte de comando.

Ex: **Bahia**\_Array\_RESON\_HP2\_HP3\_**400m**.paf

Neste exemplo o arranjo de hidrofones "Bahia" está sendo utilizado com 400m de cabo lançado.

#### **No ISHAMEL:**

Quando abrir o ISHMAEL e o arquivo de configuração do dia anterior será automaticamente carregado (setting file - .ipf).

Verifique em *localize* → *loc options* (**Figura 5**) se você está utilizando o arquivo de *array* correto.

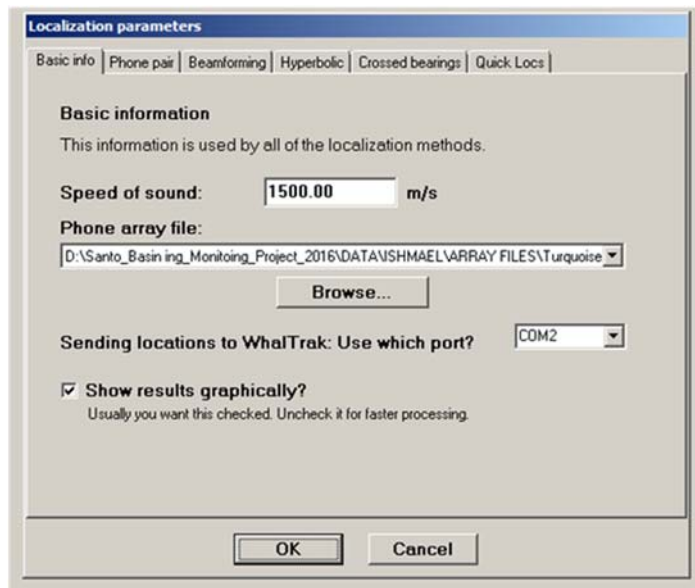
Ex: **Turquoise**\_Array\_**400m**\_APC\_H1\_H4.arr

O arquivo do exemplo acima indica que o arranjo Turquoise com 400m de cabo (em negrito) está em uso. O ISHAMEL. Caso necessite alterar, utilize o botão *Browse* e selecione o arquivo do *array* de acordo (extensão do cabo e nome do arranjo utilizado). Não é necessário salvar uma nova configuração do ISHAMEL se apenas a extensão de cabo lançado for alterada.

Caso o array for trocado, você deverá salvar uma nova configuração alterando o nome do arquivo de configuração para que corresponda ao arranjo utilizado.

Ex: ISHMAEL\_**Bahia**\_Array\_APC\_H1\_H4\_192kHz\_**20161015**.ipf

Este arquivo de configuração do exemplo indica que o arranjo de hidrofones Bahia foi utilizado no dia 15/10/2016 (em negrito).



**Figura 5.** Janela de configuração “loc options” do ISHMAEL.

## WHALTRAK2

O WHALTRAK@ é o programa de mapa e coleta de dados do GPS que funciona integrado ao ISHAMEL (diferente do PG que tem o seu próprio módulo de mapa e GPS). Note que na Área de Trabalho do computador do ISHMAEL existem dois ícones para abrir o programa:

WHALTRACK2.6.EXE – 400m

WHALTRACK2.6.EXE – 150m

Clique no ícone para abrir o WHALTRAK2 de acordo com a extensão de cabo (150m ou 400m) que está sendo utilizada.

## 5. Protocolo para Monitoramento

Preencha as planilhas eletrônicas do PAMGUARD. Estas planilhas estão na aba “**Logger Forms**”.

Ao iniciar o monitoramento, você deve preencher a planilha “**Esforço**”. Anote a data e horário de início do monitoramento. Ao teclar F1, o PAMGUARD automaticamente registra a data e o horário (UTC). Registre o nome dos operadores de MAP que estão no turno do monitoramento e o restante das informações contidas na planilha. Use o rádio para confirmar com os observadores na torre o estado do mar. No espaço para comentários escreva “Início do Monitoramento”.

Você deve preencher a planilha de esforço sempre que houver o esforço for iniciado, interrompido ou finalizado (tanto do MAP como visual), também registre as mudanças de turno entre os operadores do MAP, o estado do mar e as trocas de linha. Sempre assinale a data e horário e faça comentários no espaço reservado para tal (ex: final da linha, final do dia, visual fora do esforço devido a condições climáticas, etc).

**Obs: O PG faz todos registros em horário UTC, que está 3 horas à frente do horário brasileiro (ou 2 horas durante o período de horário de verão).**

Outras planilhas:

**SPA** - altere se houver alterações na configuração do SPA (Sistema de Processamento Acústico), caso contrário a configuração padrão já deverá estar salva. Caso alterar o ganho do sistema, tanto do par de hidrofones APCs (ISHAMEL) ou Resons (PAMGUARD) o novo valor dos ganhos deve ser registrado na planilha juntamente com a data e horário da alteração (pressione F1 para o *time stamp*, que salva automaticamente o horário e data).

Obs: O ganho do SPA pode ser regulado de acordo com a necessidade (aumentado ou diminuído). O ganho mínimo do par de hidrofones RESON deve ser 16 dB e para os APCs e 20 dB. Evite aumentar muito, a ponto de distorcer os sinais (principalmente os cliques dos odontocetos quando estão muito próximo dos hidrofones). Em contra-partida se o sinal estiver fraco você pode aumentar o ganho. No programa AUDACITY você pode verificar se os sinais sofreram clipagem ou não (verifique os cliques na gravação do PG e assovios na gravação do ISH). Abra o arquivo de áudio e em "Exibir" clique em "Exibir Corte de Picos". Sinais clipados aparecerão em vermelho. Caso o sinal esteja fraco e longe de ser clipado significa que o ganho está baixo e deve ser aumentado para aproveitar toda a faixa dinâmica do sistema e melhorar a qualidade do sinal. A clipagem de cliques deve ser evitada principalmente na gravação do PG, no ISH é importante que os assovios e cliques de cachalote não sofram clipagem.

**Arranjo de Hidrofones**- nesta planilha indique qual é o arranjo de hidrofones que está sendo utilizado (Bahia ou Turquoise). Caso o array seja trocado, faça um novo registro incluindo a data e hora da alteração.

**Deteção** - preencha sempre que houver detecções acústicas de cetáceos (instruções mais adiante).

## **Fichas de Campo**

No início do esforço uma ficha de campo denominada **“Ficha de Esforço Diário do MAP”** impressa deve ser preenchida. As fichas ficam em uma pasta na ponte de comando e deve ser preenchida diariamente para registrar a data, horário e coordenadas geográficas do início e fim do esforço diário, número total de detecções e o total de milhas náuticas percorridas (registradas a partir de um GPS portátil). Nesta ficha, também deve ser indicado se houve interrupções do esforço (que tenham durado 30 minutos ou mais) e o número de interrupções durante o dia. Caso haja interrupções deve ser registrado na **“Ficha de Interrupção do MAP”** a data, horário e coordenadas geográficas do início e fim da interrupção e o motivo.

### **Planilhas Eletrônicas do Esforço de MAP**

Além das fichas impressas de "Esforço Diário do MAP" e "Interrupção do MAP", estas informações devem ser preenchidas em uma planilha eletrônica do Excel. Esta planilha, denominada "Planilha de Esforço do MAP" possui três abas:

#### **Esforço\_ Transectos:**

Deve ser preenchido o número do transecto do MAP, e seu respectivo horário e posição inicial e final, total de horas, número de detecções e qualquer observação que for importante.

**Importante:** O número do transecto MAP é independente do número do transecto da equipe de observadores. Um novo transecto é considerado sempre que seja efetuada a troca de linha mas também sempre que haja paralisações no monitoramento de no mínimo 30 min. Quando isto ocorrer um novo transecto deve ser considerado preenchendo uma nova linha na planilha com os horários e coordenadas de início e fim.

**Interrupções:** deve ser preenchida sempre que houver interrupções no monitoramento, mesmo que por período mais curtos que 30 minutos. Nesta planilha, por exemplo, você deve registrar os horários de interrupções para troca do comprimento de cabo do MAP (estas trocas duram cerca de 15 - 20 min), interrupções devido a profundidade e as trocas de linha. Preencher o horário e as coordenadas inicial e final da interrupção e o total de horas e minutos. Também especificar o motivo da interrupção. O motivo pode ser por ocorrer devido a manobras "360", problemas técnicos, condições ambientais adversas, entre outros, mas sempre deve ser justificado.

**Esforço\_Diário:** Nesta planilha deve ser contabilizado o esforço diário do MAP. Preencha o número da linha (de acordo com o mapa), a hora e posição do início e final do dia, total de detecções acústicas do dia e indique se houve interrupção (número de interrupções), preencha o total de horas de interrupção e o total de horas do esforço diário. Por fim verifique o total de milhas náuticas percorridas no odômetro do GPS portátil e preencha na planilha.

**Lembre-se:** caso tenha havido interrupções, as informações devem ser preenchidas na aba "Interrupções" e o total de horas de interrupções do dia subtraído do total de horas do esforço diário. Faça os cálculos na planilha eletrônica e depois preencha na "Ficha de Esforço Diário do MAP" impressa.

Por fim, você deve verificar o número total de arquivos de áudio gerados e o tamanho total em GB das gravações do ISHMAEL e PAMGUARD e número total e tamanho dos arquivos somando as gravações em ambos os programas. Preencha estes valores da planilha nas células indicadas.

### **Planilha de Esforço e Detecção da Base de do MS Access**

Todas as informações preenchidas nas planilhas eletrônicas do PAMGUARD ("*Logger forms*") são salvas no bando de dados do MS Access utilizado no dia. No final do dia, você deverá abrir a planilha do Access e exportar para o Excel tanto a planilha "Effort" como "Detection". Ao exportar para o excel, salve o arquivo colocando no nome a data (ex: Effort\_161021, Detection\_161021). Estes arquivos devem ser salvos diariamente respectivamente nas pastas "EFFORT" e "DETECTION", dentro da pasta "BASE DE DADOS" do PAMGUARD. Depois crie uma nova planilha e copie e cole as informações de todos os dias, de maneira acumulativa nesta planilha denominada "Effort\_total" e "Detection\_Total".

### **Detecções Acústicas de Cetáceos**

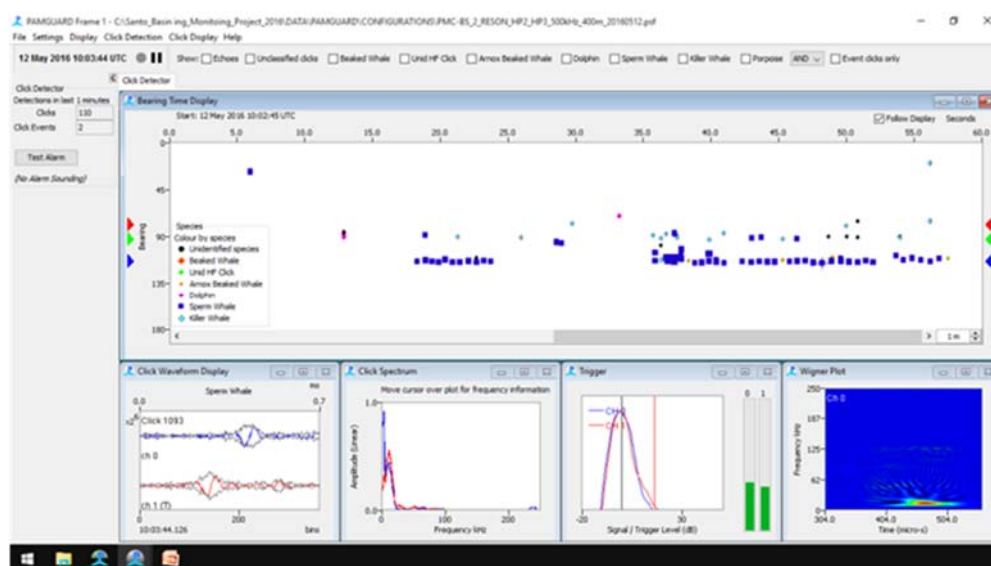
A ficha de campo denominada "Ficha de Detecção MAP" deve ser preenchida sempre que houver detecções acústicas de cetáceos, conforme explicado adiante.

## Procedimentos durante a detecção:

Durante os encontros acústicos com cetáceos, faça a localização para estimativa de distâncias dos sinais detectados, utilizando o PAMGUARD e/ou o ISHMAEL/WHALTRAK2.

### **No PAMGUARD:**

Observe o tipo de clique que está sendo mostrado na tela do detector de cliques do PAMGUARD (**Figura 6**). Ao clicar nos cliques do PG, você pode obter informações como o ângulo (*bearing*) e o tipo de clique de acordo com a classificação configurada (veja os símbolos no lado esquerdo inferior do mostrador tempo x ângulo). Observe a forma da onda, a frequência de pico e o *winger plot* para certificar-se que trata-se de um sinal biológico e não um falso positivo. Plote apenas os ângulos das sequências de cliques as quais você julga serem de cetáceos.



**Figura 6:** Tela do detector de cliques do PAMGUARD.

### **No ISHMAEL/WHALTRAK2:**

Selecione o sinal detectado no espectrograma do ISHMAEL, de preferência na área que tenha maior modulação de frequência (no caso dos assovios) e onde o ruído não esteja muito forte. Depois de selecionar o sinal, clique no botão *phone pair bearing* do ISHMAEL para executar o cálculo da correlação cruzada do sinal. Note que aparecem duas janelas: uma como uma curva de correlação cruzada e outra indicando o ângulo calculado. Uma boa correlação é geralmente indicada por um pico na curva de correlação. Caso julgar que o ângulo calculado é confiável você pode enviar o ângulo para o WHALTRAK2. Se o sinal for muito fraco, o seu ângulo provavelmente será inconsistente, fique atento com relação a estes ângulos pouco confiáveis, que devem ser ignorados, e tente calcular novos ângulos, conforme novos sinais surgirem. Ângulos muito fechados ( $15^{\circ}$ - $20^{\circ}$ ) geralmente não convergem, ademais pode indicar que você está localizando o ruído da embarcação. Já nos ângulos próximos de  $90^{\circ}$  o ruído pode ser proveniente da vibração comum aos 4 hidrofones.

Os ângulos podem ser plotados para o WHALTRAK2 através do botão "Send the most recent bearing to WhalTrak" ou manualmente. Para fazer manualmente, vá em "INPUT BEARING" no WHALTRAK2 e aparecerá uma janela na parte inferior da tela. Digite o valor do ângulo que foi calculado pelo ISHMAEL e em seguida clique "ENTER" no teclado e você irá notar que o ângulo será plotado. Evite enviar



manualmente os ângulos (apenas se tiver algum problema de comunicação entre os dois programas) e sempre confira que o ângulo calculado no ISHAMEL foi o ângulo plotado no WHALTRAK2. Não deixa a tela de "INPUT BEARING" aberta, caso contrário o WHALTRAK2 não salva os dados do GPS.

Conforme você for enviando os ângulos no WHALTRAK2, verifique onde está a área de convergência e faça a localização através do WHALTRAK2.

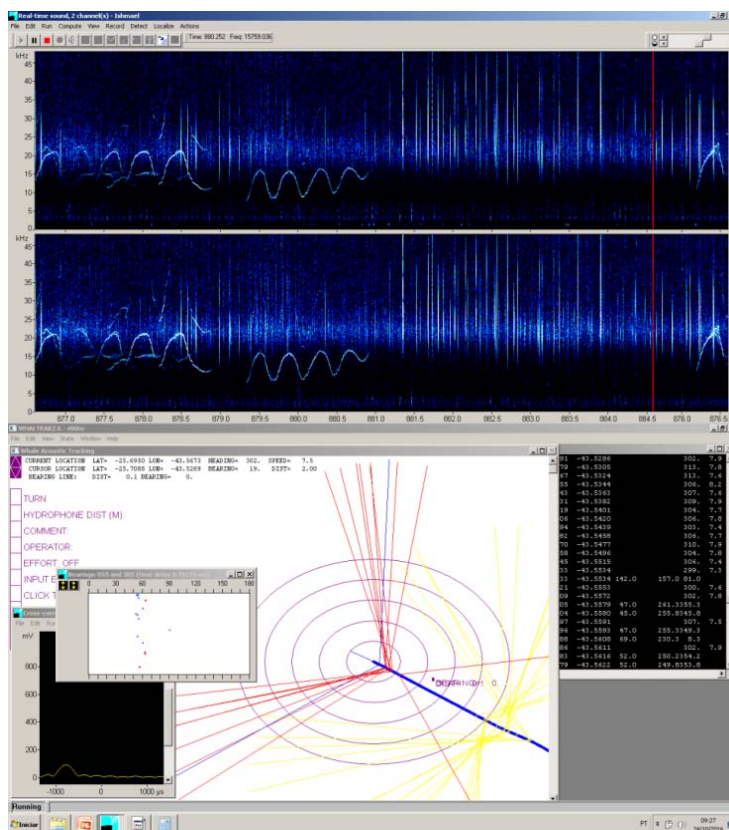


Figura 7: Tela do ISHAMEL (acima) e WHALTRAK2 (abaixo).

## Informações básicas das detecções acústicas

Durante as detecções acústicas as informações descritas abaixo devem ser registradas:

**Número da detecção:** anote o número da detecção de acordo com a ordem cronológica que ocorrem: (A1, A2, A3...), caso também tenha sido feito o registro visual, anote também o número da detecção visual (V1, V2, V3...). Mesmo que faça uma detecção fora do esforço, registre o número da detecção seguindo a ordem cronológica.

**Grupo Taxonômico (espécie):** caso os observadores visuais confirmaram a espécie, faça o registro de acordo com as informações passadas pelos observadores. Caso seja uma detecção somente acústica, classifique pelo grupo taxonômico mais próximo possível, de acordo com o tipo de sinal detectado.

**Horário da detecção:** informar o horário e a posição geográfica que o primeiro sinal foi detectado, mesmo que não tenha sido possível plotar um ângulo.

Obs: A posição geográfica pode ser recuperada posteriormente, de acordo com o horário registrado. As coordenadas geográficas do 1º ângulo plotado podem ser obtidas na base de dados do WHALTRAK2 (tela preta ou arquivo.txt). Também, na base de dados do PAMGUARD (MS Access) na tabela "GPS" a posição é registrada a cada 2 segundos.

**1º ângulo:** informar a direção em graus do primeiro ângulo plotado. Registre também o horário e as coordenadas geográficas em que o primeiro ângulo foi plotado.

**1ª distância:** a distância pode ser estimada quando houver convergência dos ângulos plotados. A 1ª distância é medida entre a linha do transecto, de onde parte o primeiro ângulo, até a área de convergência (que corresponde a localização estimada do indivíduo ou grupo detectado). No PAMGUARD a distância é registrada em metros.

**Distância perpendicular (*beam distance*):** É a distância perpendicular entre a área de convergência e a linha do transecto do navio (linha de 90 graus). Registre o horário em que o indivíduo ou grupo cruzou os 90° (*beam time*) assim como as coordenadas geográficas para este horário (*beam lat/long*).

**Horário final da detecção:** Anote o horário na qual as vocalizações cessaram e não puderam mais ser ouvidas ou visualizadas no espectrograma ou detector de cliques.

**Comentários:** Faça comentários sobre a detecção no caderno de anotações, ficha de detecção e na planilha eletrônica do PAMGUARD.

**Qualidade da Localização:** ver adiante

Quando a localização não pode ser feita, preencha as informações que não puderam ser obtidas com o número 999 (não deixar em branco).

### ***Localização - Cálculo das distâncias***

As distâncias podem ser estimadas pelo mapa do PAMGUARD ou pelo WHALTRAK2. Os ângulos estimados através de hidrofones lineares sempre vão apresentar ambiguidade em relação ao lado da embarcação. Portanto, a distância deve ser medida nos dois lados onde houve convergência de ângulos. A distância reportada deve corresponder à média entre ambos os lados. Nos casos em que as detecções acústicas tiverem confirmação visual dos observadores, você pode confirmar qual lado da embarcação os animais foram avistados, e reportar a distância estimada apenas do lado em que os animais foram vistos.

Caso você tenha feito a localização tanto no PAMGUARD como no ISHMAEL/WHALTRAK2, compare e verifique se os ângulos e as distâncias estimadas.

**Atenção! O PAMGUARD registra a distância no mapa em metros. O WHALETRAK2 registra a distância em milhas náuticas.**

Os registros das detecções devem ser feitos tanto no caderno de anotações (ver adiante) como na planilha eletrônica do PAMGUARD (*Detecção*). Preencha todos os campos da planilha de detecção do PAMGUARD e faça comentários.

Em uma detecção ideal, assume-se que os animais estejam estacionários ou pelo menos que o navio se desloca a uma velocidade maior que os animais. Você irá detectar os animais quando eles estiverem na região da proa da embarcação (ângulos menores que 90°, que são os ângulos à frente da embarcação) e,

conforme o navio se desloca, os ângulos plotados irão aumentar até cruzarem a linha perpendicular do arranjo de hidrofones (90°). Quando isto acontecer, anote o horário e o ângulo em que foi possível verificar que os animais cruzaram a linha perpendicular (*cross the beam*- ou seja, cruzaram o ângulo de 90°). Após cruzarem os 90° os animais já estarão atrás do arranjo de hidrofones. Os ângulos plotados a partir de então serão maiores que 90° (os ângulos apontarão para trás).

### **Contagem das detecções:**

Quando é possível fazer a localização de sinais, você saberá quando um sinal pertence ou não a mesma detecção ao acompanhar a movimentação dos grupos, sub-grupos ou até indivíduos no caso das cachalotes. Por exemplo, assovios de animais que foram plotados os últimos ângulos para trás e, após um período de silêncio, é detectado novamente e verificado que os ângulos continuam para trás dos hidrofones, indica que é provável que seja o mesmo grupo e nestes caso assume-se que estão dentro de uma mesma detecção. Passados mais de 15 minutos e novos sinais forem detectados apontando para frente ou não puderem ser localizados, será então aberta uma nova detecção. No caso de detecções de cachalotes, o intervalo será de 20 minutos.

### **Quando houver observação visual da detecção acústica:**

A equipe de observadores visuais deve avisar os operadores de MAP sobre as avistagens de cetáceos. Mantenha contato via rádio com os observadores, e peça informações como o lado da embarcação no qual o grupo ou indivíduo se encontra, direção de deslocamento, tamanho de grupo, comportamento e a espécie.

**Atenção!** Os operadores de MAP não devem informar os observadores sobre as detecções acústicas.

**Atenção!** O uso do rádio pode causar interferência nos equipamentos de MAP. Ao se comunicar no rádio, nunca aponte a antena para o equipamento. **Use o rádio sempre com a antena apontada para trás do equipamento.**

### **Qualidade da Localização (QLoc)**

A localização acústica depende de fatores como a quantidade e intensidade dos sinais recebidos. Detecções com poucas vocalizações e/ou com sinais muito fracos geralmente resultam em localizações de baixa qualidade, ou por vezes nem mesmo é possível fazer a localização.

Por isso são atribuídos diferentes graus de qualidade das localizações. Como regra geral, uma classificação da qualidade das localizações está descrita abaixo:

**Q1** - pelo menos 5 ângulos para frente e 5 ângulos para trás, e ângulos que apresentaram uma boa convergência (dentro de uma área pequena) em ambos os lados. A diferença entre os ângulos deve ser de pelo menos 30°.

**Q2** - pelos menos 5 ângulos para frente e 4 ângulos para trás e uma convergência dos ângulos mais esparsa em ambos os lados. A diferença entre os ângulos deve ser de pelo menos 30°.

**Q3** - pelo menos 3 ângulos para frente e 1 ou 2 ângulos para trás OU nenhum ângulo para frente e pelo menos 5 ângulos para trás OU pelo menos 5 ângulos para frente e nenhum ângulo para trás. Qualquer

um dos critérios acima da Q3 deve configurar uma boa convergência dos ângulos em pelo menos um dos lados. A diferença entre os ângulos deve ser de pelo menos 30°.

**Q4** - pelo menos 3 ângulos para frente e 1 ou 2 ângulos para trás OU nenhum ângulo para frente e pelo menos 5 ângulos para trás OU pelo menos 5 ângulos para frente e nenhum ângulo para trás.

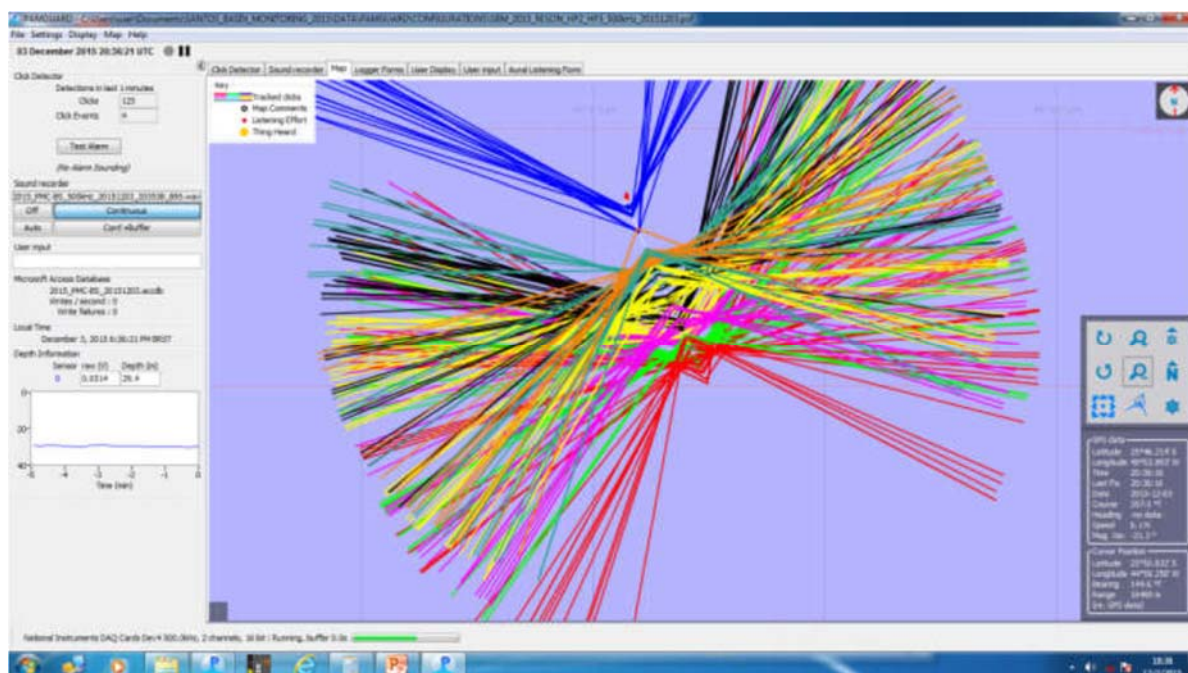
Qualquer um dos critérios acima da Q4 configura uma convergência dos ângulos mais esparsa em pelo menos um dos lados. A diferença entre os ângulos deve ser de pelo menos 30°.

**Q5** - pelo menos de 3 a 6 ângulos que convergiram. Os ângulos devem estar entre 70° - 110°. A diferença entre os ângulos pode ser menor que 30°.

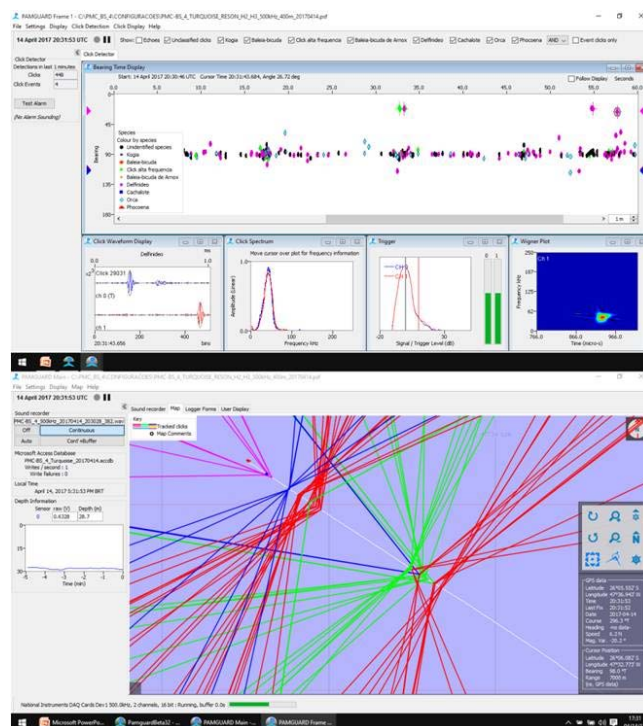
#### **Detecções de múltiplos animais**

Especialmente no caso dos cachalotes é possível localizar os animais individualmente (**Figura 8**). As sequências de cliques que aparecerem em ângulos diferentes no detector de cliques do PAMGUARD, podem ser atribuídas a indivíduos diferentes. Por vezes, no caso de golfinhos, sub-grupos diferentes podem ser detectados (**Figura 9**).

Conforme cliques provenientes de diferentes indivíduos aparecerem no detector de cliques do PAMGUARD (diferentes ângulos do mostrador tempo x ângulo), clique com o botão direito do mouse e atribua uma cor para cada sequência de cliques dos diferentes indivíduos (ou sub-grupos). Observe que no canto direito do seu painel tempo x ângulo haverá uma seta da cor atribuída ao indivíduo indicando o último ângulo que foi plotado para aquele indivíduo. Anote a cor do animal ou sub-grupo, não se esqueça de anotar o primeiro ângulo e horário para cada indivíduo ou sub-grupo que for detectado. Faça o mesmo procedimento discutido anteriormente para fazer a localização, mas desta vez você deverá monitorar e localizar múltiplos animais ou subgrupos simultaneamente. No caderno de anotações, anote a cor do animal ou subgrupo e os respectivos registros como primeiro ângulo, primeira distância, horário e distância perpendicular.



**Figura 8:** Múltiplos indivíduos de cachalote localizados no mapa do PAMGUARD.



**Figura 9:** Múltiplos sub-grupos de golfinhos localizados no mapa do PAMGUARD.

## Classificação quali-quantitativa dos assovios

No caso das detecções que contém assovios de delfínídeos a detecção deve ser classificada de acordo com uma escala da quantidade e força dos assovios. A escalas a de "Taxa de Ocorrência" e "Força do Sinal" devem ser assinaladas e preenchidas tanto na "Ficha de Detecção do MAP" como na "Planilha de Detecção MAP - SisPMC" que são apresentadas adiante.

As escalas estão descritas abaixo:

### Taxa de Ocorrência

- 1- Apenas um ou dois assovios durante todo intervalo de duração da detecção;
- 2- Assovios detectados mais de duas vezes, porém menos do que a metade do intervalo de tempo de duração da detecção;
- 3- Assovios detectados em pelo menos metade do intervalo de tempo de duração da detecção, com períodos ocasionais de ausência de vocalizações;
- 4- Assovios detectados constantemente ao longo do intervalo de tempo de duração da detecção, com curtos espaços sem vocalizações;
- 5- Semelhante ao (4), com o critério adicional dos assovios estarem sobrepostos.

### Força do sinal

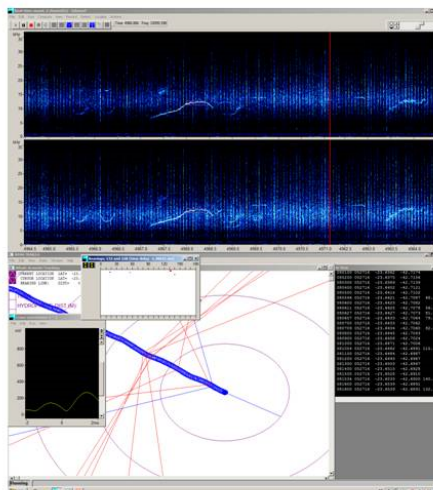
- 1- Assovios fracos, que mal podem ser escutados ou vistos no espectrograma, por vezes apenas vistos mas não podem ser escutados ou vive-versa;
- 2- Assovios podem ser escutados e vistos no espectrograma, porém ainda muito fracos para serem localizados (ou ângulos estimados são pouco confiáveis);
- 3- Assovios fortes, claramente escutados e vistos no espectrograma e que podem ser utilizados para a estimativa de ângulos;
- 4- Assovios muito fortes e bem destacados no espectrograma.

### **Cópia de tela (*print screen*)**

Durante as detecções faça cópias da tela do computador (tecla PrtSc) para ilustrar a detecção. Você pode fazer cópias da tela do ISHMAEL ou PAMGUARD, tanto dos espectrogramas, detector de cliques e mapas do WHALTRAK2 e PAMGUARD para ilustrar as detecções e localizações. Copie a tela em um arquivo do PowerPoint. Faça um arquivo do PowerPoint diferente para cada dia. No primeiro slide coloque a data e nos slides que ilustram a detecção coloque no título do slide o número da detecção acústica (e visual se houver) e a classificação taxonômica da detecção (**Figura 10**)

Você pode fazer cópia da tela do espectrograma de outros eventos que não necessariamente sejam detecções, como por exemplo, para ilustrar algum ruído verificado no sistema, ruído de embarcações ou plataformas (quando possível anote o nome da embarcação ou plataforma). Na **Figura 9** está ilustrado um exemplo da cópia de tela que foi colada no slide do PowerPoint.

## A35,V22 – S.frontalis



**Figura 10:** Cópia da tela do ISHMAEL/WHALTRAK2 durante uma detecção acústica e visual de *Stenella frontalis*. Os códigos identificam o número da detecção acústica e visual.



## Troca de turno entre operadores de MAP

São 3 operadores de MAP a bordo. Os turnos de monitoramento são de 2 horas, sendo dois operadores trabalhando conjuntamente, cada um operando um dos computadores (ISHMAEL/WHALTRAK2 ou PAMGUARD) enquanto o terceiro permanece no descanso de 1 hora. Portanto, os operadores devem organizar uma tabela de rodízio, dividindo os turnos de cada um de maneira que cada operador trabalhe 2 horas e descanse 1 hora. Os dois operadores do primeiro turno do dia devem se dividir de modo que um auxilie no lançamento do cabo e o outro faça os preparativos para início do monitoramento na estação de MAP. O mesmo vale para o final do dia, os dois operadores do último turno devem se dividir de maneira que um auxilie no recolhimento do cabo e outro nos procedimentos do final do dia descritos adiante.

**IMPORTANTE:** O ISHMAEL por vezes pode aleatoriamente começar a subscrever arquivos de áudio e gerar perda de dados. Para evitar isto é recomendado **parar e reiniciar as gravações do ISHMAEL no início do turno de cada operador.**

## 6. Caderno de Campo e Ficha de Detecção do MAP

### **Caderno de Campo:**

Faça anotações livres sobre o monitoramento, sempre informando o horário de qualquer observação que for registrada. Você pode registrar informações como o início do dia, troca de linhas, final do dia, qualquer paralisação que possa ocorrer no esforço, descrevendo o motivo (tanto do MAP como visual), trocas de turnos entre os operadores de MAP, mudanças no estado do mar, problemas técnicos com o equipamento e soluções encontradas, ruídos presentes (ex: ruído elétrico no sistema, embarcações ou plataformas próximas) ou qualquer outra informação que você julgue importante.

Durante as detecções você pode fazer suas anotações no caderno, e depois passar a limpo as informações para a “Ficha de Detecção do MAP” e no *logger form* do PAMGUARD na aba “*Detection*”. Você pode anotar o horário e os ângulos que estão sendo enviados, o tipo de vocalização, a quantidade e intensidade das vocalizações, as distâncias estimadas entre os diferentes lados para depois calcular a média para localizações com lado ambíguo, o horário do último sinal detectado e outras informações sobre a detecção que julgar importante. Caso haja a observação visual da detecção acústica registre todas as informações passadas pelos observadores. No final do dia anote o número total de detecções acústicas registradas e o grupo taxonômico correspondente de cada uma delas. Esta informação deve ser passada para o coordenador da campanha para que inclua no RDO (Relatório Diário de Operação).

### **Ficha de Detecção do MAP**

Além das fichas impressas "Ficha de Esforço Diário do MAP" e "Ficha de Interrupção MAP" que devem ser preenchidas diariamente, também é necessário preencher uma ficha impressa de detecção do MAP sempre que registros de vocalizações de cetáceos forem feitos.

Para manter a organização e facilidade de consulta dos dados registrados, a ficha de campo impressa “Ficha de Detecção do MAP” será utilizada de maneira padronizada.

Sempre preencha todos os campos. Nunca deixe nenhum campo em branco. Caso a informação do campo não esteja disponível, preencha com "999" ou um traço de hífen (-).

Um exemplo do padrão de preenchimento da "Ficha de Detecção MAP" está ilustrado abaixo:

**PROJETO DE MONITORAMENTO DE CETÁCEOS DA BACIA DE SANTOS**  
**FICHA DE DETECÇÃO - MAP**

**CAMPANHA:** \_\_3\_\_

**Espécie:** \_\_S. longirostris\_\_

**Data:** \_\_25\_\_ / \_\_05\_\_ / 2016\_\_

**ID MAP:** \_\_31\_\_ **ID Visual:** \_\_25\_\_

**Horário inicial:** 15\_: 15

**Lat/Long:** \_\_-23.5762 / -44.5325

**1ª )>\_45\_°@\_15\_:17\_ Lat/Long:** -23.5067 / -44.3278

**1ª Dist:** \_\_950\_\_m

**Beam )>\_92\_°@ 15\_: 23\_ Dist. Beam:** \_\_600\_\_m

**Lat/Long Beam:** -23.4321 / -44.2214

**Tipo de Sinal:** \_\_Assovio e cliques de ecolocalização\_\_ **Tx. Ocorr.:** \_\_3\_\_ **FS:** \_\_3\_\_

**Localização:** \_\_Ishmael\_\_ **QLoc:** \_\_3\_\_

**Horário Final:** \_\_15\_: 38

**Observações:**

Grupo de 80 - 100 indivíduos, detectado por assovios e depois avistado pelos observadores. Animais vieram da direção boreste e fizeram bowriding (sub-grupo de 30 indivíduos). Saltos e porpoising. Foi feita biópsia e foto-id. Cliques e muitos assovios fortes no início depois ficou mais fraco.

**Planilha de Detecção MAP da Base de Dados do MS Access**

Conforme mencionado anteriormente, todas as informações das planilhas eletrônicas do PAMGUARD (*logger forms*) são armazenadas em uma base de dados do Access. As planilhas "Effort" e "Detection" devem ser exportadas para planilhas do excel diariamente, nomeando os arquivos pela data (ex: Detection\_170308). As detecções acústicas registradas diariamente devem ser conferidos e transcritos para a planilha "Detection\_total" de maneira cumulativa. O modelo da planilha está no computador do PAMGUARD, preencha as informações das detecções acústicas de acordo.

**Planilha de Detecção MAP - SisPMC**

Por último, todas as detecções devem ser transcritas diariamente para a planilha padrão do SisPMC. Esta planilha está no computador do ISHAMEL.

## 7. Final do dia

Anote o horário de encerramento do esforço, as coordenadas geográficas e verifique as milhas náuticas percorridas no GPS portátil. Preencha estas informações na planilha eletrônica e na “Ficha de Esforço Diário de MAP”. Escreva no comentário que o esforço foi encerrado e siga os seguintes passos (sempre nesta ordem):

- Encerre a gravação no ISHMAEL e PAMGUARD
- Tire o *plug* de alimentação da bateria que energiza o arranjo de hidrofones
- Desligue os equipamentos usando a chave localizada na parte direita de cada painel frontal.
- Desconecte da medusa o cabo de convés e passe o cabo pelo orifício para fora da ponte.

**Atenção!** No início do dia ligar o arranjo de hidrofones na bateria é o ultimo passo e no final do dia, desconectar a bateria do arranjo de hidrofones é o primeiro passo para desligar o equipamento.

Enquanto um operador permanece na estação de MAP para fazer todo procedimento de conferência dos dados e back-up (ver abaixo), o outro operador deve auxiliar no recolhimento do cabo.

### Recolhimento do cabo

EPI obrigatório: colete salva-vidas, capacete, cinta com mosquetão, botas, rádio para comunicação com a ponte.

O cabo de reboque deve ser desconectado do cabo de convés, e sua terminação amarrada na lateral do guincho. Peça a ponte de comando que a velocidade do navio seja reduzida para iniciar o recolhimento. O operador do guincho irá acionar o guincho, fique atento ao cabo conforme vai sendo enrolado no guincho, que deve ser guiado com as mãos, caso haja excesso de cabo em algum dos lados do tambor. Ao chegar no *chinese finger* peça para que o guincho pare e desatarraxe as cordas com os mosquetões que ficam presos no *chinese finger*. Em seguida, peça para que o operador do guincho continue o recolhimento do cabo. No final, onde estão os lastros e o arranjo de hidrofones, você deve suspender o cabo com as mãos para evitar que sejam arrastados no convés. Cuidadosamente conduza com as mãos até o guincho (o guincho será acionado em baixa velocidade). Lembre-se: Nunca deixe o arranjo de hidrofones ser arrastado no convés. Ao término, avise ponte de comando que o recolhimento foi concluído.

### Conferência e Transcrição dos Dados

Todos os registros feitos nas planilhas eletrônicas do PAMGUARD (*Logger forms*) devem ser conferidos para verificar se foram corretamente preenchidos e estão de acordo com os registros feitos no caderno de anotações. As planilhas "effort" e "detection" devem ser exportadas para o Excel e transcritas para a planilhas "effort\_total" e "detection\_total" diariamente. Adicionalmente, as detecções acústicas devem ser transcritas para a "planilha coleta acústica\_SisPMC" (planilha padrão SisPMC).

Para a conferência dos dados:

Na pasta PMC\_BS vá em →PAMGUARD→BASE DE DADOS

Abra o arquivo MS Access do dia e cheque os dados de todas as planilhas (Arranjo de Hidrofones, SPA, Detecção, Esforço e GPS) para verificar se não há erros ou dados faltantes, conferindo se estão de

acordo com os registros do caderno de campo, planilhas do excel e fichas impressas de esforço e detecções.

### ***Backup do Dados:***

O Backup deve ser feito a partir dos computadores para os HDs utilizando o RAID. Só apague dos computadores conforme estes forem ficando cheio, sempre conferindo que o back-up foi feito adequadamente antes de apagar dados do computador.

Ligue o RAID na tomada. Conecte o cabo USB no computador aperte o botão para ligar, que fica na parte de atrás do RAID.

O RAID têm dois HDs que fazem cópias espelhada dos dados. Quando os HDs encherem deve ser trocado por HDs vazios que estão a bordo.

Nos HDs, os backups devem ser feitas conforme descrito abaixo:

### **No computador do PAMGUARD:**

Os arquivos de áudio do PAMGUARD são salvos em pastas nomeadas pela data na pasta GRAVACOES

PMC\_BS →PAMGUARD→GRAVACOES

Faça o backup das seguintes pastas e arquivos:

- Pasta com as gravações do dia (GRAVACOES)
- Configuração do PAMGUARD do dia (.psf) (CONFIGURACOES)
- Database do dia (.accdb) (BASE DE DADOS) e pastas com as planilhas do excel (EFFORT e DETECTION)
- Dados binários - o PAMGUARD automaticamente cria uma pasta do dia, apenas copie e cole esta pasta (BINARIOS)
- Arquivos Power Point com cópias de tela do dia (se houver) (CAPTURAS DE TELA)

Depois de finalizado o backup desligue o computador. Certifique-se de que o PAMGUARD esteja pronto para o dia seguinte (nova base de dados e configuração salva).

### **No computador do ISHMAEL/WHALTRAK2:**

Conecte o RAID no computador do ISHMAEL e salve as planilhas do excel do esforço do MAP (salvar diariamente, copiando e substituindo o arquivo).

Vá em PMC-BS →ISHMAEL→GRAVACOES

Crie uma pasta e nomeie com a data atual, depois mova todos os arquivos das gravações do dia para esta pasta.

Faça o backup das seguintes pastas e arquivos:

- Pasta com as gravações do ISHMAEL do dia (GRAVACOES)
- Arquivo de configuração do ISHMAEL (.ipf) do dia (CONFIGURACOES)
- Arquivo do PowerPoint com as cópias de tela do dia (se houver) (CAPTURAS DE TELA)

#### WHALTRAK2:

Os arquivos de base de dados do WHALTRAK2 são armazenados na Área de Trabalho do computador do ISHMAEL. São duas pastas que são respectivamente para a configuração de 150m ou 400m:

WHALTRAK2.6- 150m

WHALTRAK2.6-400m

Crie uma pasta para o dia e coloque todos arquivos do WHALTRAK2 nesta pasta. Recorte esta pasta e cole no RAID (salve em PMC-BS → WT2 → BASE DE DADOS).

**Importante! As pastas WHALTRAK2.6 da Área de Trabalho do computador devem estar vazias para o dia seguinte.**

Depois de concluir todos os backups do ISHMAEL e WHALTRAK2 você já pode desligar o computador. Depois desligue o RAID e tire da tomada.

Os arquivos salvos no computador podem ser gradualmente apagados conforme o computador for ficando cheio. Somente apague os arquivos do computador após ter certeza de que todos arquivos foram copiados para os HDs externos. Quando os HDs estiverem cheios troque por HDs novos. Os HDs novos devem ser formatados e colocados na case do RAID (RAID Mode 01) para que os dados sejam copiados de forma espelhada entre os dois HDs.

## **8. Troubleshooting**

### **Sensor de Profundidade**

A calibração do sensor de profundidade pode ser feita utilizando o programa "Calibrar Sens Prof", o ícone está na Área de Trabalho.

O sensor de profundidade é alimentado por uma bateria 9V que fica dentro de um compartimento no rack. Quando você notar que o registro de profundidade no PAMGUARD está errático e o led estiver como uma alaranjada, a bateria deve ser trocada. Abra o compartimento e retire a bateria, sem puxar os fios, e substitua por uma nova. Em média a bateria dura cerca de 4 dias.

Caso fazer a troca pelo SPA reserva, você deve abrir o programa INSTACALL para que o PG reconheça a placa do sensor de profundidade. Ao abrir o programa apenas clique em ok e a placa é reconhecida automaticamente.

## GPS

Caso o GPS não seja reconhecido, pode ser que na configuração não esteja selecionada a porta de comunicação correta (se tiver trocado entre o SPA principal e reserva, por exemplo). Na área de trabalho do computador no ícone GPS INFO, você pode escanear a porta de USB que o computador está reconhecendo o GPS, e ajustar de acordo nas configurações dos programas PG e WT.

**Obs:** No programa "GPS INFO" você pode sincronizar o horário entre o GPS e o computador, é recomendável fazer este procedimento regularmente (Clique em "Set Time").

## PAMGUARD

Nos casos em que o PAMGUARD congelar você deve reiniciar imediatamente. Evite mexer nas configurações do programa durante as detecções, pois isto pode fazer o programa ficar sobrecarregado e travar. Sempre faça anotações no caso de ser necessário reiniciar o PAMGUARD.

Caso haja algum erro no PAMGUARD você pode verificar na janela de tela preta do programa qual a mensagem de erro que o programa está acusando.

## ISHMAEL

O ISHMAEL dificilmente trava, mas caso aconteça também deve ser reiniciado. Caso apertar o *play* para início da gravação e o espectrograma não aparecer, verifique se a placa de som está corretamente selecionada (vá em File → SoundCard).

## WHALTRAK2.6

Quando você notar que a tela principal do WHALTRAK2 fica branca quer dizer que o arquivo da base de dados está muito grande. Você deve fechar e reiniciar o WHALTRAK2 e ele irá criar um novo arquivo da base de dados automaticamente.

### ***Mau funcionamento ou danos no sistema de MAP***

No caso de algum dano ou mau funcionamento do equipamento de MAP, tente rastrear e encontrar a origem do problema (verifique o caminho do sinal desde os hidrofones até os computadores e fones de ouvido). Veja o que está funcionando normalmente para tentar isolar e identificar o problema. Na **Figura 11**, está ilustrado um diagrama do sistema de processamento acústico.

O áudio é captado pelos pares de hidrofones de baixa frequência (APC – Hidrofones 1 e 4) e alta frequência (RESON – Hidrofones 2 e 3) e transmitidos para os quatro canais do Rack (Filtro passa-altas Ecowaves com ganho ajustável), onde o sinal é filtrado e amplificado. O monitoramento aural é feito pelo áudio dos hidrofones 1 e 4, distribuído para os dois fones de ouvido. No entanto você também pode ouvir os hidrofone Reson, movendo para a direita a chave seletora no rack do SPA. O áudio direcionado para o SPA, contém as placas de digitalização (placa 192 kHz e NIDAQ). No SPA, as saídas USB do painel conduzem dois canais de áudio para o computador do ISHMAEL (H1 e H4 – canais de baixa frequência) e dois canais para o computador do PAMGUARD (H2 e H3 – canais de alta frequência). As saídas USB do painel também distribuem o sinal de GPS para ambos os computadores e o sinal da placa do sensor de profundidade para o computador do PAMGUARD. A energização do sistema é feita por um transformador 220V-110V que passa pelo *no-break* e é distribuído para extensões de tomadas que ligam os computadores e monitores. O filtro passa-altas Ecowaves do SPA e a placa NIDAQ são ligados na tomada diretamente no *no-break*. O sensor de profundidade é alimentado por uma bateria



9V, que fica em um compartimento dentro do Rack. Os hidrofones e pré-amplificadores do arranjo são energizados por uma bateria 12V, que deve ser carregada todas as noites após o fim do esforço.

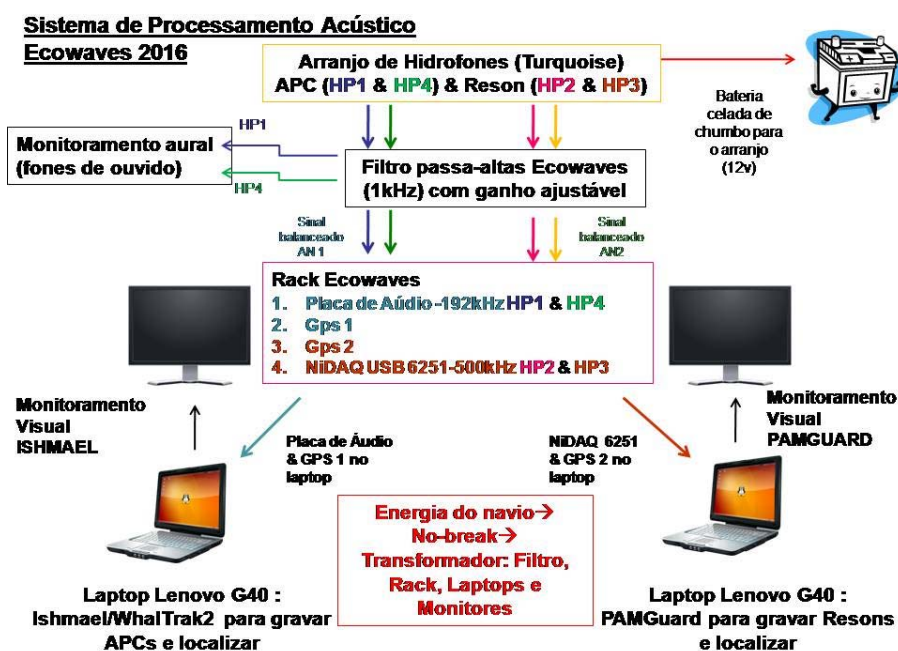



Figura 11: Diagrama do Sistema de Processamento Acústico (SPA)

No caso de avarias no equipamento, preencha um relatório (modelo de exemplo na Área de Trabalho do computador do ISHMAEL) descrevendo a ocorrência incluindo fotos para ilustrar a situação. No caso de problemas de software, faça cópias de tela da mensagem de erro que aparecer.

Caso seja necessário, substitua algum componente com mau funcionamento ou avariado pelo reserva que se encontra a bordo. Quando isto ocorrer, comunique imediatamente para a equipe da Socioambiental em terra (através do AUTOTRACK ou telefone) a ocorrência para que as devidas providências sejam tomadas.

Bom trabalho!



 <b>socioambiental</b> CONSULTORES ASSOCIADOS	<b>PROJETO DE MONITORAMENTO DE CETÁCEOS NA BACIA DE SANTOS – PMC-BS</b>	<b>Procedimento Operacional nº 06</b>		
<b>Título:</b> Procedimento para processamento dos dados do Monitoramento Acústico Passivo	<b>Primeira</b>	<b>Última</b>	<b>Revisão</b>	
<b>Responsáveis:</b> Alexandre Douglas Paro e Marcos Rossi	04/07/16	22/05/17	04	

<b>OBJETIVO</b>
Descrever os procedimentos relativos ao processamento de dados do Monitoramento Acústico Passivo do Projeto de Monitoramento de Cetáceos na Bacia de Santos - PMC-BS.

Controle de Revisões	
Data	Descrição
04/07/2016	Versão Original
30/09/2016	Detalhamento da Metodologia
11/10/2016	Revisão ortográfica e gramatical
01/03/2017	Inserção de procedimentos do SisPMC
22/05/2017	Inserção de metodologia para amostragem de assovios e análises da sonoteca

## 1. Volume e armazenamento dos dados

As gravações contínuas feitas durante o Monitoramento Acústico Passivo - MAP nas campanhas de Avistagem Embarcada e MAP produzem cerca de 4 TB. A maior parte são arquivos do tipo WAVE, que inclui o áudio gravado em taxas de amostragem de 192 kHz e 5000 kHz mas também inclui as configuração e base de dados dos softwares (ISHMAEL, WHALTRAK e PAMGUARD), planilha de esforço do MAP e capturas de tela que ilustram as detecções acústicas. Em cada campanha, estes dados são armazenados em 2 HDs de 2 TB, denominados HDs I (um) e II (dois). Uma cópia de segurança dos dados é feita em campo através de um RAID ("Conjunto Redundante de Discos Independentes") que grava os dados em 2 HDs que são uma cópia um do outro (espelhamento - Modo RAID 01).

Os dados também são coletados através de fichas impressas de esforço e detecções acústicas de cetáceos, além de um caderno de campo que os operadores de MAP registram esforço, detecções acústicas e anotações livres sobre o monitoramento.

## 2. Responsabilidades

O coordenador de Monitoramento Acústico Passivo (Alexandre Paro – ECOWAVES) e coordenador temático de Bioacústica (Marcos Rossi-Santos – Laboratório de Ecologia Acústica e Comportamento Animal, UNIVERSIDADE FEDERAL DO RECÔNCAVO DA BAHIA - UFRB), serão responsáveis pelo processamento e análise de dados. Os dados coletados são disponibilizados aos coordenadores logo após o final de cada campanha embarcada e MAP do PMC - BS.

Marcos Rossi - Santos realiza suas atividades na UFRB, localizada na cidade de Cruz das Almas - BA, onde dois estagiários bolsistas foram treinados para colaboração no processamento e análise de dados sob sua orientação. Alexandre Paro realiza suas atividades na sede da ECOWAVES em São Paulo -SP.

### 3. Descrição do fluxo de dados

Ao final de cada campanha de Avistagem Embarcada e MAP, os dados (HDI e HDII duplicados e Caderno de Anotações de campo) devem ser recebidos na sede da SOCIOAMBIENTAL, onde será feita uma cópia no servidor da empresa, além de fotocópias do caderno de campo e as fichas de campo impressas.

Na sede da Socioambiental será mantido a cópia dos dados e o original das Fichas e Caderno de Campo.

Cada conjunto de cópias dos HDs (HDI e HDII) e fichas e caderno de campo de cada campanha de MAP do PMC - BS devem ser encaminhados aos coordenadores Marcos Rossi-Santos e Alexandre Paro, em suas respectivas sedes.

As etapas iniciais do processamento de dados do MAP realizado pelos coordenadores consistem na triagem, validação e classificação das detecções acústicas. Esta etapa é importante pois os registros podem ser validados de maneira mais detalhada do que é feito no campo, onde tudo é feito em tempo real. Estas atividades serão realizadas por ambas instituições (ECOWAVES e UFRB), que se organizarão para dividir os esforços e apresentar os dados, conforme descrito no item 4.

### 4. Descrição das etapas do processamento de dados

- I. ETAPA 1 - TRIAGEM: os dados que contém as gravações contínuas devem ser triados. Para isso é feita a conferência dos registros feitos no campo e a triagem do respectivos arquivos de áudio conferindo a data e hora da detecção. Nas detecções de assovios, cliques de cachalote ou canto de baleia; são triados arquivos de áudio do ISHAMEL (taxa de amostragem: 192 kHz). Dos arquivos de áudio das gravações do PAMGUARD (taxa de amostragem de 500 kHz), são triadas as detecções que apresentaram apenas cliques de alta frequência. Nos casos que a espécie ou gênero da qual o registro acústico pertence foi identificado, a triagem é feita tanto dos arquivos do ISHMAEL quanto do PAMGUARD (caso a detecção tenha tanto assovios como cliques).

Os dados serão organizados em pastas, por campanha de Avistagem Embarcada e MAP (ex: PMC\_BS\_1, PMC\_BS\_2, PMC\_BS\_3, etc.). Dentro destas pastas estarão as pastas referentes a data de cada dia das respectivas campanhas (nomeadas pela data, ex:20160513, 20160514, 20160515, etc.). Por fim, os arquivos de áudio triados são organizados dentro de pastas nomeadas de acordo com um código da detecção (ID MAP registrado em campo, ex: A1, A2, A3, etc.). Os metadados relativos as detecções também são organizados dentro das pastas de cada dia da campanha. São eles: base de dados do PAMGUARD (arquivo MS Access), pasta com os dados binários do PAMGUARD e as capturas de tela feitas pelos operadores de MAP.

- II. ETAPA 2 - VALIDAÇÃO: Após os dados serem triados, é necessário conferir os arquivos de áudio buscando confirmar a existência de sinais de cetáceos que correspondem aos registros realizados pelos operadores de MAP em campo. A validação é feita tanto pelo método aural (fones de ouvido) como o uso de um software de áudio para gerar e visualizar os espectrogramas. Na validação confirmar-se houve falsos positivos ou negativos nos registros. É verificado os tipos de sinais presentes (assovios, cliques, buzzes e gritos), a classificação taxonômica atribuída e se o horário inicial e final das detecções foi registrado corretamente. No caso de assovios, também é validada a classificação quali-quantitativa referente a quantidade e força dos assovios (descrita na ETAPA 2). Detecções que foram feitas em conjunto com a avistagem são confirmadas em relação ao grupo taxonômico identificado. São feitos novos comentários em relação a detecção, com o objetivo de descrever melhor o registro. Os dados registrados podem sofrer alterações de acordo com o que foi validado durante esta etapa.

- III. ETAPA 3 - CLASSIFICAÇÃO QUALI-QUANTITATIVA: Classifica as detecções de acordo com a quantidade e qualidade das vocalizações, especificamente para os assovios de delfínidos. As escalas adotadas, baseada no manual do programa WHALTRAK2.6, refere-se a taxa de ocorrência (quantidade) e a força do sinal, conforme descritos no ANEXO 1. Esta escala é um indicativo da qualidade da detecção para aplicação das metodologias propostas para análise de dados. Os operadores de MAP fazem o registro utilizando esta mesma escala. A classificação pode sofrer alterações de acordo com o que é validado nesta etapa.

## 5. Planilhas do MAP

Após a campanha, uma planilha "pré-validação" é inserida no Sistema do PMC - BS (SisPMC). A "Planilha de Detecção MAP - SisPMC" é preenchida durante a campanha no campo.

Nesta planilha será informado:

- Data
- Horário Inicial
- Horário Final
- Coordenadas geográficas
- Código da detecção acústica (ID MAP)
- Código da detecção visual (se houver)
- Grupo misto (sim ou não)
- Espécie (ou táxon mais próximo)
- Tipo de vocalização
- Escala da quantidade de sinais (Taxa de Ocorrência)
- Escala da força dos sinais (Força do Sinal)
- Localização (sim ou não)
- Operador de MAP
- Comentários

Esta planilha poderá sofrer alterações, de acordo com a validação realizada durante o processamento dos dados. As alterações na planilha poderá ser realizada diretamente na planilha a partir do SisPMC, que inclusive registra todas as modificações feitas na planilha original.

As alterações que porventura ocorrerem na planilha de detecção MAP -SisPMC também serão feitas na planilha de detecção denominada "Detection\_Total", transcrita a partir dos dados registrados no campo a partir das planilhas eletrônicas do PAMGUARD . Nesta planilha, além das informações que também constam na planilha do SisPMC , também estão feitos os registros a respeito da localização que foi realizada em campo, como o 1o angulo estimado, a 1a distância, o horário e coordenadas que os animais estavam na perpendicular, o programa na qual a localização foi feita, qualidade da localização, além de informações se houve avistagem por parte dos observadores.

As etapas descritas neste procedimento referem-se ao processamento inicial para validação, classificação e triagem dos dados de MAP obtidos durante as campanhas de Avistagem Embarcada e MAP. Após a conclusão dessas etapas, dá-se início às análises dos dados.

## **6. Processamento para a amostragem de assovios da sonoteca e análises para construção de classificadores**

A Sonoteca está estruturada em diferentes pastas, nomeadas pelas espécies registradas e catalogadas. Portanto a sonoteca está composta pelas detecções acústicas que tiveram a espécie confirmada através da equipe de observadores do PMC - BS que realizou o esforço amostral em conjunto com o MAP.

Cada pasta referente a espécie contém:

- 1) Planilha de Análise: RoccaCountour Stats\_espécie
- 2) Pastas das detecções acústicas referentes às espécies (ex: PMC\_2\_A23)

As pastas das detecções contém:

- 1) Planilha SchoolStats\_espécie\_detecção (ex: SchoolStats\_S.frontalis\_A25)
- 2) Pasta com clipes de áudio (contendo as amostras de assovios e a tabela do RAVEN com assovios selecionados)
- 3) Pasta de arquivos das Figuras dos Espectrogramas

### **RAVEN**

**Abrir os arquivos de áudio das detecções acústica a serem analisadas no programa RAVEN.**

Os arquivos de áudio previamente triados estão separados por campanha e em pastas correspondentes a cada detecção acústica (nomeada como A\_(ID da detecção). Estes são os dados originais que serão usados para selecionar os assovios das análises. Você deve abrir estes áudios referentes a espécie e detecção acústica (ou encontro ) que for trabalhar.

Caso o arquivo de áudio esteja muito baixo, proceder conforme abaixo:

#### **Amplificação - Audacity**

Quando o áudio estiver muito baixo , o arquivo deve ser amplificado utilizando o programa Audacity.

Abrir arquivo e selecionar todo o áudio (Ctrl + A)

Na barra de tarefas ir em " Efeitos" --> "Amplificar"

Clicar em OK

Clicar em : "Arquivo" e "Exportar Áudio"

**Salvar em cima do arquivo original. É gerado um novo arquivo do sinal amplificado e uma cópia original.**

#### **Configurar e salvar "window Preset" do Raven:**

Cor do Espectograma: Cool

Tamanho da Janela: 1024 pontos

View - > Tollbars: Tick "play" and "spectrogram"

Choose Measurements: incluir "Delta time"

## **Selecionar assovios no RAVEN**

### **Critérios de seleção de assovios:**

- 1) Assovio deve ser de boa qualidade, de maneira que se possa visualizar claramente o início e o fim do assovio (que não gere dúvida quanto a seu contorno). A escolha de assovios que não estão claros acarreta em medições imprecisas.
- 2) Assovios sobrepostos podem ser selecionados, desde que ainda seja possível individualizar cada assovio em relação ao seu início e fim, sem ambigüidade.

Arraste o mouse com o botão direito pressionado para selecionar o assovio e solte o botão para selecionar o trecho do áudio que contém o assovio, **sempre deixando sobras entre o início e fim do sinal.**

Escolha as amostras de assovios de acordo com os critérios estabelecidos e aperte ENTER após selecionar o sinal para salvar o clipe selecionado na tabela de seleção (*selection table*)

### **Durante a seleção gerar figuras de bons exemplos de assovios e nomear de acordo com o nome do clipe.**

Estas imagens serão posteriormente inseridas na Sonoteca Didática do SisPMC. Usar zoom conforme descrito acima (pg. 2). Caso o assovio alcance mais de 24 kHz, aumentar o eixo da escala de frequência.

### **Usar esta configuração do espectrograma quando for gerar imagens para a sonoteca:**

Na coluna a direita do RAVEN, aba "Layout" em c"Components" deixe abilitado "Axes", "Axis Titles" e desabilite "Position Markers" para que os marcadores não apareçam na imagem.

### **Zoom:**

4 vezes na frequência - eixo y (freq. até 24 kHz - caso o assovio passe de 24 kHz diminuir o zoom 1x)

13 vezes no tempo - eixo x (t até 1,3 s) - caso o assovio tenha duração maior diminuir o zoom

Atalhos no teclado: CTRL+SHIFT+P - Play / CTRL-> ou CTRL<- - mover página para direita ou esquerda

### **Para nomear a imagem use este padrão:**

**Nome da imagem:** PMC\_(numero da campanha)\_A (número da detecção)\_ horário do arquivo de áudio original\_clipe (Número do clipe)

**ex: PMC\_1\_A13\_1610\_clipe\_03**

Ao finalizar a seleção de amostras de assovios do respectivo arquivo de áudio original é necessário salvar a tabela de seleção:

### **File -> "Save Selection Table 1 as"**

Salvar este arquivo dentro da pasta que contém os áudios da detecção (pasta AUDIOS da sonoteca). Este arquivo é a referência para encontrar os assovios selecionados a partir do arquivo de áudio original.

Salvar o nome da tabela preservando o nome default (data e hora do arquivo) e incluir no início:

PMC\_(numero da campanha)\_A (id da detecção)

**ex: PMC-BS\_2\_A92\_20160619-155000.Table.1.selections.txt**



Gerar clipes de áudio para todas as amostras selecionadas.

Isto é feito através dos comandos:

**"Save All Selections in Current Table as"**

Configurar para gerar arquivos tipo WAVE 16 bits

Configurar para nomear arquivos de clipe de áudio da seguinte maneira:

**PMC-BS\_(número da campanha)\_A\_(id da detecção)\_(horário do arquivo de áudio original)\_clipe\_<ii>.wav**

ex: PMC\_2\_A92\_1550\_clipe\_04. wav

Não deixar nenhuma seleção ativa quando for salvar as tabelas e clipes de áudio.

Salvar os clipes de áudio na pasta da detecção correspondente na SONOTECA (ver pag. 1 - pasta com arquivos de áudio) (pasta AUDIOS).

Selecionar as melhores amostras de clipes de áudio com respectivas figuras dos espectrograma para inserir na Sonoteca Didática do SisPMC.

**Seleção aleatória de amostras de assovios para análises no ROCCA a partir da Sonoteca Científica**

Os assovios analisados no ROCCA são aqueles nas quais a espécie ou gênero são conhecidos. Os dados são obtidos a partir da "Sonoteca Científica". Os assovios de cada detecção referente a uma determinada espécie são amostrados de maneira randômica, o procedimento está descrito abaixo:

No Excell fazer uma coluna inserindo o horário do áudio original \_1 e gerar seqüência numérica que corresponde aos números dos clipes extraídos do arquivo original. Quando há mais de um arquivo original, cada arquivo é representado pelo horário do respectivo áudio e deve apresentar uma nova seqüência numérica. No exemplo abaixo, há dois arquivos (15:50 e 16:00). Abaixo são representados as seqüências de 10 clipes do áudio das 15:50h e 7 clipes do áudio das 16:00h

ex: 1550\_1 ..... 1550\_10, 1600\_1 ... 1600\_7

Em outra coluna inserir ao lado da numeração dos clipes uma ordem numérica começando do 1 que numera todos os clipes de áudio dos diferentes clipes da detecção. A ordem numérica desta coluna representa o número do assovios do respectivo clipe de áudio. Será feito um sorteio para selecionar amostras para análise através de amostragem randômica.

**Critérios para Seleção Randômica:**

Para selecionar aleatoriamente as amostras de assovios a serem analisadas no ROCCA segue-se as seguintes regras:

- 1) até 30 assovios: analisar todos
- 2) de 31 a 100: analisar 75 % dos assovios através de seleção randômica ou até o máximo de 50.
- 3) acima de 100: analisar 50 assovios através de seleção randômica.

**O sorteio é feito através do programa R.**

Abra o programa e digite o seguinte comando:

sample(1:numero de assovios detectados, numero de assovios sorteados, replace=F)

ex: 50 assovios selecionados no RAVEN

75% de 50 = 37,5 (arredondar para 38) (caso o decimal é menor que 5 arredondar para baixo)

comando no R:

sample(1:50, 38, replace = F

## **ANÁLISE DOS ASSOVIOS NO ROCCA**

Os assovios selecionados, conforme descrito acima, devem ser copiados da Sonoteca Científica e colados em uma nova pasta denominada "ROCCA". De maneira similar a Sonoteca, na pasta "ROCCA" deve-se criar as pastas para cada espécie (ex: *T. truncatus*) e cada ID MAP (ex: PMC\_3\_A92) e colocar os cliques de áudio com assovios selecionados na respectiva pasta.

As análises são feitas no ROCCA, que está integrado ao programa PAMGUARD.

Ao abrir o PAMGUARD carregue o arquivo de configuração (.psf) denominado **ROCCA\_Manual.psf**

As análises do ROCCA vão gerar duas planilhas, denominadas : "**RoccaCountourStats\_espécie.csv**" e "**SchoolStats\_campanha\_ID\_MAP\_espécie.csv**"

Para configurar a pasta de destino e o nome destes arquivos, na barra de ferramentas do ROCCA vá em "Settings" -> "ROCCA Parameters" -> "Output". Altere o nome do arquivo e a pasta de destino.

Em "**Outputs Directory**":

Escolha a pasta onde os arquivos serão salvos (pasta da espécie em questão).

Em "**Countour Stats Save File**"

Digite o nome do arquivo "**RoccaCountourStats**" da espécie em questão.

No arquivo "**RoccaCountourStats\_espécie.csv**" o resultado das análises de todos os assovios de uma determinada espécie serão compilados. O ROCCA salva de forma cumulativa, adicionando na planilha os dados na medida que vão sendo analisados. Portanto, cada espécie terá uma planilha denominada como no exemplo abaixo:

**ex: RoccaCountoursStats\_S.frontalis.csv**

Caso a espécie não tenha um arquivo de "RoccaContourStats\_espécie.csv" crie um.

Em "**Encounter Stats Save File**":

"SchoolStats" é um arquivo que computa os resultados da classificação considerando todos os assovios de uma determinada detecção acústica (denominado no ROCCA de encontro ou "encounter" ). **Portanto deve ser gerado um novo arquivo para cada detecção acústica ou encontro analisado (ID MAP). Caso for trabalhar com um novo encontro (ID MAP) , sempre renomeie o arquivo "SchoolStas" para que ele não fique com o nome do encontro anterior e acabe salvando o novo encontro em cima.**

**ex:**

**SchoolStats\_S.frontalis\_PMC\_1\_A23.csv**

**SchoolStats\_S.frontalis\_PMC\_1\_A50.csv**

**SchoolStats\_S.frontalis\_PMC\_2\_A89.csv**

Se já estiver trabalhando com o ROCCA anteriormente, o PG irá perguntar se deseja continuar trabalhando com o arquivo " SchoolStats " que estava trabalhando anteriormente. Você tem a opção de apagar o arquivo anterior ("Overwrite") e trabalhar com um novo arquivo ou carregar o arquivo que estava sendo usado anteriormente ("Load File") .

Vc deve selecionar "Load File"

Outras configurações em "ROCCA parameters" :

**Source Data:** "Use FFT source"

**Countours/Classifier:** selecionar o classificador (pasta de Arquivo de Programas - PAMGUARD, arquivo Manual\_RF\_2stage.model)

**File Template:** digite "%f"

**Notes:** Inclua "Encounter ID" (Campanha e ID MAP, ex :PMC\_2\_A5) , Cruise ID (número da campanha, ex: PMC\_2) , "known species" (nome da espécie) e "Geographic Location" (Bacia de Santos)

Para carregar os assovios no ROCCA:

Selecione o clipe de áudio. Vá em "Settings" - > "Sound Acquisition"

Data source Type: "**Audio file**"

**"Select File":** Escolha o clipe de áudio a ser incluído na análise (selecionado previamente através de amostragem randômica) e clique "Ok".

Clique no círculo vermelho ("Start PAM processing") e o espectrograma do clipe de áudio será carregado.

Clique com o botão direito do mouse no espectrograma e vá em "Settings"

Escolha os parâmetros do espectrograma (escala, cor e tamanho da janela "window length ") de sua preferência (que melhor permita a visualização do assovio).

Em "**Mark Observers**": o ROCCA deve estar selecionado.

Selecione o assovio do espectrograma arrastando o mouse com o botão direito pressionado e solte, enquadre o assovio com sobras entre o início e o final do sinal.

O PAMGUARD automaticamente abre uma janela do assovio no ROCCA.

Primeiro irá pedir para adicionar o encontro, digite o número da campanha acompanhado do ID MAP:

**ex: PMC\_1\_A25** (o mesmo que foi colocado em "Encounter ID" na configuração).

Regule o zoom, contraste e brilho que melhor possa visualizar o assovio (explore estas funções)

Clique no início e fim do assovio e o programa irá reproduzir um traço do contorno do assovio, caso o traço não reproduza fielmente o contorno do assovio, você pode tentar fazer ajustes (para cima e para baixo do contorno).

Caso o contorno reproduzido esteja muito discrepante, clique em "**Pick Points**" e insira pontos manualmente no contorno do assovio e ao finalizar clique em "**Pick Points**" novamente para que o programa faça o contorno ligando os pontos inseridos.

Caso o contorno esteja satisfatório clique em "**Classify**" e

**" Save as Encounter (nome do encontro)"**

Os dados dos parâmetros extraídos do assovio serão inclusos no arquivo

**"RoccaCountourStats\_ espécie"**

**Sempre use o mesmo arquivo .csv da espécie para que os dados sejam incluídos na planilha de maneira cumulativa e os resultados da análise de assovios de uma determinada espécie seja armazenada em um único arquivo para todas as análises dos dados do PMC de uma determinada espécie.**

Portanto este arquivo acumula os dados de TODAS as amostras de assovios analisadas para uma determinada espécie. Deve ser feito backup diário:

ex: "RoccaCountourStats\_ *S.longirostris*\_ano/mes/dia" , coloque no nome do arquivo a data do backup na ordem ano, mês e dia.

**Importante:**


**Sempre que for analisar os assovios no ROCCA não deixar a planilha do excell aberta, pois se estiver aberta os dados novos não serão salvos.**

**Sempre clique em "Save Encounter" após analisar um determinado assovio.**

### **Organização das pastas de análises do ROCCA**

Conforme discutido, os clipes de áudio com assovios analisados no ROCCA devem ser copiados e colados na pasta " ROCCA", separados por espécie (ex: *S.bredanensis*) e ID MAP (ex: PMC\_4\_A21). Na pasta da espécie deverá ser salvo a planilhas de "**RoccaCountourStats**", incluindo os backups com a data que devem ser feitos regularmente (ex: "RoccaCountourStats\_ *S.bredanensis*\_170322.csv", RoccaCountourStats\_ *S.bredanensis*\_170328.csv", RoccaCountourStats\_ *S.bredanensis*\_170402.csv").

No caso das planilhas "**SchoolStats**" estas devem ser colocadas dentro das pastas do ID MAP que pertencem e (ex: **SchoolStats\_ *S.longirostris*\_PMC\_1\_A03.csv**").

 <b>socioambiental</b> CONSULTORES ASSOCIADOS	<b>PROJETO DE MONITORAMENTO DE CETÁCEOS NA BACIA DE SANTOS – PMC-BS</b>	<b>Procedimento Operacional nº 07</b>		
<b>Título:</b> Procedimento para coleta de dados visuais em campanha aérea	<b>Primeira</b>	<b>Última</b>	<b>Revisão</b>	
<b>Responsáveis:</b> Karina Rejane Groch e Leonardo Wedekin	09/09/2016	11/10/2016	02	

<b>OBJETIVO</b>
Descrever os procedimentos relativos à observação visual em campanhas aéreas do Projeto de Monitoramento de Cetáceos na Bacia de Santos - PMC-BS.

<b>Controle de Revisões</b>	
<b>Data</b>	<b>Descrição</b>
09/09/2016	Documento original
11/10/2016	Revisão ortográfica e gramatical
19/05/2017	Revisão no número de equipamentos da campanha (Tabela 1)

## 1. Preparação da campanha

Os seguintes equipamentos deverão ser separados e devidamente acomodados para utilização nas campanhas aéreas de observação visual do PMC:

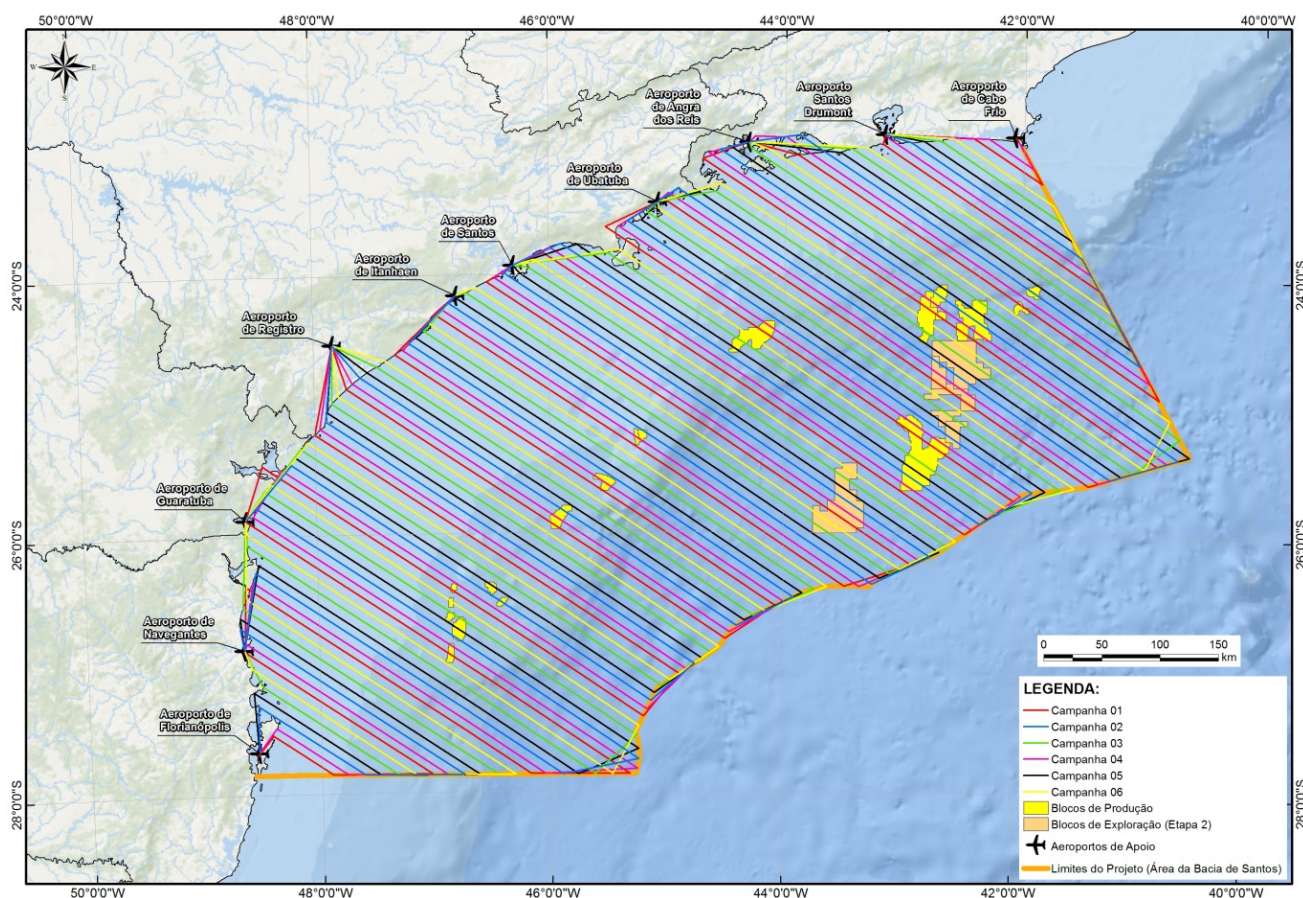
**Tabela 1:** Lista básica de equipamentos para as campanhas aéreas.

Item	Quantidade
Gravador de voz	5
Clinômetro	4
Relógio digital	4
Fichas de campo	16
Mapa e posições geográficas das linhas de transecção	2
Caneta, lápis, borracha, apontador	2
Guia de identificação de cetáceos	1
GPS	2
Pilhas AA alcalinas	20
Máquina fotográfica Nikon	2
Lente Nikon 70-300	2
Carregador de bateria Nikon	2
Cartão de memória SD (64 GB)	2
Cabo USB/mini-USB	2
Máquina filmadora Go Pro	2
Carregador de bateria Go Pro	2
Cartão de memória micro SD (64 GB)	2
Notebook	4
Fone de ouvido	4
EPIs (vide lista EPIs)	-

## 2. Coleta de dados

O desenho amostral da campanha aérea seguirá uma malha paralela de linhas de transecção desde Florianópolis/SC até Arraial do Cabo/RJ, contemplando tanto a zona costeira como a oceânica de forma contínua com ângulos perpendiculares em relação à costa (**Figura 1**). Tipicamente, as linhas serão percorridas sequencialmente partindo do sul para o norte da área de estudo. O início da amostragem também poderá ser no norte ou a sequência das linhas poderá ser alterada conforme as condições meteorológicas ou restrições do espaço aéreo.

Em cada decolagem, duas linhas serão percorridas, com sobrevoos que poderão durar de 2,5 a 5,5 horas em esforço, mais deslocamentos operacionais, dependendo do comprimento das linhas percorridas, considerando a velocidade constante da aeronave de 240 km/h e altitude 750 pés.



**Figura 1:** Linhas de transecção planejadas para as seis campanhas de Avistagem Aérea.

**A Decisão sobre seguimento e paralização das atividades da campanha** dar-se-á sempre antes de cada sobrevoo. O Coordenador da Equipe de Campo e o Comandante da aeronave farão uma **análise técnica de viabilidade do voo**. Esta análise consiste em, antes de cada decolagem, checar diariamente (no dia anterior e horas antes da decolagem) as previsões meteoceanográficas e meteorológicas provenientes de diferentes fontes para a área que será sobrevoada no dia (boletins Oceanop/Climatempo, fornecidos pela Petrobras, informações dos aeroportos e consultas aos sites [www.buoyweather.com](http://www.buoyweather.com) e [www.windyty.com](http://www.windyty.com)).

Se as condições estiverem dentro dos critérios definidos a seguir, o sobrevoo será realizado conforme planejado. Caso contrário, a amostragem será suspensa até o período/dia seguinte. **A decisão será**



**tomada conjuntamente com os coordenadores temático e técnico do PMC.** A análise técnica deve contemplar dois aspectos:

- a) **Viabilidade técnica da operação da aeronave:** condicionada a condições climáticas que permitam a operação segura da aeronave (decolagem, pouso, sobrevoos), com ausência de fenômenos meteorológicos críticos, tais como frentes frias, formação de Cumulus Nimbus (nuvens com grande desenvolvimento vertical e presença de descargas elétricas), nevoeiro, limitantes de teto, visibilidade e vento, considerando condições tanto para voo como para decolagem e pouso nos aeroportos de origem e destino.
- b) **Viabilidade técnica associada à metodologia do projeto:** associada basicamente a vento e ondulação (aspectos meteoceanográficas) e ausência de chuva e nevoeiro. Este quesito é mais restritivo que o primeiro, pois considera condições que estão aquém dos limites de operação e segurança da aeronave. **Para garantir a qualidade dos dados, os sobrevoos serão realizados com as seguintes condições:**

**(1)** para as **áreas costeiras**, os sobrevoos deverão ser realizados com mar igual ou abaixo de **Beaufort 3 (vento entre 7-10 nós)**;

**(2)** nas **áreas oceânicas**, o estado do mar não deve ultrapassar o nível **Beaufort 4 (vento entre 11-16 nós)**. A condição mais restritiva de mar para a área costeira visa basicamente maximizar as chances de detecção de toninha.

No primeiro caso, **quanto às condições para operação segura da aeronave**, seja para início ou continuidade do voo, a **decisão cabe ao comandante da aeronave**. No segundo caso, a **decisão sobre a viabilidade para execução da metodologia é do Coordenador da Equipe Embarcada**, compartilhada com o Coordenador Temático ou com o Coordenador Técnico do projeto, quando em situação de pré-decolagem, via contato telefônico ou mensagem de texto, caso esses não estejam embarcados. **Se o voo já estiver em curso, a decisão será tomada apenas pelo Coordenador da Equipe Embarcada.** Deverá prevalecer sempre a posição mais conservadora em termos de segurança, pois a segurança e saúde da equipe sempre terá prioridade na tomada de decisões sobre cada decolagem e/ou continuidade do sobrevoos.

Como já mencionado, a decolagem para início da aquisição de dados será definida com base nas consultas de sites de previsões climáticas e meteoceanográficas. Se as previsões se apresentarem favoráveis segundo as condições mencionadas para a amostragem a mesma será iniciada, checando-se ainda as condições no aeroporto do local de decolagem momentos antes da mesma. **Se durante a realização das transecções, em pleno vôo, as condições de tempo mudarem em relação às previsões, isso deverá ser imediatamente anotado. Caso essas condições estiverem adversas, em relação aos limites estabelecidos, em mais de um terço da dimensão de uma linha de transecção, o Coordenador da Equipe Embarcada deverá consultar a Coordenação do projeto sobre a necessidade ou não de refazer o determinado trecho**, o que dependerá também do andamento geral da campanha e das previsões climáticas e meteoceanográficas. Os dados eventualmente adquiridos em condições fora dos limites considerados ideais para o método, terão tratamento específico na análise dos dados.

Quatro observadores experientes se revezarão nas posições: dois observadores da janela plana e dois observadores das janelas em bolha (**Figura 2**). A rotação de posições será feita a cada 1 hora de sobrevoos, podendo ocorrer ao longo de uma linha de transecção, sendo que, nesse momento, a transecção será interrompida e será feita uma rotação de 360º, retomando a transecção e esforço amostral em seguida. Durante o deslocamento entre as linhas de transecção, não será realizado esforço amostral. Este tempo deve ser utilizado para descanso da equipe. Durante este tempo, pode ser realizado o *match* (“pareamento”) sobre possíveis avistagens duplicadas entre janelas bolha e plana. A posição inicial dos pesquisadores será sorteada no início de cada sobrevoos.

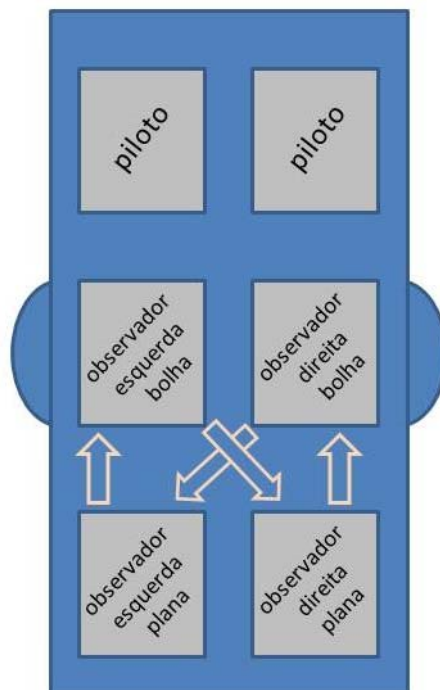
Os dados serão registrados por cada observador independente em um gravador de áudio portátil para transcrição posterior. Será registrado o horário de início e do fim do esforço em cada linha de

transecção, e as condições ambientais com as seguintes variáveis (ver anexos): (a) reflexo no campo visual; (b) cobertura de nuvens; (c) escala de visibilidade; (d) estado do mar na escala Beaufort; e (e) condição de tempo. Sempre que mudar alguma condição, o registro da mudança deverá ser realizado pelos observadores. A avaliação das condições ambientais e meteorológicas deverá ser realizada de forma contínua pelos observadores.

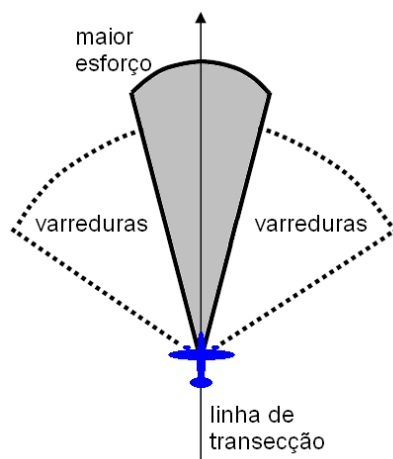
Os observadores procurarão grupos de cetáceos a olho nu e concentrarão o esforço de procura por grupos na linha (frente da aeronave) e próximo da mesma (abaixo da aeronave), “varrendo” periodicamente o horizonte (**Figura 3**). Um grupo será definido como “qualquer agregação em uma mesma área com comportamento coordenado ou não”.

Quando uma detecção for feita, o observador registrará a espécie, posição geográfica, hora, tamanho do grupo, presença de filhotes, observador e pista de detecção de acordo com roteiro especificado em ficha de campo padronizada (ver ANEXO I). A pista de detecção corresponde ao evento que levou à detecção do grupo, como por exemplo: salto, borrifo, batida de cauda, corpo submerso, corpo na superfície, nadadeira dorsal, *splash* (jatos de água produzidos por algum comportamento aéreo), etc.

O ângulo vertical será medido no momento em que o grupo estiver perpendicular à aeronave com auxílio de um clinômetro. O ângulo vertical e a altura da aeronave permitirão calcular a distância perpendicular da linha de transecção para cada avistagem. Também serão registradas as atividades antrópicas que forem observadas na área de estudo (p. ex., embarcações, atividades de pesca, plataformas) pelos observadores das janelas bolha. Todos os observadores atuarão de forma independente e não terão contato visual ou acústico com os outros observadores. Todo trajeto será registrado por meio de um GPS, que permitirá posteriormente detectar as posições geográficas das avistagens usando a hora da avistagem.



**Figura 2:** Esquema de revezamento de observadores.



**Figura 3:** Distribuição do esforço de procura por cetáceos.

Haverá sobreposição dos campos visuais dos dois observadores das janelas bolhas com as janelas planas do mesmo lado. As detecções desde as janelas bolhas serão tratadas separadamente das feitas desde as janelas planas, sendo cada observador independente dos outros.

Os observadores tentarão identificar o grupo ao nível taxonômico mais próximo da espécie, de acordo com as guias de identificação. Sempre que ocorrer uma detecção de cetáceo, os observadores poderão solicitar ao comandante para realizar uma ou no máximo duas manobras de 360° para confirmar registro e espécie. Esta manobra consiste em dar uma volta por boreste ou bombordo voltando por uma linha paralela à linha de transecção, e retomando a linha em um ponto anterior para uma melhor visualização do grupo de cetáceo para a identificação. Esta manobra será realizada somente para grupos observados perto da aeronave (até 500 metros) e quando houver autonomia de combustível, a ser decidido pelo comandante da aeronave.

Sempre que possível serão realizados registros fotográficos da avistagem para auxiliar na confirmação da identificação.

Animais marinhos, como tubarões, tartarugas e raias, também devem ser registrados mediante a detecção.

### 3. Procedimentos pós-amostragem

Ao final de um dia de sobrevoo, o coordenador da campanha deverá elaborar o Relatório Diário de Ocorrência (RDO) e enviar para a coordenação geral (ver Anexo II).

Os dados do *track* do GPS, coletados durante o dia, serão baixados no computador pelo programa *Trackmacker* ao final da amostragem e salvos no formato “.gtm”.

As gravações dos áudios de cada observador deverão ser baixadas e salvas em uma pasta contendo a data no nome. Cada observador deverá transcrever a sua gravação do dia.

As fotografias deverão ser baixadas e salvas em uma pasta contendo a data no nome. Caso exista mais de um fotógrafo, as fotos de diferentes fotógrafos deverão ser salvas em subpastas contendo o nome do fotógrafo.

As baterias de todos os equipamentos (GPS, gravadores, máquinas fotográficas) deverão ser verificadas e recarregadas ou trocadas. O coordenador poderá realizar anotações diariamente sobre condições climáticas, pontos positivos e negativos do trabalho, atividades de SMS, avistagens, problemas enfrentados e soluções e outras que julgar pertinentes.

**ANEXO I: MODELO DE FICHA DE CAMPO DA CAMPANHA DE SOBREVOO DE AVISTAGEM**

Data:\_\_\_\_\_

pagina \_\_\_\_ de \_\_\_\_

[illegible]

**EVENTO**

I	Início da linha de transecção
F	Final da Linha de transecção
A	Avistagem de cetáceo
R	Registro de outras atividades humanas ou fauna
B	Embarcação
P	Embarcação ou petrecho de pesca
M	Mudança de condição de avistagem

**Grupo** Tamanho de grupo

**Pista** Pista que levou à detecção  
Ex.: Borrifo, dorsal, splash, corpo submerso (sub), corpo na superfície (sup), salto

<b>Janela</b>	BD	Janela bolha do lado direito
	BE	Janela bolha do lado esquerdo
	PD	Janela plana do lado direito
	PE	Janela plana do lado esquerdo

**Reflexo** Porcentagem de reflexo em cada lado da aeronave  
0-100%

**Beaufort** Estado do mar na escala Beaufort (0-12)

0	Mar espelhado
1	Mar com pequenas rugas
2	Pequena ondulação sem cristas
3	Pequena ondulação (~0,5m), carneiros ocasionais
4	Ondulação de até 1,5m, carneiros frequentes
5	Ondulação de até 2,5m, muitos carneiros



**Nuvens** Porcentagem de cobertura de nuvens no céu  
0-100%


**Visibilidade**

1	Excelente
2	Boa
3	Ruim
4	Péssima



## **ANEXO II: MODELO DE RDO**

		<b>R D O - Relatório Diário de Ocorrências do PMC-BS</b> Projeto de Monitoramento de Cetáceos na Bacia de Santos <b>2ª Campanha de Avistagem Aérea (Sobrevoo)</b> <b>(04/04/2016)</b>	
1.	Campanha	<b>2ª Avistagem Aérea</b>	
2.	Aeronave	Aerocommander 500 (MATRÍCULA PT-KUK) – Operador: Eco Phocus Serviço Aéreo Especializado	
3.	Tripulação	Cristiano Camejo e Alexandre Rocha	
4.	Data	04/04/2016	
5.	Responsável pelo RDO	Leonardo Wedekin	
6.	Hora início das atividades de Avistagem	8:32	
7.	Hora encerramento Avistagem	12:43	
8.	Responsáveis pelas atividades Avistagem	Karina Groch (Coord.); Fernando Silveira; Heloise Pavanato Julião; Mariana Capello Neves	
9.	Condições climáticas - início atividades	Tempo aberto; Mar 1; cobertura de nuvens 0%; visibilidade boa	
10.	Condições Climáticas - maior parte atividades	Tempo aberto; Mar 2; cobertura de nuvens 0%; visibilidade boa	
11.	Condições Climáticas - final atividades	Tempo aberto; Mar 1; cobertura de nuvens 0%; visibilidade boa	
12.	Posição inicial no início Avistagem	23,59584°S/45,34545°W	
13.	Posição ao final atividades Avistagem	23,76775°S/45,90513°W	
14.	Número de registros efetuados	373 (1 grande cetáceo; 1 odontoceto; 67 delphinídeos; 3 chachalotes; 12 Tartarugas; 1 tubarões; 3 raias; 2 barcos de pesca; 1 barco pequeno; 18 plataformas; 30 navios)	
15.	Número de cetáceos observados	295 indivíduos	
16.	Número de grupos observados	13	
17.	Espécies identificadas	Delphinídeos; Tursiops; Cachalote; Balaenopterídeo.	
18.	Imprevisto/incidente	-	
19.	Procedimento adotado frente imprevisto	-	
20.	Comprometimento das atividades	-	
21.	Treinamento de SMS efetuado	-	
22.	<b>Observações da Contratada (Socioambiental)</b>	<b>Voadas as linhas 21/22 – 23/24.</b> Decolagem do aeroporto de Ubatuba às 8:20 h. Chegada no Aeroporto de Ubatuba às 13:12h.  <b>Preposto Socioambiental:</b> _____	
1.	<b>Observação da Contratante (Petrobras)</b>	<b>Fiscal Petrobras:</b> _____	

 <b>socioambiental</b> CONSULTORES ASSOCIADOS	<b>PROJETO DE MONITORAMENTO DE CETÁCEOS NA BACIA DE SANTOS – PMC-BS</b>	<b>Procedimento Operacional nº 08</b>		
<b>Título:</b> Procedimento para instalação de transmissores satelitais e DTAGs	<b>Primeira</b>	<b>Última</b>	<b>Revisão</b>	
<b>Responsáveis:</b> Marta Jussara Cremer e Leonardo Wedekin	11/10/16	07/06/17	01	

#### OBJETIVO

Descrever os procedimentos relativos à marcação de cetáceos em campanhas embarcadas do Projeto de Monitoramento de Cetáceos na Bacia de Santos - PMC-BS.

#### Controle de Revisões

Data	Descrição
11/10/16	Documento Original
07/06/17	Documento revisado com alterações ao longo do documento

### 1. Preparação campanha

Os seguintes equipamentos deverão ser separados e devidamente acomodados para utilização nas campanhas de telemetria do PMC:

**Tabela 1:** Lista básica de equipamentos para as campanhas embarcadas.

Item	Quantidade
Fichas de tentativa de marcação	50
Fichas de esforço de detecção	40
Fichas de gravação	50
Prancheta	3
Lápis, borracha, apontador, estilete, tesoura	-
Alidade / transferidor	2
Guia de identificação de cetáceos	1
GPS	2
Binóculos reticulados (7x50)	3
Binóculos com estabilização de imagem (15x50)	2
Computadores	2
Anemômetro	1
Máquina fotográfica Nikon	2
Lente Nikon 70-300	2
Carregador de bateria Nikon	2
Cartão de memória (64 GB)	2
Cabo USB/mini-USB	2
GoPro	2
Balestra (1 x 120 e 2 x 150 lb)	3
Flechas para biópsia	10
Ponteiras (pequenos e grandes cetáceos)	20
Maleta com equipamento para armazenamento	1

Item	Quantidade
de biópsia	
Botijão com nitrogênio líquido	4
Rifle ARTs RESTECH + peças de reposição	1
<i>Carrier</i> para transmissor implantável	2
Base para LIMPET	10
Flecha para instalação de LIMPET com balestra	6
Transmissor na configuração LIMPET	12*
Transmissor na configuração implantável	10*
Kit para operação dos transmissores (cabo, ímã, manual)	1
DTAG	3
Antena para monitoramento do DTAG	3
Vara de fibra de carbono	1
Gravador digital de ampla frequência	1
Hidrofone com cabo de 10 m	1
<i>Case</i> para equipamento de acústica	1
Maleta com ferramentas para equipamentos de marcação	1
Carregador de pilhas	2
Pilhas AA alcalinas recarregáveis	20
Cartas náuticas	-
Sistema de comunicação de rádio VHF	4
Telefone satelital com carregador e manual	1
Manuais: SMS, Biópsia, Campanha Embarcada	-
Cadeirinhas e mosquetões de duplo bloqueio	4
Capacetes	6
Outros EPIs (ver check list EPIs)	-

\* O número de transmissores satelitais poderá sofrer alteração de campanha para campanha, conforme a disponibilidade e época do ano (que determina se a quantidade de grandes baleias será maior ou menor na Baía de Santos).

Antes do início da campanha os transmissores satelitais deverão ser testados e programados. O teste dos transmissores consiste na ativação dos mesmos em modo '*Deploy*' até que as informações sobre posição geográfica possam ser transmitidas e recebidas via sistema Argos. Considerando o grande número de espécies que potencialmente poderão ser marcadas, serão programadas de três a quatro configurações padrão a serem utilizadas em todas as campanhas, considerando os padrões comportamentais das espécies. Na medida em que os transmissores forem sendo instalados, novos transmissores terão a sua programação atualizada. Diariamente deverão estar disponíveis pelo menos quatro transmissores (dois LIMPETs e dois Implantáveis) programados e prontos para uso.

O treinamento e calibração da arma de ar comprimido utilizando réplicas dos transmissores também deverão ser realizados antes das campanhas. As balestras também devem ser testadas e sua mira calibrada. Idealmente, a calibração deverá ser realizada utilizando os botes infláveis principal e de apoio. Previamente ao embarque as âncoras dos transmissores satelitais deverão ser esterilizadas em autoclave. No caso dos transmissores na configuração implantável estes deverão ser esterilizados utilizando um método químico com gás óxido de etileno que não danifica o equipamento.

## 2. Coleta de dados

Cruzeiros específicos de marcação serão realizados duas vezes por ano, com duração de 25 dias cada. O desenho amostral seguirá duas rotas em zigue-zague, sendo uma na região oceânica (plataforma continental externa e talude, entre 20 e 2000 metros de profundidade) e outra na região costeira (plataforma interna), abrangendo de Florianópolis/SC a Arraial do Cabo/RJ. Os cruzeiros iniciarão sempre no sul da área de estudo e percorrerão uma rota na ida e a outra na volta. O total de milhas percorridas em esforço de observação poderá variar em função do número de transmissores instalados ao longo da campanha. Cabe destacar que, nas campanhas de telemetria, a prioridade deverá ser dada à marcação dos animais, considerando a área mais ampla possível para a busca, e não o cumprimento de rotas. Dependendo do número de animais marcados ao longo do cruzeiro, a rota prevista poderá ser reduzida a fim de encerrar as atividades dentro do prazo dos 25 dias previstos, pois um procedimento de marcação pode levar horas ou mesmo um dia inteiro até ser concluído.

A bordo do navio deverão estar sempre presentes dois botes infláveis. Um com 6,3 metros de comprimento e motor de popa de 115 Hp. Este será considerado o bote principal, destinado à aproximação dos animais para marcação. O segundo é o bote de apoio, com comprimento de 5 metros e motor de popa de 50 Hp. Ele será destinado a atividades complementares e de apoio ao bote principal, e eventualmente poderá atuar também na marcação e na coleta de biópsias.

Estima-se, dentro de condições propícias de navegabilidade (vento com intensidade menor que 15 nós e ondulação menor que 2 metros), que sejam dedicados cerca de 12 dias para a amostragem de cada região. As rotas serão percorridas em velocidade constante de 8 nós, com esforço de busca sendo realizado de 10 a 12 horas/dia (considerando o fotoperíodo da época em que a campanha será realizada). A equipe poderá ser trocada neste intervalo ou não, dependendo das condições de cada campanha. A troca de equipe, quando houver, será realizada preferencialmente em Niterói/RJ ou em Santos/SP, quando a embarcação também fará o abastecimento de água, víveres e combustível.

O esforço de busca deverá ser mantido enquanto as **condições de mar se mantiverem a um nível máximo de 5 na escala Beaufort (ventos de até 21 nós)**. A amostragem poderá ser paralisada em caso de mau tempo ou condições adversas que comprometam a visibilidade, como chuva persistente, neblina ou nevoeiro.

Existem duas opções para o caso de paralisação da amostragem por mau tempo. Elas dependerão da decisão do comandante e serão deflagradas considerando a segurança dos tripulantes e da embarcação. As opções são: (1) permanência da embarcação no ponto de paralisação da amostragem, ou (2) arribada – busca de abrigo do mau tempo em local mais próximo possível. Além das condições verificadas *in situ*, o comandante terá à disposição previsões meteoceanográficas atualizadas periodicamente. Considera-se aqui como mau tempo ventos com intensidade maior que 21 nós e/ou ondulação maior que 2,5 metros (mar na escala Beaufort maior ou igual a 6).

Em caso de mau tempo momentâneo (período menor que 24 horas), aferidos pelas previsões meteoceanográficas, a embarcação poderá permanecer na região do ponto de paralisação da amostragem e retomá-la assim que as condições se tornarem favoráveis. Em caso de chuva, neblina ou nevoeiro, a embarcação aguardará as condições melhorarem no local. Em caso de mau tempo prolongado (dois ou mais dias), a embarcação poderá retornar para o continente e arribar em local protegido. Assim que as condições se tornarem favoráveis, a embarcação retornará para o ponto de paralisação da amostragem em momento subsequente. **A segurança e saúde da equipe sempre terá prioridade na tomada de decisões sobre abertura ou paralisação da amostragem.**

**As campanhas de telemetria consistem de duas fases: (1) fase de busca; e (2) fase de marcação. A fase de busca usa os mesmos métodos das Campanhas de Avistagem Embarcada, descritos no**

Procedimento Operacional N° 3 da respectiva campanha. A equipe de telemetria será composta idealmente por nove profissionais. Destes, pelo menos seis serão responsáveis pelo esforço de busca, realizado diariamente para o encontro de cetáceos. A diferença principal se dá após a detecção de algum cetáceo. Sempre que ocorrer uma detecção durante o cruzeiro de telemetria, após a coleta dos dados básicos (que incluem hora, posição geográfica, número de retículos do binóculo e ângulo horizontal), os observadores solicitarão ao comandante a redução da velocidade da embarcação e a mudança de rota para aproximação dos animais. Os observadores tentarão identificar o grupo ao menor nível taxonômico possível utilizando guias de identificação. Sempre que viável serão realizados registros fotográficos do grupo para auxiliar na confirmação da espécie. Depois disso serão utilizados alguns critérios para decidir pela tentativa ou não de marcação, considerando:

- condições meteoceanográficas;
- espécie;
- tamanho do indivíduo;
- presença de filhote;
- comportamento do animal.

A decisão pela marcação ou não de um animal será tomada conjuntamente entre o coordenador de cruzeiro, coordenador de telemetria (quando presente) e responsável pela marcação. A marcação de animais somente será feita em espécies de médio e grande porte, com exceção de *Tursiops truncatus*, *Steno bredanensis*, *Kogia* spp. e *Feresa attenuata*, espécies para as quais existem estudos pretéritos indicando a viabilidade no uso dos transmissores LIMPET (ver **Tabela 1**). Animais acompanhados de filhotes pequenos não serão marcados, assim como animais muito jovens. Animais com comportamento muito esquivo também não serão marcados.

**Tabela 1:** Relação de espécies que potencialmente poderão ser marcadas no âmbito do PMC indicando a configuração a ser utilizada para cada espécie.

Configuração	Espécie	Sistema de fixação	Método
LIMPET	<i>Orcinus orca</i>	Âncora de 6 pétalas	Rifle de ar comprimido  ou  balestra (mínimo de 150 bar de pressão)
	<i>Pseudorca crassidens</i>	Âncora de 6 pétalas	
	<i>Globicephala macrorhynchus</i>	Âncora de 6 pétalas	
	<i>G. melas</i>	Âncora de 6 pétalas	
	<i>Grampus griseus</i>	Âncora de 3 pétalas	
	<i>Feresa attenuata</i>	Âncora de 3 pétalas	
	<i>Peponocephala electra</i>	Âncora de 3 pétalas	
	<i>Tursiops truncatus</i>	Âncora de 3 pétalas	
	<i>Steno bredanensis</i>	Âncora de 3 pétalas	
	<i>Physeter macrocephalus</i>	Âncora de 6 pétalas	
	<i>Kogia simas</i>	Âncora de 3 pétalas	
	<i>K. breviceps</i>	Âncora de 3 pétalas	
	Ziphiidae	Âncora de 6 pétalas	
	<i>Balaenoptera musculus</i>	Âncora de 6 pétalas	
	<i>B. physalus</i>	Âncora de 6 pétalas	
	<i>B. borealis</i>	Âncora de 6 pétalas	
	<i>B. edeni</i>	Âncora de 6 pétalas	
	<i>B. acutorostrata</i>	Âncora de 6 pétalas	
	<i>B. bonaerensis</i>	Âncora de 6 pétalas	
	<i>Megaptera novaengliae</i>	Âncora de 6 pétalas	
Implantável - para animais maiores que 11 metros de	<i>Eubalaena australis</i>	--	Rifle de ar comprimido
	<i>Balaenoptera musculus</i>	--	
	<i>B. physalus</i>	--	
	<i>B. borealis</i>	--	
	<i>B. edeni</i>	--	



Configuração	Espécie	Sistema de fixação	Método
comprimento	<i>Megaptera novaengliae</i>	--	
DTAG	<i>Orcinus orca</i> <i>Pseudorca crassidens</i> <i>Globicephala macrorhynchus</i> <i>G. melas</i> <i>Grampus griseus</i> <i>Peponocephala electra</i> <i>Physeter macrocephalus</i> <i>Kogia simas</i> <i>K. breviceps</i> <i>Balaenoptera musculus</i> <i>B. physalus</i> <i>B. borealis</i> <i>B. edeni</i> <i>B. acutorostrata</i> <i>B. bonaerensis</i> <i>Megaptera novaengliae</i> <i>Eubalaena australis</i> Ziphiidae	Ventosas de borracha de silicone	Vara de fibra de carbono com 5 metros ou rifle de ar comprimido

Três tipos de transmissores serão utilizados: (1) transmissor satelital implantável com âncora de três pétalas; (2) transmissor satelital LIMPET com duas âncoras de três ou seis pétalas; e (3) tags para registro acústico digital (preferencialmente DTAG) com fixação com ventosas de borracha de silicone. Os transmissores satelitais serão do modelo SPLASH da Wildlife Computers que, além da posição, permitem registrar também dados de profundidade e duração de mergulho. Após o manuseio de um transmissor sem que tenha ocorrido sua instalação, este preferencialmente não deverá ser utilizado novamente na mesma campanha por questões de esterilização.

A definição das espécies-alvo terá como base informações pré-existent, que poderão ser modificadas ao longo do desenvolvimento do trabalho em função das informações que serão aportadas. A escolha de espécies-alvo visa otimizar o esforço de campo, planejar as configurações que serão utilizadas e planejar o roteiro dos cruzeiros.

Havendo a decisão por realizar uma tentativa de marcação, os dois botes (bote principal e bote de apoio) serão lançados ao mar. **A condição limite para lançamento dos botes é de estado do mar no nível 3 da Escala Beaufort.** A equipe será mobilizada da seguinte forma:

- **Bote principal:** piloto, fotógrafo, responsável pela biópsia e responsável pela marcação.

Esta equipe se aproximará do animal para instalar o tag, coletar biópsia e fotografar o indivíduo marcado; pelo menos um membro deverá estar equipado com uma GoPro fixa no capacete, que deverá filmar todo o procedimento.

- **Bote de apoio:** piloto, fotógrafo/biópsia secundária.

Esta equipe se manterá próxima, poderá realizar fotos complementares e/ou coleta complementar de biópsia de outros indivíduos do grupo; será responsável pela imediata recuperação da biópsia para transporte ao navio onde será feito o armazenamento no menor tempo possível (segundo o protocolo de biomarcadores).

- **Navio:** todos os observadores disponíveis no navio.

Esta equipe se manterá no tijupá para monitorar a movimentação dos animais e orientar as equipes dos botes; poderá realizar fotos complementares e deverá preencher a ficha de tentativa de marcação (ANEXO 1), mantendo contato com a equipe do bote de apoio para a obtenção de informações. A ficha de tentativa de marcação inclui também o registro de informações relativas ao comportamento do animal antes e após a marcação.

Todos os profissionais que estiverem nos botes **deverão utilizar EPI apropriado** (que inclui: calçado fechado, colete salva-vidas, capacete e outros itens de proteção solar e impermeáveis). Em condições adversas do mar para a descida dos botes, e quando as características da espécie permitirem (incluindo aspectos comportamentais), a marcação poderá ser feita em caráter excepcional da proa do navio.

A marcação dos animais deverá ser realizada sempre a uma distância ideal (entre 2 a 10 metros) da lateral do animal, mantendo uma distância mínima para a segurança do bote inflável (especialmente para animais maiores que 3 metros de comprimento) e mantendo uma distância máxima para aumentar a precisão do tiro. No caso dos transmissores na configuração implantável, o tag deverá ser instalado na região dorsal, perto da nadadeira dorsal. Estes transmissores serão instalados utilizando o sistema ARTS, composto de um rifle de pressão regulável adaptado da marca Restech. Os transmissores na configuração LIMPET serão instalados na nadadeira dorsal dos animais, utilizando o rifle de pressão ARTS ou DanInject, ou uma balestra com pressão de 150 lb para esta operação. Os DTAGs serão instalados utilizando uma vara de fibra de carbono com 5 metros de comprimento ou o rifle ARTS.

No caso dos DTAGs, a decisão sobre o seu uso dependerá do comportamento do animal, das condições do mar e também do horário em que o animal foi detectado. Preferencialmente os DTAGs deverão ser programados para se soltar do animal até 17 horas, quando ainda houver luz do dia para um recuperação do transmissor com segurança. É possível que seja utilizado tanto o transmissor satelital como o DTAG num mesmo animal. O acompanhamento do animal marcado é feito durante todo o período em que o DTAG permanecer fixado. A antena VHF recebe sinais emitidos pelo DTAG sempre que o animal vier à superfície, evitando a perda do contato visual com o animal. Este acompanhamento poderá ser feito de um dos botes ou do navio, mantendo uma distância de 100 a 300 metros. Durante o acompanhamento do indivíduo marcado, a posição e a orientação do DTAG no corpo do animal serão documentadas, quando possível, por fotografias.

Independentemente da tentativa de marcação dos animais, os registros fotográficos sempre começarão no navio para documentar as espécies e seus aspectos comportamentais, assim como para contribuir com o subprojeto de Fotoidentificação. Da mesma forma, se as condições permitirem, serão feitos registros acústicos das espécies para contribuir com a construção da Sonoteca, inserida no Subprojeto de Acústica do PMC. O navio ou o bote de apoio também serão usados na coleta de biópsias oportunísticas, sempre buscando a obtenção de amostras de todas as espécies registradas. Sempre que possível, serão obtidas imagens utilizando a câmera GoPro.

Além de grupos de cetáceos, atividades humanas, como embarcações de diferentes tipos, atividades de pesca (petrecho ou embarcação) e plataformas de petróleo, também serão registradas. Sempre que os observadores detectarem algum obstáculo na rota do barco (como um petrecho de pesca), os mesmos deverão avisar imediatamente ao comandante da embarcação. Animais marinhos, como tubarões, tartarugas e raias, também devem ser registrados mediante a detecção.

### 3. Procedimentos pós-amostragem

Ao final da amostragem, todos os equipamentos deverão ser limpos com solução de álcool 50% e uma flanela no corpo dos binóculos, lentes e câmeras. As lentes deverão ser limpas com solução apropriada especial para lentes e pano de algodão limpo.

O coordenador da campanha deverá enviar os dados necessários via Autotrac para que o Relatório Diário de Ocorrência (RDO) seja elaborado pela equipe em terra (ver dados em ANEXO 2).

Os dados do *track* do GPS coletados durante o dia serão transferidos para o computador pelo programa *Trackmacker* ao final da amostragem e salvos no formato “.gtm”.

Os dados do DTAG deverão ser transferidos para o computador para posterior análise.

As fotografias também deverão ser transferidas para o computador diariamente numa pasta nomeada com a data das fotos, que serão separadas por encontros. Caso haja mais de um fotógrafo, as fotos deverão ser salvas em subpastas separadas contendo o nome do fotógrafo.

As imagens gravadas com a GoPro serão transferidas para o computador diariamente.

As fichas de campo (esforço de busca e tentativa de marcação) deverão ser conferidas para verificação de erros e/ou informações faltantes e os dados tabulados diariamente.

Diariamente deverá ser feito um backup em disco rígido de todos os dados.

## **ANEXO 1: FICHA DE TENTATIVA DE MARCAÇÃO**

## COLETA DE DADOS DURANTE PROCEDIMENTO DE MARCAÇÃO DE CETÁCEOS

### LOCALIZAÇÃO

DATA: \_\_\_\_\_ HORÁRIO: \_\_\_\_\_

Latitude: \_\_\_\_\_ Longitude: \_\_\_\_\_ WP: \_\_\_\_\_

ESPÉCIE: \_\_\_\_\_

NÚMERO DE ADULTOS (      )      NÚMERO DE FILHOTES (      )

ESPÉCIE: \_\_\_\_\_

NÚMERO DE ADULTOS (      )      NÚMERO DE FILHOTES (      )

ESPÉCIE: \_\_\_\_\_

NÚMERO DE ADULTOS (      )      NÚMERO DE FILHOTES (      )

COMPORTAMENTO: \_\_\_\_\_

BEAUFORT: \_\_\_\_\_ COBERTURA DE NUVENS \_\_\_\_\_

### MARCAÇÃO

INÍCIO DA PERSEGUIÇÃO: \_\_\_\_\_ HORÁRIO DE MARCAÇÃO: \_\_\_\_\_

Latitude: \_\_\_\_\_ Longitude: \_\_\_\_\_ WP: \_\_\_\_\_

REAÇÃO AO TAG: \_\_\_\_\_

FIM DA PERSEGUIÇÃO: \_\_\_\_\_ MARCAÇÃO COM SUCESSO: SIM (    ) NÃO (    )

OBS: \_\_\_\_\_

TAMANHO ESTIMADO DO INDIVÍDUO (m): \_\_\_\_\_

(Obs.: Preferencialmente a mesma pessoa do bote principal estimará sempre)

EQUIPAMENTO DE MARCAÇÃO: ARMA (    ) VARA (    ) BALESTRA (    )

GRAU DE PENETRAÇÃO: \_\_\_\_\_ PRESSÃO UTILIZADA: \_\_\_\_\_

SISTEMA DE ANCORAGEM: TUBE (    ) LIMPET (    ) D-TAG (    )

MODELO DO TRANSMISSOR: \_\_\_\_\_

NÚMERO DE SÉRIE: \_\_\_\_\_ PTT: \_\_\_\_\_ SETUP: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_ TAGEADOR: \_\_\_\_\_

PILOTO: \_\_\_\_\_ EMBARCAÇÃO: \_\_\_\_\_

BARCO DE APOIO: SIM (    ) NÃO (    )

BIÓPSIA DO ANIMAL TAGUEADO: ( ) SIM N°: \_\_\_\_\_ NÃO ( )

DEMAIS BIÓPSIAS: SIM ( ) QUANTAS: \_\_\_\_\_ N°: \_\_\_\_\_ NÃO ( )

ATIRADOR: \_\_\_\_\_ MANIPULADOR \_\_\_\_\_

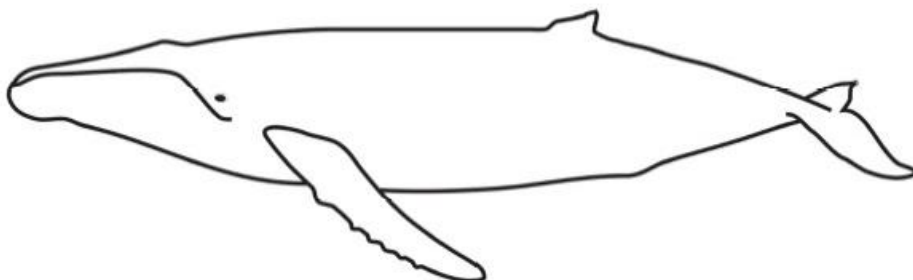
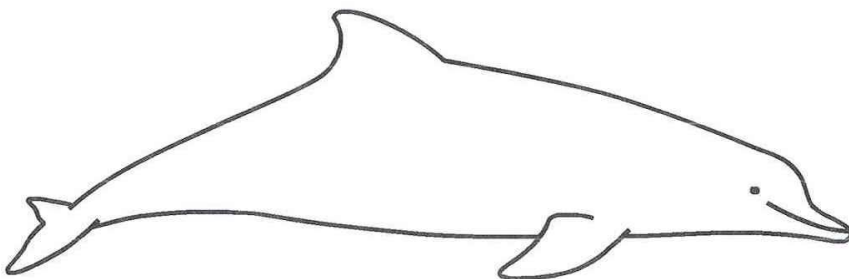
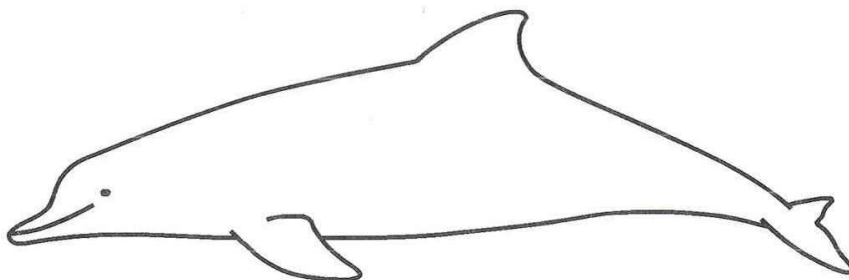
FOTOS GERAIS: SIM ( ) NÃO ( ) FOTO-ID: SIM ( ) NÃO ( )

FOTÓGRAFOS: \_\_\_\_\_

ACÚSTICA: SIM ( ) NÃO ( ) RESPONSÁVEL: \_\_\_\_\_



RESPONSÁVEL PELO REGISTRO DE DADOS: \_\_\_\_\_


**LOCAL DA MARCAÇÃO: DIREITA ( ) ESQUERDA ( ) DORSO ( )**





## **ANEXO 2: MODELO DE RELATÓRIO DIÁRIO DE OCORRÊNCIA (RDO)**

		<p align="center"><b>R D O - Relatório Diário de Ocorrências do PMC-BS</b>  <b>Projeto de Monitoramento de Cetáceos na Bacia de Santos</b>  <b>2ª Campanha de Telemetria</b>  <b>(20/08/2016)</b></p>	
1.	Campanha:	<b>Segunda de Telemetria</b>	
2.	Data:	<b>20/08/2016 (11°/25)</b>	
3.	Responsável pelo RDO	Clarêncio Baracho	
4.	Embarcação / Comandante	<b>SEA ROUTE / Fábio da Costa Gomes</b>	
5.	Equipe:	Clarêncio Baracho (Coord.); Lars Kleivane (Tageador); Eva Hartvig (DTag); Ana Alves; Beatriz Schulze; Luiz Cláudio Alves; Renan Paitach; Uilson	
6.	Hora de início das atividades	6:40	
7.	Hora de encerramento das atividades	17:30	
8.	Condições climáticas - início das atividades	Mar 4, Vento NE, Onda 3 m, Visibilidade ruim, Tempo parcialmente nublado	
9.	Condições climáticas - maior parte atividades	IDEM 8	
10.	Condições climáticas - fim das atividades	Mar 3, Vento NE, Onda 3 m, Visibilidade boa, Tempo parcialmente nublado	
11.	Posição inicial - início atividades	-22,95856/-42,28007	
12.	Posição final - fim atividades	-23,03383/-41,95631	
13.	Número de Avistagens de cetáceos	5 detecções	
14.	Número de indivíduos avistados	6 indivíduos	
15.	Espécies identificadas	1 ( <i>Megaptera novaeangliae</i> )	
16.	Número de abordagens efetuadas	3 ( <i>M. novaeangliae</i> )	
17.	Transmissores implantados (tipo e espécies)	1 tag satelital implantável em <i>M. novaeangliae</i>	
18.	Nº de procedimentos de Foto-Id. (espécies)	1 ( <i>M. novaeangliae</i> )	
19.	Número de biópsias efetuadas (espécies)	2 ( <i>M. novaeangliae</i> )	
20.	Imprevisto/incidente	-	
21.	Medidas de Contorno	-	
22.	Comprometimento das atividades	-	
23.	Treinamento de SMS efetuado (tipo)	DDSMS (Cuidados em mar bravo) e Simulado (Abandono da embarcação)	
24.	<b>Observações da Contratada (Socioambiental)</b>	Procedimento de marcação realizado da embarcação <i>Sea Route</i> . Amostragem paralisada entre 14 e 15h por causa de chuva <b>Preposto Socioambiental:</b> _____	
25.	<b>Observação da Contratante (Petrobras)</b>	<b>Fiscal Petrobras:</b> _____	

 <b>socioambiental</b> CONSULTORES ASSOCIADOS	<b>PROJETO DE MONITORAMENTO DE CETÁCEOS NA BACIA DE SANTOS – PMC-BS</b>	<b>Procedimento Operacional nº 09</b>		
<b>Título:</b> Procedimento para processamento dos dados de Foto-identificação	<b>Primeira</b>	<b>Última</b>	<b>Revisão</b>	
<b>Responsáveis:</b> Fábio Gonçalves Daura Jorge	18/09/16	22/05/17	01	

<b>OBJETIVO</b>
Descrever os procedimentos relativos ao processamento de dados de Foto-identificação do Projeto de Monitoramento de Cetáceos na Bacia de Santos - PMC-BS.

<b>Controle de Revisões</b>	
<b>Data</b>	<b>Descrição</b>
18/09/2016	Versão Original
22/05/2017	1ª revisão

## 1. Descrição do fluxo de dados e armazenamento

Após o término de cada campanha de Avistagem/MAP ou Telemetria, um HD externo com todos os registros fotográficos será recebido na sede da SOCIOAMBIENTAL e seus arquivos em JPEG serão repassados para dois computadores do Laboratório de Mamíferos Aquáticos (LAMAQ), da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), exclusivamente preparados para o trabalho de **triagem, catalogação e processamento dos dados**. Adicionalmente, os arquivos RAW serão copiados para dois HDs externos que ficarão como backup do acervo fotográfico no Laboratório.

Em um primeiro procedimento, ainda na sede da empresa, todos os arquivos digitais serão separados por campanha, dia, fotógrafo e espécie. Assim, cada campanha deve ser armazenada em pastas distintas, sendo que dentro destas tem-se subpastas de cada dia com coleta de registros de foto-identificação. Em subpastas de cada dia, tem-se as pastas com os registros que cada fotógrafo fez para cada espécie avistada.

Em Laboratório, antes de começar o procedimento de análise, deve ser realizada uma quantificação do número total (e quantos GBs em JPEG) de registros fotográficos que foram feitos por campanha, e uma verificação da coerência entre os registros fotográficos diários de cada espécie (subpastas) com as informações apresentadas em planilha de Excel que sintetiza os dados registrados em campo (data, hora, observador espécie, posição geográfica, tamanho de grupo e etc.).

## 2. Responsabilidades

O coordenador dos procedimentos de Foto-identificação (Fábio G. Daura Jorge – UFSC) será responsável pelo armazenamento, gestão e processamento de dados. Para isso, o mesmo deve oferecer a estrutura laboratorial, além de treinar e coordenar a equipe que contribuirá com os procedimentos analíticos. O coordenador deve ainda participar ativamente das etapas de processamento, vistoriando e conferindo todas as atividades realizadas, bem como analisando, discutindo, interpretando os resultados alcançados para a confecção dos relatórios previstos.

As atividades de coordenação serão realizadas no Laboratório de Mamíferos Aquáticos (LAMAQ), da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), localizado em Florianópolis. O LAMAQ disponibiliza de

Y:\PETROcetaceos\GERENCIAL\PO\_Procedimentos\_Operacionais\PO 09 FOTO-IDENTIFICACAO\PC\_09\_FotoID\_Processamento\_PMC\_REV01.docx

dois computadores exclusivamente direcionados para as atividades do PMC, acomodados em estações de trabalho adequadas. Além do coordenador, o processamento de dados deverá ser realizado por dois estagiários bolsistas, e receberá a colaboração de um estagiário voluntário em treinamento.

### **3. Descrição dos procedimentos e etapas do processamento de dados**

Para um acompanhamento sistemático do andamento dos procedimentos de análise das fotos, o número de dias trabalhados deve ser registrado e posteriormente quantificado por campanha. Adicionalmente, nos Relatórios Mensais de Acompanhamento, deve ser apresentada a porcentagem dos registros fotográficos analisados em cada etapa de procedimentos.

Como rotina de análise das fotos, define-se três rodadas (etapas): uma primeira rodada de triagem; uma segunda de catalogação; e uma última de processamento de identificação. Segue descrição:

- ETAPA 1 – Triagem: é o processo de classificação de cada registro fotográfico quanto à qualidade (ângulo, luminosidade, foco e distância) e se é ou não utilizável como registro de foto-identificação. Como critério de qualidade, define-se as seguintes categorias (Ver ANEXO I): (A) excelente – registro passivo de catalogação e reconhecimento com segurança; (B+) boa – registro passivo de reconhecimento com segurança, porém catalogação sem segurança; (B-) razoável – registro passivo de reconhecimento sem segurança; (C) ruim – registro não utilizável para foto-identificação; e (D) nulo – registros aleatórios aparentemente não realizado como registro de foto-identificação. A triagem deve ser realizada no visualizador de fotos do Windows e cada foto é classificada diretamente no Windows Explorer, de forma que cada arquivo receba sua categoria de qualidade como um Metadado.

- ETAPA 2 – Catalogação: é o processo de revisar todos os arquivos fotográficos, classificados no procedimento de Triagem, como (A) e (B+), para a inclusão dos registros de novos indivíduos (ainda não catalogados), em catálogo de referência. Nesta etapa de catalogação, as fotos selecionadas devem ser cuidadosamente comparadas com as fotos pré-existent no catálogo de referência (do PMC). A comparação se dá pela observação de marcas naturais de longa duração, como cortes, mutilações, arranhões profundos, deformidades e lesões epidérmicas, ou padrões de pigmentação. Dependendo da espécie, o foco pode ser a nadadeira dorsal ou a nadadeira caudal. Marcas de curta duração não devem ser consideradas para inclusão de um registro no catálogo de referência. Cada novo indivíduo catalogado, recebe um número exclusivo de identificação. Os catálogos de referência deverão ser elaborados por espécie, no entanto, o procedimento de triagem e catalogação inicial devem ocorrer por ordem cronológica de ocorrência dos registros.

- ETAPA 3 – Processamento de identificação: é o processo de revisar cada registro fotográfico em uma terceira rodada. Neste momento, todos os registros de qualidade (A), (B+) e (B-) devem ser comparados com os catálogos de referência já montados, por espécie, para a busca por correspondentes, ou seja, para identificação dos indivíduos. Em caso de identificação positiva, o número do indivíduo catalogado deve ser vinculado ao registro fotográfico em análise. Em caso de não reconhecimento com os indivíduos catalogados, e quando a qualidade da foto não permite a catalogação de um novo indivíduo, o registro em análise deve ser classificado como não identificado (NI). Este processamento em busca de correspondentes deve ser repetido três vezes, para todas as fotos, e pelo menos uma vez por um observador diferente. Desta forma, todos os registros fotográficos, totalizando as etapas anteriores, serão avaliados ao menos 5 vezes.

Todas as informações procedentes do processo de Triagem, Catalogação e Processamento de Identificação devem ser acomodadas na Matriz de Dados com a organização apresentada no item 4. Para acompanhamento da efetividade do processo, deve ser monitorado o número de registros fotográficos por espécie e a porcentagem de registros utilizados (qualidade A, B+ ou B-). Para o acompanhamento da evolução do catálogo de referência, deve ser monitorado o número de indivíduos em cada catálogo por espécie. Para as espécies com reconhecimento de indivíduos já catalogados, deve ser elaborado históricos de captura e mapas de distribuição com os registros por indivíduos. Após todos estes procedimentos, uma etapa adicional será realizada para o monitoramento de lesões epidérmicas:

- ETAPA 4 – Triagem de lesões epidérmicas: no processo de triagem da ETAPA 1, todos os registros fotográficos com identificação de uma lesão epidérmica (ou qualquer outra alteração da condição corporal), deve receber uma informação, como Metadado do arquivo, para posterior quantificação e avaliação de prevalências por espécies. Cada registro fotográfico com lesão será copiado para pastas específicas por espécie. As lesões mais predominantes devem ser analisadas qualitativamente para se sugerir possíveis causas.

#### **4. Descrição da Planilha do Excel (Matriz de Dados) com sumário dos dados**

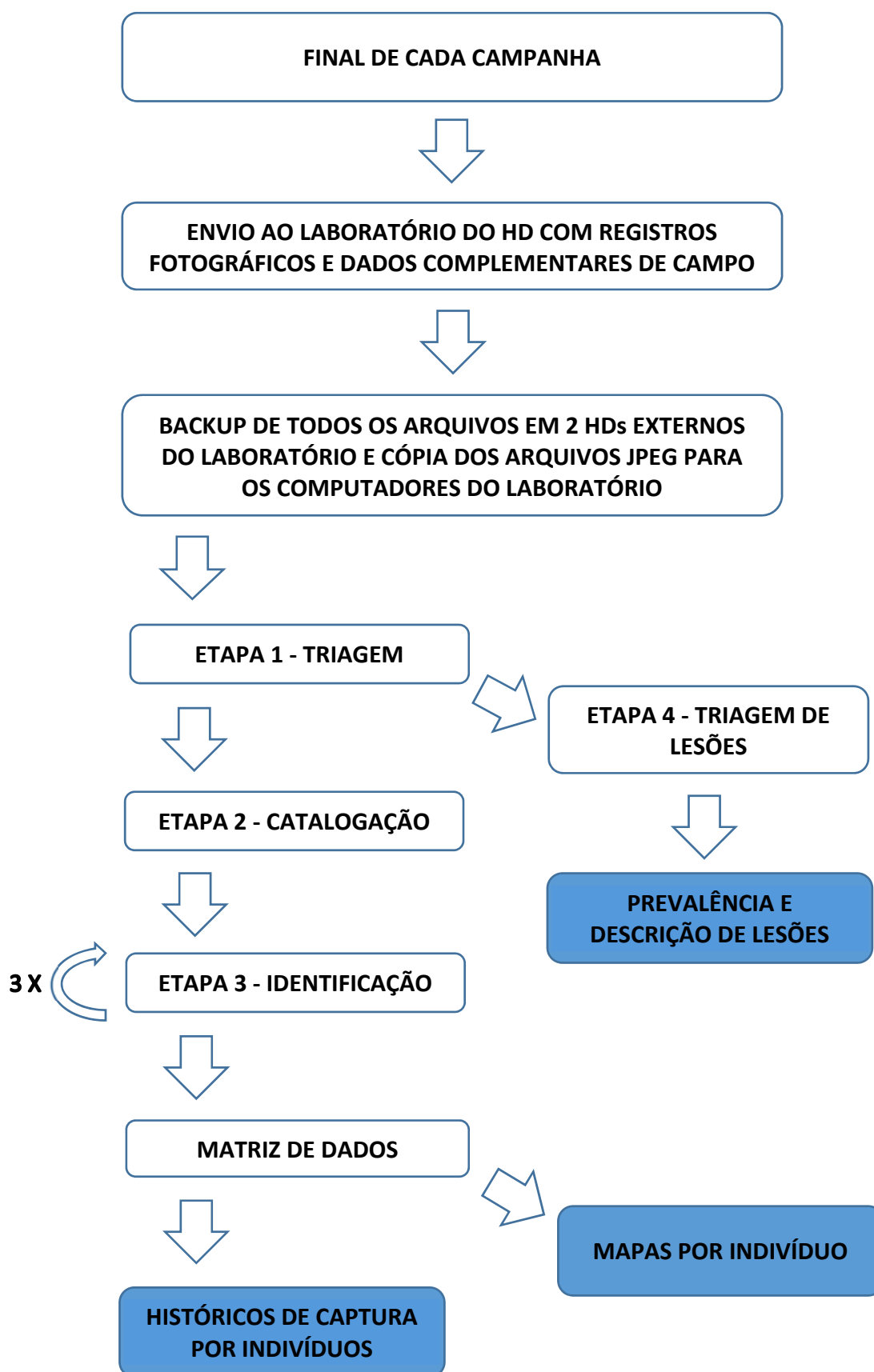
O arquivo digital a ser disponibilizado em Excel que compõe a Matriz de Dados deve estar composto por 12 planilhas, sendo uma para cada espécie registrada em campo. Em cada planilha, as linhas representam cada registro fotográfico (classificado como registro de foto-identificação, de qualidade A, B+ e B-) de um indivíduo e 26 colunas com as seguintes informações:

- (1) Campanha – Se o registro ocorreu em uma campanha de Avistagem e MAP ou de Telemetria;
- (2) Número da campanha – Qual o número da campanha de Avistagem e MAP ou de Telemetria, em relação ao projeto global, que o registro ocorreu;
- (3) Dia; (4) mês; (5) ano – Data do registro (dia, mês e ano foram separados em colunas individuais para facilitação de filtros posteriores);
- (6) Transecto – Para as campanhas de Avistagem e MAP, em qual transecto o registro ocorreu;
- (7) Número da avistagem – Dentro de cada campanha, qual o número da avistagem que o registro ocorreu;
- (8) Identificação taxonômica – Qual espécie de cada registro;
- (9) Tamanho do grupo – Quantos indivíduos foram contados em campo no grupo avistado em que o registro ocorreu;
- (10) Número de filhotes – Quantos filhotes foram contados em campo no grupo avistado em que o registro ocorreu;
- (11) Latitude – Latitude de ocorrência do registro em graus decimais;
- (12) Longitude – Longitude de ocorrência do registro em graus decimais;
- (13) Número da foto – Número de cada foto (se mais de um indivíduo era registrado em uma foto, o número da foto repetia em linhas posteriores)
- (14) Hora; (15) minuto – Horário de cada registro fotográfico (hora e minuto separados em colunas individuais para facilitação de filtros posteriores)
- (16) Fotógrafo – Fotógrafo que fez o registro em campo;

- (17) Qualidade – Classificação de cada foto quanto aos critérios de qualidade apresentados acima (A, B+, B-, C, D);
- (18) Lesões epidérmicas – Presença (1) ou ausência (0) de lesões epidérmicas;
- (19) Mutilações – Presença (1) ou ausência (0) de mutilações;
- (20) Catalogação – Se a foto foi (1) ou não (0) incluída em um catálogo de referência;
- (21) Filhotes – Presença (1) ou ausência (0) de filhote na foto;
- (22) Identificação do indivíduo – Numeração do indivíduo identificado com base no catálogo de referência;
- (23) Biopsia – Se a foto é (1) ou não (0) de um indivíduo/procedimento de coleta de biopsia;
- (24) Tags – Se a foto é (1) ou não (0) de um indivíduo/procedimento de coleta de marcação;
- (25) Lado da foto – Se a foto foi do lado direito (D) ou esquerdo (E);
- (26) Observações – Comentários gerais sobre a foto e outros detalhes.



## FLUXOGRAMA DO PROCESSAMENTO DOS DADOS MAP



## ANEXO 1 – EXEMPLO DA CLASSIFICAÇÃO DE FOTOS POR QUALIDADE



**Qualidade A**




**Qualidade B+**



**Qualidade B-**



**Qualidade C**

 <b>socioambiental</b> CONSULTORES ASSOCIADOS	<b>PROJETO DE MONITORAMENTO DE CETÁCEOS NA BACIA DE SANTOS – PMC-BS</b>	<b>Procedimento Operacional nº 10</b>		
<b>Título:</b> Procedimento para processamento das amostras para análise genética	<b>Primeira</b>	<b>Última</b>	<b>Revisão</b>	
<b>Responsáveis:</b> Ana Lúcia Cypriano de Souza e Sandro Luis Bonatto	04/10/16	17/05/17	01	

<b>OBJETIVO</b>
Descrever os procedimentos relativos ao processamento das amostras para as análises genéticas do Projeto de Monitoramento de Cetáceos na Bacia de Santos - PMC-BS.

Controle de Revisões	
Data	Descrição
04/10/2016	Versão Original
17/05/2017	Alteração derivada da revisão e inclusão de dois locos de microsatélites

## 1. Descrição do envio das amostras para o laboratório

As amostras de biópsia coletadas nas campanhas de Avistagem/MAP e Telemetria, fracionadas para as análises genéticas, serão acondicionadas de acordo com o procedimento operacional (Anexo Procedimento Operacional nº 02). Quando um número mínimo de 50 amostras for alcançado, todo o material biológico separado para as análises genéticas será enviado (ver Anexo Procedimento Operacional nº 02) da sede da SOCIOAMBIENTAL, junto com o documento de custódia, para o Laboratório de Biologia Genômica e Molecular da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (PUCRS), em Porto Alegre.

As amostras serão recebidas no laboratório pelo responsável técnico, com assinatura de termo de responsabilidade em cadeia de custódia das amostras, e antes de serem acondicionadas no freezer, será realizada a verificação do número de amostras e das informações apresentadas na planilha de Excel que reúne os dados das fichas de biópsia (data, hora, espécie, posição geográfica, tamanho e composição de grupo, e reação à biópsia).

## 2. Responsabilidades

O responsável técnico pelas análises genéticas realizadas no laboratório (Sandro L. Bonatto - PUCRS) será responsável pelo armazenamento, gestão e processamento das amostras. Para isso, o mesmo deve oferecer a estrutura laboratorial, além de coordenar o técnico de bancada que fará que as análises laboratoriais. O responsável técnico deve ainda vistoriar e conferir todas as atividades realizadas, bem como analisar os resultados e confeccionar os laudos técnicos das análises genéticas das biópsias.

O Laboratório de Biologia Genômica e Molecular possui toda a infraestrutura e os equipamentos (freezers, balanças, vidrarias, microtubos, banho-maria, banho com agitador, centrífugas, pipetas, ponteiras, placas de PCR, termocicladores, cubas de eletroforese, micro-ondas, computadores e impressora) necessários para a realização da primeira parte (extração de DNA, PCR, verificação em gel e purificação) da metodologia de genética molecular. Posteriormente, os produtos de PCR serão enviados para sequenciamento e genotipagem (segunda parte) na MacroGen Inc., Seul, Coreia do Sul. O processamento das amostras de baleia-jubarte será realizado no mesmo laboratório, mas o pirosequenciamento dos genes para determinação da idade das jubartes será realizado no Núcleo de

Y:\PETROcetaceos\GERENCIAL\PO\_Procedimentos\_Operacionais\PO 10  
GENÉTICA\PO\_10\_Genética\_Processamento\_PMC\_REV01.docx

Sequenciamento de DNA no Centro de Investigação Translacional em Oncologia (CTO) do Instituto do Câncer do Estado de São Paulo (ICESP), que pertence à Faculdade de Medicina da USP.

O coordenador temático de genética (Ana Lúcia Cypriano de Souza) será responsável pela padronização dos protocolos, pelas análises das sequências de DNA e dos alelos dos locos de microssatélites, pelas análises dos resultados dos laudos técnicos, e na elaboração da parte genética nos relatórios mensais, anuais e consolidado do PMC-BS.

### 3. Descrição das etapas do processamento das amostras

A porcentagem das amostras e marcadores analisados em cada etapa do processamento deve ser apresentada nos Relatórios Mensais de Acompanhamento.

O processamento das amostras segue seis etapas: extração do DNA, sexagem molecular, sequenciamento da região controle do DNA mitocondrial, genotipagem dos locos de microssatélites, identificação da espécie e estimativa de idade, sendo esta somente para amostras de baleia-jubarte.

- ETAPA 1 – Extração do DNA: O DNeasy Blood and Tissue Kit (Qiagen) será utilizado para a extração do DNA das amostras de pele de acordo com o protocolo do fabricante.
- ETAPA 2 – Sexagem molecular: o DNA extraído das amostras será amplificado utilizando os pares de primers Y53-3C e Y53-3D; P1-5EZ e P2-3EZ, designados, respectivamente, para amplificar o gene Sry (macho específico), e os genes ZFX/ZFY (fêmea e macho), como controle positivo. As reações de PCR serão: 2,5 mM de MgCl<sub>2</sub>, 0,2 mM de dNTPs, 0,4 µM de cada *primer*, 0,3 U da enzima Platinum *Taq* DNA Polymerase (Invitrogen), 1 X o tampão de reação (Invitrogen), e 1 µl de DNA (aproximadamente 20 ng). O perfil do PCR no termociclador consiste de uma desnaturação inicial a 94°C por 3 minutos, seguida por 35 ciclos de desnaturação a 94°C por 45 segundos, anelamento a 60°C por 45 segundos, extensão a 72°C por 1 minuto e concluída com uma extensão final a 72°C por 10 minutos. O produto amplificado será verificado em gel de agarose (1,5%) e o sexo dos indivíduos amostrados será identificado como macho (duas bandas) ou fêmea (uma banda).
- ETAPA 3 – Sequenciamento da região controle do DNA mitocondrial: a região controle do DNA mitocondrial (~ 800 pares de base) será amplificada para cada amostra usando os primers Dlp1.5 e Dlp8. As reações de PCR serão: 2,5 mM de MgCl<sub>2</sub>, 0,2 mM de dNTPs, 0,4 µM de cada *primer*, 0,3 U da enzima Platinum *Taq* DNA Polymerase (Invitrogen), 1 X o tampão de reação (Invitrogen) e 1 µl de DNA (aproximadamente 20 ng). O perfil do PCR no termociclador consiste de uma desnaturação inicial a 94°C por 2 minutos, seguida por 35 ciclos de desnaturação a 94°C por 30 segundos, anelamento a 55°C por 45 segundos, e extensão a 72°C por 40 segundos, e concluída com uma extensão final a 72°C por 10 minutos. Os produtos de PCR serão enviados para a MacroGen Inc. (Seoul, Coreia do Sul), para purificação e sequenciamento (ambas as direções) em um sequenciador ABI 3730XL (*Applied Biosystems*). As sequências resultantes serão alinhadas, ajustadas manualmente, e as posições variáveis confirmadas visualmente através dos cromatogramas usando SEQUENCHER 5.4.6 (Gene Codes Corporation).
- ETAPA 4 – Genotipagem dos locos de microssatélites: as amplificações dos 17 locos (EV1, EV14, EV37, EV94, EV96, GATA028, GATA053, GATA417, GT23, KWM2a, KWM12a, TexVet5, TexVet7, D08 e MK6, 417/418, 464/465) de microssatélites serão conduzidas num volume final de 10 µl, com as concentrações no PCR e as condições no termociclador variando dependendo do par de *primers* (Ver tabelas do Anexo I). Os locos de microssatélites amplificados serão enviados para a MacroGen Inc. (Seoul, Coreia do Sul) para genotipagem no sequenciador automático ABI 3730XL. Os resultados serão então utilizados para a determinação dos genótipos, com o auxílio do programa Peak Scanner™ v1.0 (*Applied Biosystems*).

- ETAPA 5 – Identificação das espécies: para a identificação molecular das espécies, cada sequência da região controle do DNAm de cada amostra será comparada, utilizando o programa *DNA Surveillance* (ROSS *et al.*, 2003), com as sequências do banco de dados de referência, *Witness for the Whale*, versão 4.3 (o mais recente disponível na época da análise). Adicionalmente, as sequências serão também comparadas com o banco de sequências de DNA do GenBank, por pesquisas de similaridade usando a ferramenta BLAST do mesmo, onde se verifica a espécie com maior similaridade.
- ETAPA 6 – Estimativa de idade: O DNA das amostras de baleia-jubarte será convertido usando o Epitect Bisulphite Conversion Kit (Qiagen). Os três genes com os sítios (TET2\_CpG+31, CDKN2A\_CpG+297 e GRIA2\_CpG+202) que relacionam metilação da citosina e idade serão amplificados usando um *primer biotin labelled HPL-purified* e um *primer* secundário de sequenciamento padrão. As reações de PCR serão: 12,5 µl de mastermix PyroMark, 2,5 µl de Coral Load, 5 µl de cada *primer*, 2 µl de DNA bissulfito e 6 µl de H<sub>2</sub>O. O perfil do PCR no termociclador consiste de uma desnaturação inicial a 95°C por 15 minutos, seguida por 45 ciclos de desnaturação a 95°C por 30 segundos, anelamento a 56°C por 30 segundos, e extensão a 72°C por 30 segundos, e concluída com uma extensão final a 72°C por 10 minutos. O pirosequenciamento será realizado em um PyroMark Q24 (Qiagen) no Núcleo de Sequenciamento de DNA no CTO do ICESP, São Paulo. A porcentagem dos valores de metilação para cada sítio CpG será fornecida pelo programa do PyroMark Q24.

#### 4. Descrição da Matriz de Dados ou Catálogo Genético

O arquivo será em Excel, composto por 14 ou mais planilhas, sendo uma para cada espécie amostrada em campo. Em cada planilha, cada linha representa um indivíduo e 31 a 35 colunas com as seguintes informações:

- (1) Número da biópsia
- (2) Campanha – Se a biópsia ocorreu em uma campanha de Avistagem e MAP ou de Telemetria;
- (3) Número do ciclo – Qual o número do ciclo da campanha em relação ao projeto global em que foi coletada a amostra;
- (4) Data do registro – (dia, mês e ano);
- (5) Hora em que a amostra foi coletada;
- (6) Latitude – Latitude de ocorrência da biópsia em graus decimais;
- (7) Longitude – Longitude de ocorrência da biópsia em graus decimais;
- (8) Foto ID – Se tem registro de foto do indivíduo biopsado;
- (9) *Tags* - Se a biópsia é de um indivíduo que foi tagueado;
- (10) Tamanho do grupo – Quantos indivíduos foram contados em campo no grupo avistado em que a biópsia ocorreu;
- (11) Número de filhotes – Quantos filhotes foram contados em campo no grupo avistado em que a biópsia ocorreu;
- (12) Reação antes da biópsia;
- (13) Reação durante a biópsia;
- (14) Reação depois da biópsia;
- (15) Sexo – Se o indivíduo é um macho ou uma fêmea;
- (16) Haplótipo – identificação (nome) do haplótipo da região controle do DNA mitocondrial;

(17) a (33, 35 ou 37) Genótipo do indivíduo – Identificação do indivíduo (8 a 10 locos dependendo da espécie) composto pelos alelos de cada loco de microsatélite (cada alelo separado em uma coluna, sendo 16, 18 ou 20 colunas necessárias para 8, 9 ou 10 locos, respectivamente).



## ANEXO 1 – CONDIÇÕES DOS PCRS PARA OS LOCOS DE MICROSSATÉLITES

**Tabela 1.** Fluorescência, PCR e programa no termociclador usado para cada loco de microsatélite.


Locos	Fluorescência	Condições PCR	Programa
EV1	NED	PCR1	Microceti I_50
EV14	HEX	PCR1	Microceti I_50
EV37	NED	PCR1	Microceti I_50
EV94	FAM	PCR1	Microceti II_50
EV96	HEX	PCR2	Microceti II_50
GATA28	HEX	PCR1	Microceti II_50
GATA53	NED	PCR1	Microceti II_50
GATA417	FAM	PCR1	Microceti II_50
GT23	HEX	PCR1	Microceti II_50
KWM2a	HEX	PCR3	TD5060
KWM12a	FAM	PCR3	TD5060
TexVet5	HEX	PCR3	TD5060
TexVet7	NED	PCR3	TD5060
MK6	FAM	PCR1	Microceti I_50
D08	FAM	PCR3	TD5060
464/465	NED	PCR4	BK50
417/418	HEX	PCR5	BK50

**Tabela 2.** Concentrações dos reagentes nos PCRs 1, 2 e 3.

Reagentes	PCR1	PCR2	PCR3	PCR4	PCR5
MgCl <sub>2</sub>	2,5 mM	1,5 mM	1,5 mM	3,25 mM	3,25 mM
dNTP	0,2 mM	0,2 mM	0,1 mM	0,2 mM	0,2 mM
Primer F	0,026 uM	0,026 uM	0,016 uM	0,008 uM	0,016 uM
Primer R	0,4 uM	0,4 uM	0,25 uM	0,125 uM	0,25 uM
Primer M13 marcado	0,4 uM	0,4 uM	0,20 uM	0,1 uM	0,2 uM
Platinun Taq DNA Polymerase	0,3 U	0,3 U	0,3 U	0,5 U	0,5 U
Tampão	1 x	1 x	1 x	1 x	1x

**Tabela 3.** Passos dos PCRs e nomes dos programas usados nos termocicladores.

Passos	Microceti I		Microceti II		BK50		TD5060	
Desnaturação inicial		94°C por 3 min		94°C por 3 min		94°C por 10 min		94°C por 2 min
Desnaturação		94°C por 30 seg		94°C por 30 seg		94°C por 30 seg		94°C por 30 seg
Anelamento	35 x	50°C por 30 seg	40 x	50°C por 30 seg	40 x	50°C por 30 seg	10 x	60°C por 1 min
Extensão		72°C por 30 seg		72°C por 40 seg		72°C por 30 seg		72°C por 1 min
Extensão final		72°C por 10 min		72°C por 30 min		72°C por 3 min		menos 1°C por ciclo
Desnaturação								94°C por 30 seg
Anelamento							35x	50°C por 1 min
Extensão								72°C por 1 min
Extensão final								72°C por 5 min

 <b>socioambiental</b> CONSULTORES ASSOCIADOS	<b>PROJETO DE MONITORAMENTO DE CETÁCEOS NA BACIA DE SANTOS – PMC-BS</b>	<b>Procedimento Operacional nº 02</b>		
<b>Título:</b> Procedimento para realização de biópsia	<b>Primeira</b>	<b>Última</b>	<b>Revisão</b>	
<b>Responsáveis:</b> Aline Fernandes de F. Silva e Ana Lúcia Cypriano de Souza	13/11/15	19/01/2017	05	

<b>OBJETIVO</b>
Descrever os procedimentos relativos à realização das biópsias durante as campanhas de avistagem embarcada e telemetria do Projeto de Monitoramento de Cetáceos na Bacia de Santos - PMC-BS.

<b>Controle de Revisões</b>	
<b>Data</b>	<b>Descrição</b>
17/03/2016	Alteração derivadas da revisão do CENPES e professores Afonso Bainy e Karim Hahn Lüchmann
25/07/2016	Alterações derivadas do Treinamento de coleta de amostras de Biomarcadores
11/10/2016	Revisão ortográfica e gramatical
19/01/2017	Alteração para um melhor acondicionamento das amostras

#### 1. Material disponível no barco para a atividade

- Caixa plástica de ferramenta (55 cm x 23,5 cm) com material de utilização geral e material descontaminado (kits contendo pinça, cabo de bisturi, placa de petri de vidro e ponteira):
  - Cabos de bisturi N°4 de aço inoxidável, 14 cm (material descontaminado)
  - Pinças histológicas (retas com ponta fina), em aço inoxidável, 16 cm (material descontaminado)
  - Placas de Petri de vidro 100x20mm (material descontaminado)
  - Ponteiras para Biópsia (25mm e 40mm) (material descontaminado)
  - Lâminas de bisturi (N° 20, de aço inoxidável estéril e descontaminadas)
  - Canetas Permanentes de Ponta Ultrafina (azul)
  - Lápis
  - Rolo de papel vegetal
  - Rolos de papel alumínio
  - Sacos ziplock (20 x 28)
  - Potes de plástico com tampa
- Dois botijões de nitrogênio líquido (um botijão na Socioambiental)
- Microtubos de 2 ml de rosca com tampa separada (marca Kasvi) – Para amostras de Genética
- Tubo criogênico de 2 ml com tampa (Kasvi -K2-202 - DNA, DNase, RNase e Pyrogen FREE) – Para amostras de biomarcadores
- Tubo criogênico de 5 ml com tampa (Kasvi -K2-250 - DNA, DNase, RNase e Pyrogen FREE) – Para amostras de contaminantes
- Caixas de luva de procedimento azul nitrílica (P), (M) e (G)
- Caixa (rack) com identificação alfanumérica para estocagem em freezer (capacidade para 100 microtubos de 2 ml)
- Coletor para material perfurocortante (Descarpack)
- Rolo de toalhas de papel
- Frasco de etanol 70% (1 litro)

- RNAlater RNA Stabilization Reagent de 50ml (deve permanecer armazenado na geladeira)
- Dardos para biópsia
- 1 besta Buffalo River 120 libras
- 1 besta Buffalo River 150 libras
- Molinete e linha de nylon
- Isopor para envio das amostras de genética
- Isopor para envio das amostras de contaminantes
- Isopor para envio das amostras de biomarcadores
- Etiquetas com endereço dos laboratórios para envio das amostras

## **2. Revisão do Material disponível**

- A equipe responsável pela biópsia e pelo processamento das amostras também terá a responsabilidade de fazer a checagem e listagem quantitativa do material disponível a bordo.
- A checagem do material deve ser realizada no dia do embarque e revista semanalmente.
- Quando for identificado que o material de biópsia atingiu 50% do disponível, o coordenador da campanha deve ser informado para que o mesmo repasse essa informação para a equipe de apoio em terra por meio do AUTOTRACK.

## **3. Colocação da ponteira no dardo**

- A ponteira deve ser atarraxada no dardo com uma luva nitrílica para não haver contaminação.
- Uma vez colocada no dardo, a ponteira não deve encostar em locais onde possa haver contaminação.

## **4. Biópsia**

### **Campanha de Avistagem Embarcada**

- As biópsias serão realizadas da proa do navio, de forma oportunística, para amostrar pequenos cetáceos *bow-riding*, usando dardos amarrados com linha de nylon a um molinete preso na balestra.
- Serão utilizadas as ponteiras de 25 mm para pequenos cetáceos.
- Biopsiar todos os cetáceos que permitirem aproximação. Preferencialmente associar a biópsia à fotoidentificação, mas se não for possível, biopsiar o animal assim mesmo.
- Os dardos devem ser disparados a uma distância mínima de 4 m do animal, e apontados para o meio do dorso, logo abaixo da nadadeira dorsal.
- A cada cinco disparos da balestra, lubrificar a corda do arco com cera apropriada (Rail Lube).
- Se o disparo não for efetuado, desarmar a balestra sem disparar, soltando o botão e segurando o elástico. Não havendo contaminação da ponteira, a mesma deve ser manipulada com luva nitrílica e embrulhada em papel laminado com a parte brilhosa para fora e guardada na caixa de material descontaminado.

### **Campanha de Telemetria**

- As biópsias serão realizadas de um bote inflável (o mesmo utilizado para marcação de telemetria) para amostrar cetáceos de médio e grande porte usando dardos livres. O esforço de biópsia também poderá ocorrer da proa do navio, conforme descrito na campanha de avistagem.

- Serão utilizadas as ponteiros de 40 mm para cetáceos de médio e grande porte e de 25 mm para pequenos cetáceos (amostrados na proa).
- Biopsiar todos os cetáceos que permitirem aproximação. Preferencialmente associar a biopsia à fotoidentificação, mas se não for possível, biopsiar o animal assim mesmo.
- Os dardos devem ser disparados a uma distância mínima de 4 m do animal, e apontados para o meio do dorso, logo abaixo da nadadeira dorsal.
- Como na campanha de avistagem, a corda do arco será lubrificada com cera (Rail Lube) após cinco disparos da balestra.
- Se o disparo não for efetuado, desarmar a balestra sem disparar, soltando o botão e segurando o elástico. Não havendo contaminação da ponteira, a mesma deve ser manipulada com luva nitrílica e embrulhada em papel laminado com a parte brilhosa para fora e guardada na caixa de material descontaminado.
- Depois de realizada a Biópsia, o bote deve voltar imediatamente para o barco para que se inicie o procedimento de processamento das amostras, caso contrário as amostras de Biomarcadores podem ser danificadas. No trajeto até o barco, a ponteira deve ficar em gelo filtrado em isopor tampado.

## 5. Fracionamento do material biológico coletado

- Remover a ponteira da flecha usando luva nitrílica.
- Usar uma pinça descontaminada para empurrar o material biológico coletado para dentro da ponteira, em direção à rosca, removendo-o pela extremidade posterior da ponteira.
- Na bancada de procedimento, colocar o material biológico sobre uma placa de petri de vidro descontaminada.
- Separar a epiderme da gordura usando lâmina de bisturi descontaminada. A lâmina deve ser descartada após utilização (uma lâmina por material biológico).
- Dividir a epiderme em duas amostras, cortadas perpendicularmente (1/3 para análises genéticas e 2/3 para análises de biomarcadores).
- O processamento das amostras de Biomarcadores deve ter prioridade. Este processamento, da biópsia até o armazenamento em nitrogênio líquido, deve ser realizado preferencialmente em no máximo 15 minutos (minimizando o efeito da protease).
- Dividir a amostra de Biomarcadores em dois criotubos: 1/2 para bioquímica, que deve ser identificada com a sigla BB, e 1/2 para análise molecular que deve ser identificada com a sigla BM.
- Não havendo amostra de gordura, toda a epiderme deve ser destinada às análises genéticas.
- Se o volume da amostra for muito grande para o tamanho do tubo, ela deve ser dividida de forma a disponibilizar amostras em duplicata.

## 6. Identificação das amostras

- Cada coleta de material biológico (biópsia) receberá um número sequencial, e as amostras fracionadas deste material serão identificadas com o mesmo número.
- As amostras para as diferentes análises serão diferenciadas por uma letra:
  - Análise Genética: **G**
  - Biomarcadores: **BB** (BIOQUIMICA) e **BM** (MOLECULAR)
  - Contaminantes: **C**
- As amostras terão terminologia conforme exemplo abaixo:
  - Primeira biópsia: **1G; 1B; 1C**
  - Vigésima biópsia: **20G; 20BB; 20BM; 20C**

- As amostras duplicadas receberão o mesmo número, porém diferenciadas com a letra **D**, que deve ser inserida ao final da terminologia, ex.: **20CD**.

## **7. Acondicionamento das amostras**

### **Genética**

- A amostra (1/3 de epiderme, conforme item 3) deve ser inserida em microtubo de 2 ml contendo álcool 70%. A amostra deve ficar completamente submersa no álcool.
- O material das amostras de baleia jubarte deverá ser armazenado no microtubo de 2 ml contendo RNAlater RNA Stabilization Reagent (ao invés de álcool 70%).
- A terminologia da amostra deve ser escrita no tubo com caneta específica e em papel vegetal, escrito a lápis, sendo inserido dentro do microtubo junto com a amostra. Certificar-se que a tampa do tubo está bem fechada e que o álcool não borrou a terminologia da amostra escrita no tubo.
- Guardar os microtubos na caixa (rack).
- As amostras para análise Genética devem ser mantidas refrigeradas na geladeira/freezer.

### **Biomarcadores**

- Os tubos de 2 ml (Kasvi -K2-202 - DNA, DNase, RNase e Pyrogen FREE) deverão ser congelados no botijão de Nitrogênio líquido antes de se colocar as amostras, a fim de evitar que a tampa se solte por contração do material devido ao congelamento do frasco. Ou seja, estes deverão ser mantidos no botijão de nitrogênio até seu uso.
- Colocar a amostra (2/3 de pele, conforme item 3) em dois tubos criogênico de 2 ml (bioquímica e molecular).
- A terminologia da amostra deve ser escrita no tubo com caneta específica.
- As amostras de biomarcadores devem ser mantidas congeladas dentro do botijão de Nitrogênio nos canisters vermelho (4), verde (5) e azul (6) do botijão de número 1.

### **Contaminantes (HPA)**

- A amostra de gordura deverá ser colocada em papel alumínio, com o lado brilhante voltado para fora. A amostra deve ser embrulhada várias vezes com o papel alumínio para proteger de contaminação externa, bem como para manter o embrulho firme e coeso. Depois de embrulhada, a amostra deve ser colocada em tubo criogênico de 5 ml.
- A terminologia da amostra deve ser escrita no tubo com caneta específica e em papel vegetal, escrito a lápis. O papel vegetal deve ser inserido no papel alumínio, mas com o cuidado de não entrar em contato com a amostra.
- As amostras para análise de contaminantes devem ser mantidas congeladas dentro do botijão de Nitrogênio nos canisters branco (1), amarelo (2) e preto (3) do botijão de número 1.

## **8. Informações importantes**

- Nunca utilizar recipientes ou espátulas de plástico no manuseio das amostras para análise de contaminantes, pois o contato direto de plásticos com o tecido invalida a amostra, pela contaminação com compostos orgânicos presentes nestes materiais.
- Quando embarcado, deve-se tomar cuidado para não contaminar o material de coleta com o óleo da embarcação ou fumaça do motor. A coleta deve ser feita sempre o mais distante possível do cano de escape do motor (preferencialmente na proa da embarcação).



## 9. Limpeza dos Materiais

- Descartar a luva após o manuseio das amostras.
- Descartar a lâmina de bisturi, colocando-a no coletor para material perfurocortante (Descarpack).
- Lavar o restante do material (pinça, cabo de bisturi, placa de petri e ponteiras) com água e detergente neutro, com auxílio de esponja, e armazenar em caixa plástica de material usado para a posterior descontaminação em terra.
- Secar bem o material antes de guardar para não enferrujar.
- Limpar a rosca da flecha (usando luva nitrílica) com algodão e álcool para remover fragmentos de tecido.
- Nunca colocar qualquer material usado no recipiente de material descontaminado.

## 10. Envio das amostras

- Todas as amostras serão enviadas ao final do cruzeiro.
- Cada envio deve ser acompanhado de um documento de custódia (ver item **11 Documento de Custódia**).
- As amostras de epiderme em álcool 70% e de baleia jubarte em RNALater, para as análises genéticas, serão enviadas em saco Ziplock dentro de uma caixa de isopor pelo correio (SEDEX) para o Laboratório de Biologia Genômica e Molecular na Faculdade de Biociências da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul - PUCRS, sob responsabilidade do Dr. Sandro Luis Bonatto. Endereço: Avenida Ipiranga, 6681, prédio 12C, sala 134, bairro Partenon, Porto Alegre - RS, CEP: 90619-900.
- As amostras de epiderme armazenadas em nitrogênio líquido serão destinadas à realização da análise de biomarcadores e seguirão para Laboratório indicado pela Petrobras, o Laboratório de Biomarcadores de Contaminação Aquática e Imunoquímica da Universidade Federal de Santa Catarina LABCAI/UFSC.
- As amostras para análise de contaminantes deverão ser encaminhadas para laboratório a ser designado pela Petrobras
- Para a qualidade analítica do resultado da análise de **contaminantes e biomarcadores** é muito importante que as **amostras fiquem refrigeradas na temperatura de -80°C** durante o transporte até o laboratório responsável. Para tanto, as amostras deverão ser **encaminhadas em isopor com gelo seco**. O transporte será feito pela TAM CARGO ou entregue em mãos.

## 11. Documento de Custódia

- Cada envio de amostra deverá ser acompanhado de um documento de custódia que apresentará a listagem das amostras e informações específicas sobre as mesmas.
- Não havendo documento de custódia específico do laboratório, utilizar o modelo fornecido pela Socioambiental.
- A responsabilidade pelo preenchimento do documento de custódia é dos profissionais envolvidos na biopsia, assim como o processamento da amostra e o transporte.

## 12. Planilha de Biópsia

- A ficha de Biópsia deve ser preenchida para cada biópsia realizada.
- A responsabilidade pelo preenchimento da ficha de biópsia é dos profissionais envolvidos na biópsia e no processamento da amostra.

## 13. Manejo dos Botijões de Nitrogênio

- As amostras de biomarcadores e contaminantes devem ser armazenadas no botijão identificado com o número 1, sendo as amostras de contaminantes colocadas nos

canisters branco (1), amarelo (2) e preto (3), e as amostras de biomarcadores nos canisters vermelho (4), verde (5) e azul (6).

- A revisão de nível de nitrogênio do botijão 1 deve ser realizada com a régua de medição a cada 7 dias nos primeiros 15 dias. Após os primeiros 15 dias, esta revisão deve ser realizada de 3 em 3 dias. A régua deve ser inserida no botijão por 2 segundos para essa medição. Ao retirar a régua, agitar a mesma, a parte congelada (branca) indica o nível do nitrogênio.
- O reabastecimento do botijão deve ser feito quando o nível de nitrogênio líquido do botijão 1 chegar em 20 cm; a estimativa para chegada neste nível é de 40 dias.
- Necessário uso de luvas e óculos de proteção para aqueles que fizerem o transbordo do nitrogênio líquido.
- Reabastecer o botijão 1 com aproximadamente 10 cm de nitrogênio, ou seja, se a régua estiver indicando 20 cm. Após o reabastecimento, a mesma deve apresentar 30 cm.
- Para o reabastecimento, utilizar primeiro o botijão 2. Quando a carga deste acabar, iniciar o uso do botijão 3.
- O procedimento de medição e reabastecimento deve ser seguido conforme os vídeos demonstrativos disponíveis na embarcação e apresentados no curso de nivelamento.

#### **14. Descontaminação e assepsia do material utilizado (ponteiras, pinças, cabos de bisturi, lâminas e placas de petri de vidro) – Realizada em laboratório contratado**

- Todo o procedimento deve ser realizado utilizando luvas nitrílicas.
- As pinças, cabos de bisturi, lâminas e placas de petri de vidro devem ser lavados com água e detergente neutro, com auxílio de esponja de limpeza. Os materiais devem, então, ser rinsados com água ultrapura tipo 1, segundo ASTM ("água Milli-Q"). Após este procedimento, devem ser rinsados com acetona P.A. (verificar se não há mais resíduo de água). Por último, devem ser rinsados com diclorometano (grau resíduo ou pesticida). O manuseio dos solventes deverá ser feito em uma capela.
- As ponteiras devem ser lavadas com água e detergente neutro, com auxílio de esponja, e rinsadas com água Milli-Q. Após este procedimento, cada ponteira deve ser limpa por dentro usando uma pinça com algodão embebido em acetona P.A. para remover todo o resto de tecido que possa ter ficado aderido às farpas internas da ponteira. Por último, devem ser rinsadas com acetona P.A. e na sequência rinsadas com diclorometano, como descrito previamente.
- Todos os materiais, com exceção da placa de petri de vidro, podem também ser lavados com água e detergente neutro, depois rinsados com "água Milli-Q", e descontaminados em forno mufla a 400°C por 4 horas.
- Após a descontaminação, os materiais devem ser embrulhados em papel alumínio, com a face brilhante voltada para fora, e acondicionados em um recipiente (pote) para material descontaminado. As ponteiras embrulhadas em papel alumínio devem ser armazenadas em um saco ziplock limpo. Cada kit contendo pinça, cabo de bisturi e placa de petri deve ser separado em um saco ziplock limpo.

## Anexo IV-1: Guia de Espécies

## Apresentação

Os cetáceos da Bacia de Santos foram estudados por diferentes metodologias e plataformas de pesquisa na Bacia de Santos por dois anos. Neste documento trazemos uma revisão sobre cada uma das espécies observadas durante o Projeto de Monitoramento de Cetáceos da Bacia de Santos. São fornecidas informações sobre as características diagnósticas usadas na identificação de cada espécie, biologia geral, conhecimento disponível para a costa brasileira, além de um resumo dos registros realizados no âmbito do PMC. Também fornecemos mapas de distribuição e fotografias do acervo do PMC. Portanto, este documento é uma consolidação do conhecimento gerado em nível de espécie dos cetáceos observados durante o PMC-BS.

Colaboraram para a realização deste documento as seguintes pessoas: Leonardo Wedekin, Alexandre Paro, Ana Lúcia Cypriano-Souza, Fábio Daura-Jorge, Karina Groch, Marcos Rossi-Santos, Marta Cremer, Clarêncio Baracho, Larissa Dalpaz, Marcela Meyer, Matheus Caiaffa, Vitor Zimmermann, Maria Eduarda.

## INTRODUÇÃO GERAL

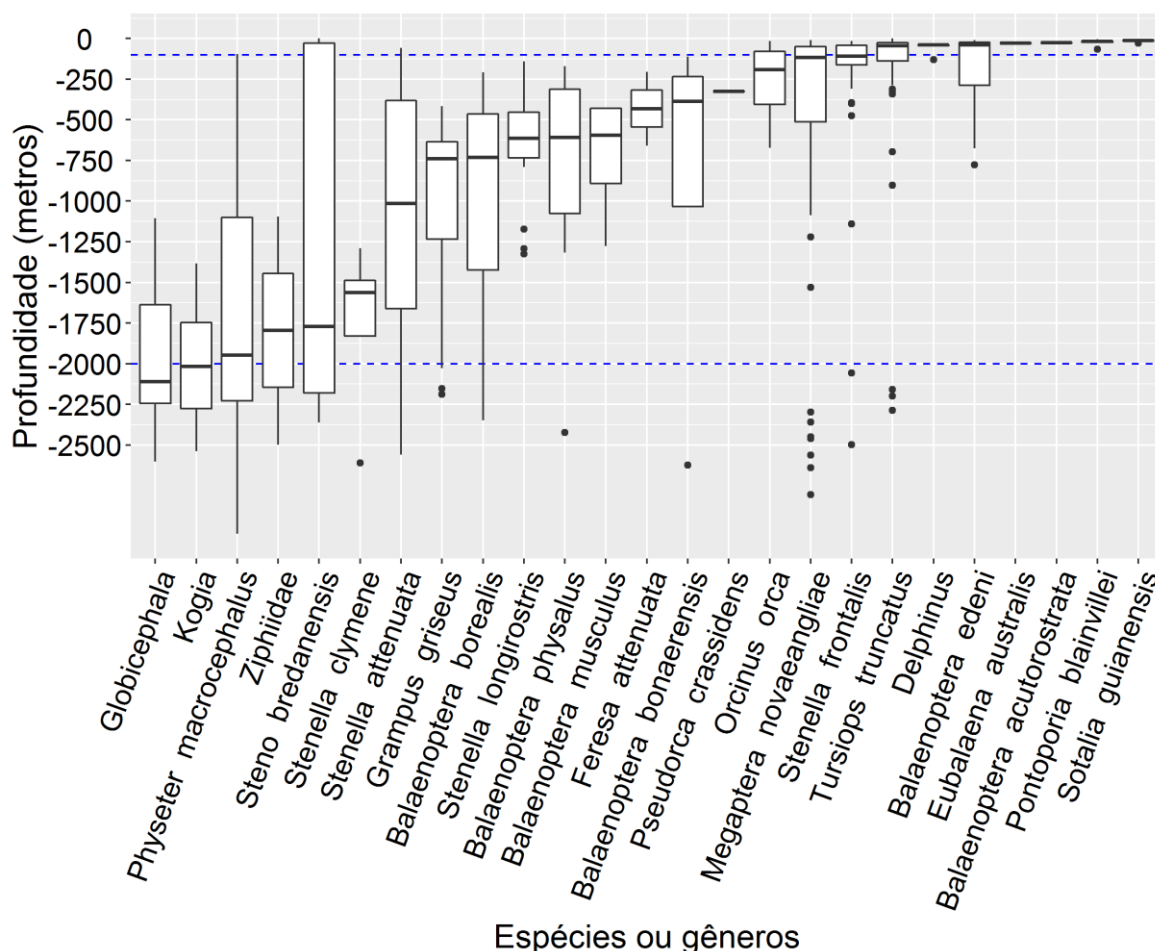
Os cetáceos são um dos grupos de mamíferos mais derivados, tendo sofrido uma série de adaptações para uma vida exclusivamente aquática. Este grupo originou-se a partir de um grupo de mamíferos terrestres (répteis Synapsida) a aproximadamente 50 milhões de anos atrás (THEWISSEN & WILLIAMS, 2002). A transição dos cetáceos ancestrais do ambiente terrestre para o aquático é um dos casos de macroevolução mais bem documentados no registro fóssil (ZIMMER, 1998; RICE, 2002). O formato atual do corpo dos cetáceos surgiu no período Eoceno (35 m.a.), com o desaparecimento quase completo dos membros posteriores, formato fusiforme do corpo e diversas outras adaptações ao ambiente aquático (BERTA & SUMICH, 1999). Desde então, o grupo irradiou-se para explorar todos os ambientes aquáticos, desde regiões marinhas oceânicas e costeiras, incluindo grandes bacias hidrográficas; habitam desde mares polares até as regiões tropicais do mundo.

Dois grupos de cetáceos vivos são reconhecidos (RICE, 2002): Sub-Ordem Mysticeti (baleias verdadeiras de barbatanas) e Sub-Ordem Odontoceti (baleias e golfinhos com dentes). Os mysticetos possuem dois orifícios respiratórios, estruturas queratinizadas na boca (barbatanas) que funcionam como um filtro usado na alimentação e destacam-se por estarem entre os maiores animais que já viveram. Os odontocetos usam os dentes para se alimentar e constituem o grupo mais diversificado, com uma ampla variação de tamanho e formato de corpo.

Considerando que a taxonomia é uma ciência dinâmica, o número de espécies de cetáceos atuais varia de 78 a mais de 91 espécies dependendo do autor. Estas espécies estão distribuídas em 13 ou 14 famílias (RICE, 1998; 2002; SHIRIHAI & JARRET, 2006; JEFFERSON et al., 2015). No Brasil, 45 espécies de cetáceos foram registradas até o momento (LODI & BOROBIA, 2013).

Um dos principais descritores de habitat dos cetáceos é a profundidade, e a variação da profundidade é um dos fatores responsáveis por estruturar as comunidades de cetáceos do mundo. Podemos dividir as espécies de cetáceos em grupos de acordo com as profundidades utilizadas: (a) animais costeiros; (b) animais da plataforma continental; (c) cetáceos do talude; e (d) cetáceos de regiões oceânicas. Além disso, algumas

espécies podem viver ou usar em diferentes momentos da sua vida mais de um ambiente. Abaixo segue as profundidades utilizadas pelos cetáceos na Bacia de Santos (**Figura I**). A figura foi construída com base nas profundidades observadas de cada espécie na Bacia de Santos.



**Figura I:** Profundidades utilizadas pelas espécies ou gêneros de cetáceos observados na Bacia de Santos durante o PMC. Linha tracejada azul mostra o limite da plataforma e talude continental (isóbata dos 200 m) e o limite do talude continental com as regiões oceânicas (2000 m).

Com base nestes mesmos dados de profundidades de cada espécie, foram gerados mapas de distribuição potencial e habitats críticos das espécies com mais de 4 observações. Para a distribuição potencial foi usado os quantis de 5 e 95% como limite dos polígonos. Para os habitats críticos foram usados os quantis de 25 e 75%.



## I. MYSTICETI

### I.1 Família Balaenidae

Compreende as baleias-francas e a baleia-da-Groelândia, totalizando quatro espécies em dois gêneros (*Eubalaena* e *Balaena*). Caracterizam pela grande cabeça que chega a ter um terço do tamanho do corpo e uma boca bastante recurvada. Seu corpo é mais robusto que os balaenopterídeos (Família Balaenopteridae) e os ossos cervicais são fusionados. As baleias desta família não possuem nadadeira dorsal nem pregas ventrais.

#### I.1.1 Baleia-franca (*Eubalaena australis*)

**Quadro I.2.1-1:** Descrição da baleia-franca, *Eubalaena australis*.

<b>Sub-Ordem Mysticeti</b>	<b>Família Balaenidae</b>
<b>Baleia-franca, <i>Eubalaena australis</i></b> Desmoulins, 1822	
<b>Tamanho adulto:</b> até 17 metros	<b>Peso adulto:</b> até 80.000 kg
<b>Tamanho filhote:</b> 4 - 5 metros	<b>Peso filhote:</b> 1.000 kg (ao nascer)
<b>Distribuição:</b> Águas tropicais até polares, compreendendo latitudes normalmente entre 20°S e 55°S, podendo chegar até 65°S	
<b>Caracteres diagnósticos:</b> espécie de grande porte e corpo robusto, seu formato largo apresenta uma cabeça extremamente grande, podendo compreender um terço do tamanho do seu corpo; a linha da boca é bem curvada e o rostro é arqueado e extremamente estreito quando visto de cima; não apresenta nadadeira dorsal ou qualquer vestígio; nadadeira peitoral grande e em formato de pá; nadadeira caudal suave e ampla; coloração preta ao longo de praticamente todo o corpo, mas a maioria apresenta manchas brancas na barriga e no queixo; apresentam calosidades na cabeça.	

**Comportamento:** realizam migração no inverno para se alimentar; costumam ser lentas e pesadas, mas às vezes podem surpreender por sua agilidade; realizam batidas de cauda na superfície da água, por vezes levantam sua nadadeira caudal enquanto nadam; normalmente realizam mergulhos que podem durar entre 10 e 20 minutos; podem permanecer bem próximas da costa, perto da arrebentação, nas suas áreas de reprodução.

**Uso de habitat:** nas áreas de reprodução se concentram em regiões rasas e próximas da costa, muitas vezes próximas da arrebentação.

**Tamanho de grupo** geralmente de 2-3 animais, chegando até 12

**Status IUCN (2017):** Baixo risco

**Status MMA (2014):** Vulnerável

*Características.* Corpo robusto de coloração preta, chegando a medir até 17 metros de comprimento. As fêmeas são ligeiramente maiores que os machos. Não possuem nadadeira dorsal. Podem possuir manchas brancas de formato variável na parte ventral entre a nadadeira peitoral e o ânus. Sua cabeça é grande, chegando a um terço do comprimento do corpo. Possuem calosidades na cabeça que permitem a sua identificação individual. A nadadeira peitoral tem o formato de trapézio. O borrifo tem formato de “V”.

*Espécies similares.* Seu corpo robusto, sem nadadeira dorsal e com calosidades na cabeça são características bastante distintivas que tornam a identificação relativamente fácil. Os outros balaenopterídeos de grande porte possuem o corpo mais fusiforme, possuem nadadeira dorsal e pregas ventrais.

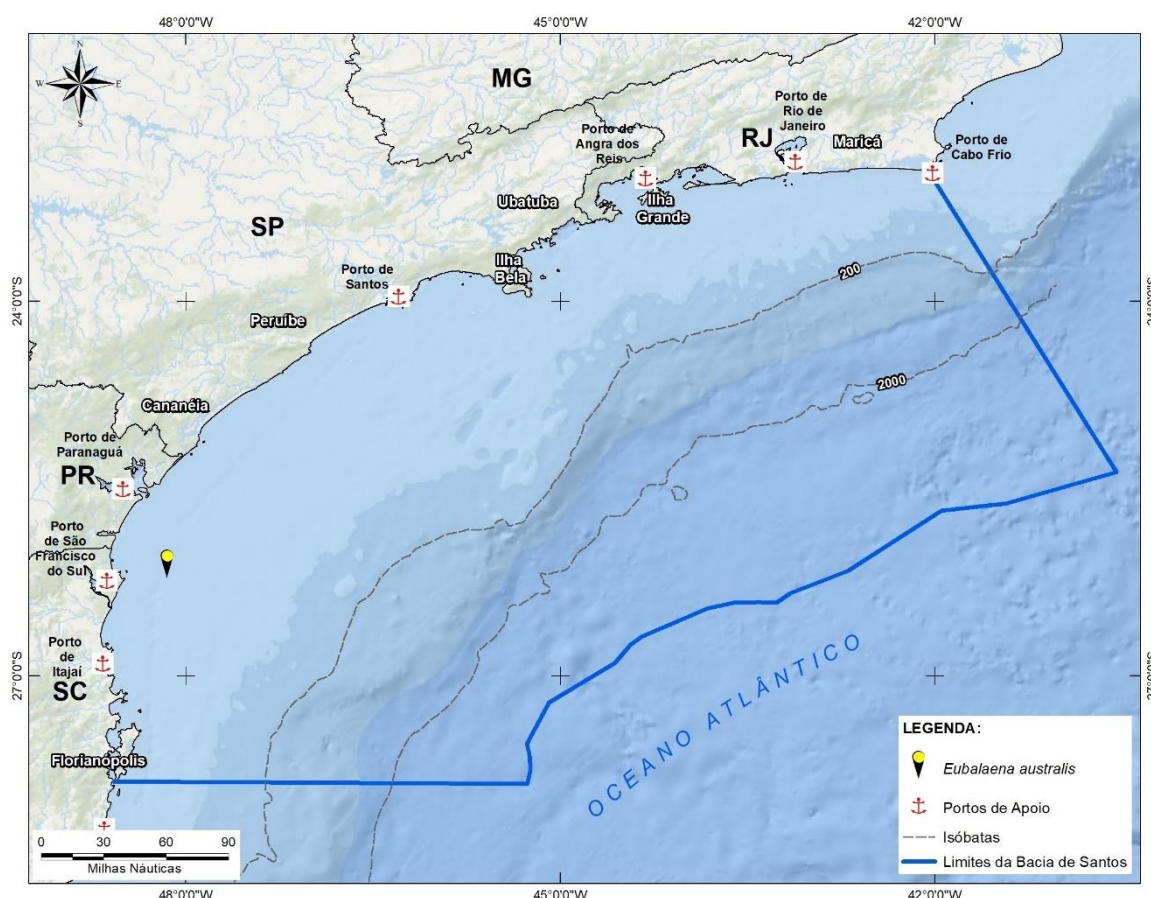
*Distribuição.* Distribui-se pelo Hemisfério Sul em regiões circumpolares, realizando migrações anuais entre as áreas de alimentação e reprodução, onde permanecem durante o inverno e primavera. No Brasil concentra-se em regiões costeiras da região Sul, especialmente o litoral sul de Santa Catarina (SIMÕES-LOPES *et al.*, 1992). Registros também foram feitos na região sudeste (LODI *et al.*, 1996) e nordeste até o Estado da Bahia (BARACHO *et al.*, 2002).

*População.* Não existem estimativas populacionais para a baleia-franca-austral no Brasil mas existem fortes evidências que a população esteja crescendo nas últimas décadas (GROCH *et al.*, 2005).

*Comportamento.* A espécie tem nado lento e pode ficar em uma mesma área em descanso, próxima da arrebentação. Eventualmente também pode apresentar

comportamentos mais vigorosos como salto e batida de nadadeira peitoral ou caudal. Pode expor a cauda antes de um mergulho ou mesmo permanecer com a cauda ereta para fora da água.

**Registros no PMC.** A baleia-franca foi rara durante o PMC-BC, com um único registro realizado através de avistagem na 4ª Campanha de Telemetria. O grupo era formado por 3 indivíduos adultos e foi registrado na plataforma continental próximo de São Francisco do Sul-SC (**Figura I.1-1**).



**Figura I.1-1:** Localização do registro de *Eubalaena australis* em 2017 durante a 4ª Campanha de Telemetria do PMC-BS.

## I.2 Família Balaenopteridae

A família Balaenopteridae é o grupo de misticetos vivos mais diverso taxonômica e morfologicamente, sendo primeiro proposta por Gray (1864),

compreende oito (ou possivelmente nove) espécies em dois gêneros, *Balaenoptera* e *Megaptera* (DEMÉRÉ *et al.*, 2005). A principal característica dos balaenopterídeos é a presença de pregas ventrais longitudinais que se estendem desde a parte inferior da boca quase até o umbigo (extensão difere de acordo com a espécie) (LODI & BOROBIA, 2013; JEFFERSON *et al.*, 2015). De tal modo que os membros dessa família também são conhecidos como rorquais, com exceção da baleia-jubarte (*Megaptera novaeangliae*). A palavra "rorqual" tem origem norueguesa (*rorkval*) e significa "baleia-vermelha", referindo-se a cor avermelhada das pregas ventrais quando distendidas pela presença de numerosos vasos sanguíneos na região (LODI & BOROBIA, 2013).

Os balaenopterídeos possuem o corpo esguio (baleia-jubarte um pouco menos) e hidrodinâmico, a cabeça plana e triangular (refletindo a estrutura do crânio), e a nadadeira dorsal (varia em tamanho e forma) localizada atrás do meio do corpo, sendo geralmente mais rápidos do que os outros misticetos. Além disso, as barbatanas são curtas e largas, e conseqüentemente, a mandíbula superior não é fortemente arqueada como nas outras baleias. O número e a relação largura/comprimento das barbatanas, juntamente com a densidade das franjas são caracteres de diagnóstico das espécies. Em virtude da sua morfologia os rorquais apresentam uma especialização notável que é a estratégia de alimentação por engolfamento, a qual envolve a distensão das pregas ventrais permitindo a ampliação da cavidade bucal, e a contenção de grande quantidade de água e alimento, que é filtrado pelas barbatanas com a expulsão da água (DEMÉRÉ *et al.*, 2005; LODI & BOROBIA, 2013; JEFFERSON *et al.*, 2015).

A distribuição dos balaenopterídeos é mundial, sendo que a maioria dos membros da família são encontrados em todos os oceanos. No entanto, a baleia-minke-Antártica (*B. bonaerensis*) é encontrada somente nos oceanos do Hemisfério Sul, e a baleia-de-bryde (*B. edeni*) está ausente das águas frias do Ártico e da Antártica, sendo a única espécie que não realiza migrações de longa distância entre as áreas de reprodução nas baixas latitudes e áreas de alimentação nas altas latitudes. Em todos os membros da família as fêmeas são levemente maiores do que os machos, e os animais no Hemisfério Sul tendem a ser maiores do que aqueles no Hemisfério Norte (BRODIE, 1975).

Com base na nadadeira peitoral distinta da baleia-jubarte em relação aos balaenopterídeos de peitoral curta, a família está dividida em duas subfamílias, Balaenopterinae (baleia-azul, *B. musculus*; baleia-fin, *B. physalus*; baleia-sei, *B. borealis*; baleia-de-bryde, *B. edeni*; baleia-de-Omura, *B. omurai*; baleia-minke-comum, *B. acutorostrata*; baleia-minke-Antártica, *B. bonaerensis*) e Megapterinae (*M. novaeangliae*) (DEMÉRÉ *et al.*, 2005). Subespécies têm sido descritas para quatro balaenopterídeos: *B. musculus*, *B. borealis*, *B. acutorostrata*, e *B. edeni*, essa última apesar de o Comitê em Taxonomia de Mamíferos Marinhos considerar duas subespécies (*B. edeni edeni* e *B. edeni brydei*), ela tem sido reconhecida como espécie distinta de *B. brydei* baseado em caracteres morfológicos e genéticos (WADA & YAMADA, 2003).

### 1.2.1 Baleia-azul (*Balaenoptera musculus*)

**Quadro 1.2.1-1: Descrição da baleia-azul, *Balaenoptera musculus*.**

<b>Sub-Ordem Mysticeti</b>	<b>Família Balaenopteridae</b>
<b>Baleia-azul, <i>Balaenoptera musculus</i></b> Linnaeus, 1758	
<b>Tamanho adulto:</b> até 33 metros	<b>Peso adulto:</b> até 180.000 kg
<b>Tamanho filhote:</b> 7 - 8 metros	<b>Peso filhote:</b> até 3.000 kg
<b>Distribuição:</b> Águas circumpolares durante a alimentação e tropicais/subtropicais durante a reprodução.	
<b>Caracteres diagnósticos:</b> maior espécie de misticeto, chegando a 33 metros de comprimento; nadadeira dorsal relativamente pequena e com forma variável, de falcada a triangular ou pontuda; cabeça larga e em forma de U quando vista de cima; coloração dorsal cinza-azulada com pequenas; cabeça uniformemente azul.	
<b>Comportamento:</b> Apesar de mergulhos curtos serem mais comuns, podem permanecer por 20-30 minutos submersas; não costumam se locomover junto à superfície; nado rápido; pode saltar ou bater a cabeça quando perseguida por embarcações por muito tempo.	
<b>Uso de habitat:</b> são animais essencialmente oceânicos de águas abertas, mas pode eventualmente chegar próximos da costa para se alimentar ou reproduzir.	
<b>Tamanho de grupo</b> 1-3 indivíduos, chegando a 50 animais durante a alimentação.	
<b>Status IUCN (2017):</b> Em perigo	<b>Status MMA (2014):</b> Criticamente ameaçada

*Características.* O maior animal que já existiu na face da Terra, chegando a atingir 33 metros de comprimento. Possui um borrito alto e colunar. A cabeça é grande, em formato de “U”. Nadadeira dorsal relativamente pequena e com formato variável, geralmente falcada e pontuda. A nadadeira dorsal fica posicionada bem atrás do corpo. A coloração é cinza azulada com pequenas manchas no dorso e flancos ovaladas de tamanho e formato variável e coloração mais clara. São reconhecidas pelo menos cinco subespécies (JEFFERSON *et al.*, 2015).

*Espécies similares.* Pode ser confundida com os outros grandes balaenopterídeos, como a baleia-fin e baleia-sei, mas sua coloração e formato da nadadeira dorsal (relativamente menor que as outras baleias) são facilmente distinguíveis e confirmam a identificação.

*Distribuição.* Distribui-se por todos os oceanos do mundo. No Brasil existem poucas informações, com exceção de um encalhe ocorrido no Rio Grande do Sul em 1992 (DALLA-ROSA & SECCHI, 1997).

*População.* Existem poucas informações sobre as populações de baleia-azul no Brasil e no mundo, que foram quase extintas por causa da caça comercial. No Brasil a espécie é considerada rara (ZERBINI *et al.*, 1997).

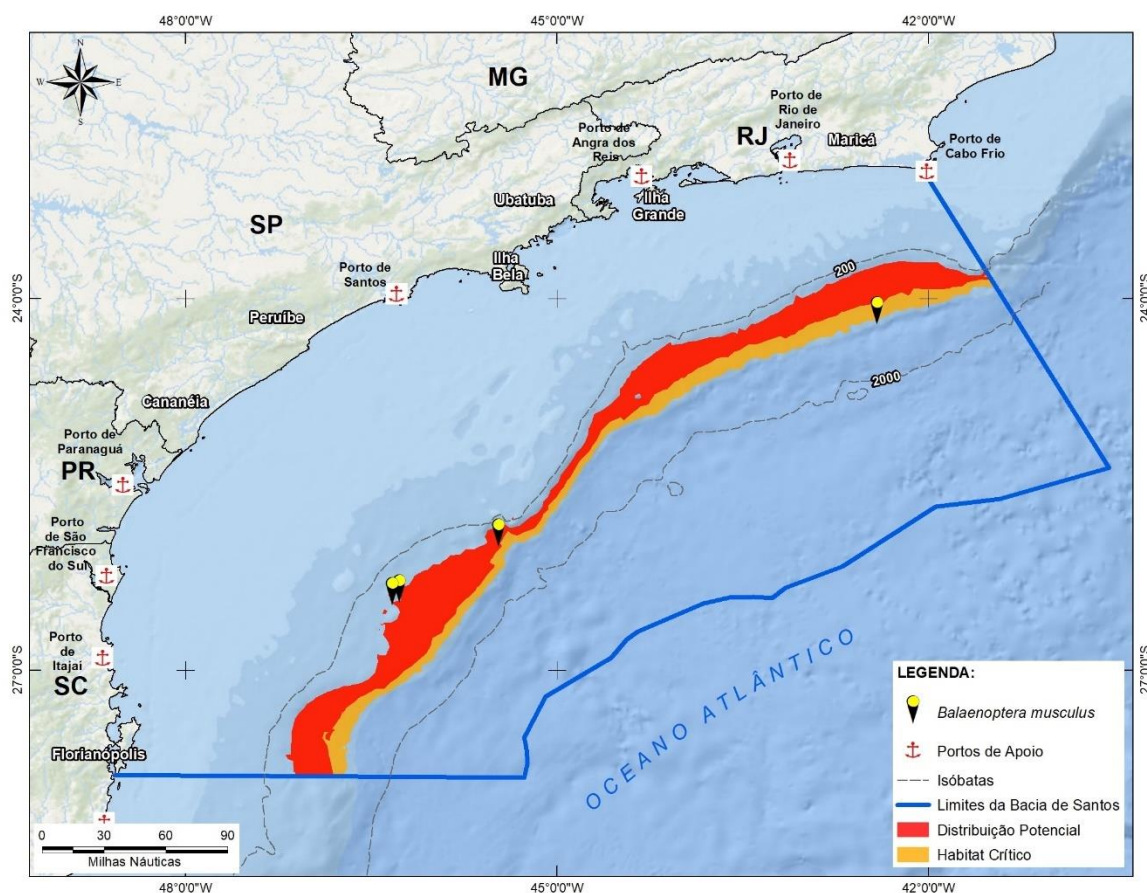
*Comportamento.* A espécie tem natação rápida e o intervalo de mergulho relativamente longo, entre 15 e 25 minutos. Pode realizar saltos e batida de cabeça quando perseguido por muito tempo por uma embarcação.





**Figura I.2.1-1:** Foto da baleia-azul (*Balaenoptera musculus*) observada na Bacia de Santos.

*Registros no PMC.* A baleia-azul foi registrada somente no segundo ano do PMC-BS, durante a 4ª Campanha de Telemetria realizada no segundo semestre de 2017. Durante a Campanha foram quatro avistagens de indivíduos solitários, adultos, e dois destes foram vistos na mesma área e se juntaram em um grupo algum tempo depois. Todos os registros ocorreram em área de talude (**Figura I.2.1-2**)



**Figura I.2.1-2:** Localização dos registros de *Balaenoptera musculus* em 2017 na 4ª Campanhas de Telemetria do PMC-BS.

### I.2.2 Baleia-fin (*Balaenoptera physalus*)

**Quadro I.2.2-1:** Descrição da baleia-fin, *Balaenoptera physalus*.

<b>Sub-Ordem Mysticeti</b>	<b>Família Balaenopteridae</b>
<b>Baleia-fin, <i>Balaenoptera physalus</i></b> Linnaeus, 1758	
<b>Tamanho adulto:</b> até 27 metros	<b>Peso adulto:</b> até 120.000 kg
<b>Tamanho filhote:</b> 6 - 6,5 metros	<b>Peso filhote:</b> até 3.000 kg
<b>Distribuição:</b> Águas oceânicas tropicais, temperadas a circumpolares de todos os oceanos.	
<b>Caracteres diagnósticos:</b> segunda maior espécie de misticeto, chegando a 27 metros de comprimento; nadadeira dorsal proeminente e falcada que surge do dorso do animal num ângulo mais raso do que em outros Balaenopterideos; cabeça triangular com uma crista central bem desenvolvida; coloração da mandíbula assimétrica, com o lado direito branco e esquerdo escuro.	
<b>Comportamento:</b> Aparentemente são mais sociais que outros Balaenopterideos formando grandes agregações; são indiferentes em relação à presença de barcos, não se aproxima nem os evita.	
<b>Uso de habitat</b> (JEFFERSON <i>et al.</i> , 2015): águas oceânicas.	
<b>Tamanho de grupo</b> (SHIRIHAI & JARRET, 2006): 1-20 baleias, podendo chegar a mais de 100 baleias nas áreas de alimentação.	
<b>Status IUCN (2017):</b> Em perigo	<b>Status MMA (2014):</b> Em perigo

**Características.** A baleia-fin (*Balaenoptera physalus*) é a segunda maior espécie de misticeto, atingindo até 27 metros de comprimento. Possui um corpo delgado e fusiforme, e a cabeça tem formato triangular, com a presença de uma única e bem desenvolvida crista longitudinal. O borrifo é alto (4 – 6 metros) e colunar. Sua principal característica diagnóstica é a coloração, que varia do negro ao cinza amarronzado no dorso e nas laterais, clareando de forma tênue na região ventral. Entretanto, a característica mais marcante é a coloração assimétrica da cabeça; a lateral esquerda da sua mandíbula acompanha a coloração do seu dorso enquanto a região lateral direita é branca. A espécie também possui faixas irregulares de coloração mais clara (“chevrons”) atrás da cabeça. A nadadeira dorsal é alta, falcada e surge do dorso do animal num ângulo

mais raso quando comparada a outros Balaenopteridae (JEFFERSON *et al.*, 2015).

*Espécies similares.* A baleia-fin pode ser confundida com a baleia-azul (*Balaenoptera musculus*), baleia-sei (*Balaenoptera borealis*), baleia-de-bryde (*Balaenoptera edeni*) e baleia-de-Omura (*Balaenoptera omurai*). A visualização da parte superior da cabeça sem as quilhas laterais pode eliminar a baleia-de-bryde. A coloração assimétrica das mandíbulas e o formato da nadadeira dorsal, que emerge suavemente do dorso (em um ângulo pequeno), podem confirmar a identificação. Em relação aos outros balaenopterídeos menores, o borrito e o tamanho da baleia-fin podem ajudar na identificação, mas não são caracteres diagnósticos e devem ser usados em conjunto com outras características distintivas citadas acima.

*Distribuição.* Distribui-se por todo o mundo, especialmente nas regiões oceânicas. Aparentemente é uma espécie migratória como a maioria dos membros da Família Balaenopteridae, porém seus movimentos são complexos e não seguem um padrão definido. Em regiões como no Golfo da Califórnia, leste do Mar da China e no Mar Mediterrâneo, tendem a ser residentes e realizar pequenas movimentações (LODI & BOROBIA, 2013).

*População.* A espécie foi caçada até quase a extinção em todos os mares do mundo. Na região de Cabo Frio, no Rio de Janeiro, 84 baleias-fins foram capturadas em quatro anos de caça (WILLIAMSON, 1975). Na antiga área de caça comercial de Costinha, Estado da Paraíba, foram registradas poucas capturas em 48 anos de caça (WILLIAMSON, 1975) e avistadas apenas nove baleias-fin entre os anos de 1980 e 1986 (ANTONELLI *et al.*, 1987). Atualmente no Brasil a espécie é considerada rara (LODI & BOROBIA, 2013). Os registros mais recentes da espécie são escassos e ocorreram na Bacia de Santos em 2010, onde dois indivíduos foram observados próximos a uma plataforma de petróleo (LODI & BOROBIA, 2013), e próximo à Ilha de Trindade, onde dois indivíduos adultos foram observados a menos de 1 km da ilha (WEDEKIN *et al.*, 2014). DI TULLIO *et al.* (2016) registraram apenas um indivíduo na região sul e seis indivíduos na região sudeste após realizar oito cruzeiros na região do talude continental entre os anos de 2009 e 2014.

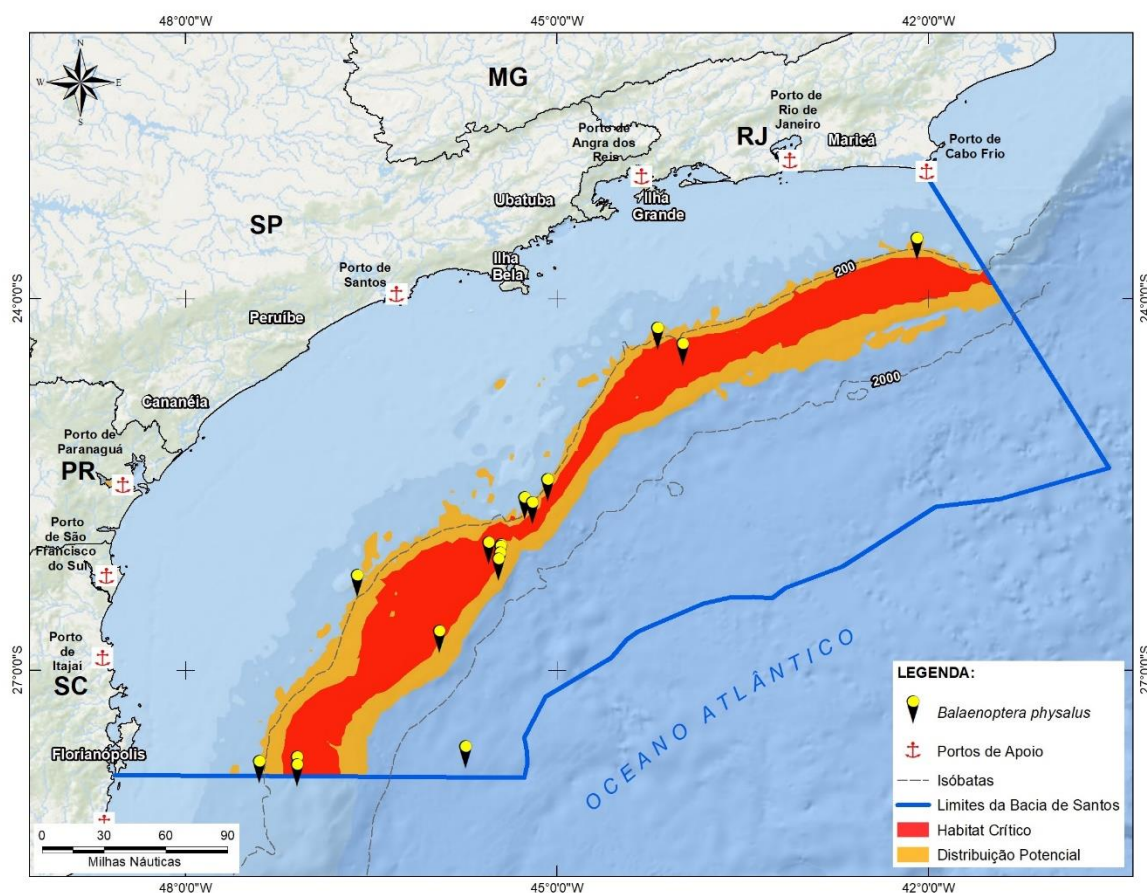


**Comportamento.** Tendem a formar grupos de 2 a 20 indivíduos, podendo chegar a 100 indivíduos em áreas de alimentação. Nas áreas de alimentação elas podem formar grandes agregações com outras espécies de baleias, como a baleia-jubarte (*Megaptera novaeangliae*) e a baleia-azul (*Balaenoptera musculus*) (SHIRIHAI & JARRET, 2006; JEFFERSON *et al.*, 2015).



**Figura I.2.2-1:** Fotos da baleia-fin (*Balaenoptera physalus*) observados na Bacia de Santos.

**Registros no PMC.** Durante o primeiro ano do PMC-BS houveram três registros de baleia-fin, enquanto no segundo, mais frequentes, foram registradas quatorze vezes. Foram avistadas em grupos pequenos, de dois a seis indivíduos, e somente um filhote foi avistado junto ao maior grupo registrado no segundo ano, totalizando 6 indivíduos. A distribuição ocorreu majoritariamente em área de talude, com exceção a um registro efetuado em região oceânica, a 2423 metros de profundidade (**Figura I.2.2-2**).



**Figura I.2.2-2:** Localização dos registros de *Balaenoptera physalus* entre 2015 e 2017 nas campanhas do PMC-BS.



**Quadro I.2.2-2: Característica acústica de *Balaenoptera physalus* (TODD et al. 2015)**

Tipo de sinal	Faixa de Frequência (kHz)	Frequência de Pico (kHz)	Nível na Fonte (dB re 1mPa @ 1m)
Rangido	0.01 - 0.03	-	-
Pulsos, pulsos de baixa frequência, pulsos de 20Hz, chamadas AB,	0.01 - 0.06 (0.01 - 0.12)	0.02 - 0.03	160 - 189 / 159 - 194.2 rms
Chamado descendente de baixa frequência tipos II e III, chamados de 40 Hz	0.03 - 0.08	0.03 - 0.05	159 - 183
Pulsos simultâneos	0.09	-	-
Pulsos de alta frequência	-	0.13	-
Assobios	1.5 - 5	1.5 - 2.5	-
Cliques	16 - 28	-	-

### I.2.3 Baleia-sei (*Balaenoptera borealis*)

**Quadro I.2.3-1:** Descrição da baleia-sei, *Balaenoptera borealis*.

<b>Sub-Ordem Mysticeti</b>	<b>Família Balaenopteridae</b>
<b>Baleia-fin, <i>Balaenoptera borealis</i></b> Lesson, 1828	
<b>Tamanho adulto:</b> até 19,5 metros	<b>Peso adulto:</b> até 45.000 kg
<b>Tamanho filhote:</b> 4,5 a 4,8 metros	<b>Peso filhote:</b> até 780 kg
<b>Distribuição:</b> Águas oceânicas tropicais, temperadas a circumpolares de todos os oceanos, mas principalmente nas zonas temperadas de médias latitudes.	
<b>Caracteres diagnósticos:</b> corpo esguio; nadadeira dorsal alta, falcada e que muitas vezes tem um eixo “articulado”; cabeça pontiaguda levemente arqueada para baixo, com uma quilha central mediana; coloração cinza escura ou amarronzada no dorso e região ventral clara. Pode apresentar manchas pálidas (pinceladas) na região dorsal e lateral.	
<b>Comportamento:</b> Geralmente não arqueia o corpo durante um mergulho; a nadadeira dorsal e o borrito são vistos quase simultaneamente; a nadadeira dorsal e o dorso podem permanecer visíveis na superfície por períodos prolongados; podem se deslocar próximo a superfície expondo apenas a nadadeira dorsal.	
<b>Uso de habitat</b> (JEFFERSON <i>et al.</i> , 2015): águas oceânicas.	
<b>Tamanho de grupo</b> (SHIRIHAI & JARRET, 2006): 1-5 baleias, podendo chegar a mais de 50 baleias nas áreas de alimentação.	
<b>Status IUCN (2017):</b> Em perigo	<b>Status MMA (2014):</b> Em perigo

**Características.** A baleia-sei (*Balaenoptera borealis*) é a terceira maior espécie da Família Balaenopteridae, atingindo até 19,5 metros de comprimento, embora seja mais comum encontrar indivíduos adultos medindo entre 12 a 17 metros, sendo as fêmeas ligeiramente maiores que os machos. Possui um corpo esguio com uma coloração predominantemente cinza escura ou amarronzada, com um sombreamento claro na região ventral. Podem apresentar manchas irregulares em forma de pinceladas na cor clara ou pálida na região dorsal, chegando até as laterais. Sua cabeça é pontiaguda (vista de cima) e sua extremidade é ligeiramente arqueada para baixo (vista de lado). Possui uma única quilha longitudinal na parte superior da cabeça. A nadadeira dorsal alta e falcada, está posicionada a cerca de 2/3 do comprimento total do corpo, e muitas vezes

aparenta ter o seu eixo “articulado” em relação à nadadeira dorsal de outros membros da Família Balaenopteridae (JEFFERSON *et al.*, 2015).

*Espécies similares.* A baleia-sei é parecida em aparência externa com a baleia-fin (*Balaenoptera physalus*), a baleia-de-Omura (*Balaenoptera omurai*), e principalmente com a baleia-de-bryde (*Balaenoptera edeni*), sendo que ambas espécies possuem uma proeminente nadadeira dorsal falcada e o típico corpo esguio das rorquais. O tamanho do corpo e a coloração assimétrica na mandíbula das baleias-fin, e a presença das quilhas laterais na parte superior da cabeça das baleias-de-bryde ajudam a distinguir essas duas espécies das baleias-sei. Além disso, a extremidade da cabeça arqueada para baixo e a posição da nadadeira dorsal podem ajudar na identificação da baleia-sei (LODI & BOROBIA, 2013; JEFFERSON *et al.*, 2015).

*Distribuição.* A baleia-sei é uma espécie cosmopolita e ocorre desde os trópicos até regiões polares de todos os oceanos, mas principalmente nas zonas temperadas de médias latitudes. As baleias-sei são em grande parte baleias oceânicas, sendo raramente vistas perto da costa. Entretanto, sua distribuição no mundo é pouco conhecida, principalmente pelo fato desta espécie ter sido confundida durante muito tempo com a baleia-de-bryde (*Balaenoptera edeni*). Além disso, a baleia-sei possui um padrão de ocorrência imprevisível, sendo observada em uma área durante vários anos e podendo desaparecer em seguida (JEFFERSON *et al.*, 2015; LODI & BOROBIA, 2013). Sabe-se, entretanto, que realiza migrações latitudinais, como a maioria do misticetos (SHIRIHAI & JARRET, 2006). O único trabalho usando telemetria satelital com esta espécie no Atlântico Norte verificou uma migração de 4.102 km de distância, entre a Ilha Faial (Açores) e as águas produtivas do mar de Labrador (OLSEN *et al.*, 2009).

*População.* Existem diferenças genéticas entre as formas do Hemisfério Norte e Sul (reconhecidas como duas subespécies pela Sociedade de Mamíferos Marinhos), e para fins de manejo são consideradas três populações tanto no Atlântico Norte quanto no Pacífico Norte e seis populações no hemisfério sul. No Brasil a espécie foi abundante nos registros de capturas em Costinha, na Paraíba (ZERBINI *et al.*, 2004a). Segundo WILLIAMSON (1975), 3.600 baleias-sei foram caçadas até 1974 no nordeste do Brasil. Levantamentos realizados nesta antiga

área de caça, no período de 1998 a 2001, registraram apenas dois indivíduos (ANDRIOLO *et al.*, 2010a). Sua ocorrência é considerada ocasional (LODI & BOROBIA, 2013) e nada se conhece sobre sua estrutura genética, seus movimentos e padrão de migração na costa do Brasil. DI TULLIO *et al.* (2016) registraram apenas um indivíduo após realizar oito cruzeiros na região do talude continental entre os anos de 2009 e 2014 ao longo das regiões sudeste e sul do Brasil.

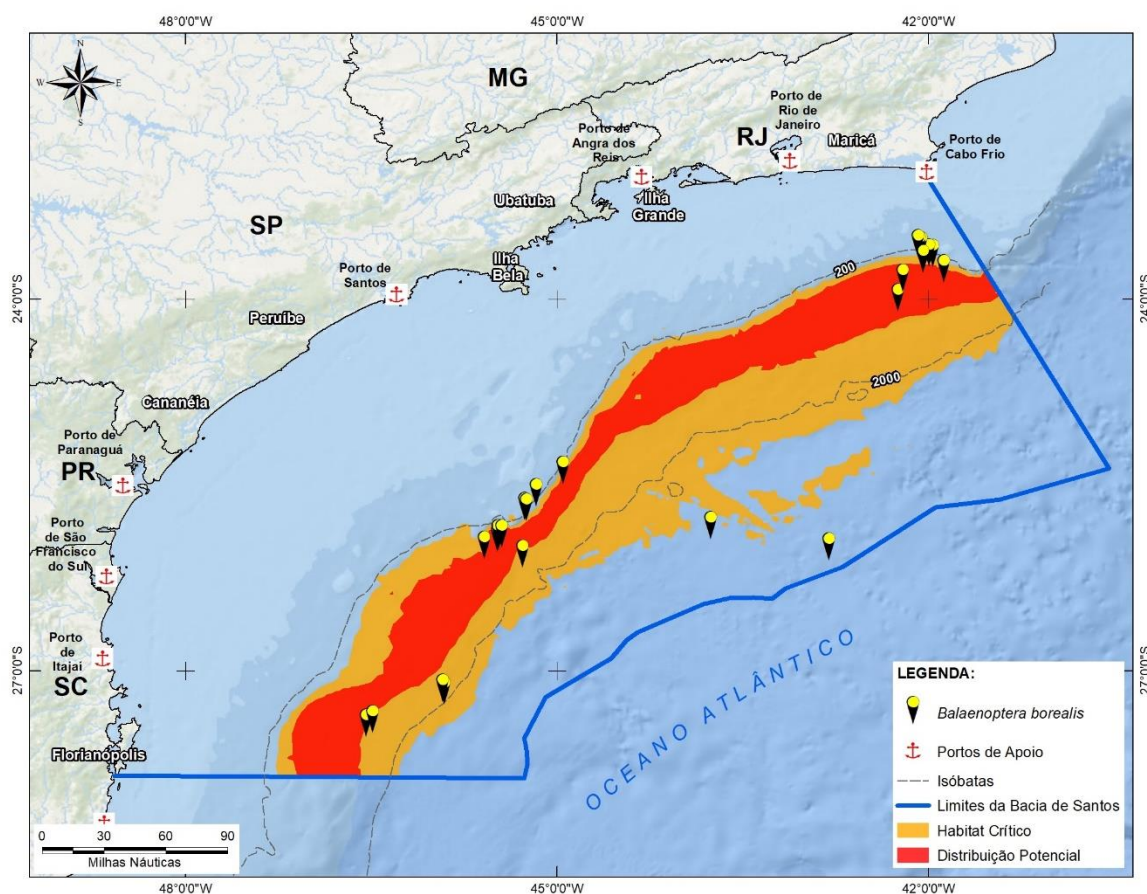
*Comportamento.* Tendem a arquear menos o dorso do que os outros rorquais na superfície da água e, por isso, a nadadeira dorsal e o orifício respiratório permanecem visíveis acima da água ao mesmo tempo. Possuem uma natação rápida (podendo atingir uma velocidade superior a 56 km/h) e raramente exibem a nadadeira caudal durante o mergulho. Tendem a formar grupos de 1 a 5 indivíduos, embora grandes agregações contendo até 50 indivíduos possam ser observadas em áreas de alimentação (LODI & BOROBIA, 2013).



**Figura I.2.3-1:** Fotos da baleia-sei (*Balaenoptera borealis*) observados na Bacia de Santos.

*Registros no PMC.* A baleia-sei foi frequente durante as campanhas do PMC-BS com 26 registros. As avistagens foram feitas especialmente na 2ª e 4ª Campanha de Telemetria, realizadas no segundo semestre de 2016 e 2017, respectivamente. No primeiro ano foram registradas desde solitárias até grupos de 15 indivíduos, enquanto no segundo somente baleias solitárias ou em duplas. Nos dois primeiros anos do PMC – BS não foram registrados filhotes. Os registros em sua maioria se deram na área de talude, mas dois ocorreram na parte oceânica, um em cada ano. No primeiro ano os registros se concentraram mais nas proximidades do Rio de Janeiro, enquanto no segundo, um pouco mais ao sul, se concentraram entre Santos-SP e Florianópolis-SC (**Figura I.2.3-2**).





**Figura I.2.3-2:** Localização dos registros da baleia-sei (*Balaenoptera borealis*) durante o PMC-BS.

**Quadro I.2.3-2:** Característica acústica de *Balaenoptera borealis* (TODD et al. 2015)

Tipo de sinal	Faixa de Frequência (kHz)	Frequência de Pico (kHz)	Nível na Fonte (dB re 1mPa @ 1m)
FM, Varreduras tonais baixas de baixa e alta frequência	0.02 - 0.11	-	-
Banda larga, grunhidos	0.1 - 0.6	-	-
Varreduras ou gemidos tonais e de frequência	0.43 (média)	-	-
Chamados de média frequência, pulsos metálicos	1.5 - 3.5 (varreduras)	3 (pulsos)	-



#### I.2.4 Baleia-de-bryde (*Balaenoptera edeni*)

**Quadro I.2.4-1:** Descrição da baleia-de-bryde, *Balaenoptera edeni*.

<b>Sub-Ordem Mysticeti</b>	<b>Família Balaenopteridae</b>
<b>Baleia-de-bryde</b> , <i>Balaenoptera edeni</i> Anderson, 1879 <b>Sinônimo:</b> <i>Balaenoptera brydei</i> Olsen, 1913	
<b>Tamanho adulto:</b> 15 a 16,5 metros	<b>Peso adulto:</b> até 25.000 kg
<b>Tamanho filhote:</b> até 4 metros	<b>Peso filhote:</b> sem informação na literatura
<b>Distribuição:</b> Águas tropicais e temperadas de todos os oceanos. Entre as latitudes 40°S e 40°N.	
<b>Caracteres diagnósticos:</b> três quilhas proeminentes (uma central e duas laterais) no rosto; nadadeira dorsal alta, extremamente falcada e com a ponta afilada; nadadeira caudal larga com a borda posterior relativamente lisa; cabeça pontiaguda (rosto em forma de V).	
<b>Comportamento:</b> espécie não migratória, geralmente andam solitárias; quando mergulham geralmente arqueiam o dorso, mas não expõem a nadadeira caudal; capazes de nadar em velocidades de até 25 km/h, e podem mergulhar até 300 metros de profundidade.	
<b>Uso de habitat</b> (JEFFERSON <i>et al.</i> , 2015): águas costeiras e oceânicas	
<b>Tamanho de grupo</b> (JEFFERSON <i>et al.</i> , 2015): 1-2 baleias, podendo chegar a 20 baleias	
<b>Status IUCN (2017):</b> Deficiente em dados	<b>Status MMA (2014):</b> Deficiente em dados

**Características.** A principal característica diagnóstica da baleia-de-bryde (*Balaenoptera edeni*) é a presença de três quilhas proeminentes no rosto, sendo uma central e duas laterais. A nadadeira caudal é larga com a borda posterior relativamente lisa. A cabeça é pontiaguda, em forma de V, e representa 25% do comprimento do corpo. A nadadeira dorsal é alta, extremamente falcada e com a ponta afilada. A coloração do corpo é cinza escuro no dorso e branco na face ventral (JEFFERSON *et al.*, 2015).

**Espécies similares.** A baleia-de-bryde faz parte de um grupo conhecido como "complexo de baleias-de-bryde", no qual duas formas são consideradas subespécies pelo Comitê em Taxonomia de Mamíferos Marinhos: as baleias

menores (*B. edeni edeni*), que vivem em águas costeiras do leste do Oceano Índico e oeste do Oceano Pacífico, e as baleias maiores ou pelágicas (*B. edeni bryde*), que possuem uma distribuição global nos oceanos Pacífico, Índico e Atlântico (RICE, 1998). No entanto, a Comissão Internacional Baleeira (CIB) continua a usar *B. edeni* para esse complexo de baleias, apesar de reconhecer que deve haver duas espécies (JEFFERSON *et al.*, 2015). As baleias-de-bryde podem ser confundidas com as baleias-sei (*B. borealis*) por causa das similaridades morfológicas, mas atualmente a espécie é identificada em campo, apresentando um número de características distintivas. A visualização da parte superior da cabeça com as três quilhas confirmam a identificação da baleia-de-bryde.

**Distribuição.** É uma espécie da família Balaenopteridae que não realiza longas migrações, sendo encontrada em águas temperadas e tropicais de todos os oceanos, entre as latitudes 40°S e 40°N, tanto nas regiões costeiras quanto oceânicas (JEFFERSON *et al.*, 2015).

**Comportamento.** Geralmente são vistas sozinhas ou em dupla, mas podem se juntar em grupos de 10 a 20 indivíduos em zonas de alimentação. Quando mergulham arqueiam o dorso, mas não expõem a nadadeira caudal, e costumam saltar com mais frequência que as outras espécies do gênero *Balaenoptera*. São capazes de nadar em velocidades de até 25 km/h e podem mergulhar a cerca de 300 metros de profundidade (JEFFERSON *et al.*, 2015). A dieta é variada, e consomem preferencialmente sardinha, anchova, cavala, arenque, pequenos crustáceos e cefalópodes. No Brasil, foram observadas se alimentando de sardinhas e anchovas (SICILIANO *et al.*, 2004; LODI *et al.* 2015).

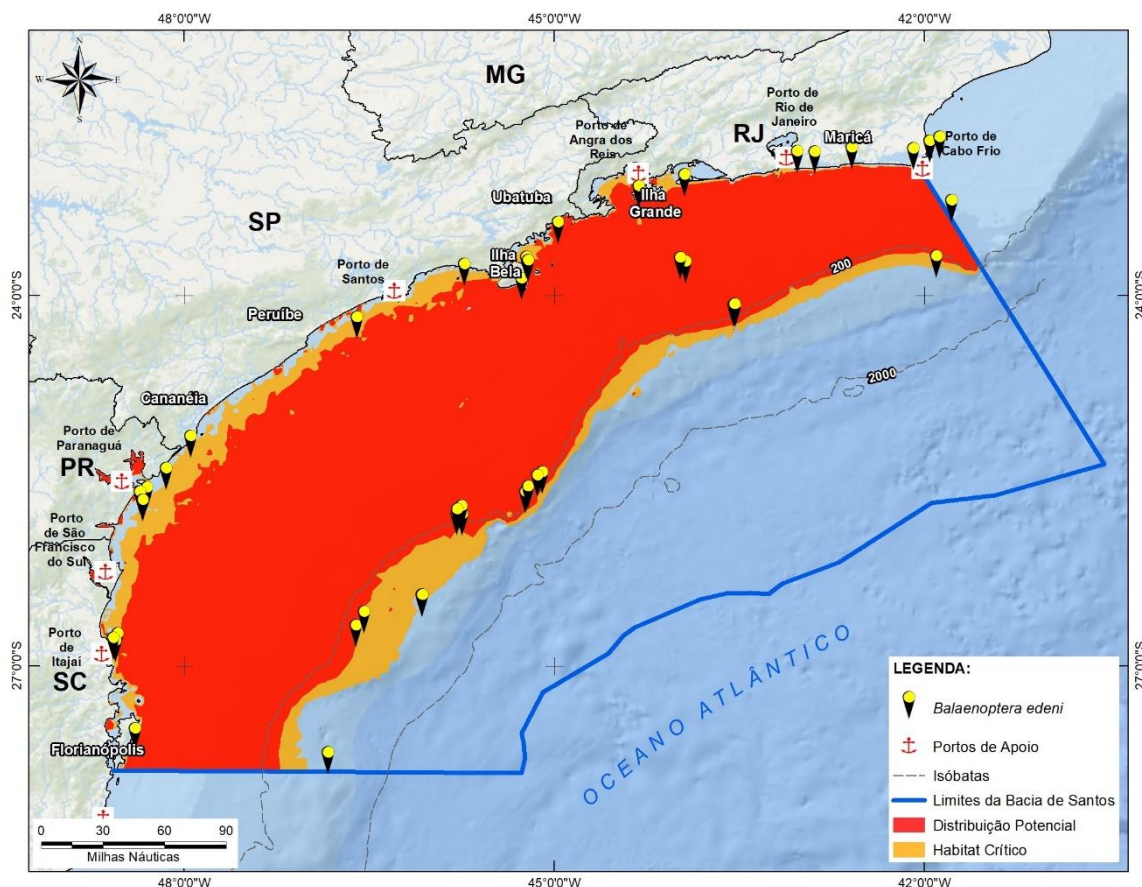


**Figura I.2.4-1:** Fotos da baleia-sei (*Balaenoptera edeni*) observados na Bacia de Santos.

**População.** Existem registros de ocorrência da espécie ao longo de toda costa brasileira, desde o Maranhão até o Rio Grande do Sul, mas principalmente nas regiões sudeste e sul durante o verão e o outono austral (ZERBINI *et al.* 1997; SICILIANO *et al.*, 2004; GONÇALVES *et al.*, 2015; LODI *et al.*, 2015). Dentre as espécies do gênero *Balaenoptera*, as baleias-de-bryde são a segunda espécie encontrada encalhada com maior frequência ao longo da costa do Brasil (ZERBINI *et al.*, 1997). Dados de um estudo genético realizado para oito amostras de baleia-de-bryde do Brasil identificou a espécie como sendo *B. edeni brydei* (PASTENE *et al.*, 2015). No entanto, dados sobre distribuição e estimativas de abundância são pouco conhecidos para a espécie.

**Registros no PMC.** A baleia-de-bryde foi registrada 16 vezes durante o primeiro ano do PMC-BS e 27 vezes durante o segundo ano, totalizando 43 registros. Na maioria das vezes foram registradas solitárias, mas algumas poucas vezes os registros foram de grupos com 2 ou 3 indivíduos. No primeiro ano, foram

registrados dois filhotes, separadamente, ambos acompanhados de mais um indivíduo na plataforma continental. No segundo ano também foram registrados dois filhotes, separadamente, porém foram observados juntos a mais dois adultos, formando grupos triplos, sendo um deles próximo à costa e outro mais afastado, já em região de talude. Os registros se concentraram no talude e em regiões próximas à costa, com ocasionais registros na plataforma continental. Somente um registro foi efetuado em região oceânica, ao sul da área de estudo. A distribuição abrangeu de forma homogênea as latitudes estudadas (**Figura I.2.4-2**).



**Figura I.2.4-2:** Localização dos registros de *Balaenoptera edeni* durante o PMC-BS.

**Quadro I.2.4-2: característica acústica de *Balaenoptera edeni* (TODD et al. 2015)**

Tipo de sinal	Faixa de Frequência (kHz)	Frequência de Pico (kHz)	Nível na Fonte (dB re 1mPa @ 1m)
Tonal alternado, chamados complexos	0.01 - 0.05	-	-
Tons explosivos, Be2, tons harmônicos, chamadas tonais	0.02 - 0.80	-	-
Chamadas de alta varredura	0.026 - 0.027	-	-
Gemidos (Be8a), Be7	0.04 - 0.05 (gemidos harmônicos $\leq$ 0.418)	-	-
Chamados ascendentes e descendentes (Be6), pares de pulsos descendentes	0.057 - 0.333	-	155 (Be9 média)
Chamadas não harmônicas (Be4)	0.0595 - 0.0602	-	-
Gemidos FM variados	0.07 - 0.25	0.12 - 0.13	152 - 174
Gemidos não pulsados	0.09 - 0.18	-	-
Gemidos pulsados	0.1 - 0.5	-	-
Chamadas de baixa varredura	0.14 - 0.19	-	-
Pulsos discretos	0.7 - 0.9	-	-



### 1.2.5 Baleia-minke-anã (*Balaenoptera acutorostrata*)

**Quadro 1.2.5-1:** Descrição da baleia-minke-anã, *Balaenoptera acutorostrata*.

<b>Sub-Ordem Mysticeti</b>	<b>Família Balaenopteridae</b>
<b>Baleia-minke-anã, <i>Balaenoptera acutorostrata</i> Lacépède, 1804</b>	
<b>Tamanho adulto:</b> até 7,8 metros	<b>Peso adulto:</b> até 6.400 kg
<b>Tamanho filhote:</b> 2,4 a 2,8 metros	<b>Peso filhote:</b> sem informação na literatura
<b>Distribuição:</b> Águas tropicais, temperadas a circumpolares do Hemisfério Sul.	
<b>Caracteres diagnósticos:</b> menor espécie de balaenopterídeo; nadadeira dorsal falcada; cabeça triangular com uma quilha central; faixa branca na nadadeira peitoral estendendo-se nos flancos até o dorso com o final apontando para a frente.	
<b>Comportamento:</b> geralmente andam solitárias ou em pequenos grupos de até três indivíduos; podem mostrar comportamento curioso por barcos pequenos e banhistas/mergulhadores.	
<b>Uso de habitat</b> (JEFFERSON <i>et al.</i> , 2015): plataforma continental e talude	
<b>Tamanho de grupo</b> (SHIRIHAI & JARRET, 2006): 1-2 baleias, podendo chegar a 8 baleias	
<b>Status IUCN (2017):</b> Baixo Risco	<b>Status MMA (2014):</b> Deficiente em Dados

**Características.** A baleia-minke-anã (*Balaenoptera acutorostrata*) é a menor espécie da família, atingindo apenas 7,8 metros de comprimento. Além de seu pequeno tamanho, a baleia-minke-anã é caracterizada pela cabeça triangular e pontiaguda, nadadeira dorsal falcada e posicionada aproximadamente a 2/3 do corpo. A faixa branca na nadadeira peitoral é o caractere diagnóstico, que a distingue da baleia-minke-antártica (*Balaenoptera bonaerensis*) (SHIRIHAI & JARRET, 2006). Esta faixa branca pode até mesmo ser visível quando o animal está submerso, próximo a superfície. Apresenta manchas mais claras de formato variável na parte de trás da cabeça. Outra característica marcante, apesar de não ser diagnóstica para identificação da espécie, é que o borribo geralmente não é aparente, ao contrário de outras grandes baleias (LODI & BOROBIA, 2013).



*Espécies similares.* Pode ser confundida com a baleia-minke-antártica, que sobrepõe sua distribuição com a da baleia-minke-anã. A coloração branca na nadadeira peitoral a distingue a baleia-minke-anã das outras espécies.

*Distribuição.* A baleia-minke-anã ocorre em águas tropicais, temperadas e circumpolares do Hemisfério Sul. É considerada uma subespécie, separada das subespécies de baleia-minke do Hemisfério Norte. Nas regiões tropicais do Hemisfério Sul, apresenta uma distribuição na região costeira, plataforma continental e talude (JEFFERSON *et al.*, 2015).

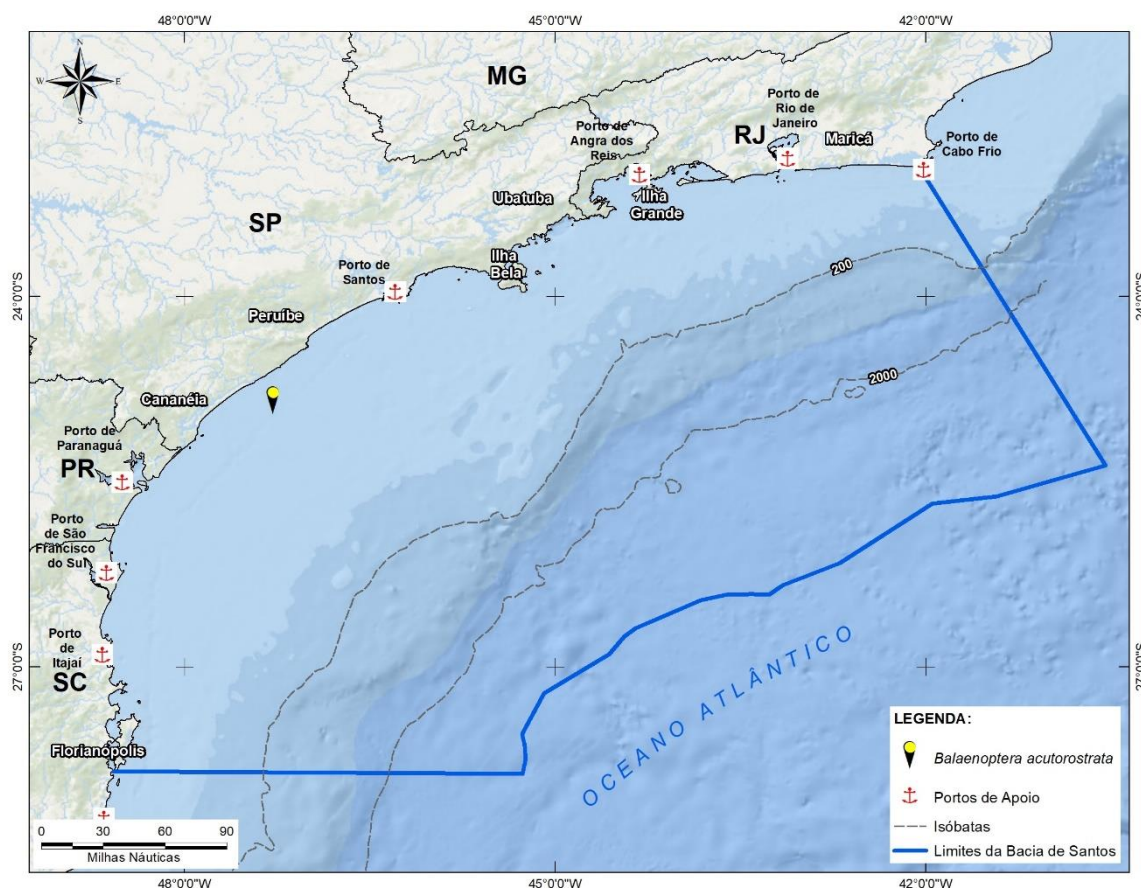
*População.* Não existem estimativas globais para a baleia-minke-anã. Estudos consideram a existência de múltiplas populações no Hemisfério Sul (LODI & BOROBIA, 2013). São consideradas relativamente abundantes (SHIRIHAI & JARRET, 2006).

*Comportamento.* Os grupos desta espécie são geralmente pequenos (1-3) e foram observados relativamente próximos do continente, em águas da plataforma continental (JEFFERSON *et al.*, 2015). De maneira geral, a espécie pode ser observada durante o ano inteiro na costa brasileira, com picos de avistagens entre junho e setembro (ZERBINI *et al.*, 1997). Entretanto, esta sazonalidade pode ser decorrente de esforço de pesquisa reduzido e restrito a regiões específicas da costa, pois aparentemente esta espécie não realiza grandes migrações, mas somente movimentos sazonais ao longo das plataformas continentais onde ocorre. A baleia-minke-anã é conhecida pelo seu comportamento curioso, frequentemente se aproximando de barcos e banhistas (MANGOTT *et al.*, 2011). Também pode ser observada realizando comportamentos acrobáticos, como saltos que expõe o corpo totalmente fora da água.

Pouco se conhece a respeito das vocalizações da baleia-minke-anã no Atlântico Sul, sendo mais conhecidas as vocalizações da baleia-minke-comum no Hemisfério Norte (RANKING & BARLOW, 2005). No Hemisfério Sul, as vocalizações da baleia-minke-anã da Austrália foram descritas como sons estereotipados complexos, com unidades pulsadas e frequência modular, denominados de “star wars” (GEDAMKE *et al.*, 2001).

*Registros no PMC.* Durante o PMC na Bacia de Santos, a baleia-minke-anã foi rara, com somente dois registros, um na área do talude e outro mais próximo

da costa (**Figura I.2.5-1**). Em ambas as ocasiões foram observados animais solitários. Um deles foi observado fora de esforço, se aproximando do barco e permanecendo alguns minutos circundando a embarcação, expondo a ponta da cabeça fora da água diversas vezes. Na segunda ocasião o animal deu vários saltos frontais seguidos.



**Figura I.2.5-1:** Localização dos registros de *Balaenoptera acutorostrata* durante o PMC-BS

**Quadro I.2.5-2: característica acústica de *Balaenoptera acutorostrata* (TODD et al. 2015)**

Tipo de sinal	Faixa de Frequência (kHz)	Frequência de Pico (kHz)	Nível na Fonte (dB re 1mPa @ 1m)
Cliques do tipo zunido	5 - >20b	5 - 6	-
'Boings'	1-1.9	1.2-1.6	
'Star-wars'	<9	0.25	150-165
Chamado descendente	0.05-9.4	-	148-160
Chamado descendente de baixa frequência	0.02-0.05	-	-
Chamado descendente de alta frequência	0.03-0.08	-	-
Chamado de média frequência	0.04-0.11	-	-
Pulsos Metálicos	1.5-3.5	3	-

### I.2.6 Baleia-minke-antártica (*Balaenoptera bonaerensis*)

**Quadro I.2.6-1: Descrição da baleia-minke-Antártica, *Balaenoptera bonaerensis*.**

<b>Sub-Ordem Mysticeti</b>	<b>Família Balaenopteridae</b>
<b>Baleia-minke-antártica, <i>Balaenoptera bonaerensis</i> Burmeister, 1867</b>	
<b>Tamanho adulto:</b> até 10,7 metros	<b>Peso adulto:</b> até 9.100 kg
<b>Tamanho filhote:</b> até 2,9 metros	<b>Peso filhote:</b> até 400 kg
<b>Distribuição:</b> Águas tropicais, temperadas a circumpolares do Hemisfério Sul.	
<b>Caracteres diagnósticos:</b> corpo delgado, com coloração do dorso preta ou cinza-escuro e branca na região ventral, com riscas irregulares e/ou semicírculos acinzentados claros nas laterais; cabeça triangular e pontiaguda, com coloração acinzentada; nadadeira peitoral acinzentada, mais clara que o corpo; nadadeira dorsal falcada.	
<b>Comportamento:</b> geralmente andam solitárias ou em pares com agregações de até centenas de animais podendo ocorrer em áreas de alimentação; podem dar saltos e se deslocar rapidamente com saltos curtos semelhantes aos dos golfinhos; podem realizar comportamento de periscópio para verificar o entorno, e demonstrar comportamento curioso por embarcações, aparecendo de modo inesperado para “investigá-las”.	
<b>Uso de habitat</b> (JEFFERSON <i>et al.</i> , 2015): áreas costeiras e oceânicas, com maior predominância nas últimas.	
<b>Tamanho de grupo</b> (JEFFERSON <i>et al.</i> , 2015): 1-6 baleias.	
<b>Status IUCN (2017):</b> Deficiente em Dados	<b>Status MMA (2014):</b> Deficiente em Dados

**Características.** A baleia-minke-antártica (*Balaenoptera bonaerensis*) é uma das menores espécies de mysticetos, atingindo até 10,7 metros de comprimento. O corpo é delgado, com o dorso preto ou cinza escuro e a região ventral é branca. As nadadeiras peitorais são cinzentas. A cabeça é triangular e pontiaguda, com uma crista mediana no topo do rosto. A nadadeira dorsal é falcada e está posicionada no final do segundo terço da região dorsal. O borrito é reduzido e tende a ser discreto.

*Espécies similares.* A espécie é muito semelhante à baleia-minke-anã (*Balaenoptera acutorostrata*), com a qual compartilha algumas características, como a cabeça em formato triangular com uma crista mediana e a nadadeira dorsal falcada. Contudo, a coloração do corpo é mais escura na baleia-minke-antártica, que também não apresenta a faixa branca na nadadeira peitoral, característica da baleia-minke-anã (JEFFERSON *et al.*, 2015). A baleia-minke-antártica também é maior do que baleia-minke-anã em cerca de dois metros.

*Distribuição.* Ocorre principalmente nas águas costeiras e oceânicas do Hemisfério Sul, embora alguns indivíduos possam cruzar o equador. Embora haja uma tendência de migrar para o norte pra reprodução durante o inverno, alguns indivíduos permanecem na região Antártica ao longo do ano. Os registros no Brasil foram realizados principalmente no inverno e primavera, embora a espécie tenha sido avistada também em outras épocas do ano, sobre ou além do talude continental (ZERBINI *et al.*, 2004a). As águas oceânicas ao largo da Paraíba parecem ser uma importante área de reprodução no Atlântico Sul Ocidental, porém há indicativos de que os nascimentos não ocorrem nesta área (LUCENA, 2006). Cruzeiros na região do talude, realizados entre os anos de 2009 a 2014, registraram a espécie tanto na primavera como no outono (DI TULLIO *et al.*, 2016), embora a frequência tenha sido baixa.

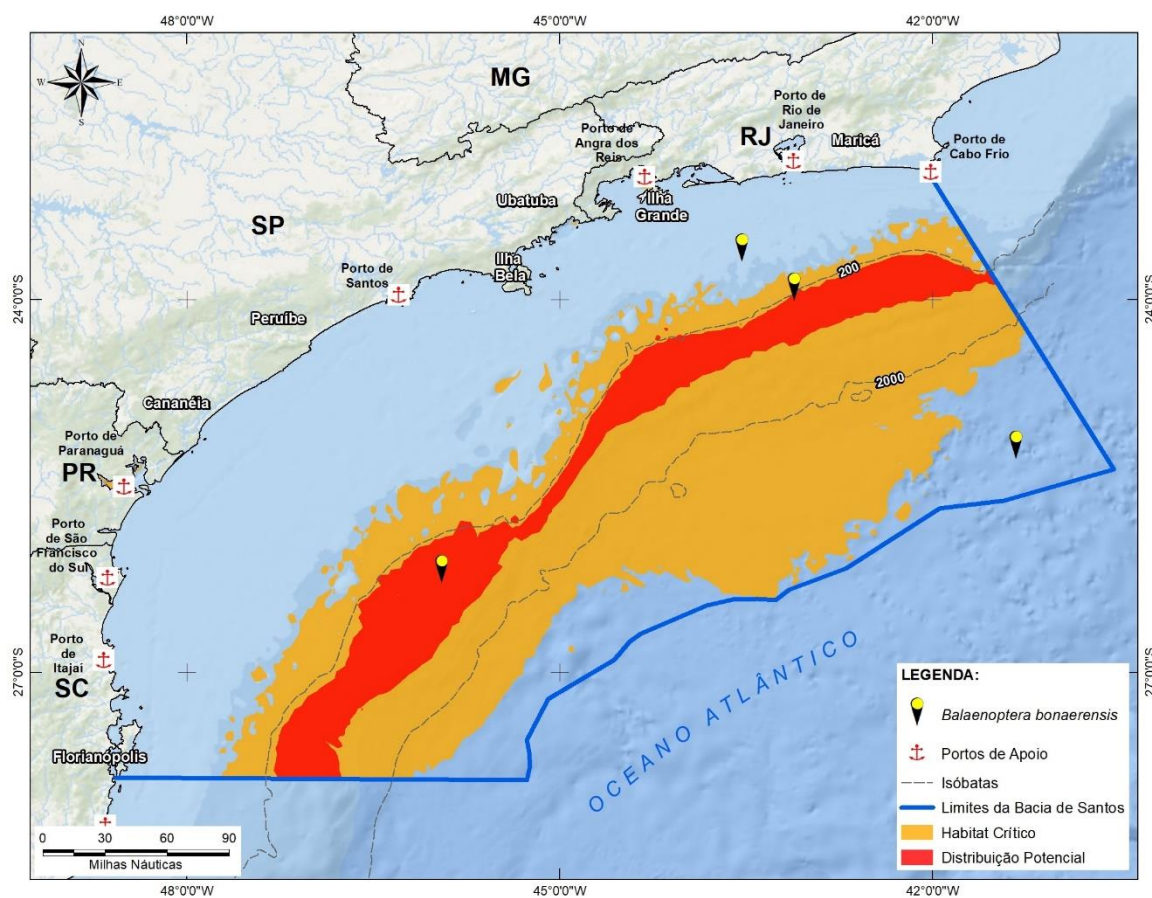
*População.* A Espécie foi alvo da caça comercial durante várias décadas. Cerca de 100 mil baleias-minke foram capturadas por expedições pelágicas baleeiras na Antártica. Embora não exista uma estimativa de abundância geral, acredita-se que a população chegue a centenas de milhares de indivíduos (REILLY *et al.*, 2008). Mais de 14 mil foram capturadas no Brasil entre as décadas de 60 a 80 a partir da estação de caça na Paraíba (HORWOOD, 1990). Em décadas recentes, avistagens e encalhes foram registrados para vários locais da costa brasileira (ZERBINI *et al.* 1997, 2004a; SANTOS *et al.*, 2010). Desde 1987 a caça é proibida no Brasil, porém a captura continua sob a licença científica no âmbito da Comissão Baleeira Internacional.

*Comportamento.* Geralmente é encontrada em grupos de 1 a 6 indivíduos, mas agregações de até centenas de animais podem ocorrer em áreas de alimentação na Antártica. Não apresentam tantos comportamentos aéreos como

outros balenopterídeos, mas podem dar saltos, se deslocar rapidamente com saltos curtos semelhantes aos dos golfinhos e realizar comportamento de periscópio para verificar o entorno; também podem demonstrar curiosidade por embarcações, aparecendo de modo inesperado para “investigá-las” (RICE, 1998; LODI & BOROBIA, 2013). Pode segregar por idade, sexo e estado reprodutivo durante a migração (RICE, 1998).

*Registros no PMC.* Os registros da baleia-minke-antártica na Bacia de Santos foram raros, ocorrendo uma vez durante o primeiro ano, um indivíduo solitário, e 3 vezes durante o segundo ano, em grupos que variaram de 2 a 4 indivíduos. A presença de um filhote foi registrada no segundo ano. Dos quatro registros dois ocorreram no talude, um na plataforma continental e um em região oceânica. **(Figura I.2.6-1).**





**Figura I.2.6-1:** Localização dos registros de *Balaenoptera bonaerensis* durante o PMC-BS.

### I.2.7 Baleia-jubarte (*Megaptera novaeangliae*)

**Quadro I.2.7-1:** Descrição da baleia-jubarte, *Megaptera novaeangliae*.

<b>Sub-Ordem Mysticeti</b>	<b>Família Balaenopteridae</b>
<b>Baleia-jubarte, <i>Megaptera novaeangliae</i></b> Borowski, 1781	
<b>Tamanho adulto:</b> 11 a 17 metros	<b>Peso adulto:</b> até 40.000 kg
<b>Tamanho filhote:</b> até 4,6 metros	<b>Peso filhote:</b> ~ 680 kg
<b>Distribuição:</b> Globalmente, migração anual entre águas tropicais e regiões produtivas circumpolares de todos os oceanos.	
<b>Caracteres diagnósticos:</b> nadadeiras peitorais extremamente longas, que chegam a medir 1/3 do comprimento do corpo; nadadeira dorsal pequena localizada a 2/3 da extremidade do rostro, variando em forma, de achatada a falcada; nadadeira caudal serrilhada ao longo da borda posterior, com um entalhe profundo, e a face ventral variando de toda branca a toda preta com diversos padrões intermendiários; cabeça e mandíbula com numerosos tubérculos.	
<b>Comportamento:</b> geralmente andam solitárias ou em grupos pequenos e instáveis de até três indivíduos, mas formam grupos maiores nas áreas de alimentação e reprodução; nas áreas de reprodução os maiores grupos são os competitivos, onde machos disputam acesso a uma fêmea nuclear, com comportamento ativo na superfície; realiza frequentemente comportamentos aéreos, como os saltos, as batidas de nadadeira caudal e peitoral; frequentemente expõe a cauda depois de arquear o dorso e antes de realizar um mergulho.	
<b>Uso de habitat</b> (JEFFERSON <i>et al.</i> , 2015): nas regiões tropicais de reprodução ocorrem primariamente em águas da plataforma continental, preferindo áreas rasas ao redor de ilhas e recifes de corais. Na migração podem atravessar regiões oceânicas profundas.	
<b>Tamanho de grupo</b> (JEFFERSON <i>et al.</i> , 2015): 1-3 baleias, podendo chegar a mais de 20 baleias	
<b>Status IUCN (2017):</b> Baixo Risco	<b>Status MMA (2014):</b> Quase ameaçada

**Características.** A baleia-jubarte (*Megaptera novaeangliae*) é a quarta maior espécie da família Balaenopteridae, atingindo 17 metros de comprimento, sendo geralmente as fêmeas 1 a 1,5 metros maiores do que os machos. O dorso é preto, e a região ventral apresenta uma coloração com padrões variáveis entre toda branca e toda preta. A principal característica da espécie é o tamanho das

nadadeiras peitorais que chegam a medir um terço do comprimento do corpo, e apresentam uma coloração branca na face ventral, variando de toda branca para toda preta na face dorsal, dependendo da população. A nadadeira dorsal é pequena localizada a dois terços da extremidade do rostro, e é altamente variável em forma, de achatada a falcada (mas menor que dos outros balaenopterídeos). A nadadeira caudal é serrilhada ao longo da borda posterior e apresenta um entalhe profundo (JEFFERSON *et al.*, 2015). Enquanto a face dorsal da nadadeira caudal é preta, a face ventral também varia de toda branca a toda preta, sendo os padrões de branco e preto distintos, e usados para identificação dos indivíduos (KATONA & WHITEHEAD, 1981). Outra característica diagnóstica da espécie é a presença de numerosos tubérculos na cabeça e na mandíbula (JEFFERSON *et al.*, 2015).

*Especies similares.* Com tantas características distintivas, a baleia-jubarte pode ser facilmente identificada. Por sua ampla distribuição, também divide áreas de ocorrência com outras espécies que, a primeira vista, poderiam ser confundidas, como a baleia-franca austral (*Eubalaena australis*), de coloração semelhante, ou eventualmente outras espécies da família Balaenopteridae, como a baleia-minke (*Balaenoptera acutorostrata*). Contudo, após um olhar mais cuidadoso, as características morfológicas e comportamentais da baleia-jubarte claramente se apresentam.

*Distribuição.* A espécie é cosmopolita, encontrada em todos os oceanos do mundo (exceto no Oceano Ártico). As jubartes realizam migrações sazonais de longa distância entre as áreas de alimentação nas altas latitudes, onde se alimentam durante o verão, e as áreas de reprodução nas baixas latitudes, onde acasalam e têm seus filhotes durante os meses de inverno (DAWBIN, 1966). A população de baleias-jubarte que reproduzem no Brasil pertencem ao estoque reprodutivo A definido pela IWC. No Brasil, as baleias-jubarte ocorrem principalmente entre 5° a 23°S (ZERBINI *et al.*, 2004b; ANDRIOLO *et al.*, 2010b), com o Banco dos Abrolhos, no sul da Bahia e norte do Espírito Santo, sendo a principal área de reprodução (MARTINS *et al.*, 2001; FREITAS *et al.*, 2004; ANDRIOLO *et al.*, 2010b). Além da região de concentração no Banco dos Abrolhos, avistagens da espécie são reportadas também em ilhas oceânicas,

como o Arquipélago de Fernando de Noronha (LODI, 1994) e Trindade (WEDEKIN *et al.*, 2014), na costa sul (até ~ 32°S) (LODI & BOROBIA, 2013), nordeste (MAGALHÃES *et al.*, 2008; MEIRELLES *et al.*, 2009) e ocasionalmente na região norte (PRETTO *et al.*, 2009). As baleias-jubarte que frequentam o Brasil migram para as áreas de alimentação em torno das ilhas Geórgia do Sul e Sanduíche do Sul, no Mar da Escócia (STEVIK *et al.*, 2006; ZERBINI *et al.*, 2006; ENGEL *et al.*, 2008; ENGEL & MARTIN, 2009; CYPRIANO-SOUZA *et al.*, 2010).

**População.** A estimativa mais recente de abundância para as baleias que reproduzem em águas brasileiras, de 2017, foi de aproximadamente 12.000 indivíduos (PAVANATO *et al.*, 2017). Atualmente, a população vem se recuperando (WARD *et al.*, 2011), com taxa de crescimento estimada em 12% por ano (WEDEKIN *et al.*, 2017).

**Comportamento.** Comportamentos acrobáticos como os saltos, as batidas de nadadeira peitoral e caudal são característicos da espécie (JEFFERSON *et al.*, 2015). As jubartes não vivem em grupos estáveis e o sistema social dessa espécie nas áreas de alimentação é caracterizado por grupos (de até 20 indivíduos) e associações efêmeras entre os indivíduos, relacionados com a distribuição das presas. Elas são as únicas baleias que realizam uma técnica de alimentação cooperativa, na qual formam uma rede de bolhas para encerrar o cardume de peixes (JEFFERSON *et al.*, 2015). Nas áreas de reprodução, os grupos competitivos são compostos por mais de dois machos competindo pelo acesso à fêmea (animal nuclear) (CLAPHAM, 1994). Nessas áreas também são frequentes indivíduos solitários, em dupla, e pares de fêmea com filhote (MARTINS *et al.*, 2001).

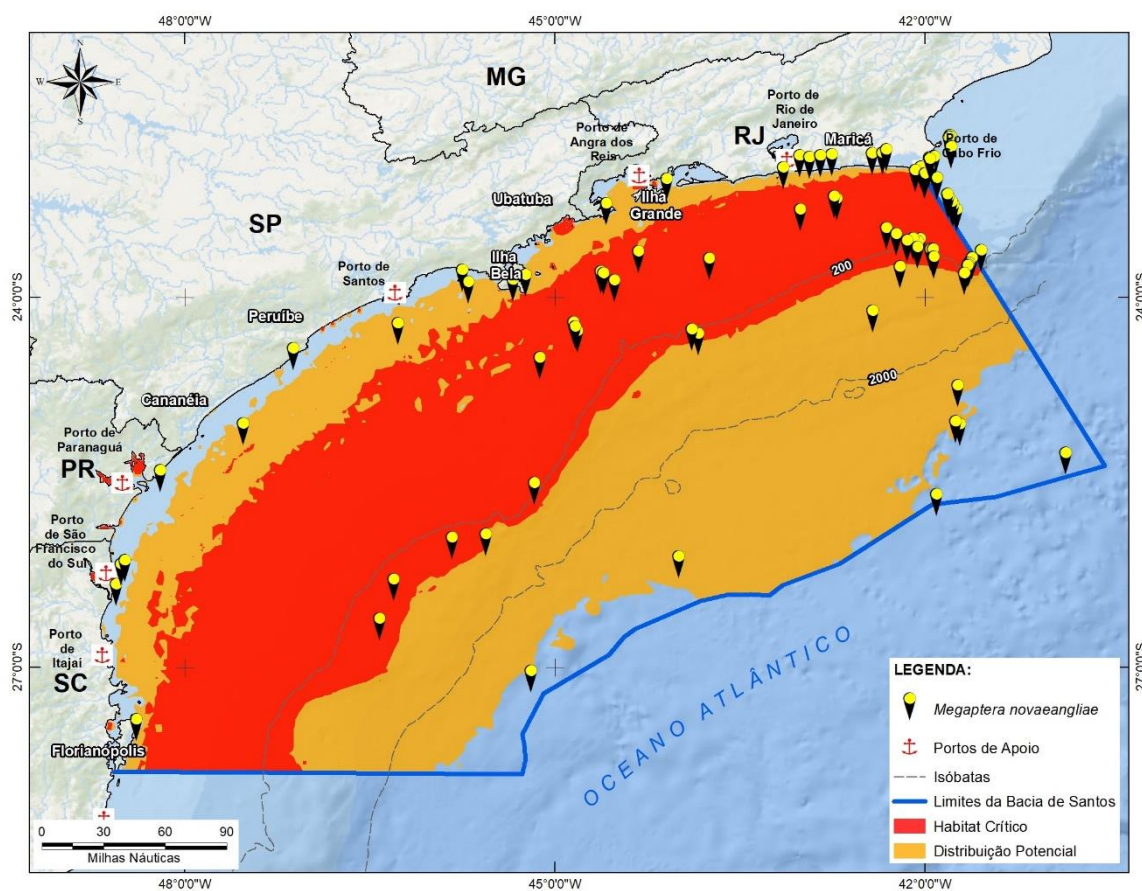
Outra característica importante da espécie está em seu complexo comportamento acústico (ROSSI-SANTOS, 2017). Os machos, durante a temporada reprodutiva, produzem longos e variantes sons que se organizam em uma estrutura sequencial e recebem o nome de canto (PAYNE & MAC VAY, 1971). Esses cantos seguem se modificando ao longo do tempo e são característicos de cada população (DARLING *et al.*, 2006).





**Figura I.2.7-1:** Fotos da baleia-jubarte (*Megaptera novaeangliae*) observadas na Bacia de Santos.

*Registros no PMC.* A baleia-jubarte foi o mysticeto mais avistado na Bacia de Santos, com 41 registros no primeiro ano e 54 no segundo, totalizando 95 registros. Foram registrados indivíduos solitários até grupos de 50 indivíduos, em algumas ocasiões com filhotes. Houve registro em diversos ambientes: costa, plataforma continental, talude e região oceânica, porém a maioria se concentrou em áreas da plataforma continental e transição com o talude, mais especificamente nas proximidades do estado do Rio de Janeiro (**Figura I.2.7-2**). Houve registro através de todos os métodos implementados: Método Acústico Passivo (MAP), Avistagem Embarcada, Avistagem Aérea e Telemetria. Os registros se concentraram entre os meses de maio e outubro dos respectivos anos. Uma grande parcela dos indivíduos eram animais jovens.



**Figura I.2.7-2:** Localização dos registros de *Megaptera novaeangliae* durante o PMC-BS.

**Quadro I.2.7-2:** característica acústica de *Megaptera novaeangliae* (TODD et al. 2015)

Tipo de sinal	Faixa de Frequência (kHz)	Frequência de Pico (kHz)	Nível na Fonte (dB re 1mPa @ 1m)
Social	0.01 - 12	0.07 - 1.8	123.5 - 183.7 rms / 136.3 - 203.6
Canto	0.02 - 8 harmônicos > 24b	0.1 - 4	144 - 169 rms / 165 - 184
Batidas e impactos na superfície	0.03 - 1.2	-	133.2 - 171.0 rms / 159.5 - 197.4
Cliques	-	0.8 - 1.7	143 - 154 (RL @ Dtag)
Chamados de Filhotes	0.14 - 7.12	-	-



## II. ODONTOCETI

### II.1 Família Physeteridae

A família Physeteridae já incluiu até 20 gêneros durante os períodos Plioceno e Mioceno (entre cerca de 2 a 24 milhões de anos atrás). Desde então, reduziu-se a um único gênero (*Physeter*), com uma espécie, o cachalote *P. macrocephalus* (REEVES et al., 2002). Representa o arquétipo da baleia titânica, o monstro marinho que origina o nome dos cetáceos, eternizado na literatura clássica através do filme Moby Dick. Baseado em história real do período onde estes animais eram alvo de intensa captura, principalmente por sua grande quantidade de óleo, presente no órgão espermacete.

### II.1.1 Cachalote (*Physeter macrocephalus*)

**Quadro II.1.1-1:** Descrição da cachalote, *Physeter macrocephalus*.

<b>Sub-Ordem Odontoceti</b>	<b>Família Physeteridae</b> Linnaeus, 1758
<b>Cachalote, <i>Physeter macrocephalus</i></b>	
<b>Tamanho adulto:</b> até 12 metros (fêmeas) e 18 metros (machos)	<b>Peso adulto:</b> até 16.000 kg (fêmeas) e 57.000 kg (machos)
<b>Tamanho filhote:</b> até 4,5 metros	<b>Peso filhote:</b> ~1.000 kg
<b>Distribuição:</b> Águas tropicais, temperadas a circumpolares de todos os oceanos.	
<b>Caracteres diagnósticos:</b> cabeça grande e quadrangular (cerca de 1/3 a 1/4 do tamanho total do corpo); coloração cinza-escuro uniforme com áreas brancas ao redor da boca; superfície do corpo enrugada atrás da cabeça e no flanco; nadadeira peitoral relativamente pequena e espatulada; nadadeira dorsal baixa, pequena e arredondada; nadadeira caudal triangular com a borda lisa (pode ter entalhes), protuberâncias no dorso entre a nadadeira dorsal e caudal; mandíbula estreita e bem menor que maxila, orifício respiratório elevado na ponta da cabeça à esquerda do eixo central devido a assimetria cranial, o que faz o borriço ser caracteristicamente projetado para frente e para esquerda.	
<b>Comportamento:</b> apresentam dois estados comportamentais: forrageio e descanso/socialização. Durante o forrageio fazem mergulhos profundos que podem durar mais de uma hora (média de 40 minutos) e entre os mergulhos submerge para respirar por cerca de 10 minutos. Realiza arqueamento do dorso e exposição caudal ao dar início a um mergulho profundo. Quando na superfície expõe apenas parte da cabeça, dorso e a nadadeira dorsal. Quando em descanso/socialização podem permanecer por horas na superfície e realizar saltos e comportamentos sociais.	
<b>Uso de habitat</b> (RICE, 1989): talude continental e área oceânica.	
<b>Tamanho de grupo</b> (WHITEHEAD & WEILGART, 2000): As fêmeas e imaturos são encontradas em grupos de 10 - 50 indivíduos em áreas tropicais e subtropicais. Os machos são geralmente solitários e se alimentam em águas temperadas e circumpolares.	
<b>Status IUCN (2017):</b> Vulnerável	<b>Status MMA (2014):</b> Vulnerável

**Características.** O cachalote (*Physeter macrocephalus*) é a maior espécie de odontoceto existente. O dimorfismo sexual é bem acentuado: machos de comprimento total de até 18 metros e fêmeas bem menores, de 9 a 12 metros (RICE, 1989). O corpo é robusto e apresenta uma coloração amarronzada escura uniforme. A cabeça é grande e quadrangular, onde se encontra o complexo nasal responsável pela produção das vocalizações (cliques). O complexo nasal é constituído principalmente pelo órgão espermacete, que é preenchido com um óleo que foi muito utilizado durante a exploração baleeira (RICE, 1989; CRANFORD *et al.*, 1996). Além de seu grande tamanho, o cachalote é caracterizado pela nadadeira dorsal pequena e arredondada, situada na parte mais posterior do dorso. O orifício respiratório encontra-se na ponta da cabeça, na forma de uma protuberância em forma de “S”, à esquerda do eixo central. O borrifo é frontal e à esquerda, em ângulo baixo. A nadadeira caudal é lisa, mas pode apresentar cortes que são utilizados para fotoidentificação (RICE, 1989; LODI & BOROBIA, 2013).

**Espécies similares.** É uma espécie fácil de ser identificada, embora fique pouco exposta na superfície. Quando distante, pode ser confundida com outras baleias grandes como a baleia-jubarte. No entanto, são bem distintas morfologicamente e a direção do borrifo, no cachalote, é bem característica.

**Distribuição.** A espécie é cosmopolita, de distribuição largamente abrangente. As fêmeas e imaturos vivem em grupos em águas tropicais e subtropicais, enquanto os machos se deslocam gradualmente para as regiões temperadas e circumpolares de todos os oceanos, permanecendo mais solitários, mas retornam para as águas tropicais para reprodução (WHITEHEAD & WEILGART, 2000). A ocorrência da espécie no Brasil é comum, porém pouco se conhece sobre a distribuição, movimentação e estrutura populacional. A maior parte dos registros provém de encalhes. A espécie é encontrada em áreas de 1.000 a 3.000 metros, presumivelmente em áreas de maior produtividade. São encontrados em áreas mais próximas da costa apenas onde a plataforma é mais estreita. Os registros de encalhes são mais comuns no Nordeste do Brasil. Há um registro de encalhe em massa (33 indivíduos) em 1972 no Rio Grande do Sul (LODI & BOROBIA, 2013).

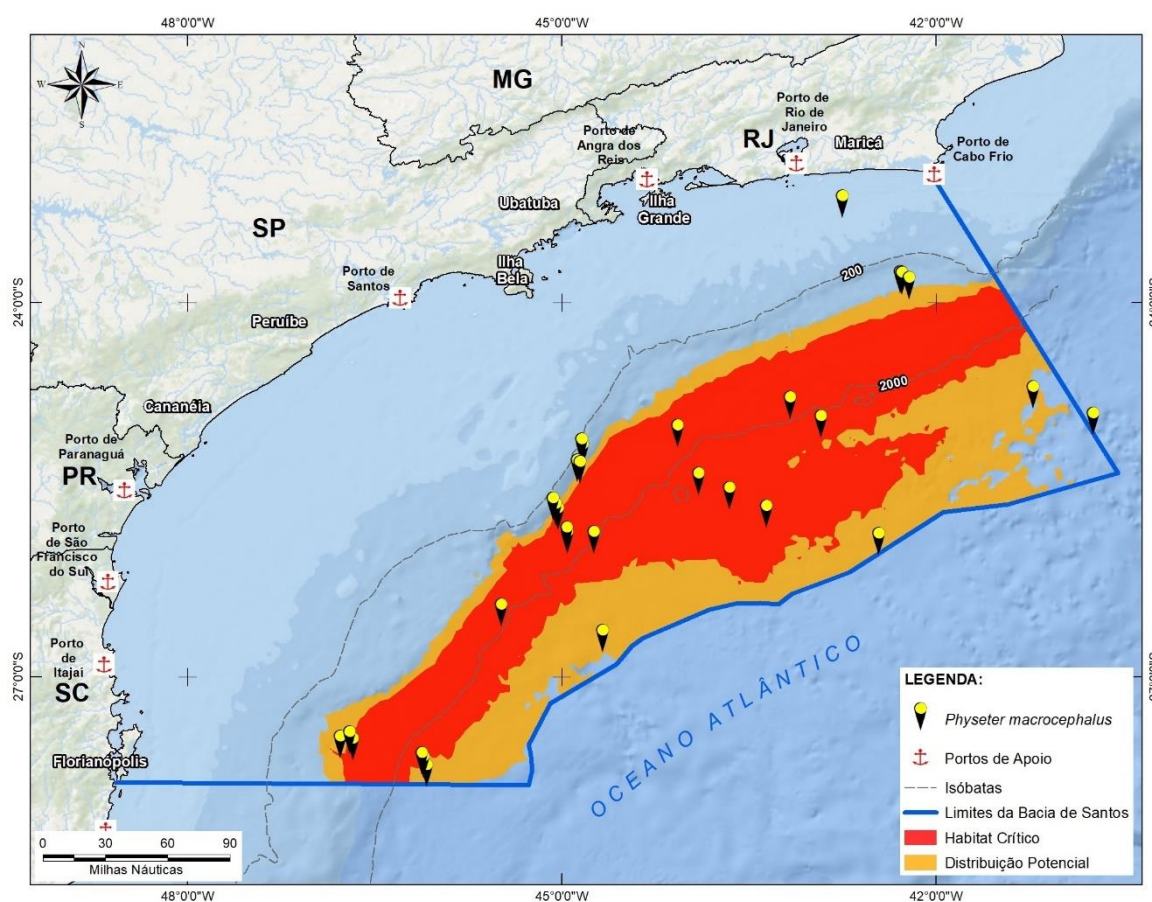
*População.* Os cachalotes estão incluídos nos registros de caça da indústria baleeira no Brasil, tanto na estação de Costinha na Paraíba como em Caba Frio (TOLEDO & LANGGUTH, 2009). Na Paraíba, tanto machos e fêmeas foram capturados, inclusive fêmeas prenhes e lactantes. O pico de captura dos machos foi nos meses de julho e agosto. A captura simultânea de fêmeas não prenhes, prenhes e lactantes sugere o nascimento de filhotes durante todo o ano, já que a gestação dura cerca de 15 meses. Embora tenha sido uma das espécies mais exploradas pela caça. Suas populações globais ainda são relativamente abundantes. Uma análise quantitativa global de tendência populacional sugere uma redução de 67% da população original até 1990 (WHITEHEAD, 2002). Atualmente a tendência populacional é desconhecida.

*Comportamento.* As fêmeas tendem a formar unidades sociais estáveis de 10 - 12 indivíduos, mas também formam grupos de até 50 indivíduos. Já os machos, em geral, permanecem solitários, associando-se por curtos períodos aos grupos de fêmeas. A exposição caudal é feita durante mergulhos longos e profundos para forrageio (em média 40 minutos, mas podem durar mais de 2 horas). Os intervalos na superfície entre os mergulhos duram em média 10 minutos (PAPASTAVROU *et al.*, 1989). Juvenis, ou fêmeas na presença de machos, realizam saltos acrobáticos expondo quase totalmente o corpo para fora da água. Registros de indivíduos caçados no nordeste do Brasil apresentaram vestígios de alimento no estômago (TOLEDO & LANGGUTH, 2009), em especial lulas da família Histioteuthidae (GURJÃO *et al.*, 2003).

O som do cachalote consiste em cliques com frequência de pico centrada em cerca de 15 kHz, com intervalo de cerca de 0.5 - 2.0 s e emitidos quase que continuamente durante o forrageio. Estes cliques são chamados de clicks “usuais” e são utilizados para ecolocalização. As fêmeas e imaturos produzem cliques estereotipados denominados “codas”, que são utilizados para comunicação e compartilhados entre os clãs vocais (RENDELL & WHITEHEAD, 2003). Os machos produzem “clicks lentos” que apresentam frequência mais baixa (~ 4 kHz) e intervalos de até 7 s (JAQUET *et al.*, 2001).

*Registros no PMC.* Foram 12 registros visuais de cachalote durante o PMC-BS, variando de indivíduos solitários até grupos de seis indivíduos, todos adultos.

Um total de 55 indivíduos, em 20 ocasiões, foram detectados acusticamente durante o Monitoramento Acústico Passivo (MAP) rebocado. Este número maior de detecções acústicas se deve ao comportamento de forrageio do cachalote, que durante seus longos mergulhos permanecem indisponíveis para os registros visuais, porém produzem uma série de cliques que podem ser detectados pelo MAP (Monitoramento Acústico Passivo) a vários quilômetros de distância. Sua distribuição ocorreu majoritariamente em áreas de talude e oceânica, com exceção a um registro que foi efetuado na plataforma continental (**Figura II.1.1-2**).



**Figura II.1.1-2:** Localização dos registros de *Physeter macrocephalus* durante o PMC-BS.

**Quadro II.1.1-2: característica acústica de *Physeter macrocephalus* (TODD et al. 2015)**

Tipo de sinal	Faixa de Frequência (kHz)	Frequência de Pico (kHz)	Nível na Fonte (dB re 1mPa @ 1m)
Cliques	0.1 - 32	5 - 25 (15 centroide)	ASL < 236rms
Cliques lentos	0.1 - 32	5 - 25 (3 centroide)	ASL < 190 rms
Rangido	0.1 - 32	5 - 25 (15 centroide)	ASL 179 - 205 rms
Gritos	0.4 - 22	0.7	-
Trumpete	-	0.5 e 3	172
Codas	-	7 - 9 (centroide)	-
Cliques de filhotes	-	0.3 - 1.7 (centroide)	150 - 162
Chamado de filhote	-	0.2 - 0.7 (centroide)	140 - 152

## II.2 Família Kogiidae

A família Kogiidae é representada por duas espécies: o cachalote-pigmeu (*Kogia breviceps*) e o cachalote-anão (*Kogia sima*). Eram considerados dentro da família Physeteridae, representada hoje pelo cachalote (*Physeter macrocephalus*), mas foram separados posteriormente. Ainda assim, dividem características morfológicas com o cachalote, como a assimetria craniana, ainda mais acentuada em Kogiidae, e o órgão espermacete, responsável pela produção dos cliques de ecolocalização. A mandíbula é pequena e posicionada para baixo. O rosto é um dos mais curtos entre os cetáceos. A coloração no dorso é escura, entre o preto e o azul-acinzentado, que vai gradualmente clareando nos flancos. A região ventral é de cor clara. Os dentes são pontiagudos e presentes apenas na mandíbula. Apresenta uma linha curva de coloração branca entre os olhos e nadadeiras peitorais, que lembram guelras (falsas guelras) (SHIRIHAI & JARRET, 2006; BLOODWORTH & ODELL, 2008). O corpo robusto, combinado a estas características, dão um aspecto de tubarão aos membros da família. Foram reconhecidos como duas espécies apenas em 1966, até então considerados uma espécie única (*Kogia breviceps*). A alimentação é principalmente cefalópodes, mas peixes e crustáceos também fazem parte da dieta. A distribuição é cosmopolita, em águas tropicais e temperadas, com preferência por águas oceânicas e do talude continental. Como a distribuição e características das



espécies são semelhantes, é muito difícil de confirmar a identificação no campo. São raramente observados no mar devido ao comportamento críptico. Não se aproximam de embarcações e nadam em grupos pequenos. Muito do que se conhece da espécie provém de encalhes na praia, que sugere que a espécie é mais comum do que se têm conhecimento, provavelmente devido à dificuldade de observação no campo (SHIRIHAI & JARRET, 2006; LODI & BOROBIA, 2013; MOURA *et al.*, 2016).

### II.2.1 Cachalote-pigmeu (*Kogia breviceps*)

**Quadro II.2.1-1: Descrição da cachalote-pigmeu, *Kogia breviceps*.**

<b>Sub-Ordem Odontoceti</b>	<b>Família Kogiidae</b>
<b>Cachalote-pigmeu, <i>Kogia breviceps</i> Blainvillei, 1838</b>	
<b>Tamanho adulto:</b> até 3,8 metros	<b>Peso adulto:</b> até 450 kg
<b>Tamanho filhote:</b> 1,2 metros	<b>Peso filhote:</b> 50 kg
<b>Distribuição:</b> Águas tropicais e temperadas de todos os oceanos.	
<b>Caracteres diagnósticos:</b> corpo compacto e robusto, cabeça quadrada, rostro extremamente curto e boca pequena posicionada ventralmente. A coloração no dorso é escura, entre o preto e o azul-acinzentado, que vai gradualmente clareando até a região ventral, de cor clara. Marca mais escura circunda a região dos olhos e destaca-se uma linha curva de coloração branca entre os olhos e nadadeiras peitorais, que lembram guelras (falsas guelras). A nadadeira dorsal é pequena e falcada, afastada do centro do corpo. O corpo robusto, boca ventral e as falsas guelras dão a aparência de um tubarão, peculiar entre os cetáceos.	
<b>Comportamento:</b> comportamento críptico e movimentos lentos na superfície. Podem permanecer boiados e ocasionalmente saltar.	
<b>Uso de habitat</b> (SHIRIHAI & JARRET, 2006): talude e águas oceânicas além da plataforma continental.	
<b>Tamanho de grupo</b> (SHIRIHAI & JARRET, 2006): geralmente sozinhos ou em grupos de até 6-7 indivíduos.	
<b>Status IUCN (2017):</b> Deficiente em Dados	<b>Status MMA (2014):</b> Deficiente em Dados

**Características.** O cachalote-pigmeu apresenta corpo robusto e compacto e o dorso escuro. A coloração é gradualmente mais clara até a região ventral. A cabeça é quadrada (mais pontiaguda entre os jovens), o rostro é quase ausente e a boca pequena é posicionada para baixo. Além do aspecto peculiar, possui uma mancha branca em forma curvada entre os olhos e as nadadeiras peitorais, chamadas de falsas guelras (SHIRIHAI & JARRET, 2006; LODI & BOROBIA, 2013).

**Espécies similares.** Semelhante ao cachalote-anão (*Kogia sima*), mas difíceis de identificar em campo. O cachalote-pigmeu tem tamanho maior, apresenta uma nadadeira dorsal mais arredondada e posicionada mais posteriormente no corpo. O cachalote-pigmeu também possui uma corcova característica, enquanto o dorso do cachalote-anão tem aparência reta quando na superfície.

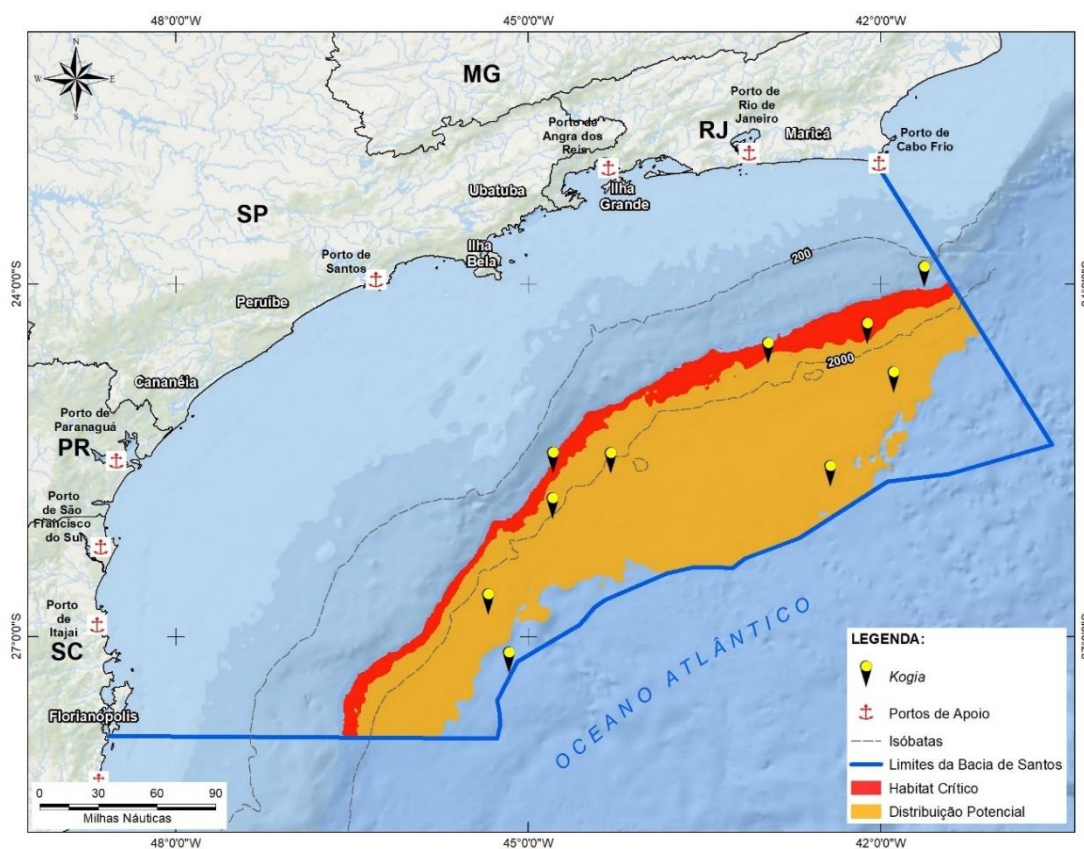
**Distribuição.** A espécie habita todos os oceanos tropicais e temperados do mundo. Muito do que se conhece da espécie provém de registros de encalhes, que são abundantes em algumas localidades. Parece preferir as águas além da quebra da plataforma continental e mais temperadas do que o cachalote-anão (SHIRIHAI & JARRET, 2006; LODI & BOROBIA, 2013). No Brasil, um estudo abrangente sobre os registros de encalhes *Kogia* mostrou que os encalhes são relativamente frequentes. Ambas as espécies de *Kogia* foram registradas ao longo de quase toda a costa brasileira, com exceção da porção do extremo norte. Os encalhes do cachalote-pigmeu foram mais frequentes na porção sul quando comparada à porção norte, e vice-versa para o cachalote-anão. O estudo confirma a sugestão da preferência do cachalote-pigmeu por águas mais temperadas e produtivas do que o cachalote-anão, o qual os encalhes foram mais comuns em águas tropicais do nordeste do Brasil (MOURA *et al.*, 2016).

**População.** Devido ao pouco conhecimento acerca da ecologia das populações do cachalote-pigmeu, a espécie é considerada deficiente em dados (IUCN, 2017).

**Comportamento.** Raramente é observado devido a seu comportamento críptico e hábito oceânico. O comportamento na superfície é lento. Quando expõe o dorso o arqueamento do corpo aparenta uma corcova. Não expõe a nadadeira caudal ao mergulhar. Podem ser vistos descansando na superfície e

ocasionalmente saltar. Raramente aproximam-se de embarcações. Os grupos são de animais solitários ou até 6-7 indivíduos. Alimenta-se principalmente de cefalópodes, mas peixes e crustáceos podem fazer parte da dieta. Acredita-se que se alimentam no fundo ou próximo do fundo oceânico (SHIRIAI & JARRET, 2006; BLOODWORTH & ODELL, 2008; LODI & BOROBIA, 2013).

**Registros no PMC.** Foi avistado um único indivíduo de *Kogia* sp., na 3ª Campanha de Telemetria na região do talude (~1.600 m de profundidade) da Bacia de Santos durante o PMC. No entanto, as detecções acústicas do monitoramento acústico passivo mostram que o gênero *Kogia* pode não ser tão raro. Foram 9 registros de cliques de ecolocalização atribuídos ao gênero (cliques com pico em 125-130 kHz). A distribuição das detecções por método acústico passivo variaram em latitude, mas se deram sempre em regiões de transição entre talude e região oceânica, variando entre ~1.400 m e ~2.500 m (**Figura II.2.1-1**).



**Figura II.2.1-1:** Localização dos registros de *Kogia* sp. durante o PMC-BS.

**Quadro II.2.1-2:** característica acústica de *Kogia breviceps* (TODD et al. 2015)

Tipo de sinal	Faixa de Frequência (kHz)	Frequência de Pico (kHz)	Nível na Fonte (dB re 1mPa @ 1m)
"choro"	1,36 - 1,48	-	-
cliques	60 - 200	125 - 130	-

## II.2.2 Cachalote-anão (*Kogia sima*)

**Quadro II.2.2-1:** Descrição da cachalote-anão, *Kogia sima*.

<b>Sub-Ordem Odontoceti</b>	<b>Família Kogiidae</b>
<b>Cachalote-pigmeu, <i>Kogia sima</i> Owen, 1866</b>	
<b>Tamanho adulto:</b> até 2,8 metros	<b>Peso adulto:</b> até 275 kg
<b>Tamanho filhote:</b> 1,0 metro	<b>Peso filhote:</b> 40 kg
<b>Distribuição:</b> Águas tropicais e temperadas de todos os oceanos.	
<b>Caracteres diagnósticos:</b> corpo compacto e robusto, cabeça quadrada porém com aspecto mais pontiagudo do que o cachalote-pigmeu. Rostro extremamente curto e boca pequena, posicionada ventralmente. A coloração no dorso é escura, entre o preto e o azul-acinzentado, que vai gradualmente clareando até a região ventral. Marca mais escura circunda a região dos olhos e destaca-se uma linha curva de coloração branca entre os olhos e nadadeiras peitorais, que lembram guelras (falsas guelras). A nadadeira dorsal é alta e localizada levemente mais no centro do corpo, quando comparado ao cachalote-pigmeu. Assim como o cachalote-pigmeu, o corpo robusto e as falsas guelras dão a aparência de um tubarão, apesar da cabeça mais pontiaguda e o corpo mais afilado a partir da nadadeira dorsal.	
<b>Comportamento:</b> comportamento críptico e movimentos lentos na superfície. Podem permanecer boiados e raramente saltam.	
<b>Uso de habitat</b> (SHIRIHAI & JARRET, 2006): talude e plataforma continental.	
<b>Tamanho de grupo</b> (SHIRIHAI & JARRET, 2006): animais solitários ou grupos de até 10 indivíduos.	
<b>Status IUCN (2017):</b> Deficiente em Dados	<b>Status MMA (2014):</b> Deficiente em Dados

**Características.** O corpo é robusto e compacto, o dorso escuro e a coloração gradualmente mais clara até o ventre. A cabeça é quadrada, porém mais

pontiaguda (aspecto mais cônico), quando comparado ao cachalote-pigmeu. O rosto é quase ausente e a boca pequena é posicionada para baixo. Além do aspecto peculiar, possui uma mancha branca em forma curvada entre os olhos e as nadadeiras peitorais, chamadas de falsas guelras. Semelhante ao cachalote-pigmeu, mas de tamanho menor e com a nadadeira dorsal levemente mais centrada no corpo.

*Espécies similares.* Semelhante ao cachalote-pigmeu (*Kogia breviceps*), mas difíceis de identificar em campo. O cachalote-pigmeu tem tamanho maior, apresenta uma nadadeira dorsal mais arredondada e posicionada mais posteriormente no corpo. O dorso cachalote-anão tem aparência reta quando na superfície, enquanto cachalote-pigmeu tem uma corcova característica.

*Distribuição.* A espécie habita todos os oceanos tropicais e temperados do mundo. Parece ter preferência por águas mais quentes e rasas do que o cachalote-pigmeu, sendo encontrado em áreas do talude e plataforma continental (SHIRIAI & JARRET, 2006; LODI & BOROBIA, 2013). No Brasil, um estudo abrangente sobre os registros de encalhes *Kogia* mostrou que os encalhes são relativamente frequentes. Ambas as espécies de *Kogia* foram registradas ao longo de quase toda a costa brasileira, com exceção da porção do extremo norte. Os encalhes do cachalote-anão foram mais frequentes na porção norte quando comparada à porção sul, e vice-versa para o cachalote-pigmeu. O estudo confirma a sugestão da preferência do cachalote-anão por águas mais tropicais do que o cachalote-pigmeu, o qual os encalhes foram mais comuns em águas mais temperadas e produtivas do sul do Brasil (MOURA et al., 2016).

*População.* Devido ao pouco conhecimento acerca da ecologia das populações do cachalote-anão a espécie é considerada deficiente em dados (IUCN, 2017).

*Comportamento.* Raramente é observado devido a seu comportamento críptico. Muito do que se conhece da espécie provém de registros de encalhes, que são abundantes em algumas localidades. O comportamento na superfície é lento. Ao subir na superfície expõe pouco o dorso e não expõe a nadadeira caudal ao mergulhar. Podem ser vistos descansando na superfície e raramente dão saltos. Geralmente não se aproximam de embarcações. Os grupos são de



animais solitários ou até 10 indivíduos. Alimenta-se principalmente de cefalópodes, mas peixes e crustáceos podem fazer parte da dieta. Acredita-se que se alimentam no fundo ou próximo do fundo oceânico (SHIRIHAI & JARRET, 2006; LODI & BOROBIA, 2013).

*Registros no PMC.* Foi avistado um único indivíduo de *Kogia* sp., na 3ª Campanha de Telemetria na região do talude (~1.600 m de profundidade) da Bacia de Santos durante o PMC. No entanto, as detecções acústicas do monitoramento acústico passivo mostram que o gênero *Kogia* pode não ser tão raro. Foram 9 registros de cliques de ecolocalização atribuídos ao gênero (cliques com pico em 125-130 kHz). A distribuição das detecções por método acústico passivo variaram em latitude, mas se deram sempre em regiões de transição entre talude e região oceânica, variando entre ~1.400 m e ~2.500 m (**Figura II.2.1-1**).

### II.3 Família Ziphiidae

A família Ziphiidae compreende as baleias-bicudas, que formam um grupo relativamente grande de cetáceos, com 22 espécies e 6 gêneros. Apesar de grande, é um grupo pouco conhecido, com espécies que mergulham a grandes profundidades para se alimentar de lulas. As espécies apresentam tamanho médio, variando de 3,7 a 9,8 m. O rostro é pronunciado nos adultos, e mais curto nos animais jovens. Orifício respiratório em forma de meia-lua. Cabeça e nadadeira dorsal de pequeno tamanho, com a nadadeira posicionada no terço posterior do corpo. As nadadeiras peitorais se encaixam em pequenas depressões do corpo, como se fossem bolsões. Uma característica marcante é que possuem de um a dois pares de dentes na mandíbula, que eclodem apenas nos machos adultos, a exceção do gênero *Berardius*, no qual as fêmeas também possuem.

Durante o PMC foram realizados registros acústicos cliques de zifídeos, mas sem identificação de gênero ou espécie.



## II.4 Família Delphinidae

A Família Delphinidae é a mais numerosa das famílias de odontocetos, com 36 espécies conhecidas. Consequentemente, os delfínídeos apresentam uma diversidade de formas e variações ecológicas que levam a ausência de consensos quanto as suas relações filogenéticas. Não é incomum casos de híbridos, incluindo alguns férteis. A diversidade de morfotipos se manifesta nas variações de tamanho, coloração, morfologia externa e histórias de vida. Algumas espécies apresentam rostro longo e bem característico, enquanto outras apresentam rostro curto ou não visíveis. O número de dentes varia consideravelmente (14 a 200), refletindo uma diversidade de hábitos alimentares, com espécies generalistas até aquelas especialistas em cefalópodes. As menores espécies, tucuxi (*Sotalia fluviatilis*) e golfinho-de-commersoni (*Cephalorhynchus commersonii*) não passam de 1,5 metros, enquanto uma orca adulta (*Orcinus orca*) pode chegar a 9,8 metros. Em geral, apresentam distribuição ampla e cosmopolita, em todos os oceanos do mundo e em algumas bacias hidrográficas. Porém, algumas espécies são restritas a algumas regiões, como o golfinho-pintado-do-atlântico (*Stenella frontalis*) e o golfinho-de-clymene (*Stenella clymene*), que ocorrem em águas tropicais e subtropicais. O tucuxi é o único representante de água doce. A organização social é complexa, formando grupos de tamanhos diversos em sistemas sociais do tipo fissão-fusão, ou com unidades matrilineares estáveis, como no caso das orcas. Os delfínídeos apresentam uma grande plasticidade acústica e adaptam suas emissões sonoras de acordo com as circunstâncias. No Brasil, ao menos 21 espécies apresentam registros confirmados.

## II.4.1 Orca (*Orcinus orca*)

**Quadro II.4.1-1: Descrição da orca, *Orcinus orca*.**

Sub-Ordem Odontoceti	Família Delphinidae
Orca, <i>Orcinus orca</i> Linnaeus, 1758	
Tamanho adulto: 8,5 a 9,8 metros	Peso adulto: até 10.000 kg
Tamanho filhote: 2,1 a 2,6 metros	Peso filhote: 160 a 180 kg
<b>Distribuição:</b> Cosmopolita, sendo encontrada em todos os oceanos e na maioria dos mares, tanto tropicais quanto temperados	
<b>Caracteres diagnósticos:</b> padrão de cor preto e branco único, com a face ventral (da maxila para a região urogenital) branca, lobos brancos estendendo para cima e para trás nos flancos inferiores, e o dorso preto (exceto a mancha cinza clara atrás da dorsal – “sela”) com uma mancha branca atrás de cada olho, de forma e de tamanho variável dependendo da população; nadadeira dorsal alta, ereta e triangular nos machos (2 metros), e falcada e afilada na ponta nas fêmeas e juvenis (0,9 metros); nadadeiras peitorais grandes e arredondadas.	
<b>Comportamento:</b> animais sociais, formando grupos geralmente entre 2 e 20 indivíduos ou mais; algumas vezes quando fazem mergulho profundos expõem a nadadeira caudal; podem ser mais ativas, com saltos, "spyhop", batidas de nadadeira caudal e peitoral; e podem mostrar grande interesse por barcos.	
<b>Uso de habitat</b> (JEFFERSON <i>et al.</i> , 2015): desde estuários e regiões costeiras até águas profundas, ocorrem em maior abundância em águas de grande produtividade biológica	
<b>Tamanho de grupo</b> (JEFFERSON <i>et al.</i> , 2015): 2-25 indivíduos, podendo chegar a 50 indivíduos	
<b>Status IUCN (2017):</b> Deficiente em dados	<b>Status MMA (2014):</b> Deficiente em dados

**Características.** A orca (*Orcinus orca*) é a maior espécie da família Delphinidae, com fêmeas e machos atingindo 8,5 e 9,8 metros de comprimento, respectivamente. A orca é uma espécie facilmente identificável em campo. Ela apresenta um padrão de cor preto e branco único, com a face ventral (da maxila para a região urogenital) branca, e o dorso preto com lobos brancos estendendo

para cima a partir dos flancos inferiores, e com uma macha branca atrás de cada olho (“mancha ocular”), de forma e tamanho variável dependendo da população. Além disso, uma mancha cinza clara atrás da nadadeira dorsal (“sela”) também é comum em algumas populações (JEFFERSON *et al.*, 2015). Uma outra característica distintiva é a nadadeira dorsal que é alta, ereta e triangular nos machos, atingindo até 2 metros de altura; e falcada e afilada ou levemente arredondada nas pontas, nas fêmeas e juvenis, atingindo 90 centímetros de altura. As nadadeiras peitorais são grandes e arredondadas e a nadadeira caudal é larga, com a borda posterior reta ou ligeiramente convexa (JEFFERSON *et al.*, 2015).

Embora uma única espécie de orca é atualmente reconhecida, dados morfológicos, genéticos e ecológicos sugerem a existência de pelo menos oito formas distintas de orcas (ecótipos). No Oceano Atlântico Norte existem pelo menos dois ecótipos, enquanto na Antártica são reconhecidos até seis formas (tipos “A” a “D”), descritos baseados nas diferenças na coloração, morfologia e aparente especialização no tipo de dieta. No entanto, uma revisão taxonômica do gênero é necessária, e provavelmente *O. orca* será dividida em um número de diferentes espécies ou pelo menos subespécies ao longo dos próximos anos.

*Espécies similares.* A orca é facilmente reconhecida em campo devido ao seu tamanho e coloração. Pode ser confundida a longas distâncias com outros delfínídeos grandes como a falsa-orca (*Pseudorca crassidens*) ou golfinho-de-Risso (*Grampus griseus*).



**Figura II.4.1-1:** Fotos da orca (*Orcinus orca*) observados na Bacia de Santos.

**Distribuição.** Cosmopolita, a orca distribui-se por todos os mares do globo, desde águas frias, perto do gelo, até regiões tropicais. Ocorre tanto em águas rasas e próximas da costa até regiões oceânicas. Ao longo da costa brasileira, as orcas têm sido registradas principalmente nas regiões Sul e Sudeste (LODI & HETZEL, 1998; DALLA-ROSA *et al.*, 2002; DALLA-ROSA & SECCHI, 2007; SANTOS & SILVA, 2009; WEDEKIN *et al.*, 2014), com registros ocasionais até o Nordeste (LODI & BOROBIA, 2013).

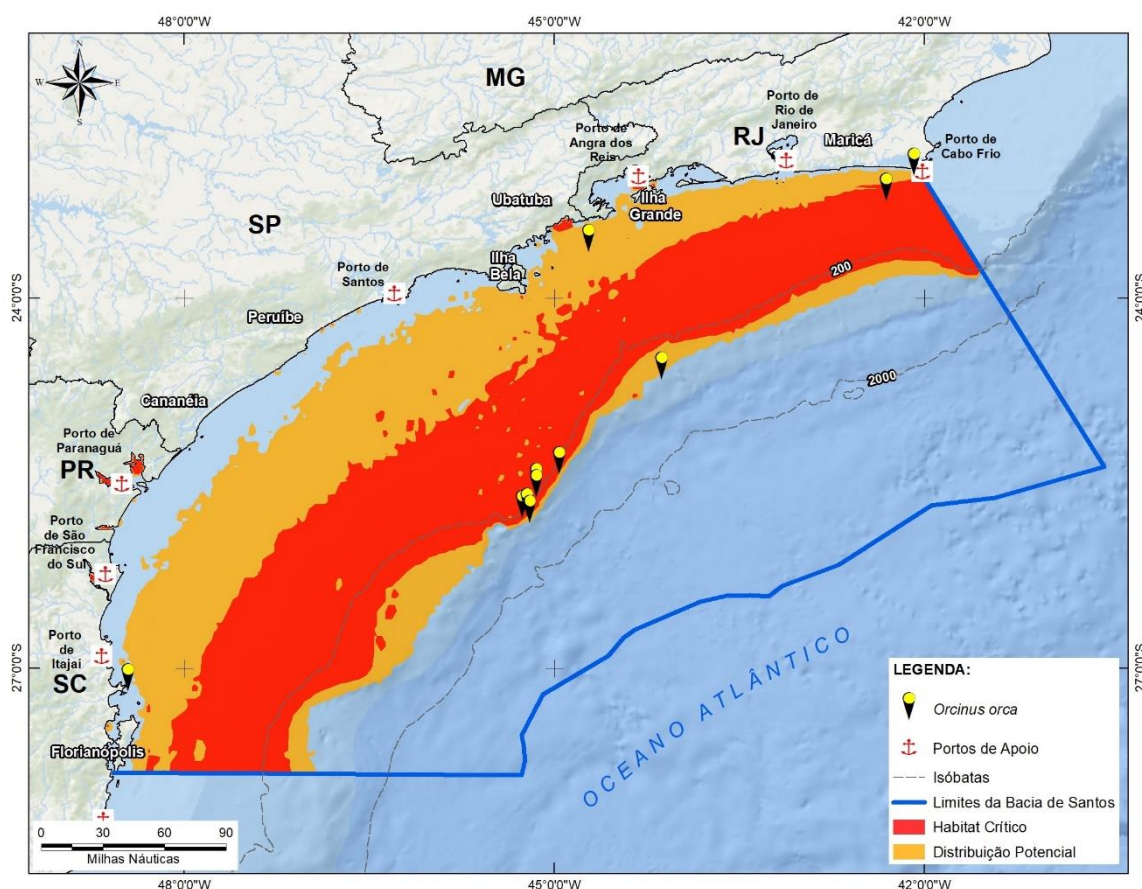
**População.** É estimado um mínimo de 50.000 orcas em todo o mundo (FORNEY & WADE, 2006). Mas a abundância varia entre diferentes regiões, com maior densidade em regiões mais frias de altas latitudes e densidades menores se aproximando dos trópicos.

**Comportamento.** As orcas podem andar solitariamente, mas geralmente vivem em grupos de até 20 animais, ocasionalmente formando agregações maiores (até 50 animais). A orca é um predador de topo de cadeia com dieta

cariada, incluindo diversos alimentos, como peixes, cefalópodes, cetáceos e pinípedes. A dieta variada reflete em diferentes estratégias de alimentação, formando um rico e variado comportamento. Nas águas oceânicas do sul e sudeste do Brasil, foram feitos registros de orcas depredando atuns e dourados durante a pesca por espinhel (DALLA-ROSA & SECCHI, 2007). Foram observadas tentando preda um filhote de cachalote (*Physeter macrocephalus*) na Bacia de Santos (ANDRIOLO *et al.*, 2015).

*Registros no PMC.* Durante o PMC-BS as avistagens de orcas foram mais frequentes no segundo ano, 7 vezes, enquanto no primeiro foram avistadas 3 vezes. Os registros majoritariamente detectaram grupos de indivíduos adultos, mas ocasionalmente notou-se a presença de filhotes e indivíduos jovens. Os registros ocorreram principalmente na área de talude, margeando a plataforma continental, porém houve quatro registros próximos à costa: um no litoral norte do Estado de São Paulo, um na região de Bombinhas-SC, e dois na região de Cabo Frio-RJ. (**Figura II.4.1-2**).





**Figura II.4.1-2:** Localização dos registros de *Orcinus orca* durante o PMC-BS.

**Quadro II.4.1-2:** característica acústica de *Orcinus orca* (TODD et al. 2015).

Tipo de sinal	Faixa de Frequência (kHz)	Frequência de Pico (kHz)	Nível na Fonte (dB re 1mPa @ 1m)
Chamados	-	-	-
Gritos	0.5-2	-	-
Cliques	0.5-60	4 a 25	195-225 p-p
Chamados tonais	0.5-8.9	-	-
Chamados tonais	0.5-30	1 a 6	-
Assobios	1.5-18.5	6 a 12	ASL 140.2 (1-20Hz)
Chamados de alimentação	<4	<0.6	-
Chamados intensos	<6	-	-
Assobios ultrassônicos	16.9-75	-	-



## II.4.2 Baleia-piloto-de-peitorais-curtas (*Globicephala macrorhynchus*)

**Quadro II.4.2-1:** Descrição da baleia-piloto-de-peitorais-curtas, *Globicephala macrorhynchus*.

<b>Sub-Ordem Odontoceti</b>	<b>Família Delphinidae</b>
<b>Baleia-piloto-de-peitorais-curtas, <i>Globicephala macrorhynchus</i> Gray 1846</b>	
<b>Tamanho adulto:</b> até 5,5 metros (fêmeas) e até 7,2 metros (machos)	<b>Peso adulto:</b> até 3.600 kg (machos)
<b>Tamanho filhote:</b> até 1,9 metros	<b>Peso filhote:</b> sem informação na literatura
<b>Distribuição:</b> Águas tropicais, subtropicais e temperadas quentes de todos os oceanos	
<b>Caracteres diagnósticos:</b> melão bem pronunciado (principalmente no machos adultos) que dá a cabeça um formato globoso; rostro extremamente curto; coloração preta a cinza-escuro; mancha clara atrás da nadadeira dorsal (“sela”) que podem variar entre os indivíduos, podendo até mesmo estar ausente. Nadadeira dorsal larga na base e arredondada com a borda posterior falcada. A nadadeira peitoral é alongada em forma de foice.	
<b>Comportamento:</b> tamanho de grupo varia de 20-90 indivíduos. Comportamentos acrobáticos são raros e os grupos podem ocasionalmente aproximar-se de embarcações, mas não fazem natação na proa. Podem ser encontrados associados a outras espécies, formando grupos mistos.	
<b>Uso de habitat</b> (OLSON, 2009) áreas oceânicas, talude continental e movimentos sazonais para águas rasas e costeiras.	
<b>Tamanho de grupo</b> (OLSON, 2009): 20-90 baleias	
<b>Status IUCN (2017):</b> Deficiente em Dados	<b>Status MMA (2014):</b> -

**Características.** A baleia-piloto-de-peitorais-curtas (*Globicephala macrorhynchus*) é a segunda maior espécie da família, atingindo cerca de 7,2 metros de comprimento. Apenas a baleia-orca (*Orcinus orca*) apresenta tamanho do corpo maior. As fêmeas são menores que os machos. Além de seu tamanho e corpo robusto, a baleia-piloto é caracterizada pela cabeça bulbosa. Nos machos adultos o melão pode até ultrapassar a altura da mandíbula, sendo menos exacerbado em indivíduos jovens. O rostro é bem curto. A coloração é

predominantemente preta ou cinza-escuro, com uma mancha branca em forma de âncora no ventre. Uma linha diagonal branca acima dos olhos e uma “sela” (mancha branca atrás da nadadeira dorsal) podem ser observadas, porém este padrão pode variar entre indivíduos ou áreas geográficas. A nadadeira dorsal está posicionada anteriormente em relação ao corpo; é baixa e arredondada, falcada na parte posterior e base larga. O pedúnculo caudal é bem espesso e uma protuberância após a fenda anal é observada nos machos. A nadadeira peitoral é alongada em forma de foice.

**Espécies similares.** A distinção entre a baleia-piloto-de-peitorais-curtas (*Globicephala macrorhynchus*) e a baleia-piloto-de-peitorais-longas (*G. melas*) é extremamente difícil no campo. A principal diferença é o tamanho e forma da nadadeira peitoral; de aproximadamente 15% do tamanho do corpo na baleia-piloto-de-peitorais-curtas e a borda anterior apresenta curva suave. Na baleia-piloto-de-peitorais-longas o tamanho da nadadeira peitoral é de cerca de 20 a 30% do tamanho do corpo; formato com angulação mais pronunciada, como um “cotovelo”. A dificuldade de distinção das espécies torna-se amplificada devido à variabilidade individual da nadadeira peitoral.

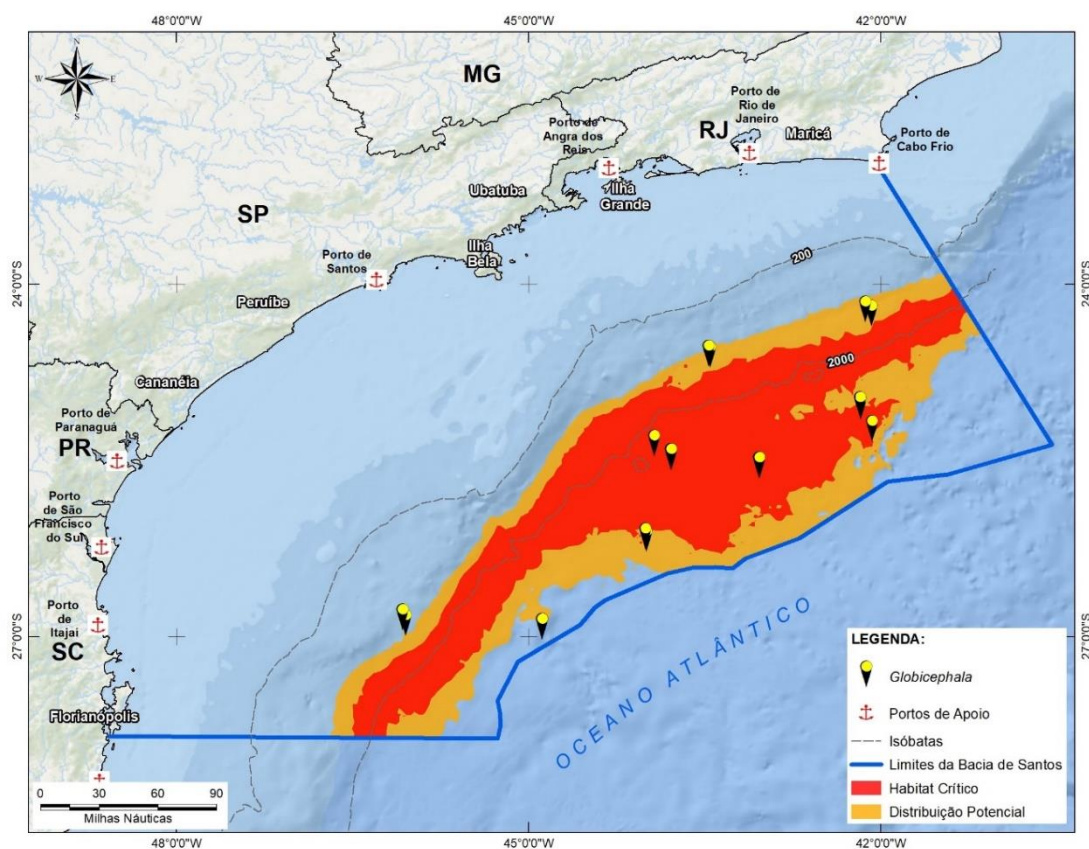
**Distribuição.** A baleia-piloto-de-nadadeiras-curtas é cosmopolita e são encontradas em águas tropicais, subtropicais e temperadas quentes. Ocorrem em águas profundas no talude continental e nas áreas oceânicas, principalmente onde o relevo oceânico é complexo, mas fazem movimentações sazonais e também são observadas em áreas costeiras em algumas partes do mundo, como na Califórnia (OLSON, 2009).

**População.** Não existe estimativa global de abundância da baleia-piloto-de-peitorais-curtas. Em algumas regiões do mundo foram estimadas grandes populações da espécie, como no Pacífico Leste Tropical, com estimativa de 500 mil baleias-piloto. No Brasil são consideradas ocasionais (LODI & BOROBIA, 2013).

**Comportamento.** Formam grupos de unidades estáveis matrilineares com cerca de 20 a 30 indivíduos, porém agregações maiores podem ser observadas. São nômades apesar de populações residentes terem sido identificadas (MAHAFFY *et al.*, 2015). A dieta é principalmente constituída de lulas e o

forrageio ocorre principalmente no período noturno. Os movimentos entre as áreas oceânicas e costeiras podem estar associados a distribuição sazonal de lulas (OLSON, 2009). Os mergulhos podem chegar a mais de 1.000 metros, mas a maioria são mais rasos e duram em cerca de 10 - 15 minutos, podendo chegar a pouco mais de 20 minutos (AGUILAR-SOTO *et al.*, 2008). Esta espécie associa-se frequentemente com outras espécies de cetáceos, como o golfinho-nariz-de-garrafa.

**Registros no PMC.** Durante o PMC na Bacia de Santos, a baleia-piloto (gênero *Globicephala*) foi registrada em 18 ocasiões, sendo 3 no primeiro ano e 15 no segundo, todas sem distinção da espécie. A avistagem detectou 10 registros, a maioria no segundo ano, e dentre eles dois registros de grupos com mais de 10 indivíduos: um com 20 e nenhum filhote, e outro com 40 e 2 filhotes. A distribuição dos registros se concentrou em área oceânica, ocorrendo ocasionalmente no talude (**Figura II.4.2-1**).



**Figura II.4.2-1:** Localização dos registros de *Globicephala* sp. durante o PMC-BS.

**Quadro II.4.2-2: Característica acústica de *Globicephala macrorhynchus* (TODD et al. 2015).**

Tipo de sinal	Faixa de Frequência (kHz)	Frequência de Pico (kHz)	Nível na Fonte (dB re 1mPa @ 1m)
Cliques	0.2->24	-	-
Assobios	0.5->20	2 a 14	180
Pulsos	1.4-20	-	-
Chamados	2.53-10.97 (harmônicos >24)	3.9	-
Assobios	3.7-6.39	-	-
Cliques	30-60	-	180

### II.4.3 Baleia-piloto-de-peitorais-longas (*Globicephala melas*)

**Quadro II.4.3-1: Descrição da baleia-piloto-de-peitorais-longas, *Globicephala melas*.**

<b>Sub-Ordem Odontoceti</b>	<b>Família Delphinidae</b>
<b>Baleia-piloto-de-peitorais-longas, <i>Globicephala melas</i> Trail, 1809</b>	
<b>Tamanho adulto:</b> até 6,7 metros (machos) e até 5,7 metros (fêmeas)	<b>Peso adulto:</b> até 3.000 kg (machos) e até 2.000 kg (fêmeas)
<b>Tamanho filhote:</b> até 2,0 metros	<b>Peso filhote:</b> 100 kg
<b>Distribuição:</b> Águas subtropicais, temperadas a subpolares de todos os oceanos, com exceção do Pacífico Norte.	
<b>Caracteres diagnósticos:</b> uma das maiores espécies da família Delphinidae, chegando a 6,7 metros de comprimento; melão bem pronunciado; rostró curto; coloração preta a cinza-escuro com mancha branca na região ventral e mancha clara atrás da nadadeira dorsal (“sela”) que pode estar ausente. Nadadeira dorsal arredondada. Nadadeira peitoral longa com a base larga e falcada na extremidade. A angulação da borda anterior da nadadeira peitoral se assemelha a um “cotovelo”, o que dá uma forma de bumerangue a nadadeira.	
<b>Comportamento:</b> tamanho de grupo varia de 20-135 indivíduos. Comportamentos acrobáticos são mais comuns entre os juvenis, outros comportamentos incluem <i>spy-hop</i> (exposição da cabeça na posição vertical) e batidas de cauda. São mais ativos durante a noite quando em forrageio. Podem ser encontrados associados a outras espécies, formando grupos mistos.	
<b>Uso de habitat</b> (OLSON, 2009) áreas oceânicas, talude continental e movimentos sazonais para águas rasas e costeiras.	

<b>Tamanho de grupo</b> (OTTENSMEYER & WHITEHEAD, 2003): 2 - 135 baleias	
<b>Status IUCN (2017):</b> Deficiente em dados	<b>Status MMA (2014):</b> -

**Características.** A baleia-piloto-de-peitorais-longas (*Globicephala melas*) é uma das maiores espécies da família. Existe dimorfismo sexual, sendo que os machos são maiores que as fêmeas. Apresentam corpo robusto e a cabeça notavelmente bulbosa. Nos machos adultos o melão pode ultrapassar a altura da mandíbula, sendo menos exacerbado em indivíduos jovens. O rostro é bem curto. A coloração é predominantemente preta ou cinza-escuro, com uma mancha branca em forma de âncora no ventre. Uma linha diagonal branca acima dos olhos e uma “sela” (mancha branca atrás da nadadeira dorsal) podem ser observadas, porém este padrão pode variar entre indivíduos ou áreas geográficas. A nadadeira dorsal é baixa e arredondada, falcada na parte posterior, com a base bem larga. O pedúnculo caudal é bem espesso. A nadadeira peitoral é alongada em forma de foice.

**Espécies similares.** A distinção entre a baleia-piloto-de-peitorais-curtas (*Globicephala macrorhynchus*) e a baleia-piloto-de-peitorais-longas (*G. melas*) é extremamente difícil no campo. A principal diferença é o tamanho e forma da nadadeira peitoral; aproximadamente 15% do tamanho do corpo na baleia-piloto-de-peitorais-curtas e a borda anterior apresenta curva suave. Na baleia-piloto-de-peitorais-longas o tamanho da nadadeira peitoral é de cerca de 20 a 30% do tamanho do corpo; formato com angulação mais pronunciada, como um “cotovelo”. A dificuldade de distinção das espécies torna-se amplificada devido à variabilidade individual da nadadeira peitoral.

**Distribuição.** A baleia-piloto-de-peitorais-longas é encontrada no Atlântico Norte, incluindo o Mediterrâneo e o Mar do Norte, e são largamente distribuídas no hemisfério Sul. Não ocorre no Oceano Índico e é considerada extinta no Pacífico Norte (OLSON, 2009; KASUYA, 1975). São encontradas em águas mais frias do que as baleia-piloto-de-peitorais-curtas, em áreas temperadas e sub-polares, apresentando distribuição anti-tropical. As áreas de sobreposição entre as espécies são as regiões subtropicais. O registro mais setentorial da baleia-



piloto-de-peitorais-longas no Brasil é de um crânio encontrado no litoral sul de São Paulo em 1920 (LODI & BOROBIA, 2013). Ocorrem comumente em águas oceânicas e talude continental, principalmente onde o relevo do fundo é complexo, mas podem realizar movimentos sazonais para áreas costeiras de acordo com a distribuição de suas presas (OLSON, 2009).

*População.* Estima-se que existam cerca de 200 mil indivíduos no verão, ao sul da Convergência Antártica, no Hemisfério Sul. São consideradas de ocorrência rara no Brasil (LODI & BOROBIA, 2013).

*Comportamento.* Formam grupos de unidades estáveis matrilineares com cerca de 20 indivíduos, mais podem se agregar em mais de uma centena de indivíduos (OTTENSMEYER & WHITEHEAD, 2003). É uma das espécies mais frequentes nos registros de encalhe em massa, provavelmente devido aos fortes laços afiliativos entre os membros das unidades sociais. A dieta é basicamente constituída de lulas, mas também pode incluir algumas espécies de peixes. O forrageio acontece principalmente no período noturno. Os movimentos entre as áreas oceânicas e costeiras podem estar associados a distribuição sazonal de lulas. Quando em descanso/socialização os grupos permanecem coesos e boiando na superfície do mar (OLSON, 2009). Os mergulhos podem chegar a mais de 800 metros, mas a maioria são mais rasos (< 20m) e podem durar até 18 minutos (HEIDE-JØRGENSEN *et al.*, 2002). Podem ocorrer associados a outras espécies formando grupos mistos.

*Registros no PMC.* Durante o PMC na Bacia de Santos, a baleia-piloto (gênero *Globicephala*) foi registrada em 18 ocasiões, sendo 3 no primeiro ano e 15 no segundo, todas sem distinção da espécie. A avistagem detectou 10 registros, a maioria no segundo ano, dentre eles dois registros de grupos com mais de 10 indivíduos: um com 20 e nenhum filhote, e outro com 40 e 2 filhotes. A distribuição dos registros se concentrou em área oceânica, ocorrendo ocasionalmente no talude (**Figura II.4.3-1**).



**Quadro II.4.3-1:** Característica acústica de *Globicephala melas* (TODD et al. 2015).

Tipo de sinal	Faixa de Frequência (kHz)	Frequência de Pico (kHz)	Nível na Fonte (dB re 1mPa @ 1m)
Chamados tonais	0.14-20	-	-
Assobios	1-8.9	1.6-6.7	-
Cliques	1 a 18	-	-
Cliques	-	6 a 11	-
Cliques	-	34-94	-

#### II.4.4 Falsa-orca (*Pseudorca crassidens*)

**Quadro II.4.4-1:** Descrição da falsa-orca, *Pseudorca crassidens*.

<b>Sub-Ordem Odontoceti</b>	<b>Família Delphinidae</b>
<b>Falsa-orca, <i>Pseudorca crassidens</i> Owen, 1846</b>	
<b>Tamanho adulto:</b> até 6 metros	<b>Peso adulto:</b> até 2.000 kg
<b>Tamanho filhote:</b> 1,5 – 2,1 metros	<b>Peso filhote:</b> 80 kg
<b>Distribuição:</b> Águas tropicais à temperadas quentes; regiões oceânicas dos três principais continentes.	
<b>Caracteres diagnósticos:</b> corpo longo, delgado e em forma de charuto; melão arredondado mesmo que estreito quando visto de cima ou de baixo; sem rostro detectável; nadadeira dorsal falcada e delgada apesar de formato variável, e normalmente arredondada na ponta e relativamente pequena em comparação ao comprimento da parte anterior do corpo; nadadeira caudal com a ponta arredondada porém arqueada na parte posterior, apresenta também característica delgada; coloração com padrão simples, basicamente preta mas as vezes pode apresentar partes acinzentadas na cabeça.	
<b>Comportamento:</b> Em alguns lugares podem roubar peixes das redes não sendo muito bem vistas pelos pescadores; extremamente social; grupos podem se distribuir ao longo de vários subgrupos, ou também se apresentar muito compactos; fidelidades já foram notadas com determinados locais, apesar de terem sido constatados deslocamentos entre as ilhas do Hawaí.	
<b>Uso de habitat:</b> Águas de temperaturas mais quentes, normalmente se distribuem em profundidades relativamente altas e regiões mais oceânicas.	

**Tamanho de grupo:** normalmente 10 – 60 indivíduos, mas podem chegar a grupos muito maiores.

**Status IUCN (2017):** Deficiente em Dados

**Status MMA (2014):** Deficiente em Dados

**Características.** Um dos maiores delfinídeos, alcançando até 6 metros de comprimento. Cabeça bastante arredondada com melão avançando anteriormente em relação à boca. Nadadeira dorsal falcada e relativamente pequena, com a ponta arredondada. Coloração preta ou cinza-escura. Nadadeira peitoral tem uma corcova na parte anterior, dando um aspecto de “S”.

**Espécies similares.** Pode ser confundida com outros “blackfish”, que são outros cetáceos de cor escura, especialmente a orca-pigméia (*Feresa attenuata*) e golfinhos-cabeça-de-melão (*Peponocephala electra*). Entretanto, o tamanho da falsa-orca é bem maior que destas duas espécies. Também pode ser confundida com as baleias-piloto (gênero *Globicephala*). A formato da cabeça, nadadeira dorsal e nadadeiras-peitorais pode ser usado para diferenciar de outras espécies.

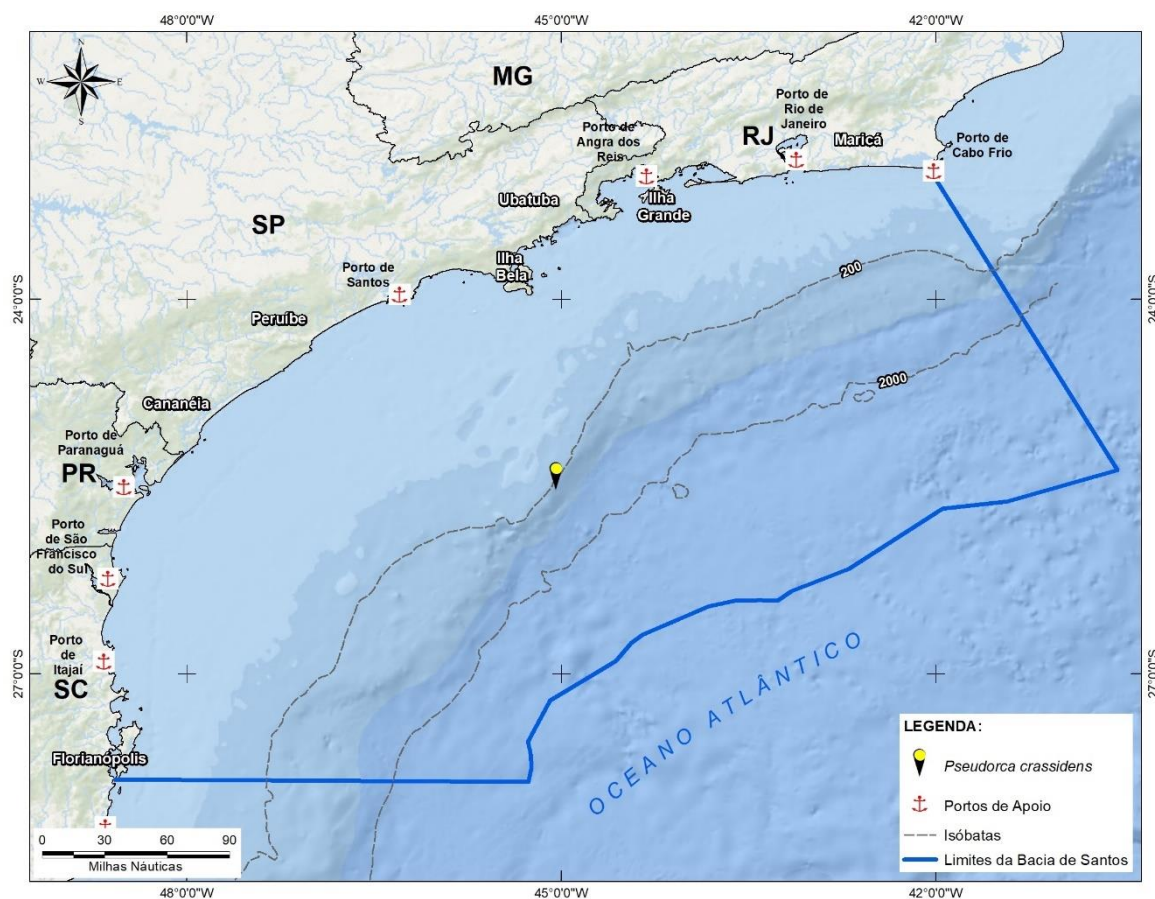
**Distribuição.** Possui distribuição global, de regiões tropicais a temperadas. No Brasil já foi avistada na Bacia de Santos em duas ocasiões (DI TULLIO *et al.*, 2016).

**População.** Poucas estimativas de abundância no mundo e praticamente sem dados para o Brasil, onde pode ser considerada ocasional (LODI & BOROBIA, 2013). Existem dados consistentes somente para o Pacífico Leste, com estimativas da ordem de dezenas de milhares de indivíduos.

**Comportamento.** Pode apresentar natação rápida com nado “porpoising”, rente à superfície. Pode se aproximar de embarcações e nadar na proa (bow-riding) e também observada saltando ou expondo a cabeça verticalmente (spyhop). Agrega-se em grupos de 10-50 animais e ocasionalmente pode chegar a grupos de 300 indivíduos.

**Registros no PMC.** A falsa-orca foi registrada somente uma vez durante o PMC-BS. O registro ocorreu através de uma avistagem durante a 4ª Campanha de Telemetria no segundo semestre de 2017. Foi avistado um grupo de 100

indivíduos, dentre eles um filhote. O registro ocorreu no talude ao largo de Santos-SP (Figura II 4.4-1).



**Figura II.4.4-1:** Localização do registro de *Pseudorca crassidens* durante o PMC-BS.

## II.4.5 Orca-pigmeia (*Feresa attenuata*)

**Quadro II.4.5-1:** Descrição da orca-pigmeia, *Feresa attenuata*.

<b>Sub-Ordem Odontoceti</b>	<b>Família Delphinidae</b>
<b>Orca-Pigmeia, <i>Feresa attenuata</i> Gray, 1874</b>	
<b>Tamanho adulto:</b> até 2,7 metros	<b>Peso adulto:</b> até 222 kg
<b>Tamanho filhote:</b> até 0,8 metros	<b>Peso filhote:</b> sem informação na literatura
<b>Distribuição:</b> Águas tropicais e subtropicais de todos os oceanos. Geralmente não é observada ao norte de 40°N e ao sul de 35°S.	
<b>Caracteres diagnósticos:</b> corpo delgado a levemente robusto, estreitando-se na parte posterior; coloração preta ou cinza escuro com uma capa dorsal mais escura que o resto do dorso, alargando-se abaixo da nadadeira dorsal; região ventral apresenta manchas brancas; cabeça arredondada e sem rostro; nadadeira dorsal alta e levemente falcada; nadadeira peitoral alongada com pontas arredondadas.	
<b>Comportamento:</b> Movimentos lentos e letárgicos se comparados a espécies similares. Saltos e natação na proa das embarcações ( <i>bowriding</i> ) são raros.	
<b>Uso de habitat</b> (LODI & BOROBIA, 2013): águas oceânicas com profundidades superiores a 500 m, podendo ocorrer próximo à costa em locais onde a plataforma continental é estreita.	
<b>Tamanho de grupo</b> (LODI & BOROBIA, 2013): 1-70, podendo chegar a várias centenas.	
<b>Status IUCN (2017):</b> Deficiente em Dados	<b>Status MMA (2014):</b> Deficiente em Dados

**Características.** A orca-pigmeia (*Feresa attenuata*) é uma das espécies menos conhecidas de todos os cetáceos. Apresenta uma coloração preta ou cinza escuro, com uma capa dorsal mais escura que o resto do dorso, alargando-se abaixo da nadadeira dorsal. A capa dorsal é bem delimitada. Na região ventral apresenta manchas brancas que podem se alongar desde a boca até a região genital. Outra característica bastante marcante é a ausência de um rostro pronunciado, sendo sua cabeça arredondada. Possui nadadeira dorsal alta e

levemente falcada e nadadeira peitoral alongada (40-50 cm) e falcada (LODI & BOROBIA, 2013; JEFFERSON *et al.* 2015).

*Espécies similares.* Pode ser confundida com golfinho-cabeça-de-melão (*Peponocephala electra*), e com menor frequência com a falsa-orca (*Pseudorca crassidens*). O tamanho da falsa-orca (de até 6 metros) é quase o dobro da orca-pigméia (até 2,7 m), o que pode diferenciar as duas espécies. A distinção entre a orca-pigméia e o golfinho-cabeça-de-melão já é mais difícil, sendo provavelmente as duas espécies mais similares de cetáceos. O manto dorsal bem demarcado é distintivo para orca-pigméia e é provavelmente a característica mais fácil para distinguir as mesmas (JEFFERSON *et al.*, 2015). A forma da cabeça (mais arredondada da orca-pigméia quando vista de baixo) e das nadadeiras peitorais (com a ponta mais arredondada na orca-pigméia) também são características que podem ajudar na distinção entre estas espécies.

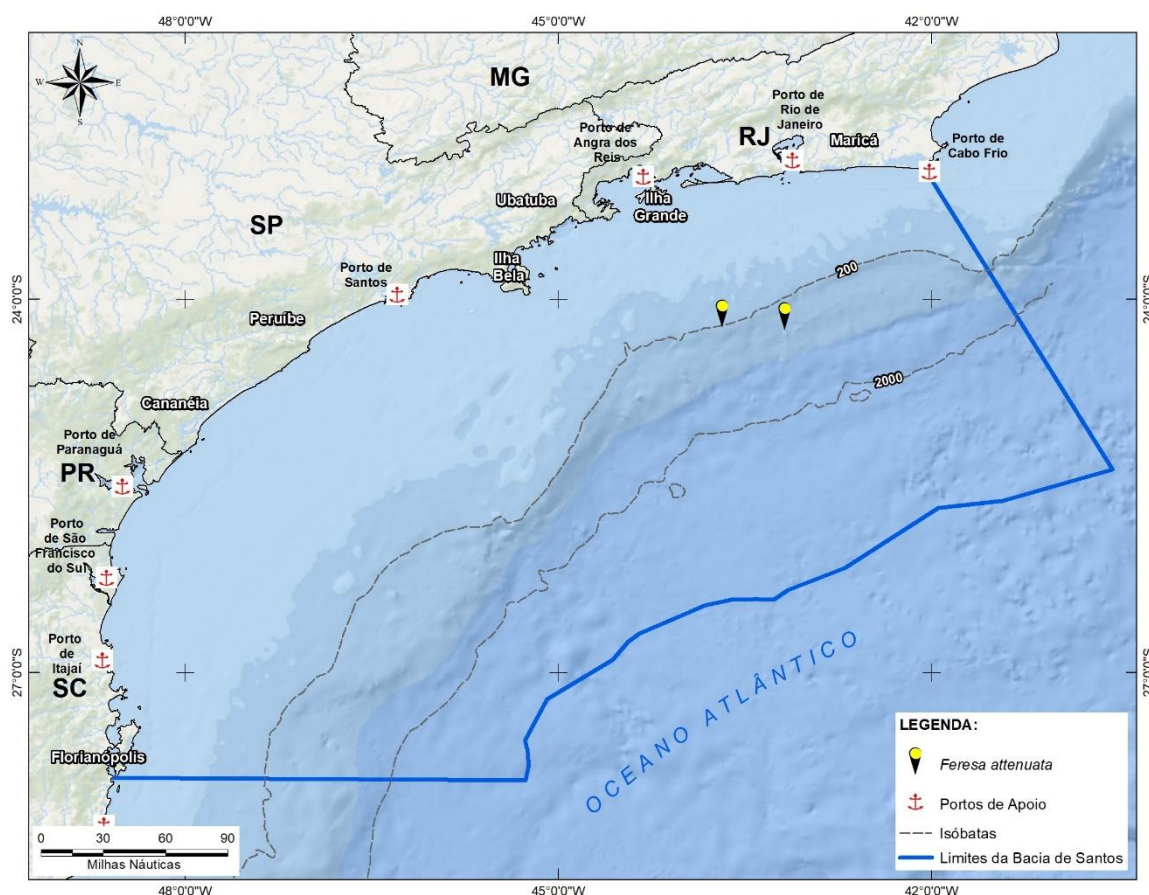
*Distribuição.* Tem sido registrada em regiões oceânicas tropicais e subtropicais de todos os oceanos. As avistagens dessa espécie no Brasil são raras, com apenas 4 registros de encalhes, uma captura acidental e 6 avistagens reportadas para o Maranhão, Pernambuco, Bahia, Espírito Santo e Rio de Janeiro (LODI & BOROBIA, 2013). Para o litoral norte da Bahia, ROSSI-SANTOS *et al.* (2006b) descreveram duas avistagens em águas entre 100 e 200 m, com cerca de 6 animais adultos.

*Comportamento.* Poucas informações sobre a biologia da orca-pigmeia estão disponíveis no mundo. A maior parte, proveniente de animais encalhados, sendo estudada *in situ* pela primeira vez apenas em 1969, no Oceano Índico (LODI & BOROBIA, 2013). Ocorre geralmente em grupos de 1 a 70 indivíduos, embora grupos de centenas já tenham sido avistados. Seus movimentos são lentos e letárgicos, se comparados com espécies similares como o golfinho-cabeça-de-melão (*Peponocephala Electra*). Saltos e natação na proa de embarcações (*bow-riding*) são raros (JEFFERSON *et al.*, 2015). ROSSI-SANTOS *et al.* 2006b), descreveram comportamento de navegação lenta logo abaixo da superfície na avistagem de um grupo de 6 indivíduos adultos. Estudos realizados com a espécie no Havaí demonstraram que existe uma organização social similar aos



grupos estáveis documentados para orcas, falsas-orcas e baleias-piloto, com fortes padrões de associação a longo prazo (LODI & BOROBIA, 2013).

*Registros no PMC.* Durante o PMC na Baía de Santos, a orca-pigméia foi rara, avistada somente duas vezes. No primeiro ano, um grupo de 5 adultos, no segundo, outro grupo com 6 adultos. Os registros foram próximos, em região de talude, ao largo da Ilha Grande-RJ (**Figura II.4.5-1**).



**Figura II.4.5-1:** Localização dos registros de *Feresa attenuata* durante o PMC-BS.

**Quadro II.4.5-2: Característica acústica de *Feresa attenuata* (TODD et al. 2015).**

<b>Tipo de sinal</b>	<b>Faixa de Frequência (kHz)</b>	<b>Frequência de Pico (kHz)</b>	<b>Nível na Fonte (dB re 1mPa @ 1m)</b>
Cliques	-	70-85; picos a 40 e 100	197-223



## II.4.6 Golfinho-de-risso (*Grampus griseus*)

**Quadro II.4.6-1:** Descrição do golfinho-de-risso, *Grampus griseus*.

<b>Sub-Ordem Odontoceti</b>	<b>Família Delphinidae</b>
<b>Golfinho-de-Risso</b> , <i>Grampus griseus</i> , G. Cuvier, 1812	
<b>Tamanho adulto:</b> até 3,8 metros	<b>Peso adulto:</b> até 500 kg
<b>Tamanho filhote:</b> 1,2 a 1,5 metros	<b>Peso filhote:</b> sem informação na literatura
<b>Distribuição:</b> Águas tropicais e regiões temperadas de todos os oceanos.	
<b>Caracteres diagnósticos:</b> chega a 3,8 metros de comprimento; cabeça com formato globoso; parte anterior do corpo robusta, e afila-se após a nadadeira dorsal alta e falcada; o dorso e parte do flanco são cinza-escuro, e o ventre é mais claro; os adultos são tipicamente cobertos com numerosas cicatrizes, chegando a ficar esbranquiçados.	
<b>Comportamento:</b> deslocam-se lentamente, mas podem mover-se rapidamente por trechos curtos; raramente são observados nadando juntos às embarcações ( <i>bow-riding</i> ); avistados frequentemente juntos a outros cetáceos.	
<b>Uso de habitat</b> (WÜRSIG, 2009): possuem preferência por locais sobre o talude continental, com relevo de fundo acidentado, entre 400 e 1000 metros de profundidade.	
<b>Tamanho de grupo</b> (REEVES <i>et al.</i> , 2002): 12 a 40 indivíduos, 25 em média. Ocasionalmente, grupos de centenas de indivíduos podem ser observados.	
<b>Status IUCN (2017):</b> Baixo Risco	<b>Status MMA (2014):</b> Deficiente em Dados

**Características.** O golfinho-de-risso (*Grampus griseus*) é o quinto maior membro, com machos e fêmeas atingindo 3,8 metros de comprimento. O formato do corpo é bastante característico, sem dimorfismo sexual. A parte anterior do corpo é bastante robusta, e se afila após a nadadeira dorsal. O dorso é cinza-escuro e a região ventral é mais clara, com uma mancha branca entre as nadadeiras peitorais. A cabeça possui um formato globoso, com uma prega vertical na superfície anterior do melão. A linha da boca é curvada para cima e o rostro é quase imperceptível. A nadadeira dorsal é alta e falcada, sendo uma das

maiores em proporção ao tamanho do corpo entre os cetáceos. Cicatrizes e arranhões nas regiões dorsal e lateral do corpo começam a aparecer na fase sub-adulta. Os adultos podem ficar com o corpo todo coberto por arranhões e cicatrizes, um aspecto característico (JEFFERSON *et al.*, 2015).

*Espécies similares.* A distância pode ser confundido com o golfinho-nariz-de-garrafa ou baleia-orca (fêmeas e juvenis) pela nadadeira dorsal alta e falcada. Difere do golfinho-nariz-de-garrafa pois não apresenta o rostro comprido e no caso da baleia-orca, pelo padrão de coloração típico desta última. Observadores inexperientes podem confundir o golfinho-de-risso pela orca-pigméia, falsa-orca ou golfinho-cabeça-de-melão. No entanto, estas espécies são geralmente de coloração mais escura. A combinação de coloração clara, com extensas marcas e arranhões, e cabeça globosa, são características que distingue o golfinho-de-risso de outras espécies.



**Figura II.4.6-1:** Fotos do golfinho-de-risso (*Grampus griseus*) observados na Bacia de Santos.

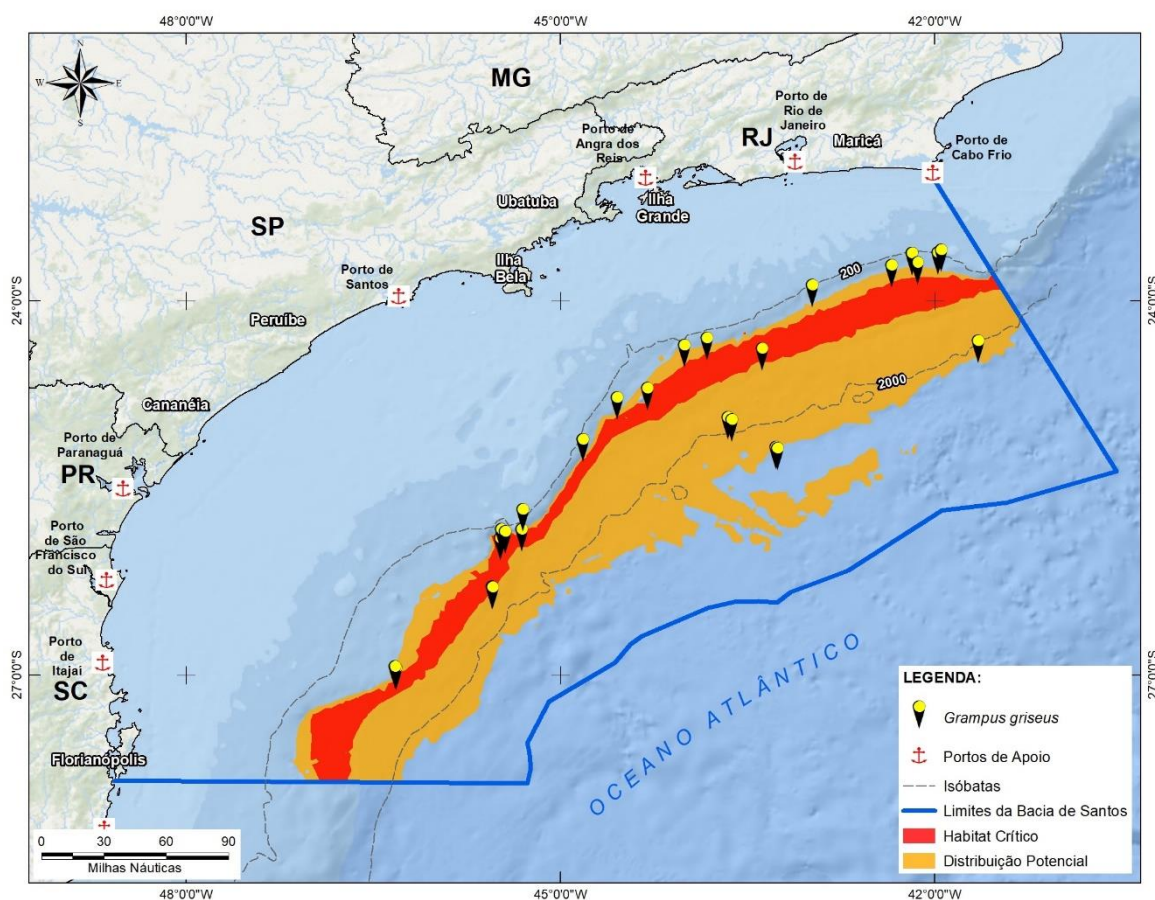
*Distribuição.* A espécie ocorre em águas temperadas e tropicais, em todos os oceanos, em regiões entre 400 e 1000 metros de profundidade (JEFFERSON *et al.*, 2015).

*População.* Não existem informações sobre a população global, mas algumas estimativas para áreas específicas. O status de conservação da espécie é considerado de baixo risco devido à ampla distribuição por todos os oceanos e abundância alta para algumas áreas conhecidas (IUCN, 2017).

*Comportamento.* Indivíduos do golfinho-de-risso já foram observados interagindo com petrechos de pesca, mas evitam embarcações e raramente nadam junto à proa (LODI & BOROBIA, 2013). Deslocam-se lentamente, mas ocasionalmente são vistos em natação rápida rente à superfície (JEFFERSON *et al.*, 2015). Organizam-se em grupos compostos de 12 a 40 indivíduos. Agregações de centenas a milhares de indivíduos podem ser observadas ocasionalmente. Agregações mistas com outras espécies de odontocetos também podem ocorrer (REEVES *et al.*, 2002). A dieta pode variar com a idade e sexo (COCKCROFT *et al.*, 1993). No entanto, consomem preferencialmente cefalópodes (REEVES *et al.*, 2002).

*Registros no PMC.* O golfinho-de-risso foi frequente na Bacia de Santos, com 28 registros. Normalmente em grupos que variavam de três a 100 indivíduos, somente uma vez um indivíduo solitário foi avistado, em um dia onde a presença foi constante, 3 registros. Muitas vezes houve a presença de filhotes. Os registros se concentraram na área de talude, ocasionalmente próximos a região oceânica (**Figura II.4.6-2**). Em uma ocasião foram observados em grupo misto, associados ao golfinho-de-dente-rugosos (*Steno bredanensis*). Em 6 ocasiões foram feitos registros do comportamento acústico do golfinho-de-risso, sendo um deles de grupo misto. Os cliques e buzzes foram mais comuns. Os assovios estavam presentes durante comportamentos de socialização em grupos maiores (até 100 indivíduos).





**Figura II.4.6-2:** Localização dos registros de *Grampus griseus* durante o PMC-BS.

**Quadro II.4.6-2:** Característica acústica de *Grampus griseus* (TODD et al. 2015).

Tipo de sinal	Faixa de Frequência (kHz)	Frequência de Pico (kHz)	Nível na Fonte (dB re 1mPa @ 1m)
Pulsos explosivos	0.1-8	2.5	-
Chamados e assobios	0.4-3.6	-	-
Assobios	4 a 22	-	-
chamados, pulsos e cliques	4.3-22	-	-
Cliques	27.4-110	183.9-222	-

## II.4.7 Boto-cinza (*Sotalia guianensis*)

**Quadro II.4.7-1:** Descrição do boto-cinza, *Sotalia guianensis*.

<b>Sub-Ordem Odontoceti</b>	<b>Família Delphinidae</b>
<b>Boto-cinza, <i>Sotalia guianensis</i></b> (Van Beneden, 1864)	
<b>Tamanho adulto:</b> 1,7 a 2,2 metros	<b>Peso adulto:</b> 65 a 121 kg
<b>Tamanho filhote:</b> 0,9 a 1,0 metros	<b>Peso filhote:</b> sem informação na literatura
<b>Distribuição:</b> Costa Atlântica tropical e subtropical da América do Sul e América Central, ocorrendo deste Honduras (14°N) ao sul do Brasil (27°S).	
<b>Caracteres diagnósticos:</b> corpo pequeno, de coloração acinzentada, sendo o dorso mais escuro. A região ventral é mais clara, chegando a tons rosados, principalmente em animais jovens. A nadadeira é pequena e triangular, com a base larga. O melão é levemente arredondado, com rostro bem definido.	
<b>Comportamento:</b> apresentam muitos comportamentos aéreos, como saltos, batidas de cauda e exposição de cabeça, mas não realizam natação junto a proa de embarcações. Para algumas populações já foi descrita uma alta fidelidade a determinados habitats. A estrutura social de algumas populações já foi descrita como sendo de fissão-fusão.	
<b>Uso de habitat</b> (LODI & BOROBIA, 2013): ocorrem em regiões estuarinas e costeiras da plataforma continental, em águas com profundidade geralmente inferior a 30 metros. Na região do Arquipélago de Abrolhos a espécie se afasta mais da costa, podendo ser observada a cerca de 70 km do continente.	
<b>Tamanho de grupo</b> (LODI & BOROBIA, 2013): em geral forma grupos pequenos de 2 a 3 indivíduos, entretanto grupos grandes, com até 450 animais, podem ser observados em algumas localidades.	
<b>Status IUCN (2017):</b> Deficiente em Dados	<b>Status MMA (2014):</b> Vulnerável

**Características.** É um golfinho de pequeno porte com um padrão de coloração predominantemente acinzentado na região dorsal e coloração mais clara na região ventral, podendo chegar até a cor branca ou rosada. O melão é ligeiramente arredondado e o rostro levemente alongado e estreito. A nadadeira dorsal é pequena e triangular, localizada no centro do dorso (LODI & BOROBIA, 2013).

*Espécies similares.* O boto-cinza tem uma morfologia muito semelhante ao golfinho-nariz-de-garrafa (*Tursiops truncatus*), mas este é muito maior e tem uma nadadeira dorsal mais falcada. Na região da desembocadura do rio Amazonas a espécie pode ser confundida com o tucuxi (*Sotalia fluviatilis*) e neste caso o reconhecimento em campo pode ser impossível.

*Distribuição.* O boto-cinza ocorre na costa Atlântica tropical e subtropical, desde a Nicarágua até Florianópolis, no sul do Brasil (América Central e América do Sul). É um golfinho de hábitos costeiros, frequentando baías, enseadas e estuários (SILVA & BEST, 1996). A espécie também já foi registrada próximo de algumas ilhas do Caribe e a 70 km do continente, no Arquipélago de Abrolhos, nordeste do Brasil.

*População.* Foram realizadas estimativas de abundância em habitats específicos, em baías e enseadas da costa brasileira, onde ocorrem populações residentes da espécie. No estuário do rio Caravelas a população foi estimada em 57 – 124 indivíduos (CANTOR et al., 2010), na Baía de Guanabara foi estimada entre 54 -73 indivíduos (AZEVEDO et al., 2003), na Baía de Sepetiba a estimativa foi de 1.269 indivíduos (FLACH et al., 2008) e na Baía da Babitonga a população foi estimada em 208 indivíduos (CREMER et al., 2008). Não existe uma estimativa global para a espécie.



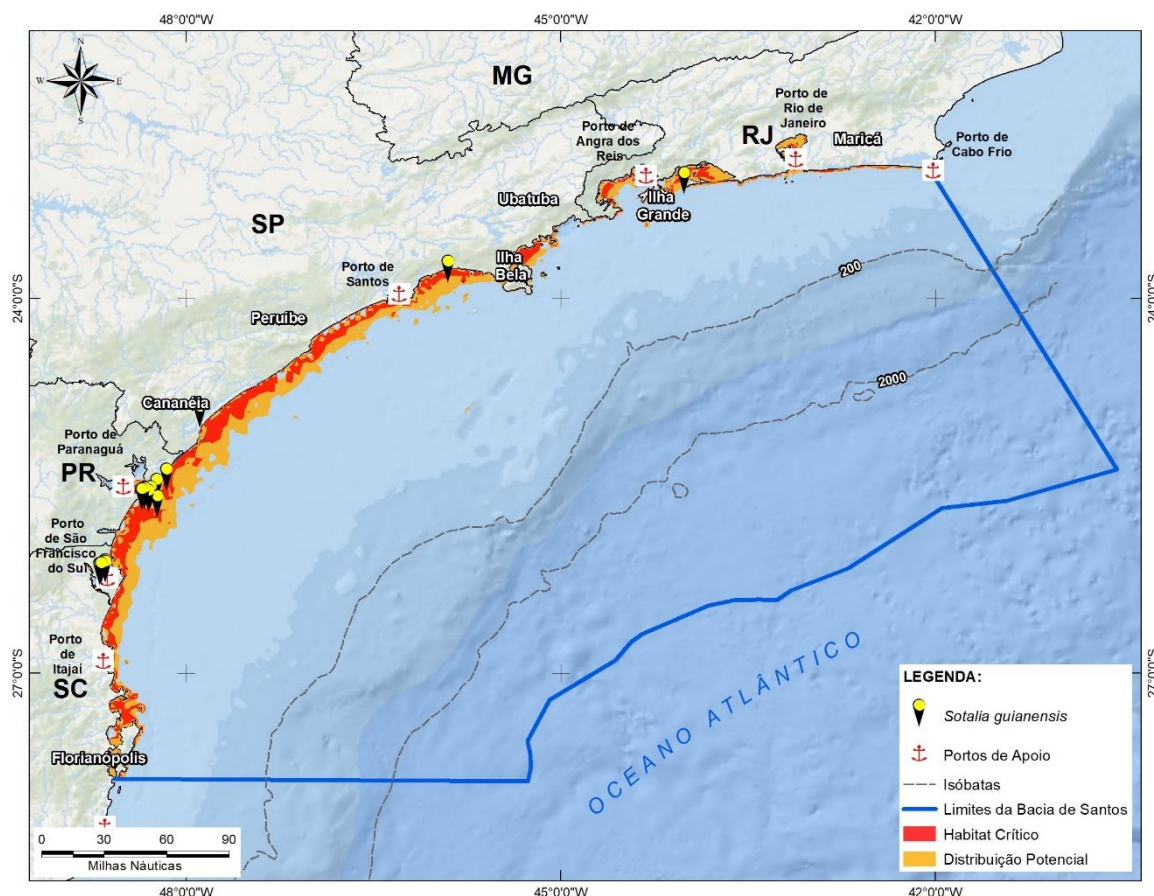


**Figura II.4.7-1:** Fotos do boto-cinza (*Sotalia guianensis*) observados na Bacia de Santos.

**Comportamento.** Apresentam muitos comportamentos aéreos, como saltos, batidas de cauda e exposição da cabeça. Para alimentação, em geral formam grupos cooperativos. Não costumam nadar na proa de embarcações (*bow-riding*), mas podem se aproximar dos barcos. Se alimentam principalmente de peixes e cefalópodes. As populações que vivem em baías e estuários apresentam uma fidelidade elevada a estas áreas e utilizam o habitat de forma bastante heterogênea. Em geral formam grupos pequenos, com 2 a 5 indivíduos, porém em algumas regiões já foram registrados grupos com até 450 indivíduos.

**Registros no PMC.** O boto-cinza foi registrado dezoito vezes durante os dois primeiros anos do PMC-BS, sempre em grupos que variavam de dois a 50 indivíduos. A presença de filhotes foi constante entre os grupos. Durante uma Campanha de Sobrevoos e uma de Avistagem Embarcada, quatro registros foram efetuados em área próxima e tempo curto, podendo indicar subgrupos de um

grupo maior para as respectivas ocasiões. Sua ocorrência foi restrita a áreas costeiras, com destaque para as proximidades da Baía de Paranaguá (**Figura II.4.7-2**).



**Figura II.4.7-2:** Localização dos registros de *Sotalia guianensis* durante o PMC-BS.

**Quadro II.4.7-2:** Característica acústica de *Sotalia guianensis* (TODD et al. 2015).

Tipo de sinal	Faixa de Frequência (kHz)	Frequência de Pico (kHz)	Nível na Fonte (dB re 1mPa @ 1m)
Chamado	-	0.3	-
Chamado	-	0.42 - 5	-
Assobios	0.5 - 48.40 (harmônicos até 136)	2.5 - 4.4	-
Cliques	8	-	-

#### II.4.8 Golfinho-de-dentes-rugosos (*Steno bredanensis*)

**Quadro II.4.8-1:** Descrição do golfinho-de-dentes-rugosos, *Steno bredanensis*.

<b>Sub-Ordem Odontoceti</b>	<b>Família Delphinidae</b>
<b>Golfinho-de-dentes-rugosos</b> , <i>Steno bredanensis</i> Lesson, 1828.	
<b>Tamanho adulto:</b> 2,2 a 2,3 metros	<b>Peso adulto:</b> ~122 kg
<b>Tamanho filhote:</b> ~ 1 metro	<b>Peso filhote:</b> sem informação na literatura
<b>Distribuição:</b> Águas tropicais e subtropicais de todos os oceanos.	
<b>Caracteres diagnósticos:</b> cabeça cônica, sem distinção entre o melão e rostro; manto dorsal bem demarcado que se estreita na altura da nadadeira peitoral; frequentemente tem os lábios brancos; manchas esbranquiçadas irregulares também podem ser observadas no corpo de muitos indivíduos; nadadeira dorsal grande e falcada.	
<b>Comportamento:</b> podem ser observados nadando na proa de embarcações; eventualmente podem ser observados manipulando suas presas na superfície; frequentemente se associam com outras espécies de cetáceos como o golfinho-nariz-de-garrafa e a baleia-jubarte, ou mesmo com objetos flutuantes.	
<b>Uso de habitat</b> (ROSSI-SANTOS <i>et al.</i> , 2006a; WEDEKIN <i>et al.</i> , 2014): águas rasas a profundas.	
<b>Tamanho de grupo</b> (ROSSI-SANTOS <i>et al.</i> , 2006a; JEFFERSON <i>et al.</i> , 2015): geralmente andam em grupos de 10 a 20 indivíduos (média = 5), chegando até 18 golfinhos e eventualmente se agregando em grupos de mais de cem indivíduos.	
<b>Status IUCN (2017):</b> deficiente em dados	<b>Status MMA (2014):</b> não consta

**Características.** O golfinho-de-dentes-rugosos (*Steno bredanensis*) apresenta comprimento total do corpo entre 2 m a 2,6 m nos adultos. O caractere diagnóstico é a cabeça com padrão único, de forma cônica, estreita e alongada, sem uma separação clara entre o melão e o rostro. Outra característica marcante é o manto dorsal bem demarcado, com uma nítida separação entre a região mais clara do ventre e mais escuro do dorso. Este manto dorsal se estreita na altura da nadadeira peitoral (JEFFERSON *et al.*, 2015). O flanco é cinza-claro e o ventre é



branco ou rosa-pálido. A mandíbula, a linha da boca e a extremidade do rostro podem ser esbranquiçados. A linha da boca é comprida, quase até o olho. A nadadeira dorsal é proeminente e moderadamente falcada, e pode apresentar marcas utilizadas para a fotoidentificação (LODI & BOROBIA, 2013). O golfinho-de-dentes-rugosos pode apresentar manchas irregulares por todo o corpo.

**Espécies similares.** A forma característica da cabeça e o manto dorsal facilitam a identificação, mas pode ser confundida com outros pequenos cetáceos, como o golfinho-nariz-de-garrafa (*Tursiops truncatus*), golfinhos-pintados (*Stenella frontalis*) e golfinhos-rotador (*Stenella longirostris*).

**Distribuição.** Distribui-se por todo globo, em regiões tropicais a temperadas quentes (SHIRIHAI & JARRET, 2006). No Brasil, o golfinho-de-dentes-rugosos tem sido observado tanto em águas costeiras e rasas (WEDEKIN *et al.*, 2004; ROSSI-SANTOS *et al.*, 2006a; LODI & HETZEL, 1998), como em regiões oceânicas (WEDEKIN *et al.*, 2014). Estudos de identificação individual reportam movimentos de até 120 km no sudeste do Brasil (LODI *et al.*, 2012).

**População.** Há poucas estimativas de parâmetros populacionais para esta espécie. Estima-se 145.000 indivíduos para o Pacífico leste tropical (WADE & GERRODETTE 1993); 2.746 indivíduos para o Golfo do México (WARING *et al.* 2008); e 19.904 para uma população regional no Havaí (CARRETTA *et al.*, 2006). Tendências populacionais são desconhecidas. No Brasil não há estimativas populacionais, embora um estudo sistemático, no sudeste do Brasil, identificou um padrão de fidelidade ao uso da área entre Rio de Janeiro e Cabo Frio (LODI *et al.*, 2012).

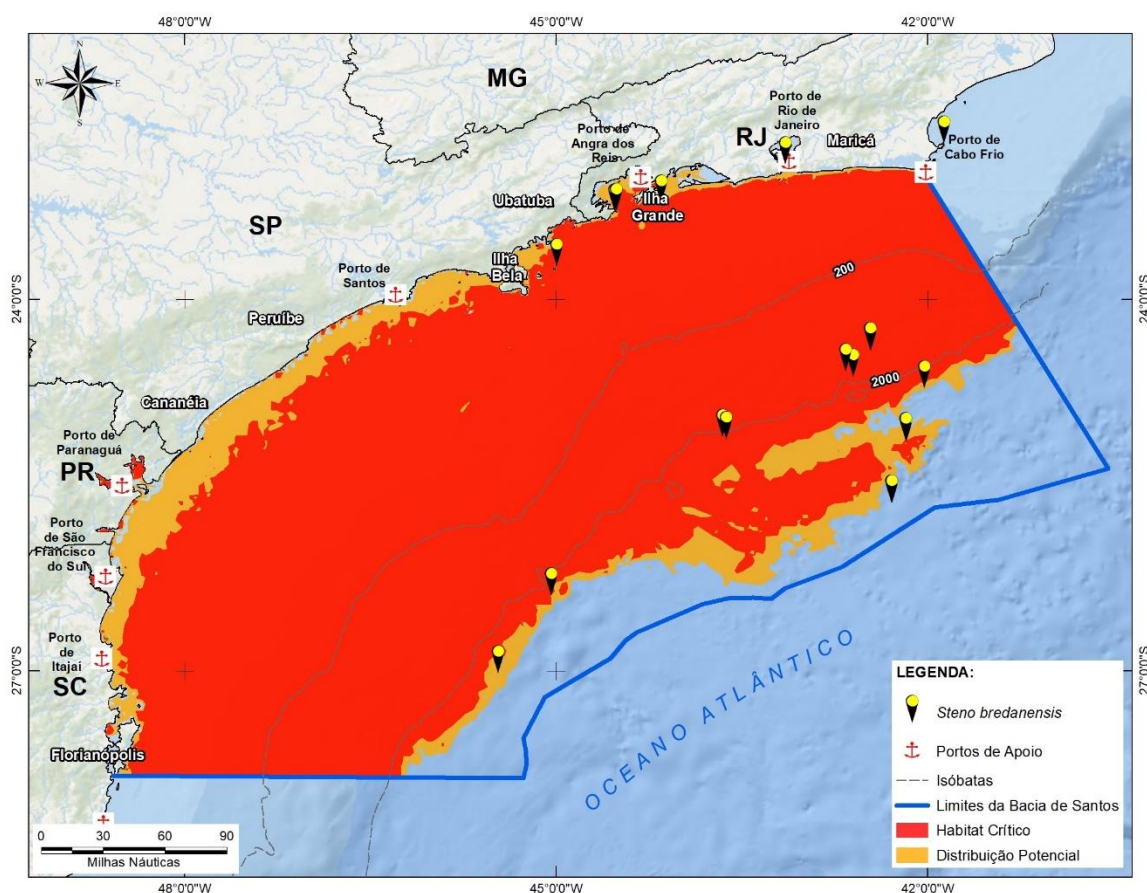
**Comportamento.** Os grupos observados na costa brasileira são geralmente pequenos, de 10 a 20 indivíduos (LODI & HETZEL, 1999; ROSSI-SANTOS *et al.*, 2006a). Realizam saltos variados, expõem com frequência a cabeça para fora da água. Podem mergulhar por até 15 minutos (CARWARDINE, 2002). Aproximam-se de embarcações para nadar na proa (*bowriding*). Forrageiam em grupo para cooperar na captura de presas, cercando cardumes contra a costa ou realizando movimentos circulares sincronizados (KUCZAJ & YEATER, 2007). É comum ser observado com outras espécies, como o golfinho-nariz-de-garrafa (*Tursiops truncatus*) e a baleia-jubarte (*Megaptera novaeangliae*). No Banco dos Abrolhos, o

golfinho-de-dentes-rugosos frequentemente interage com a baleia-jubarte quando se alimenta de peixes que são atraídos pelas baleias, como as rêmoras (WEDEKIN *et al.*, 2004).



**Figura II.4.8-1:** Fotos do golfinho-dentes-rugosos (*Steno bredanensis*) observados na Bacia de Santos.

*Registros no PMC.* Foram realizados 20 registros do golfinho-de-dentes-rugosos na Bacia de Santos durante os dois primeiros anos de estudo, sendo 8 no primeiro ano e 12 no segundo. Ocorreram sempre em grupos, que variaram de dois a 25 indivíduos com a presença ocasional de filhotes. Foram registrados tanto próximos à costa quanto em área de talude e próximos à região oceânica (Figura II.4.8-2).



**Figura II.4.8-2:** Localização dos registros de *Steno bredanensis* durante o PMC-BS.

**Quadro II.4.8-2:** Característica acústica de *Steno bredanensis* (TODD et al. 2015).

Tipo de sinal	Faixa de Frequência (kHz)	Frequência de Pico (kHz)	Nível na Fonte (dB re 1mPa @ 1m)
Assobios	2.2 - 13.9	4 a 7	-
Cliques	5 a 32	-	-



## II.4.9 Golfinho-nariz-de-garrafa-comum (*Tursiops truncatus*)

**Quadro II.4.9-1:** Descrição do golfinho-nariz-de-garrafa, *Tursiops truncatus*.

<b>Sub-Ordem Odontoceti</b>	<b>Família Delphinidae</b>
<b>Golfinho-nariz-de-garrafa-comum</b> , <i>Tursiops truncatus</i> Montagu, 1821	
<b>Tamanho adulto:</b> até 3,9 metros	<b>Peso adulto:</b> 200 a 350 kg
<b>Tamanho filhote:</b> 1 a 1,3 metros	<b>Peso filhote:</b> 15 a 30 Kg
<b>Distribuição:</b> globalmente abundante; ocorrem tanto em águas tropicais como temperadas.	
<b>Caracteres diagnósticos:</b> padrão de coloração cinza-escuro no dorso, com ventre branco ou levemente rosado; possuem o rostro curto e nitidamente distinto do melão; nadadeira dorsal falcada (forma <i>offshore</i> ) e levemente falcada a triangular (forma costeira); animais <i>offshore</i> adquirem marcas esbranquiçadas no pedúnculo caudal e nadadeira dorsal como resultado de interações sociais.	
<b>Comportamento:</b> podem se deslocar rapidamente; associam-se com outras espécies de cetáceos; interagem com objetos; aproximam-se e nadam junto às embarcações ( <i>bow-riding</i> ); exibem estratégias cooperativas de forrageio; formam grupos de até 20 indivíduos.	
<b>Uso de habitat:</b> utilizam baías, lagoas, estuários, desembocaduras de rios e oceanos abertos	
<b>Tamanho de grupo</b> (REEVES <i>et al.</i> , 2002): 1-20 golfinhos, podendo chegar a mais de 80 em grupos costeiros e mais de centenas em grupos oceânicos.	
<b>Status IUCN (2017):</b> Baixo Risco	<b>Status MMA (2014):</b> Deficiente em Dados

**Características.** O golfinho-nariz-de-garrafa-comum (*Tursiops truncatus*) é, provavelmente, a espécie de pequeno cetáceo mais conhecida e bem estudada. Os machos tendem a ser mais robustos que as fêmeas, podendo atingir 3,9 metros de comprimento e pesar em média entre 200 e 350 kg, com um peso máximo de até 500 kg. A coloração do dorso é cinza-escuro, enquanto o ventre é branco ou levemente rosado. Indivíduos adultos adquirem marcas e cicatrizes como resultado de interações sociais. Possuem o rostro curto, nitidamente distinto do melão e a curvatura da linha da boca ascendente se assemelha a de um

"sorriso" (JEFFERSON *et al.*, 2015; LODI & BOROBIA, 2013). A nadadeira dorsal é alta e falcada, e está posicionada no meio do dorso. Todavia, podem existir variações morfológicas conforme o ecótipo: a forma costeira tem nadadeira dorsal levemente falcada a triangular, enquanto a forma *offshore* tem a dorsal falcada (COSTA *et al.*, 2016). Indivíduos oceânicos tendem a ser maiores que indivíduos costeiros (REEVES *et al.*, 2002; LODI & BOROBIA, 2013).

**Espécies similares.** O golfinho-nariz-de-garrafa-comum pode ser confundido com o boto-cinza (*Sotalia guianensis*), golfinho-de-dentes-rugosos (*Steno bredanensis*), golfinho-de-risso (*Grampus griseus*) e golfinhos do gênero *Stenella*, especialmente animais juvenis. No entanto, a confusão só ocorre quando os animais não são vistos de maneira satisfatória. A espécie é facilmente identificada por uma combinação de características como o tamanho do corpo, padrão de coloração, forma da cabeça e do rosto (LODI & BOROBIA, 2013; JEFFERSON *et al.*, 2015).

**Distribuição.** *Tursiops truncatus* é uma espécie cosmopolita e globalmente abundante. Pode ocupar uma variedade de habitats como baías, lagoas, estuários e oceanos. O padrão de residência pode variar, mas existem populações altamente residentes e isoladas (p.ex. DAURA-JORGE *et al.*, 2013; COSTA *et al.*, 2015).

**População.** No Brasil, são encontradas algumas populações de *Tursiops truncatus* desde o Nordeste até o Sul (LODI & BOROBIA, 2013). No Sul do Brasil, a espécie é localmente conhecida como boto-da-tainha. No Rio Grande do Sul e em Santa Catarina existem duas populações amplamente estudadas. Uma com 88 indivíduos, no estuário da Lagoa dos Patos (FRUET *et al.*, 2015), e uma população residente com 54 indivíduos, em Laguna (DAURA-JORGE *et al.*, 2013). Nesta última, parte da população desenvolveu uma estratégia de forrageio cooperativa com pescadores artesanais (SIMÕES-LOPES *et al.*, 1998; DAURA-JORGE *et al.*, 2012).

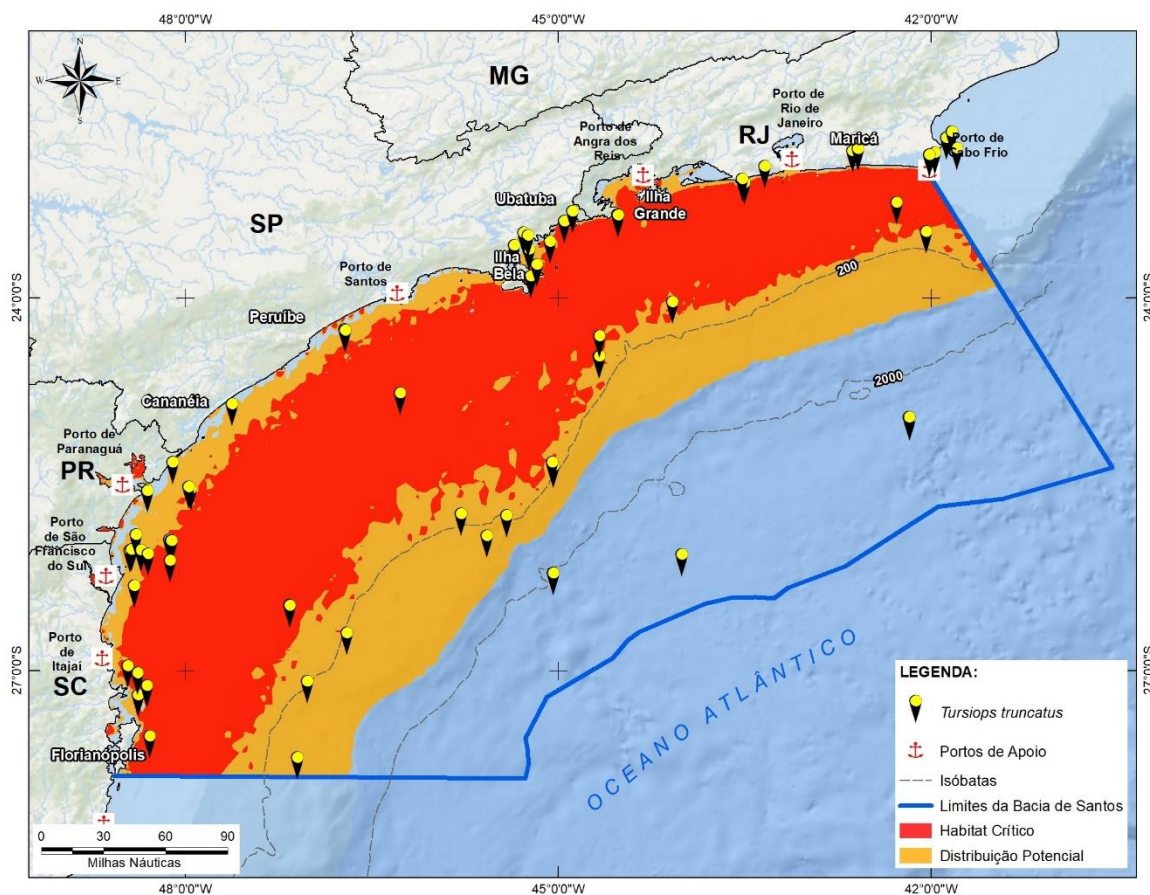
**Comportamento.** Possui uma dieta generalista. Alimentam-se preferencialmente de peixes teleósteos, cefalópodes e crustáceos (REEVES *et al.*, 2002). Podem forragear individualmente, e também exibem estratégias cooperativas. Costumam formar grupos pequenos, com até 20 indivíduos,

podendo chegar a mais de 80 na forma costeira. Na forma oceânica tendem a formar agregações maiores, podendo chegar a mais de centenas de indivíduos, até 1.000 (REEVES *et al.*, 2002; JEFFERSON *et al.*, 2015). Frequentemente, associam-se com outras espécies de cetáceos, incluindo baleias e outras espécies de golfinhos.

**Registros no PMC.** O golfinho-nariz-de-garrafa foi frequente durante o PMC-BS, com 70 registros efetuados ao longo dos dois primeiros anos. Foram avistados desde indivíduos solitários até grupos de 300 indivíduos, muitas vezes com a presença de filhotes dentre os membros. Foram registrados majoritariamente na área costeira, mas também estiveram presentes na área de talude, e ocasionalmente ao longo da plataforma continental em regiões oceânicas. (**Figura II.4.9-2**).



**Figura II.4.9-1:** Fotos do golfinho-nariz-de-garrafa (*Tursiops truncatus*) observados na Bacia de Santos.



**Figura II.4.9-2:** Localização dos registros de *Tursiops truncatus* durante o PMC-BS.



**Quadro II.4.9-2:** Característica acústica de *Tursiops truncatus* (TODD et al. 2015).

Tipo de sinal	Faixa de Frequência (kHz)	Frequência de Pico (kHz)	Nível na Fonte (dB re 1mPa @ 1m)
Cliques	-	35	-
Cliques	110 - 130	75 - 82	218 - 228
Cliques	-	35 - 95	186 - 214
Cliques	-	62 - 90	196 - 228
Cliques	-	33 - 102	-
Pulsos	0.1 - 100	-	170
Chamados de baixa frequência	0.26 - 1.28	0.3 - 0.9	-
Gemidos	<0.5	-	-
Pulso explosivo de filhote	1.7	0.45 - 9.5	-
Grito	<5	2.9	-
Assobios	7 a 26	10.4	125 - 158
Pulsos	<16	0,3 - 3	-
Pulso explosivo	<20 - 150	15 e >100	-
Pulso explosivo	<66	0.69 - 1.2	-
Pulso explosivo	<70	0.8 - 1.1	-
Pulso explosivo	<115	1.2	-
Cliques	<137	1.3 - 2.4	-

## II.4.10 Golfinho-pintado-pantropical (*Stenella attenuata*)

**Quadro II.4.10-1:** Descrição do golfinho-pintado-pantropical, *Stenella attenuata*.

<b>Sub-Ordem Odontoceti</b>	<b>Família Delphinidae</b>
<b>Golfinho-pintado-pantropical</b> , <i>Stenella attenuata</i> (Gray, 1846)	
<b>Tamanho adulto:</b> 1,8 a 2,6 metros	<b>Peso adulto:</b> 100 a 120 kg
<b>Tamanho filhote:</b> 0,8 – 0,9 metros	<b>Peso filhote:</b> sem informação na literatura
<b>Distribuição:</b> global, em águas tropicais e temperadas quentes. Entre as latitudes 40°S e 40°N.	
<b>Caracteres diagnósticos:</b> padrão pintado do corpo dos adultos; manto dorsal mais escuro que se alonga em direção ao ventre na região da nadadeira dorsal. Filhotes e juvenis não apresentam manchas no corpo.	
<b>Comportamento:</b> pode formar grupos mistos com outros golfinhos do gênero <i>Stenella</i> ; as agregações desta espécie no Atlântico Sul têm geralmente 25 animais, mas grupos de até 250 golfinhos também são registrados; pode nadar na proa de embarcações ( <i>bow-riding</i> ); costumam saltar e frequentemente são vistos em natação rápida rente à superfície da água ( <i>porpoising</i> ).	
<b>Uso de habitat</b> (MORENO <i>et al.</i> , 2005): profundidade mediana de 3.450 metros, ocorrendo entre 850 e 4900 m.	
<b>Tamanho de grupo</b> (MORENO <i>et al.</i> , 2005): varia entre 3 e 250 golfinhos.	
<b>Status IUCN (2017):</b> Baixo Risco	<b>Status MMA (2014):</b> Deficiente em Dados

**Características.** O padrão pintado do corpo de animais adultos é uma característica bastante marcante na espécie. Possui um manto dorsal mais escuro que se alonga na direção do ventre na altura da nadadeira dorsal e não tem interrupção (JEFFERSON *et al.*, 2015).

**Espécies similares.** O gênero *Stenella* apresenta diversas espécies que, a primeira vista, podem ser confundidas em sua identificação, pela semelhança em tamanho de corpo e comportamento gregário, eventualmente juntando-se em grandes grupos multi-específicos. Para a correta identificação de *S. attenuata*, deve-se observar bem o padrão de manchas, que difere do golfinho-pintado-do-



Atlântico, associado principalmente com o manto escuro bem determinado em sua posição e sem a faixa mais clara avançando sobre o manto dorsal.



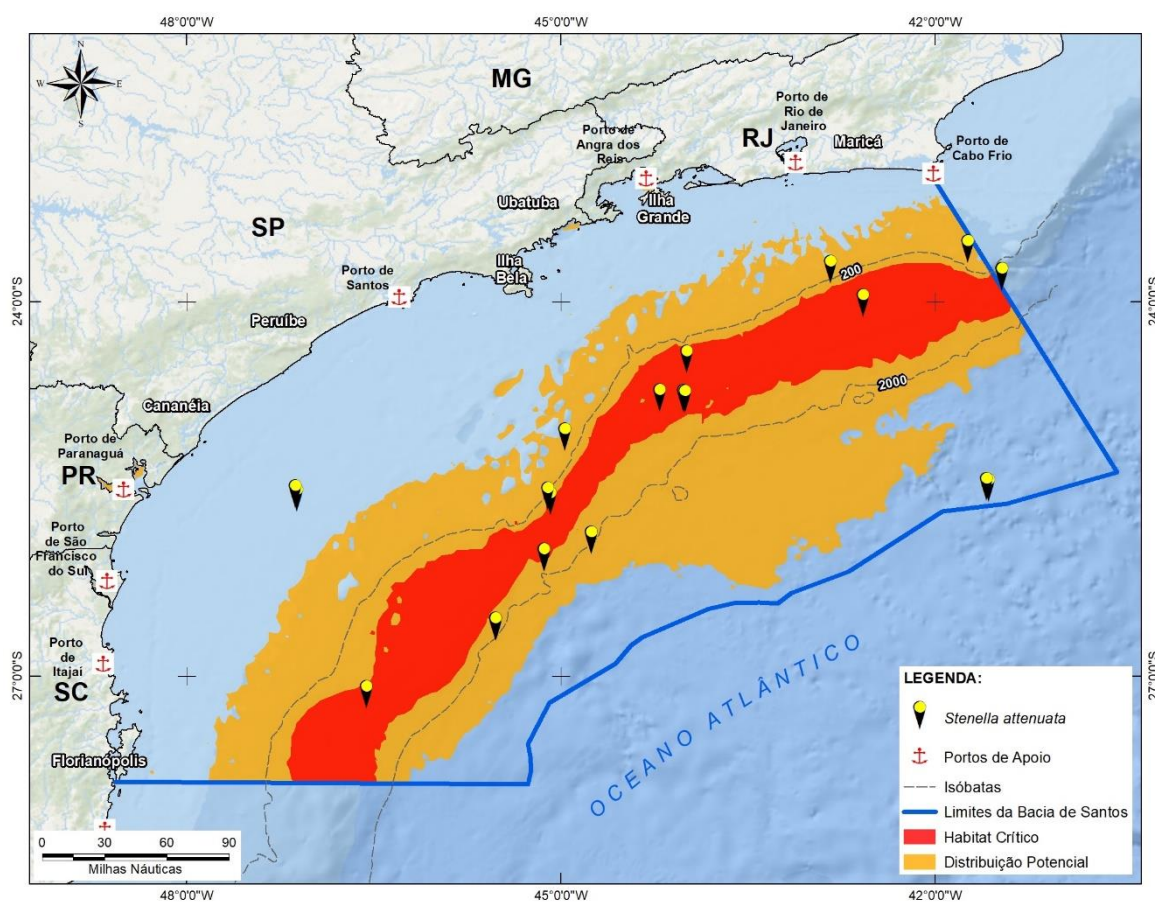
**Figura II.4.10-1:** Fotos de *Stenella attenuata* observados na Bacia de Santos.

**Distribuição.** O golfinho-pintado-pantropical habita regiões tropicais e temperadas quentes do mundo (SHIRIHAI & JARRET, 2006). Duas sub-espécies são reconhecidas: *S. a. attenuata* em águas oceânicas tropicais em todo o mundo, e *S. a. graffmani* nas águas costeiras do Oceano Pacífico tropical oriental (HAMMOND *et al.*, 2012). No Brasil o golfinho-pintado-pantropical ocorre principalmente em águas do nordeste e sudeste até 22°S, e de profundidades além de 850 metros (MORENO *et al.*, 2005).

**População.** Populações de águas costeiras e oceânicas podem ser observadas em algumas regiões do mundo (JEFFERSON *et al.*, 2015). Esta espécie foi comum na região do talude continental da Bacia de Santos (DI TULLIO *et al.*, 2016).

*Comportamento.* O golfinho-pintado-pantropical pode formar grupos mistos com outros golfinhos do gênero *Stenella*, como o golfinho-pintado-do-Atlântico (*S. frontalis*) ou o golfinho-rotador (*S. longirostris*), com a possibilidade de ocorrência de hibridismo entre as espécies. As agregações de *S. attenuata* no Atlântico Sul têm geralmente 25 animais, mas grupos de até 250 golfinhos também são registrados (MORENO *et al.*, 2005). Pode nadar na proa de embarcações (*bow-riding*). Costumam saltar e frequentemente são vistos em natação rápida rente à superfície da água (*porpoising*).

*Registros no PMC.* Durante o PMC-BS o golfinho-pintado-pantropical foi registrado 23 vezes, em grupos de até 125 indivíduos e com a presença frequente de filhotes. A distribuição dos registros ocorreu preferencialmente em área de talude, mas houve dois registros em área oceânica e outros dois na plataforma continental. Os registros para a plataforma e região oceânica foram próximos, para cada região, porém em Campanhas diferentes, o que pode significar alguma afinidade dos animais com os locais. (**Figura II.4.10-2**).



**Figura II.4.10-2: Localização dos registros de *Stenella attenuata* durante o PMC-BS.**

**Quadro II.4.10-2: característica acústica de *Stenella attenuata* (TODD et al. 2015)**

Tipo de sinal	Faixa de Frequência (kHz)	Frequência de Pico (kHz)	Nível na Fonte (dB re 1mPa @ 1m)
Assobios	3.1 - 21.4	6.7 - 17.8	-
Pulsos	<150	-	-

#### II.4.11 Golfinho-pintado-do-Atlântico (*Stenella frontalis*)

**Quadro II.4.11-1: Descrição do golfinho-pintado-do-Atlântico, *Stenella frontalis*.**

<b>Sub-Ordem Odontocetti</b>	<b>Família Delphinidae</b>
<b>Golfinho-pintado-do-atlântico, <i>Stenella frontalis</i> G. Cuvier, 1829</b>	
<b>Tamanho adulto:</b> até 2,3 metros	<b>Peso adulto:</b> até 143 kg
<b>Tamanho filhote:</b> até 0,9 metros	<b>Peso filhote:</b> sem informação na literatura
<b>Distribuição:</b> Águas tropicais e subtropicais do Oceano Atlântico.	
<b>Caracteres diagnósticos:</b> capa dorsal de coloração cinza-escura, flanco cinza-claro e ventre branco; o principal caractere diagnóstico é uma entrada de coloração clara na capa dorsal ( <i>spinal blaze</i> ) abaixo da nadadeira dorsal; as pintas pelo corpo são mais frequentes nos indivíduos mais velhos e podem estar ausentes em indivíduos jovens. A nadadeira dorsal é alta e falcada; rosto de tamanho médio e melão bem demarcado. O corpo é relativamente robusto comparado às outras espécies do gênero.	
<b>Comportamento:</b> São velozes e acrobáticos, apresentam comportamentos tais como natação rápida ( <i>porpoising</i> ), saltos, batidas de nadadeira caudal e peitoral e outros comportamentos sociais. Frequentemente se aproximam das embarcações e fazem natação na proa, navegando nas ondas que são formadas ( <i>bowriding</i> ). Os grupos são dinâmicos e fluídos e podem estar associados a outras espécies, formando grupos mistos. Os mergulhos duram de 1-7 minutos, e os indivíduos permanecem a maior parte do tempo em profundidades de até 10 m, porém mergulhos de 40-60 m foram registrados.	
<b>Uso de habitat:</b> (JEFFERSON & SCHIRO, 1997): águas rasas da plataforma continental até 200 m, mas também há registros em áreas oceânicas.	
<b>Tamanho de grupo:</b> (PERRIN, 2002): 5-50 golfinhos, podendo chegar até 200 golfinhos.	
<b>Status IUCN (2017):</b> Deficiente em Dados	<b>Status MMA (2014):</b> -

**Características.** O golfinho-pintado-do-atlântico (*Stenella frontalis*) apresenta comprimento total do corpo entre 1,65 m a 2,30 m nos adultos. A coloração é semelhante ao golfinho-pintado-pantropical: uma capa dorsal escura, região do flanco cinza-claro e o ventre branco. O caractere diagnóstico é a entrada clara na capa dorsal (*spinal blaze*) localizada abaixo da nadadeira dorsal. As pintas



espalhadas pelo corpo são brancas no dorso e pretas no ventre e estão mais densamente presentes nos indivíduos mais velhos, podendo ocupar o corpo todo. Já os indivíduos jovens possuem poucas pintas e os filhotes não possuem nenhuma. O corpo é relativamente robusto e o rostro é moderadamente longo e mais largo do que o do golfinho-pintado-pantropical (*Stenella attenuata*). A dorsal é alta e falcada, que pode apresentar marcas utilizadas para a fotoidentificação (PERRIN *et al.*, 1987; LODI & BOROBIA, 2013).

*Espécies similares.* Semelhante ao golfinho-pintado-pantropical (*Stenella attenuata*). No entanto, em *Stenella attenuata* o padrão da capa dorsal não tem interrupção e as pintas brancas são menores. Pode ser confundido com outros pequenos cetáceos, como o golfinho-nariz-de-garrafa (*Tursiops truncatus*), mas a combinação de coloração com muitas pintas e entrada na capa dorsal é característico da espécie.

*Distribuição.* O golfinho-pintado-do-atlântico é endêmico do Oceano Atlântico, encontrado nos Estados Unidos, Golfo do México, Caribe, Brasil e Uruguai na porção oeste. Na porção oriental são encontrados na África e associados a ilhas nos Açores e Madeira. Apesar de comum em águas até 200 m, registros na isóbata de 1000 m foram reportados (JEFFERSON & SCHIRO, 1997; PERRIN, 2002, MORENO *et al.*, 2005). No Brasil ao menos duas regiões de concentração foram identificadas: região sul-sudeste, estendendo até o sul do Banco de Abrolhos (MORENO *et al.*, 2005; DANILEWICZ *et al.*, 2013) e ao norte em águas mais tropicais acima de 6°, havendo uma descontinuidade entre estas áreas (MORENO *et al.*, 2005).

*Populações.* Existe uma única estimativa, para o Golfo do México, de mais de 30.000 indivíduos. Análises genéticas e descrições iniciais da estrutura populacional indicam a presença de populações diferentes entre o sul-sudeste do Brasil e o Caribe (CABALLERO *et al.*, 2013). Tendências populacionais são desconhecidas.

*Comportamento.* Os grupos são geralmente pequenos (<50 indivíduos), mas observações de grupos de até 200 indivíduos foram registradas (PERRIN, 2002; MORENO *et al.*, 2005; PARO *et al.*, 2014). Frequentemente apresentam comportamentos acrobáticos, como saltos e batidas de cauda e nadadeira

peitoral. São atraídos por embarcações, se aproximando para nadar na proa (*bowriding*). O intervalo reprodutivo é de cerca de 3 anos (LODI & BOROBIA, 2013). A dieta é variada, incluindo peixes pelágicos e bentônicos, cefalópodes e invertebrados bentônicos (PERRIN *et al.*, 1987).

A espécie produz uma variedade de assovios. Foram encontrados grupo bastante ativos vocalmente. Na maior parte das gravações que a espécie foi confirmada, tantos os assovios e cliques foram comuns. Em apenas um encontro foi detectado apenas cliques. Gritos e *buzzes* também foram registrados. Os cliques foram registrados em frequências de 20 - 60 kHz.

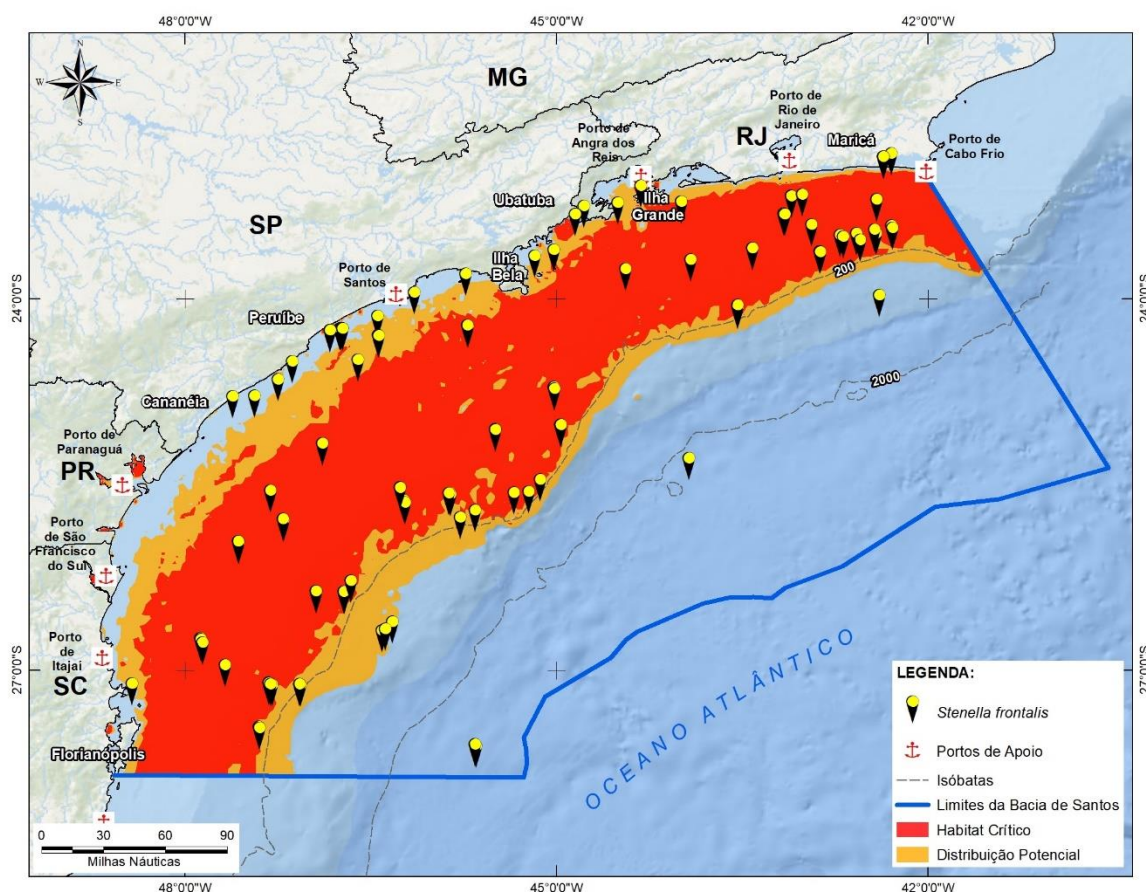


**Figura II.4.11-1:** Fotos do golfinho-pintado-do-Atlântico (*Stenella frontalis*) observados na Bacia de Santos.

*Registros no PMC.* O golfinho-pintado-do-atlântico foi observado por diversas vezes durante as campanhas na Bacia de Santos, sendo o odontoceto mais



avistado com 106 registros. O tamanho dos grupos variou de 2 a 200 indivíduos, com a presença de filhotes frequente entre os membros do grupo. A distribuição ocorreu em sua maioria da região costeira até o talude, com duas exceções para registros em região oceânica (**Figura II.4.11-2**).



**Figura II.4.11-2:** Localização dos registros de *Stenella frontalis* durante o PMC-BS.

**Quadro II.4.11-2:** característica acústica de *Stenella frontalis* (TODD et al. 2015)

Tipo de sinal	Faixa de Frequência (kHz)	Frequência de Pico (kHz)	Nível na Fonte (dB re 1mPa @ 1m)
Chamados	0.1 - 3	-	-
Cliques	1 a 8	-	-
Assobios	1.15 - 23.44	6.7 - 17.9	-
Cliques	4 a 8	-	-
chamados de excitação	Pulso explosivo 4-8 e assobio 8 - 18	-	-
Cliques	-	40 - 50, 110-130	200-210

## II.4.12 Golfinho-rotador (*Stenella longirostris*)

**Quadro II.4.12-1:** Descrição da espécie *Stenella longirostris* (Gray, 1828)

<b>Sub-Ordem Odontoceti</b>	<b>Família Delphinidae</b>
<b>Golfinho-rotador, <i>Stenella longirostris</i> Gray, 1828</b>	
<b>Tamanho adulto:</b> 1,6 a 2,0 metros	<b>Peso adulto:</b> 60 a 80 kg
<b>Tamanho filhote:</b> 0,7 a 0,8 metros	<b>Peso filhote:</b> sem informação na literatura
<b>Distribuição:</b> Zonas tropicais, subtropicais e temporadas quentes de todos os oceanos, entre as latitudes 40°S e 40°N. A sua distribuição sobrepõe-se com a dos golfinho-listrado ( <i>S. Coelulealba</i> ) e golfinho-de-clymene ( <i>S. Clymene</i> ) em uma grande extensão da costa do Brasil.	
<b>Caracteres diagnósticos:</b> Corpo aerodinâmico, com cabeça extremamente alongada capa dorsal cinza-escuro, faixa lateral cinza-claro e ventre branco, formando um padrão em degradê. Nadadeira dorsal alta, triangular e levemente falcada.	
<b>Comportamento:</b> pode formar grupos mistos com outros golfinhos do gênero <i>Stenella</i> ; pode nadar na proa de embarcações ( <i>bow-riding</i> ). Costumam saltar e frequentemente são vistos em natação rápida rente à superfície da água ( <i>porpoising</i> ).	
<b>Uso de habitat</b> (LODI & BOROBIA, 2013): Ocorre no entorno de ilhas oceânicas e atóis e em áreas pelágicas, com temperaturas da água acima de 25° C e profundidades superiores a 1.000 metros.	
<b>Tamanho de grupo</b> (LODI & BOROBIA, 2013): varia entre 5 e 250 golfinhos (podendo alcançar a varias centenas).	
<b>Status IUCN (2017):</b> Deficiente em Dados	<b>Status MMA (2014):</b> Deficiente em Dados

**Características.** O golfinho-rotador *Stenella longirostris* possui corpo pequeno e esguio, e uma coloração padrão composta por três elementos básicos: capa dorsal cinza-escuro, faixa lateral cinza-claro e ventre branco, formando um padrão em degradê. O rostro é longo e fino, nitidamente separado do melão. Apresenta uma faixa cinza-escuro que se estende da inserção da nadadeira peitoral ao olho, o qual é circundado por uma coloração preta (LODI & BOROBIA, 2013). Sua nadadeira dorsal é mais triangular, em relação aos outros golfinhos do gênero *Stenella*.

*Espécies similares.* Pode ser confundido com o golfinho-de-clymene (*S. clymene*), golfinho-pintado-pantropical (*S. attenuata*), golfinho-listrado (*S. coeruleoalba*) e golfinhos-comum (*Delphinus spp.*). A coloração característica (degradê) e o rostro longo permitem confirmar a identificação do golfinho-rotador.

*Distribuição.* Habita regiões tropicais e subtropicais, ocorrendo nos oceanos Atlântico, Pacífico e Índico (LODI & BOROBIA, 2013). Sua distribuição é basicamente oceânica, no entorno de ilhas oceânicas e atóis e em áreas pelágicas, com temperaturas da água acima de 25°C e profundidades superiores a 1.000 metros. Também podem ser avistados próximo à costa.



**Figura II.4.12-1:** Fotos da espécie *Stenella longirostris* observados na Bacia de Santos

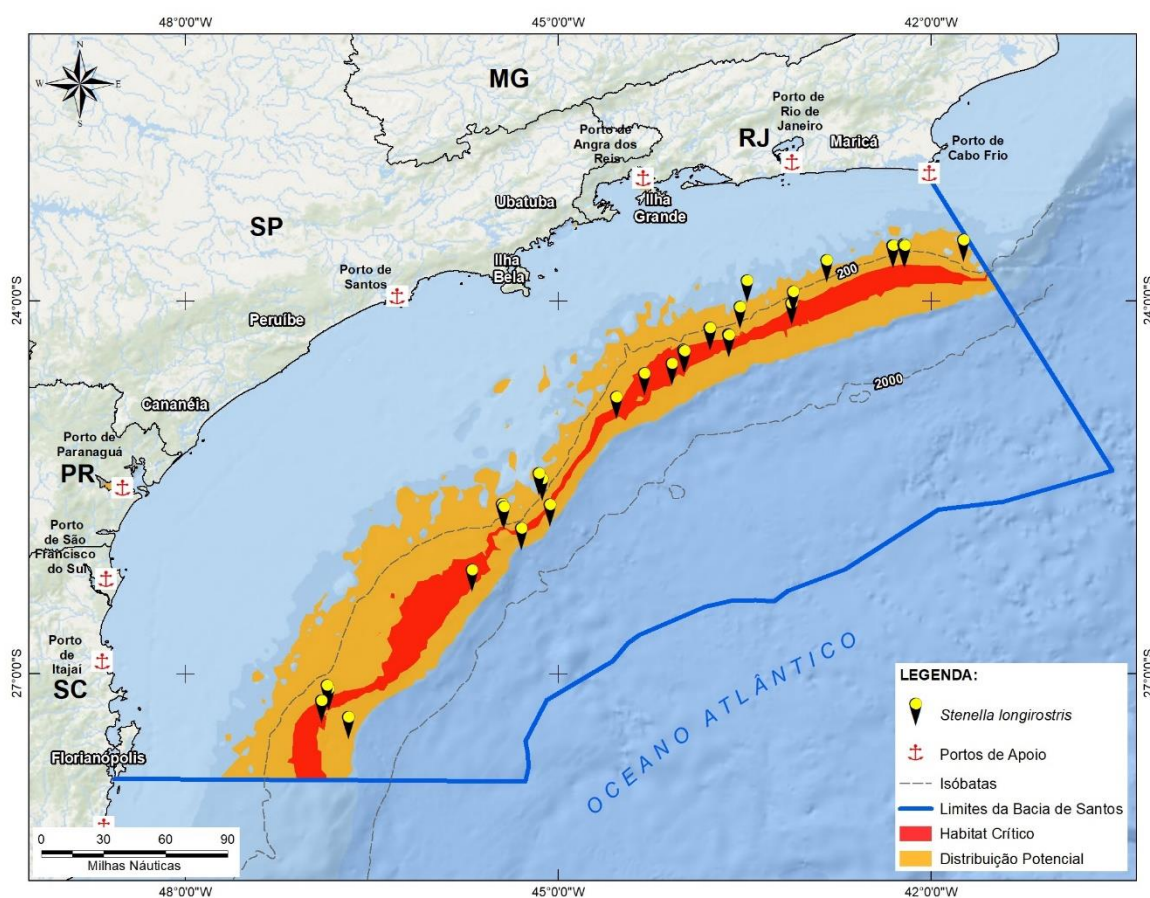
*População.* No Brasil, existe uma população residente de golfinhos-rotadores bem conhecida que habita o arquipélago de Fernando de Noronha, onde os animais buscam as águas abrigadas de uma baía na ilha para atividades de socialização e descanso (SILVA-JR & SAZIMA 2008). Ao longo da costa, a



ocorrência da espécie já foi confirmada com avistagens em diferentes estados, desde o sul, como Rio Grande do Sul, Santa Catarina, Paraná, sudeste, como São Paulo, em grupos mistos com *S. frontalis* na região de Ubatuba, e Rio de Janeiro, e no nordeste, Bahia, Paraíba e Pernambuco e Ceará (LODI & BOROBIA, 2013).

**Comportamento.** São animais gregários sendo que no Atlântico Sul os grupos têm geralmente até 50 animais, mas grupos de até 250 golfinhos também são registrados. Frequentemente se associam a outras espécies, como *S. frontalis* e *S. attenuata*. A espécie é conhecida pela sua natação rápida, comportamento ágil e ativo, sendo um dos mais acrobáticos de todos os cetáceos, executando vários comportamentos aéreos, sendo o giro o mais notável. O animal, ao saltar, pode girar até sete vezes em torno do eixo longitudinal de seu corpo, a uma altura de até 3 m acima da superfície da água. Tais giros, geralmente, são executados em séries, podendo ser intercalados com outros comportamentos aéreos, que também servem como sinais acústicos de comunicação. Quando se desloca em velocidade, pode executar pequenos saltos curtos e rápidos (*porpoising*). É um animal amistoso e curioso, que se aproxima facilmente de embarcações, nadando em suas proas (*bowriding*) ou nas proximidades (LODI & BOROBIA, 2013).

**Registros no PMC.** Durante o PMC-BS houve 31 registros de golfinho-rotador, em grupos que variaram de três a 250 indivíduos muitas vezes acompanhados de filhotes. A detecção dos grupos muitas vezes ocorreu através de avistagem de splash na superfície, causado pelo hábito constante da espécie em realizar atividades aéreas. Os registros aconteceram exclusivamente na área de talude (**Figura II.4.12-2**).



**Figura II.4.12-2:** Localização dos registros de *Stenella longirostris* durante o PMC-BS.

**Quadro II.4.12-2:** Característica acústica de *Stenella longirostris* (TODD et al., 2015).

Tipo de sinal	Faixa de Frequência (kHz)	Frequência de Pico (kHz)	Nível na Fonte (dB re 1mPa @ 1m)
Assobios	<32.4	<22	-
Pulsos explosivos	5 a 60	32.3	108 - 115
Cliques	<65	33.8 - 35.6	191 - 216

#### II.4.13 Golfinho-de-Clymene (*Stenella clymene*)

**Quadro II.4.13-1:** Descrição do golfinho-de-Clymene, *Stenella clymene*.

<b>Sub-Ordem Odontoceti</b>	<b>Família Delphinidae</b>
<b>Golfinho-de-clymene</b> , <i>Stenella clymene</i> Gray, 1850	
<b>Tamanho adulto:</b> até 2 metros	<b>Peso adulto:</b> até 90 kg
<b>Tamanho filhote:</b> até 1,1 metro	<b>Peso filhote:</b> sem informação na literatura
<b>Distribuição:</b> Águas tropicais e subtropicais do Oceano Atlântico.	
<b>Caracteres diagnósticos:</b> menor que a maioria dos golfinhos oceânicos, mas com o corpo mais robusto; o rostro é cinza claro com a extremidade e os lábios pretos; região dorsal na cor cinza-escuro, formando uma capa em forma de V logo abaixo da dorsal; flanco cinza-claro e ventre branco; possui uma listra preta na parte superior do rostro em direção aos lábios; nadadeira dorsal falcada e estreita.	
<b>Comportamento:</b> comportamento aéreo muito ativo, nada na proa de embarcações ( <i>bow-riding</i> ); podem saltar e girar em torno do eixo, como o golfinho-rotador.	
<b>Uso de habitat:</b> águas oceânicas, com profundidade média em torno de 1.800 metros de profundidade.	
<b>Tamanho de grupo</b> (REEVES et al., 2002): comumente observados em grupos com tamanho médio de 70 indivíduos; grupos com até centenas de indivíduos podem ser observados ocasionalmente.	
<b>Status IUCN (2017):</b> Dados deficientes	<b>Status MMA (2014):</b> Deficiente em Dados

**Características.** O golfinho-de-clymene possui um padrão tripartido de coloração. O dorso é coberto por cinza-escuro, com a lateral cinza-clara e o ventre branco. A camada cinza-escuro se estende em forma de V, logo abaixo da dorsal. O rostro é moderadamente curto e marcado por uma listra preta na extremidade superior, como um “bigode”. Sua coloração é cinza claro, com a extremidade e os lábios pretos. Uma listra cinza-escuro se estende do olho até a inserção da nadadeira peitoral. Machos e fêmeas podem atingir o comprimento máximo de até 2 metros (JEFFERSON *et al.*, 2015).



*Espécies similares.* Sem uma visualização clara da coloração, podem ser confundidos com outro delfínídeos, especialmente os do gênero *Stenella*. São similares ao golfinho-rotador (*Stenella longirostris*), mas são menores, mais robustos, e possuem o rostro mais curto. Visualizar o “bigode” do rostro também pode ajudar a confirmar a identificação.

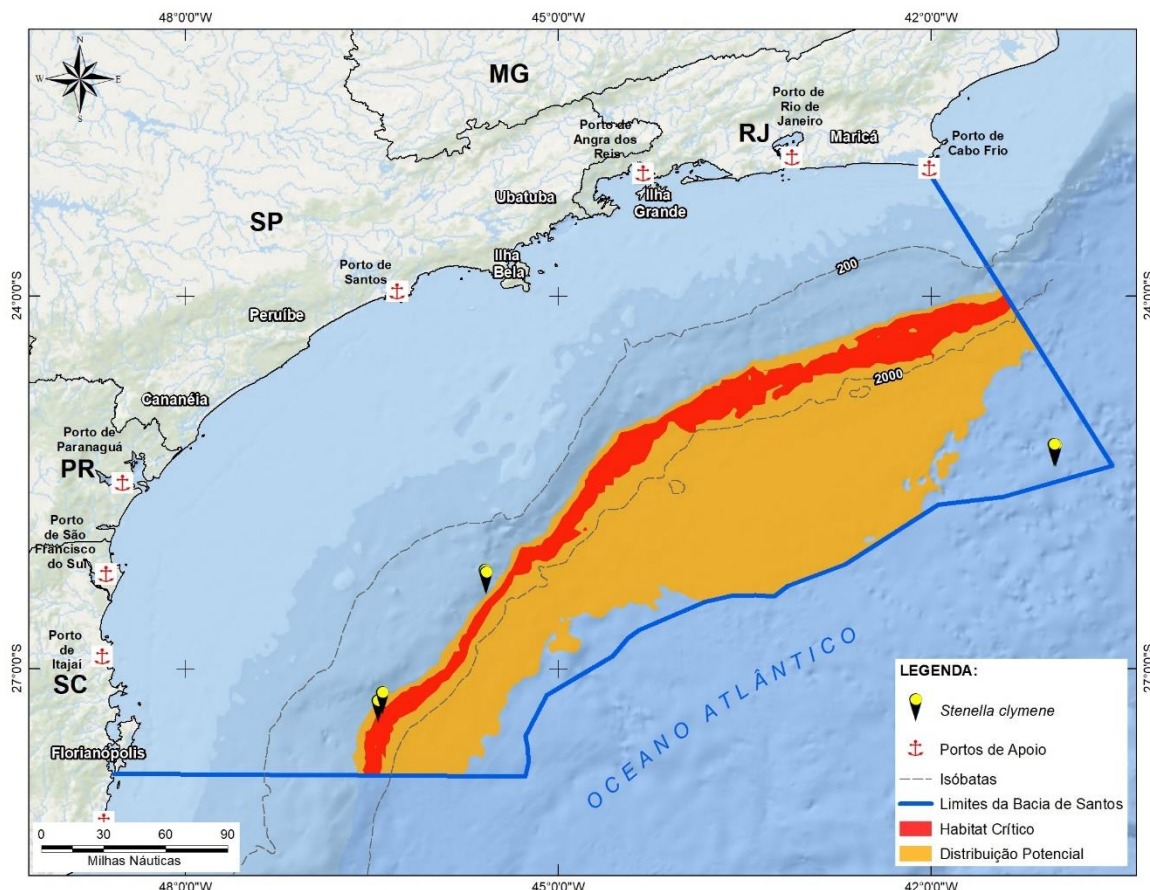
*Distribuição.* É uma espécie oceânica. Ocorre em águas tropicais e subtropicais do Oceano Atlântico, incluindo o caribe e golfo do México. Preferem águas quentes, com até 4.500 metros de profundidade (JEFFERSON *et al.*, 2015; AMARAL *et al.*, 2015), e média de 1.870 metros. No Brasil foi registrada a ocorrência da espécie nas regiões sul (SIMÕES-LOPES *et al.*, 1994; FERTL *et al.*, 2003) e nordeste (BATISTA *et al.*, 2012). Modelos apontam para uma alta probabilidade de ocorrência nestas áreas, em águas quentes e profundas, com mais de 1.000 metros de profundidade (MORENO *et al.*, 2005; AMARAL *et al.*, 2015).

*População.* A abundância foi estimada apenas para o norte do Golfo do México e costa leste dos EUA, com valores de 6.575 (CV = 36%) e 6.086 (CV = 93%), respectivamente (WARING *et al.*, 2008). Considerando a dificuldade em diferenciar esta espécie de outras do mesmo gênero, acredita-se que não seja tão rara como parece (PERRIN & MEAD, 1994).

*Comportamento.* São observados em grupos com tamanho médio de 70 indivíduos, embora agregações com mais de 1.000 indivíduos já tenham sido registradas (REEVES *et al.*, 2002; FERTL *et al.*, 2003). Nadam junto às embarcações (*bow-riding*) e outros cetáceos. São ágeis e saltam com frequência, exibindo um comportamento aéreo semelhante ao do golfinho-rotador (*Stenella longirostris*), girando em torno do eixo (LODI & BOROBIA, 2013). Aparentemente, se alimentam de pequenos peixes e cefalópodes (JEFFERSON *et al.*, 2015), fazendo pesca cooperativa. Há evidências de que se alimentem à noite, capturando peixes mesopelágicos.

*Registros no PMC.* Durante o PMC-BS houve 6 registros para golfinho-de-clymene, sendo dois no primeiro ano e quatro no segundo. Os grupos variaram de 8 a 130 indivíduos, por vezes acompanhados de filhote. A distribuição dos

registros se deu em três principais locais, com dois registros próximos para cada local. Destes, dois foram no talude e um em região oceânica (Figura II.4.13-1).



**Figura II.4.13-1:** Localização dos registros de *Stenella clymene* durante o PMC-BS.

**Quadro II.4.13-2:** Característica acústica de *Stenella clymene* (TODD et al. 2015)

Tipo de sinal	Faixa de Frequência (kHz)	Frequência de Pico (kHz)	Nível na Fonte (dB re 1mPa @ 1m)
Assobios	6 - 19.2	-	-

#### II.4.14 Golfinho-comum (*Delphinus delphis*)

**Quadro II.4.14-1:** Descrição do golfinho-comum, *Delphinus delphis*.

<b>Sub-Ordem Odontoceti</b>	<b>Família Delphinidae</b>
<b>Golfinho-comum, <i>Delphinus delphis</i> Linnaeus, 1758</b>	
<b>Tamanho adulto:</b> até 2,7 metros	<b>Peso adulto:</b> até 200 kg
<b>Tamanho filhote:</b> cerca de 1 m	<b>Peso filhote:</b> sem informação na literatura
<b>Distribuição:</b> Amplamente distribuídos em todos os oceanos, exceto regiões polares.	
<b>Caracteres diagnósticos:</b> padrão de coloração único, formado por duas linhas principais que se cruzam em forma de “X” e compõe quatro regiões distintas: dorso cinza-escuro a preto, ventre branco, mancha torácica com tons amarelos, região posterior do flanco em tons cinza-claro. Em vista lateral há 4 listras características. A nadadeira dorsal é alta e em formato triangular, posicionada ao centro do dorso; presença de um par de sulcos ventrais profundos no palato.	
<b>Comportamento:</b> grupos grandes e ativos, vistos frequentemente quando se deslocam em alta velocidade; excelentes acrobatas, com saltos sincronizados entre os indivíduos de um grupo; altamente vocais, produzindo sons audíveis acima da superfície da água; costumam nadar na proa de embarcações; carregam ou empurram objetos que flutuam na superfície.	
<b>Uso de habitat</b> (TAVARES, 2006): associados a áreas de alta produtividade, com estoques de habito costeiro e oceânico.	
<b>Tamanho de grupo</b> (TAVARES, 2006; LODI & BOROBIA, 2013): grupos de 1 a 30 indivíduos, podendo chegar a 250 indivíduos.	
<b>Status IUCN (2017):</b> menor preocupação	<b>Status MMA (2014):</b> Deficiente em Dados

**Características.** O golfinho-comum (*Delphinus delphis*) caracteriza-se por um padrão de coloração único entre os cetáceos, formado por duas linhas principais que se cruzam em forma de “X” e compõe quatro regiões principais distintas: dorso cinza-escuro a preto, ventre branco, mancha torácica com grande variação de tons amarelos, região posterior do flanco em tons cinza-claro. Em vista lateral há 4 listras características. A nadadeira dorsal é alta e em formato triangular,

posicionada ao centro do dorso. Outro caráter diagnóstico importante é a presença de um par de sulcos ventrais profundos no palato (JEFFERSON *et al.*, 2015; LODI & BOROBIA, 2013).

*Especies similares.* Alguns golfinhos do gênero *Stenella* podem, inicialmente, confundir o observador. O singular padrão de coloração torna a espécie evidente através de um olhar mais atento, especialmente o padrão em “X” da coloração.



**Figura II.4.14-1:** Fotos do golfinho-comum (*Delphinus delphis*) observados na Bacia de Santos.

*Distribuição.* Amplamente distribuídos em todos os oceanos, exceto regiões polares (LODI & BOROBIA, 2013). No litoral brasileiro os golfinhos-comuns estão associados a áreas de alta produtividade. Segundo TAVARES *et al.* (2010), há 3 estoques populacionais, distribuídos no Norte, Sudeste e Sul do Brasil, porém o gênero parece estar ausente na região Nordeste. Há duas regiões de maior ocorrência no litoral brasileiro, uma na região Sul, ao longo da isóbata dos 100m

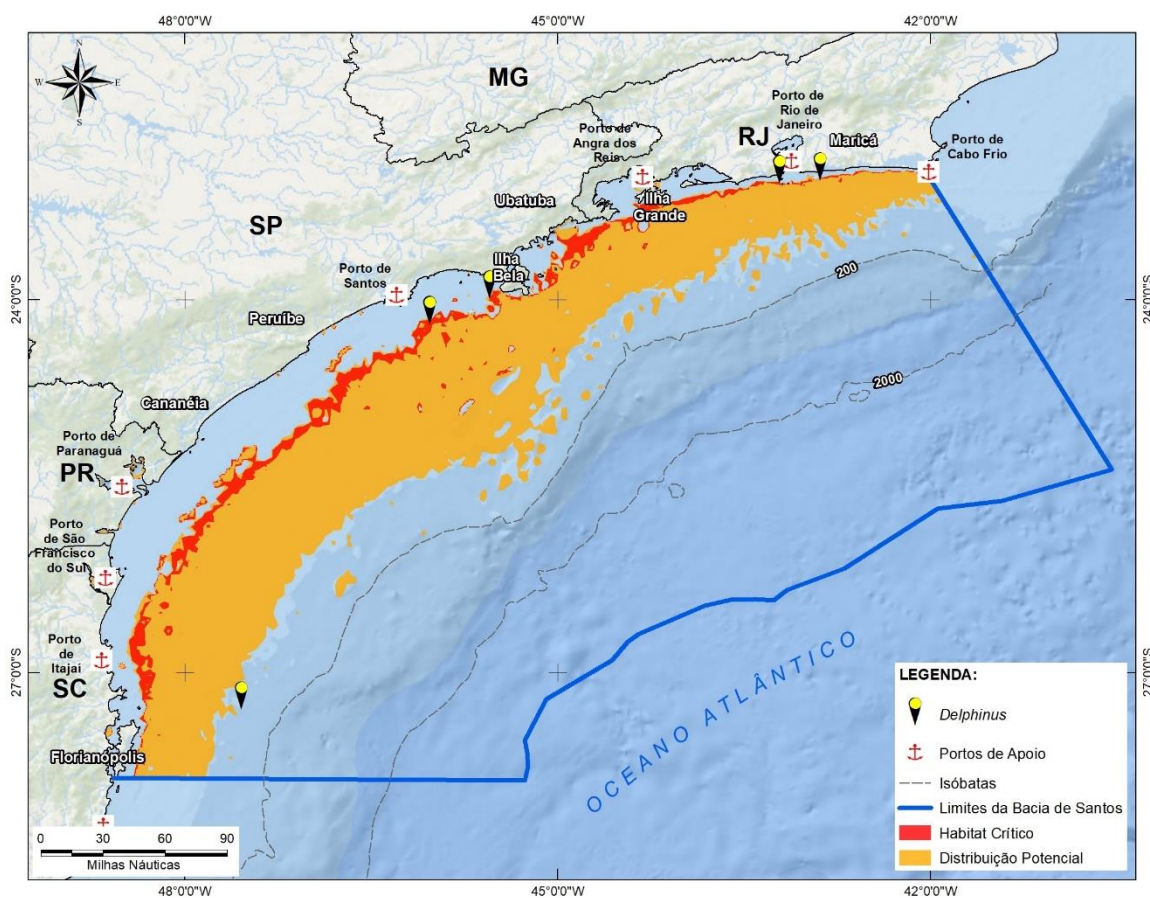


(TAVARES *et al.*, 2010) e na região Sudeste, principalmente na localidade de Arraial do Cabo, onde os animais são facilmente avistados na costa.

*Populacao.* A espécie pode ser considerada abundante, com diversas estimativas para áreas onde ocorre no oceano Pacífico oriental, costa oeste dos Estados Unidos, Atlântico norte, etc. Apesar de abundante, há uma deficiência grande de informações sobre a espécie para o Oceano Atlântico Sul, onde não existem estimativas populacionais realizadas até o momento.

*Comportamento.* Avistados em grupos de 1 a 30 indivíduos, podendo chegar a 250 indivíduos, frequentemente vistos bastante ativos se deslocando em alta velocidade. São excelentes acrobatas, realizando saltos sincronizados entre os indivíduos de um grupo. São altamente vocais, produzindo sons audíveis acima da superfície da água. Costumam nadar na proa de embarcações; carregam ou empurram objetos que flutuam na superfície.

*Registros no PMC.* O golfinho-comum foi registrado sete vezes durante os dois primeiros anos de PMC-BS, com a presença ocasional de filhote entre os membros. Os grupos variaram de 6 a 60 indivíduos. A distribuição se deu principalmente em regiões próximas à costa, nas proximidades do Rio de Janeiro-RJ e Santos-SP, com exceção a um grupo que foi registrado no início do talude em latitude semelhante ao largo de Florianópolis-SC (**Figura II.4.14-2**).



**Figura II.4.14-2:** Localização dos registros de *Delphinus delphis* durante o PMC-BS.



## II.5 Família Pontoporiidae

Esta família inclui uma única espécie atual, a toninha (*Pontoporia blainvillei*). Anteriormente agrupada com os golfinhos de rio (Lipotidae e Iniidae), formava uma única família, a Platanistidae, dentro da superfamília Platanistoidea. Embora a sistemática do grupo ainda esteja em discussão, a composição mais aceita atualmente é de que existam quatro famílias (Pontoporiidae, Platanistidae, Iniidae e Lipotidae), considerando que os caracteres compartilhados entre as espécies da antiga família Platanistidae (rosto alongado e sínfise mandibular) são caracteres ancestrais convergentes. Pontoporiidae é a única família do antigo grupo a viver unicamente em ambiente marinho, com hábitos costeiros, adentrando ocasionalmente em ambientes estuarinos. Além do rosto alongado, a nadadeira dorsal pequena e arredondada, as nadadeiras peitorais em forma de espátula e os olhos pequenos são características marcantes da família.

### II.5.1 Toninha (*Pontoporia blainvillei*)

**Quadro II.5.1-1:** Descrição da toninha, *Pontoporia blainvillei*.

Sub-Ordem Odontoceti	Família Pontoporiidae
Toninha, <i>Pontoporia blainvillei</i> Gervais & d'Orbigny, 1844	
Tamanho adulto: 1,8 m (♀) e 1,6 m (♂)	Peso adulto: 33 a 55 kg
Tamanho filhote: 55 a 80 cm	Peso filhote: 5 a 7 kg
<b>Distribuição:</b> Águas costeiras do leste da América do Sul, desde o Espírito Santo (18°S), no Brasil, até Chubut (42°S), na Argentina.	
<b>Caracteres diagnósticos:</b> uma das menores espécies de odontoceto; rosto fino e extremamente longo; nadadeira dorsal baixa triangular ou levemente falcada; nadadeira peitoral larga e espatulada; coloração marrom-acinzentada;	
<b>Comportamento</b> (WELLS <i>et al.</i> , 2013): emersão para respiração é discreta; comportamento de emersão característico, exibindo primeiramente o rosto longo apontado ligeiramente para cima; evitam aproximação de embarcações e não realizam <i>bow-riding</i> ; comportamentos aéreos são extremamente raros; desloca-se com movimentos suaves e tranquilos; não realiza migrações.	
<b>Uso de habitat</b> (CREMER & SIMÕES-LOPES, 2005; DANILEWICZ <i>et al.</i> , 2009): áreas costeiras abertas, predominantemente até a isóbata de 30 metros mas	

podendo chegar até os 50 metros.

**Tamanho de grupo** (Cremer & Simões-Lopes, 2008): solitários ou grupos de 2 a 5 indivíduos, podendo formar agrupamentos com mais de 10 indivíduos durante o comportamento de pesca.

**Status IUCN (2017):** Vulnerável

**Status MMA (2014):** Criticamente ameaçada

**Características.** A toninha (*Pontoporia blainvillei*) é uma das menores espécies de odontoceto. Uma característica marcante da espécie é o seu rostro fino e extremamente longo, considerado o maior entre os cetáceos em proporção ao tamanho do corpo (12-15% do comprimento total em adultos), sendo mais longo nas fêmeas (17-22 cm) do que nos machos (15-19 cm) (JEFFERSON *et al.*, 2015). A nadadeira dorsal é relativamente pequena, triangular ou levemente falcada, e a nadadeira peitoral é larga e espatulada (LODI & BOROBIA, 2013; JEFFERSON *et al.*, 2015). Sua coloração marrom-acinzentada se confunde com as águas de alta turbidez dos ambientes onde vive.

**Espécies similares.** A toninha pode ser confundida com o boto-cinza (*Sotalia guianensis*) se for vista a distância, mas o longo rostro dos adultos, a nadadeira dorsal pequena e triangular, a coloração mais amarronzada e a nadadeira peitoral espatulada identificam facilmente a espécie.

**Distribuição.** A toninha é uma espécie endêmica do Oceano Atlântico Sul Ocidental, com distribuição restrita à costa leste da América do Sul, desde o Espírito Santo (18°S), no Brasil, até Chubut (42°S), na Argentina. Porém, sua distribuição não é contínua, com dois hiatos: o primeiro entre o litoral central do Espírito Santo (19°S) e o norte do Rio de Janeiro (21°S), e o segundo entre o litoral central do Rio de Janeiro (22°) e o norte de São Paulo (23°) (SICILIANO *et al.*, 2002). Ocorre principalmente em áreas costeiras abertas, predominantemente até a isóbata de 30 metros, mas pode ser avistada até os 50 metros. Adentra ocasionalmente em baías e estuários, com exceção da Baía da Babitonga (Santa Catarina), onde há uma população residente o ano todo (CREMER & SIMÕES-LOPES, 2005; DANILEWICZ *et al.*, 2009).

**População.** Cinco estoques populacionais são reconhecidos com base em estudos genéticos (Franciscana Management Areas): a primeira inclui toninhas da

Argentina, do Uruguai e do estado do Rio Grande do Sul; a segunda reúne as toninhas dos estados de Santa Catarina, Paraná e litoral central e sul de São Paulo; a terceira inclui as toninhas do norte de São Paulo; por fim, a quarta e a quinta população são consideradas as mais divergentes geneticamente, sendo isoladas pelos hiatos, sendo uma no norte do Rio de Janeiro e a outra no norte do Espírito Santo (CUNHA *et al.*, 2014). A Baía de Babitonga abriga a única população conhecida da espécie que reside o ano todo em ambiente estuarino e possui condições ambientais consideradas propícias para o avistamento da espécie, com águas calmas e protegidas (CREMER & SIMÕES-LOPES, 2005).

Com distribuição predominante a águas de até 30 metros de profundidade, é especialmente vulnerável à captura incidental e a outros impactos humanos (SECCHI & OTT, 2000). Este cenário faz com que a toninha seja considerada o golfinho mais ameaçado do Oceano Atlântico Sul Ocidental (PRADERI *et al.*, 1989). Recentemente passou a ser considerada em estado crítico de extinção no Brasil (MMA, 2014).

**Comportamento.** Quando a toninha vem à superfície para respirar, exhibe o rostro longo apontado ligeiramente para cima (45° em relação à superfície da água), a cabeça, parte do dorso e, algumas vezes, a nadadeira dorsal. Contudo, sua emersão é muito discreta. Desloca-se com movimentos suaves e tranquilos. Seu comportamento pode ser influenciado pelas condições de maré e profundidade (BORDINO, 2002). Os comportamentos aéreos são extremamente raros, e em geral, evitam aproximação de embarcações e não realizam *bow-riding* (WELLS *et al.*, 2013). Comportamento de pesca cooperativa tem sido observado. De acordo com CREMER & SIMÕES-LOPES (2005), sua coloração críptica, tamanho pequeno e comportamento discreto dificultam seu avistamento.

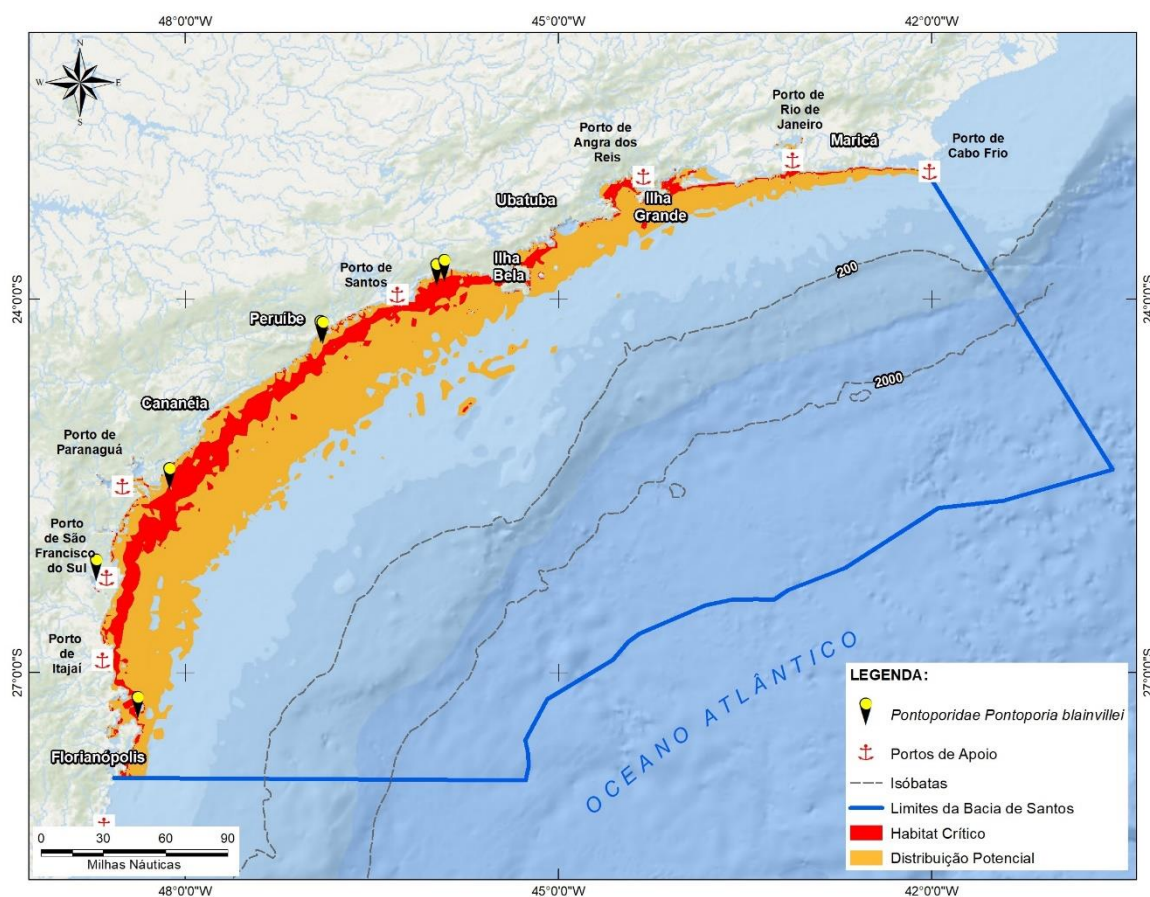
Muito pouco se conhece sobre o repertório acústico da toninha. Na Argentina, MELCÓN *et al.* (2012) descreveram de forma preliminar os sons de ecolocalização da espécie, demonstrando que a toninha produz sons pulsados em alta frequência e de banda estreita (*narrow-band high frequency*), semelhante aos golfinhos dos gêneros *Phocoena* e *Cephalorhynchus*. Possivelmente os sons do tipo *burst-pulse* possuem importante função de comunicação para a espécie, uma vez que mesmo filhotes com menos de uma semana de vida são

acusticamente ativos, produzindo sons desta natureza (TELLECHEA & NORBIS, 2014).

*Registros no PMC.* Os registros de toninha pelo PMC-BS foram ocasionais, totalizando 6 detecções. Estavam sempre em grupos pequenos, de três ou quatro indivíduos, algumas vezes na presença de filhotes. Todos os registros foram feitos próximos à costa (**Figura II.5.1-2**).



**Figura II.5.1-1:** Foto da toninha (*Pontoporia blainvillei*) observados na Baía de Babitonga.



**Figura II.5.1-2:** Localização dos registros de *Pontoporia blainvillei* durante o PMC-BS.

**Quadro II.5.1-2:** Característica acústica de *Pontoporia blainvillei* (TODD et al. 2015).

Tipo de sinal	Faixa de Frequência (kHz)	Frequência de Pico (kHz)	Nível na Fonte (dB re 1mPa @ 1m)
Cliques	130 - 149	139	



### III. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguilar-Soto, N., Johnson, M.P., Madsen, P.T., Díaz, F., Domínguez, I., Brito, A. & Tyack, P. 2008. Cheetahs of the deep sea: deep foraging sprints in short-finned pilot whales off Tenerife (Canary Islands). **Journal of Animal Ecology**, 77(5): 936-947.
- Amaral, K.B., Alvares, D.J., Heinzemann, L., Borges-Martins, M., Siciliano, S. & Moreno, I.B. 2015. Ecological niche modeling of *Stenella* dolphins (Cetartiodactyla: Delphinidae) in the southwestern Atlantic Ocean. **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**, 472: 166-179.
- Andriolo, A., Da Rocha, J.M., Zerbini, A.N., Simões-Lopes, P.C., Moreno, I.B., Lucena, A., Danilewicz, D. & Basso, M. 2010a. Distribution and relative abundance of large whales in a former whaling ground off eastern South America. **Zoologia**, 27(5): 741-750.
- Andriolo, A., Kinas, P.G., Engel, M.H. & Martins, C.C.A. 2010b. Humpback whale population estimates and distribution along the Brazilian breeding ground. **Endangered Species Research**, 11:233-243.
- Andriolo, A., Reis, S.S., Amorim, T.O., Sucunza, F., de Castro, F.R., Maia, Y. G. & Dalla Rosa, L. 2015. Killer whale (*Orcinus orca*) whistles from the western South Atlantic Ocean include high frequency signals. **The Journal of the Acoustical Society of America**, 138(3): 1696-1701.
- Antonelli, H.H., Lodi, L. & Borobia, M. 1987. Avistagens de cetáceos no período de 1980 a 1985 no litoral da Paraíba, Brasil. **Segunda Reunión de Trabajo de Especialistas en Mamíferos Acuáticos de América del Sur**, 4-8 Ago., 1986, Rio de Janeiro, pp. 114.
- Azevedo, A.F., Oliveira, A.M., Viana, S.C., Laílson-Brito, J.Jr., Fragoso, S.B.L. & Van Sluys, M. 2003. Estimativa do tamanho da população de botos (*Sotalia fluviatilis*) da baía da Guanabara (RJ), por meio da técnica de foto-identificação. **Congresso de Ecologia do Brasil**, Jun., 2003, Fortaleza, pp. 175-176.
- Baracho, C.G., Más-Rosa, S. & Marcovaldi, E. 2002. Primeiro registro de baleia-franca-do-sul (*Eubalaena australis*) no litoral norte da Bahia. **Abstracts of 10ª**



## Reunión de Trabajo de Especialistas en Mamíferos Acuáticos de América Del Sur, Valdívía.

- Batista, R.L.G., Schiavetti, A., Santos, U.A.D. & Reis, M.D.S.S.D. 2012. Cetaceans registered on the coast of Ilhéus (Bahia), northeastern Brazil. **Biota Neotropica**, 12(1), 31-38.
- Berta, A., Sumich, J.L. & Kovacs, K. 2015. **Marine Mammals: Evolutionary Biology**. 3<sup>rd</sup> edition. Academic Press, Amsterdam.
- Bloodworth, B.E. & Odell, D.K. 2008. *Kogia breviceps* (Cetacea: kogiidae). **Mammalian Species**, 239: 1-12.
- Bordino, P. 2002. Movement pattern of franciscana dolphins (*Pontoporia blainvillei*) in Bahia Anegada, Argentina. **Latin American Journal of Aquatic Mammals** 1(1): 71-76.
- Brodie, P.F. 1975. Cetacean energetics, and overview of intraspecific size variation. **Ecology**, 56:152-161.
- Caballero S., Santos M.C.O., Sanches A., Antonio A. & Mignucci-Giannoni A.A. 2013. Initial description of the phylogeography, population structure and genetic diversity of Atlantic spotted dolphins from Brazil and the Caribbean, inferred from analyses of mitochondrial and nuclear DNA. **Biochemical Systematics and Ecology**, 48: 263–270.
- Cantor, M., Wedekin, L.L., Daura-Jorge, F.G., Rossi-Santos, M.R. & Simões-Lopes, P.C. 2012. Assessing population parameters and trends of guiana dolphins (*Sotalia guianensis*): Na eightyyear Mark-recapture study. **Marine Mammal Science**, 28(1): 41-60.
- Carretta, J.V., Forney, K.A., Muto, M.M., Barlow, J., Baker, J., Hanson, B. & Lowry, M.S., 2006. U.S. Pacific Marine Mammal Stock Assessments. **NOAA Technical Memorandum NMFS**, Jan., 2007, p. 169.
- Carwardine, M. 2002. **Whales, dolphins and porpoises**. Fog City Press, London.
- Clapham, P.J. 1994. Maturation changes in patterns of association in male and female humpback whales, *Megaptera novaeangliae*. **Journal of Zoology of London**, 234: 265-274.

- Cockcroft, V.G., Haschick, S.L. & Klages, N.T.W. 1993. The diet of Risso's dolphin, *Grampus griseus* (Cuvier, 1812), from the east coast of South Africa. **Zeitschrift für Säugetierkunde**, 58(5): 286-293.
- Costa, A.P.B., Fruet, P., Daura-Jorge, F.G., Simões-Lopes, P.C., Ott, P.H., Valiati, V.H. & de Oliveira, L.R. 2015. Bottlenose dolphin communities from the southern Brazilian coast: do they exchange genes or are they just neighbours?. **Marine and Freshwater Research**, 66(12), 1201-1210.
- Costa, A.P.B., Rosel, P.E., Daura-Jorge, F.G. & Simões-Lopes, P.C. 2016. Offshore and coastal common bottlenose dolphins of the western South Atlantic face-to-face: What the skull and the spine can tell us. **Marine Mammal Science**. doi:10.1111/mms.12342
- Cranford, T.W., Amundin M. & Norris. K.S. 1996. Functional morphology and homology in the odontocete nasal complex: implications for sound generation. **Journal of Morphology**, 228: 223-285.
- Cemer, M.J. & Simões-Lopes, P.C. 2005. The occurrence of *Pontoporia blainvillei* (Gervais & d'Orbigny) (Cetacea, Pontoporiidae) in an estuarine area in southern Brazil. **Revista Brasileira de Zoologia**. 22:717-723.
- Cremer, M.J. & Simões-Lopes, P.C. 2008. Distribution, abundance and density estimates of franciscanas, *Pontoporia blainvillei* (Cetacea: Pontoporiidae), in Babitonga bay, southern Brazil. **Revista Brasileira de Zoologia**. 25: 397-402.
- Cunha, H. A., Medeiros, B. V., Barbosa, L. A., Cremer, M. J., Marigo, J. & Lailson-Brito, J. 2014. Population Structure of the Endangered Franciscana Dolphin (*Pontoporia blainvillei*): Reassessing Management Units. **PLoS ONE** 9(1): e85633. doi: 10.1371/journal.pone.0085633.
- Cypriano-Souza, A.L., Fernández, G.P., Lima-Rosa, C.A.V., Engel, M.H. & Bonatto, S.L. 2010. Microsatellite genetic characterization of the humpback whale (*Megaptera novaeangliae*) Breeding Ground off Brazil (Breeding Stock A). **Journal of Heredity**, 101(2):189-200.
- Dalla-Rosa, L., Secchi, E.R., Brito Jr., J.L. & Azevedo, A.F. 2002. A review of killer whales (*Orcinus orca*) in Brazilian waters. in: **Proceedings of International Orca Symposium and Workshop (Villiers en Bois, France)**, pp. 46–49.

- Dalla-rosa, L. & Secchi, E.R. 1997. Stranding of a Blue Whale (***Balaenoptera musculus***) in Southern Brazil: ‘True’ or Pygmy? **Report of the International Whaling Commission**, 47: 425-429.
- Dalla-Rosa, L. & Secchi, E.R. 2007. Killer whale (*Orcinus orca*) interactions with the tuna and swordfish longline fishery off southern and south-eastern Brazil: A comparison with shark interactions. **Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom**, 87, 135–140.
- Danilewicz, D., Secchi, E. R., Ott, P. H., Moreno, I. B., Basso, M. & Borges-Martins, M. 2009. Habitat use patterns of franciscana dolphins (*Pontoporia blainvillei*) off southern Brazil in relation to water depth. **Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom**, v. 89, p. 943.
- Danilewicz, D., Ott P.H., Secchi E., Andriolo A. & Zerbini A. 2013. Occurrence of the Atlantic spotted dolphin, *Stenella frontalis*, in southern Abrolhos Bank, Brazil. **Marine Biodiversity Records** 6: e6.
- Darling, J. D., Jones, M. E. & Nicklin, C. P. 2006. Humpback whale songs: Do they organize males during the breeding season. **Behaviour**, 143 (9), 1051–1101.
- Daura-Jorge, F.G., Cantor, M., Ingram, S.N., Lusseau, D. & Simões-Lopes, P.C. 2012. The structure of a bottlenose dolphin society is coupled to a unique foraging cooperation with artisanal fishermen. **Biology Letters**, 8(5), 702-705.
- Daura-Jorge, F.G., Ingram, S.N. & Simões-Lopes, P.C. 2013. Seasonal abundance and adult survival of bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*) in a community that cooperatively forages with fishermen in southern Brazil. **Marine Mammal Science**, 29(2), 293-311.
- Dawbin, W. 1966. The seasonal migratory cycle of the humpback whale. In: **Whales, Dolphins and Porpoises**. (ed. Norris, K.S.), pp. 145-170. University of California Press, Berkeley.
- Deméré, T. A., Berta, A. & McGowen, M. R. 2005. The taxonomic and evolutionary history of fossil and modern balaenopteroid mysticetes. **Journal of Mammalian Evolution** 12: 99-143.
- Di Tullio, J.C., Gandra, T.B.R., Zerbini, A. & Secchi, E.R. 2016. Diversity and distribution patterns of cetaceans in the subtropical southwestern Atlantic

- outer continental shelf and slope. **PLoS ONE**, 11(5): e0155841. doi:10.1371/journal.pone.0155841
- Engel, M.H., Fagundes, N.J.R., Rosenbaum, H.C., Leslie, M.S., Ott, P.H., Schmitt, R., Secchi, E., Dalla Rosa, L. & Bonatto, S.L. 2008. Mitochondrial DNA diversity of the Southwestern Atlantic humpback whale (*Megaptera novaeangliae*) breeding area off Brazil, and the potential connections to Antarctic feeding areas. **Conservation Genetics**, 9: 1253-1262.
- Engel, M.H. & Martin, A.R. 2009. Feeding grounds of the western South Atlantic humpback whale population. **Marine Mammal Science**, 25: 964–969.
- Fertl, D., Jefferson, T.A., Moreno, I.B., Zerbini, A.N. & Mullin, K.D. 2003. Distribution of the Clymene dolphin *Stenella clymene*. **Mammal Review**, 33(3-4), 253-271.
- Flach, L., Flach, P. A. & Chiarello, A. G. 2008. Aspects of behavioral ecology of *Sotalia guianensis* in Sepetiba Bay, southeast Brazil. **Marine Mammal Science**, 24: 503–515. doi:10.1111/j.1748-7692.2008.00198.x
- Forney, K.A. & Wade, P.R. 2006. Worldwide Distribution and Abundance of Killer Whales. In: **Whales, Whaling, and Ocean Ecosystems** (Eds.: Estes, J.E., DeMaster, D.P., Doak, D.F., Williams, T.M. & Brownell Jr., R.L.), pp. 145-162. Berkeley: University of California Press.
- Freitas, A.C., Kinas, P.G., Martins, C.C.A. & Engel, M.H. 2004. Abundance of humpback whales on the Abrolhos Bank wintering ground, Brazil. **Journal of Cetacean Research and Management**, 3: 225-230.
- Fruet, P.F., Daura-Jorge, F.G., Möller, L.M., Genoves, R.C. & Secchi, E.R. 2015. Abundance and demography of bottlenose dolphins inhabiting a subtropical estuary in the Southwestern Atlantic Ocean. **Journal of Mammalogy**, 96(2), 332-343.
- Gedamke, J., Costa, D.P. & Dunstan, A. 2001. Localization and visual verification of a complex minke whale vocalization. **The Journal of the Acoustical Society of America**, 109(6): 3038-3047.
- Gonçalves, L.R., Augustowski, M. & Andriolo, A. 2015. Occurrence, distribution and behaviour of Bryde's whales (Cetacea: Mysticeti) off south-east Brazil.

**Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom**, 1–12.

- Groch, K.R., Palazzo Jr., J.T., Flores, P.A.C., Adler, F.R. & Fabian, M.E. 2005. Recent rapid increases in the Brazilian right whale population. **Latin American Journal of Aquatic Mammals**, 4(1): 41-47.
- Gurjão, L.M., Furtado-Neto, M.A.A., Santos, R.A. & Cascon, P. 2003. Notes on diet of sperm whales (Cetacea: Physeteroidea) stranded in Ceará State, Northeastern Brazil. **Arquivos de Ciências do Mar**, 36: 67-75.
- Hammond, P.S., Bearzi, G., Bjørge, A., Forney, K.A., Karkzmarski, L., Kasuya, T., Perrin, W.F., Scott, M.D., Wang, J.Y., Wells, R.S. & Wilson, B. 2012. *Stenella attenuate*. **The IUCN Red List of Threatened Species 2012**: e T2079A17821189.en. Downloaded on 20 September 2017.
- Heide-Jørgensen, M.P., Bloch, D., Stefansson, E., Mikkelsen, B., Ofstad, L.H. & Dietz, R. 2002. Diving behaviour of long-finned pilot whales *Globicephala melas* around the Faroe Islands. **Wildlife Biology**, 8: 307-311.
- Horwood, J.W. 1990. Biology and Exploitation of the Minke Whale. **CRC Press**, Boca Raton. 238pp.
- IUCN. 2017. **IUCN Red List of Threatened Species**. Version 2017.2. <[www.iucnredlist.org](http://www.iucnredlist.org)>. Data de acesso: setembro de 2017.
- Jaquet, N., Dawson, S. & Douglas, L. 2001. Vocal behavior of male sperm whales: why do they click? **Journal of the Acoustical Society of America**, 109: 2254-2259.
- Jefferson, T.A. & Schiro A.J. 1997. Distribution of cetaceans in the offshore Gulf of Mexico. **Mammal Review**, 27: 27–50.
- Jefferson, T.A., Webber, M.A. & Pitman, R.L. 2015. **Marine Mammals of the World: a comprehensive guide to their identification**. 2<sup>nd</sup> edition. Academic Press, Amsterdam.
- Kasuya, T. 1975. Occurrence of *Globicephala melena* in the Western North Pacific. **The Science Whales Research Institute**, nº 27, 95-110.
- Katona, S.K. & Whitehead, H. 1981. Identifying humpback whales using their natural marks. **Polar Record**, 20: 439-444.

- Kuczaj li, S.A. & Yeater, D.B. 2007. Observations of rough-toothed dolphins (*Steno bredanensis*) off the coast of Utila, Honduras. **Journal of the Marine Biological Association of the U.K.**, 87(01), 141-148.
- Lodi, L. 1994. Ocorrências de baleias-jubarte, *Megaptera novaeangliae*, no Arquipélago de Fernando de Noronha, incluindo um resumo de registros de capturas no Nordeste do Brasil. **Biotemas**, 7(1 e 2): 116-123.
- Lodi, L. & Hetzel, B. 1998. *Orcinus orca* (Cetacea; Delphinidae) em águas costeiras do Estado do Rio de Janeiro. **Bioikos**, 12: 46-54.
- Lodi, L. & Hetzel, B. 1999. Rough-toothed dolphin, *Steno bredanensis*, feeding behaviours in Ilha Grande Bay, Brazil. **Biociências**, 7: 29-42.
- Lodi, L., Siciliano, S. & Bellini, C. 1996. Ocorrência e conservação da baleia-franca-do-sul, *Eubalaena australis*, no litoral do Brasil. **Papéis Avulsos de Zoologia**, 39(17): 307-328.
- Lodi, L., Oliveira, R., Figueiredo, L., & Simão, S. 2012. Movements of the rough-toothed dolphin (*Steno bredanensis*) in Rio de Janeiro State, south-eastern Brazil. **Marine Biodiversity Records**, 5.
- Lodi, L. & Borobia, M. 2013. **Baleias, Botos e Golfinhos do Brasil: guia de identificação**. Technical Books Editora, Rio de Janeiro.
- Lodi, L., Tardin, R.H., Hetzel, B., Maciel, I.S., Figueiredo, L.D. & Simão, S.M. 2015. Bryde's whale (*Cetartiodactyla*: *Balaenopteridae*) occurrence and movements in coastal areas of southeastern Brazil. **Zoologia**, 32: 171–175.
- Lucena, A. 2006. Estrutura populacional da *Balaenoptera bonaerensis* (Burmeister 1867) (Cetacea, *Balaenopteridae*) nas áreas de reprodução do Oceano Atlântico Sul. **Revista Brasileira de Zoologia**, 23(1): 176-185.
- Magalhães, F.A., Tosi, C.H., Garri, R.G., Chellappa, S. & Silva, F.L. 2008. Cetacean diversity on the Parnaíba Delta, Maranhão state, northeastern Brazil. **Brazilian Journal of Biology**, vol. 68, no. 3, pp. 545-551.
- Mahaffy, S.D., Baird, R.W., McSweeney, D.J., Webster, D.L., & Schorr, G.S. 2015. High site fidelity, strong associations, and long-term bonds: Short-finned pilot whales off the island of Hawaii. **Marine Mammal Science**, 31(4): 1427-1451.
- Mangott, A.H., Birtles, R.A. & Marsh, H. 2011. Attraction of dwarf minke whales *Balaenoptera acutorostrata* to vessels and swimmers in the Great Barrier Reef



- World Heritage Area – the management challenges of an inquisitive whale. **Journal of Ecotourism**, 10(1): 64-76.
- Martins, C.C.A., Morete, M.E., Engel, M.H., Freitas, A., Secchi, E.R. & Kinas, P.G. 2001. Aspects of habitat use patterns of humpback whales in the Abrolhos bank, Brazil, breeding ground. **Memoirs of the Queensland Museum**, 47: 563-570.
- Meirelles A.N.O., Monteiro-Neto C., Martins A.M.A., Costa A.F., Barros H.M.D.R. & Alves M.D.O. 2009. Cetacean strandings on the coast of Ceará, northeastern Brazil (1992-2005). **Journal Marine Biological Association United Kingdom**. 89(5):1083-1090.
- Melcón, M.L., Mauricio, F. & Iniguez, M.A. 2012. Echolocation behavior of franciscana dolphins (*Pontoporia blainvillei*) in the wild. **Journal of the Acoustical Society of America**, 131(6): 448-453.
- MMA. 2014. Portaria No. 444, de 17 de dezembro de 2014. Ministério do Meio Ambiente. **Diário Oficial da União**, 245 (Seção 1): 121-126.
- Moreno, I.G., Zerbini, A.N., Danilewicz, D., Santos, M.C.O., Simões-Lopes, P.C., Laílson-Brito Jr., J. & Azevedo, A. 2005. Distribution and habitat characteristics of dolphins of the genus *Stenella* (Cetacea: Delphinidae) in the southwest Atlantic Ocean. **Marine Ecology Progress Series**, 300: 229-240.
- Moura, J.F., Acevedo-Trejos, E., Tavares, D.C., Meirelles, A.C.O., Silva, C.P.N., Oliveira, L.R. *et al.* 2016. Stranding events of Kogia whales along the Brazilian Coast. **PLoS ONE**, 11(1): e0146108.
- Olsen, E., Budgell, W.P., Head, E., Kleivane, L., Nøttestad, L., Prieto, R., Silva, M.A., Skov, H., Víkingsson, G.A., Waring, G. & Øien, N. 2009. First Satellite-Tracked Long-Distance Movement of a Sei Whale (*Balaenoptera borealis*) in the North Atlantic. **Aquatic Mammals**, 35: 313-318.
- Olson, P.A. 2009. Pilot Whales In: **Encyclopedia of Marine Mammals** (Ed. by Perrin W.F., Würsig B. & Thewissen, J.G.M), pp 847-852. San Diego: Academic Press.
- Ottensmeyer, C. A. & H. Whitehead. 2003. Behavioural evidence for social units in long-finned pilot whales. **Canadian Journal of Zoology**, 81:1327-1338

- Papastavrou, V., Smith, S.C. & Whitehead, H. 1989. Diving behaviour of the sperm whale, *Physeter macrocephalus*, off the Galapagos Islands. **Canadian Journal of Zoology**, 67:839–846
- Paro, A. D., Rojas, E. & Wedekin, L. L. 2014. Southernmost record of the Atlantic spotted dolphin, *Stenella frontalis* in the south-west Atlantic Ocean. **Marine Biodiversity Records**, 7: e78.
- Pastene, L., Acevedo, J., Siciliano, S., Sholl, T.G.C., de Moura, J.F., Ott, P.H. & Aguayo-Lobo, A. 2015. Population genetic structure of the South American Bryde's whale. **Revista de Biología Marina y Oceanografía**, 50: 453–464.
- Pavanato, H.J., Wedekin, L.L. Guilherme-Silveira, F.R., Engel, M.H. & Kinas, P.G. 2017. Estimating humpback whale abundance using hierarchical distance sampling. **Ecological Modelling**, 358: 10-18.
- Payne, R.S. & MCVAY, S. 1971. Songs of humpback whales. **Science** 173:585–597.
- Perrin, W.F., Mitchell, E.D., Mead, J.G., Caldwell, D.K., Caldwell, M.C., van Bree, P.J.H. & Dawbin, W.H. 1987. Revision of the spotted dolphins, *Stenella* spp. **Marine Mammal Science**, 3: 99-170.
- Perrin, W.F. & Mead, J.G. 1994. Clymene dolphin *Stenella clymene* (Gray, 1846). **Handbook of Marine Mammals**, Vol. 5: The First Book of Dolphins (eds S.H. Ridgway and R. Harrison) pp. 161-171. Academic Press, London, 416 pp.
- Perrin W.F. 2002. *Stenella frontalis*. **Mammalian Species**, 702: 1-6.
- Perrin W.F., Wursig B. & Thewissen, J.G.M. 2009. **Encyclopedia of Marine Mammals**, second edition. San Diego, Academic Press.
- Praderi, R., M. C. Pinedo & E. A. Crespo. 1989. Conservation and management of *Pontoporia blainvillei* in Uruguay, Brazil and Argentina. p. 52–56. In: W.F. Perrin; R.L. Brownell, K.Y. Zhou & J.K. Liu [Eds.], **Biology and conservation of the river dolphins**. Occasional papers of the IUCN Species Survival Commission (SSC) 3.
- Pretto, D.J., Andrade, M.C.M., Oliveira, J.M., & Oliveira, M.G.A. 2009. First record of a humpback whale, *Megaptera novaeangliae* (Borowski, 1781), stranding in

- Pará State, Northern coast of Brazil. **Brazilian Journal of Biology**, 69(4): 1207-1208.
- Rankin, S. & Barlow, J. 2005. Source of the North Pacific “boing” sound attributed to minke whales. **The Journal of the Acoustical Society of America**, 118(5), 3346-3351.
- Reeves, R.R., Stewart, B.S., Clapham, P.J. & Powell, J.A. 2002. **Sea mammals of the world**. Chanticleer Press, New York.
- Reilly S.B., Bannister J.L., Best P.B., Brown M., Brownell R.L. Jr., Butterworth D.S., Clapham P.J., Cooke J., Donovan G.P., Urbán J. & Zerbini A.N. 2008. *Balaenoptera acutorostrata*. IUCN 2012. **IUCN Red List of Threatened Species**. Version 2013. <<http://www.iucnredlist.org>>. Data de acesso: 31 Julho 2013.
- Rendell, L. E., & Whitehead, H. 2003. Vocal clans in sperm whales (*Physeter macrocephalus*). Proceedings of the Royal Society of London B: Biological Sciences, **270(1512)**: 225-231.
- Rice, D. W. 1989. Sperm whale, *Physeter macrocephalus*, Linnaeus, 1758. In: **Handbook of Marine Mammals** (Ed. by Ridgway, S. H. & Harrison, R.), pp. 177-233. London: Academic Press.
- Rice, D.W. 1998. Marine mammals of the world: Systematics and distribution. **The Society for Marine Mammalogy**, Special Publication Number 4.
- Rice, D.W. 2002. Baleen. In: **Encyclopedia of Marine Mammals** (Ed. by Perrin, W.F., Wursig, B. & Thewissen, J.G.M.). San Diego: Academic.
- Rossi-Santos, M.R., Wedekin, L.L. & Sousa-Lima, R.S. 2006a. Distribution and habitat use of small cetaceans in the Abrolhos Bank, Eastern Brazil. **Latin American Journal of Aquatic Mammals**, 5(1): 23-28.
- Rossi-Santos, M.R., Baracho, C., Neto, E.S. & Marcovaldi, E. 2006b. First sighting of the pygmy killer whale, *Feresa attenuata*, for the Brazilian coast. **JMBA 2 – Biodiversity Records**.
- Rossi-Santos, M.R., Neto, E.S., Baracho, C.G., Cipolotti, S.R., Marcovaldi, E., Engel, M.H. 2008. 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**, 65: 1-7.

- Rossi-Santos, M.R. 2017. **Advances in Marine Vertebrate Research in Latin America: Technological Innovation and Conservation**. pp. 77-113
- Santos, M.C.O., & Silva, E. 2009. Records of a male killer whale (*Orcinus orca*) off southeastern Brazil. **Brazilian Journal of Oceanography**, 57: 65-68.
- Santos, M.C.O., Siciliano, S., Vicente, A.F.D.C., Alvarenga, F.S., Zampirolli, É., Souza, S.P.D. & Maranhão, A. 2010. Cetacean records along São Paulo State coast, Southeastern Brazil. **Brazilian Journal of Oceanography**, v. 58, n. 2, p. 123- 142.
- Secchi, E. R. & P. H. Ott. 2000. A profundidade como um fator determinante da distribuição de toninhas, *Pontoporia blainvillei*, conforme indicado pelos índices de CPUE. In: UNEP/CMS (ed.), **Report of the Third Workshop for Coordinated Research and Conservation of the Franciscana Dolphin (*Pontoporia blainvillei*) in the Southwestern Atlantic**. UNEP/CMS, Bonn, Germany.
- Shirihai, H. & Jarret, B. 2006. **Whales, dolphins and other marine mammals of the world. Princeton Field Guides**. Princeton University Press, Princeton and Oxford.
- Siciliano, S., Di Benedetto, A. P. M. & Ramos, R. M. A. 2002. A Toninha, *Pontoporia blainvillei* (Gervais & d'Orbigny, 1844) (Mammalia, Cetacea. Pontoporiidae), nos Estados do Rio de Janeiro e Espírito Santo, costa sudeste do Brasil: caracterização dos habitats e fatores de isolamento das populações. **Boletim do Museu Nacional. Nova Serie, Zoologia**. v. 476, pp. 1-15.
- Siciliano, S., Oliveira Santos, M.C., Vicente, A.F., Alvarenga, F.S., Zampirolli, E., Brito, J.L. & Pizzorno, J.L.A. 2004. Strandings and feeding records of Bryde's whales (*Balaenoptera edeni*) in south-eastern Brazil. **Journal of the Marine Biological Association of the UK**, 84:857–859.
- Silva, V.M.F. & Best, R.C. 1996. ***Sotalia fluviatilis*. Mammalian Species**, v. 527, pp. 1-7.
- Silva-Jr. J.M. & Sazima, I. 2008. Whalesuckers on spinner dolphins: An underwater view. **Marine Biodiversity Records**, 1.
- Simões-Lopes, P.C., Palazzo, Jr., J.T., Both, M.C. & Zimenez, A. 1992. Identificação, movimentos e aspectos biológicos da baleia franca austral

- (*Eubalaena australis*) na costa sul do Brasil. **Anales del III Reunión de Trabajo de Especialista em Mamíferos Acuáticos de América del Sul**, pp. 62-66.
- Simões-Lopes, P.C., Praderi, P. & Paula, G.S. 1994. The clymene dolphin, *Stenella clymene* (Gray, 1846), in the southwestern South Atlantic Ocean. **Marine Mammal Science**, 10(2): 213-217.
- Simões-Lopes, P.C., Fabián, M.E. & Menegheti, J.O. 1998. Dolphin interactions with the mullet artisanal fishing on southern Brazil: a qualitative and quantitative approach. **Revista Brasileira de Zoologia**, 15(3), 709-726.
- Stevick, P.T., Pacheco de Godoy, L., McOsker, M., Engel, M.H. & Allen, A. 2006. A note on the movement of a humpback whale from Abrolhos Bank, Brazil to South Georgia. **Journal of Cetacean Research Management**, 8: 297–300.
- Tavares, M. 2006. **O Gênero *Delphinus* Linnaeus, 1758 (Cetacea, Delphinidae) no Litoral Brasileiro: Morfometria Sincraniana, Padrão de Coloração e Distribuição**. 2006. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Brazil.
- Tavares, M., Moreno, I.B., Siciliano, S., Ridríguez D., Santos, M.C.O., Laílson-Brito JR, J. & Fabián, M.E. 2010. Biogeography of common dolphins (genus *Delphinus*) in the Southwestern Atlantic Ocean. **Mammal Review**, v. 40, p. 40-64.
- Tellechea, J.S. & Norbis, W. 2014. Sound characteristics of two neonatal franciscana dolphins (*Pontoporia blainvillei*). **Marine Mammal Science**, 30(4): 1573 - 1580.
- Thewissen, M.G.J & Williams, E.M. 2002. The Early Radiations of Cetacea (Mammalia): Evolutionary Pattern and Developmental Correlations. **Annual Review of Ecology and Systematics**, Vol. 33:73-90.
- Todd, V., Todd, I., Gardiner, J. & Morrin, E. 2015. **Marine Mammal Observer and Passive Acoustic Monitoring Handbook**. Pelagic Publishing Ed. 395p.
- Toledo, G. & Langguth, A. 2009. Data on biology and exploitation of West Atlantic sperm whales, *Physeter macrocephalus* (Cetacea: Physeteridae) off the coast of Paraíba, Brazil. **Zoologia**, 26(4): 663-673.

- Wada, S., Oishi, M. & Yamada, T.K. 2003. A newly discovered species of living baleen whale. **Nature**, 426: 278-28.
- Wade, P.R. & Gerrodette, T. 1993. Estimates of Cetacean Abundance and Distribution in the Eastern Tropical Pacific. **The Report of International Whale Commission**, 43.
- Ward, E., Zerbini, A.N., Kinan, P.G., Engel, M.H. & Andriolo, A. 2011. Estimates of population growth rates of humpback whales (*Megaptera novaeangliae*) in the wintering grounds off the coast of Brazil (Breeding Stock A). **Journal of Cetacean Research and Management**, 3: 145-149.
- Waring, G.T., Josephson, E., Fairfield-Walsh, C.P. & Maze-Foley, K. 2008. U.S. Atlantic and Gulf of Mexico Marine Mammal Stock Assessments. **NOAA Technical Memorandum**, NMFS NE 210; p. 440.
- Wedekin, L.L., Freitas, A.C., Engel, M.H. & Sazima, I. 2004. Rough-toothed-dolphin (*Steno bredanensis*) catch diskfishes while interacting with humpback whales (*Megaptera novaeangliae*) off Abrolhos Bank breeding ground, Southwest Atlantic. **Aquatic Mammals**, 30(2): 327-329.
- Wedekin, L.L., Rossi-Santos, M.R., Baracho, C., Cypriano-Souza, A.L. & Simões-Lopes, P.C. 2014. Cetacean records along a coastal-offshore gradient in the Vitória-Trindade Chain, western South Atlantic Ocean. **Brazilian Journal of Biology**, 74(1): 137-144.
- Wedekin, L.L., Engel, M.H., Andriolo, A., Prado, P.I., Zerbini, A.N., Marcondes, M.C.C., Kinan, P.G. & Simões-Lopes, P.C. 2017. Running fast in the slow lane: rapid population growth of humpback whales after exploitation. **Marine Ecology Progress Series**, 575: 195-206.
- Wells, R.S., Bordino, P. & Douglas, D.C. 2013. Patterns of social association in the franciscana, *Pontoporia blainvillei*. **Marine Mammal Science**, 29(4): E5 20-E5 28.
- Whitehead, H. & Weilgart, L. 2000. The sperm whale: social females and roving males. In: **Cetacean Societies: Field Studies of Dolphins and Whales** (Ed. by J. Mann, R. C. Connor, P. L. Tyack & H. Whitehead), pp. 154-172. Chicago: University of Chicago Press.



- Whitehead, H. 2002. Sperm whales social evolution in the ocean. **The University of Chicago Press**, Chicago, p. 431.
- Williamson, G.R. 1975. Minke whales off Brazil. **Scientific Reports Whales Research Institute**, 27: 37-59.
- Zerbini, A.N., Secchi, E.R., Siciliano, S. & Simões-Lopes, P.C. 1997. A review of the occurrence and distribution of whales of the Genus *Balaenoptera* along the Brazilian Coast. **Report of the International Whaling Commission**, 47: 407-417.
- Zerbini, A.N., Secchi, E.R., Bassoi, M., Dalla Rosa, L., Higa, A., Sousa, L., Moreno, I.B., Möller, L. & Caon, G. 2004a. Distribuição e abundância relativa de cetáceos na Plataforma Continental Externa e Talude no Sul e Sudeste do Brasil: Resultados do Programa REVIZEE e Perspectivas Futuras. **Instituto Oceanográfico da USP**: São Paulo.
- Zerbini, A.N., Andriolo, A., da Rocha, J.M., Simões-Lopes, P.C., Siciliano, S., Pizzorno, J.L., Waite, J.M., DeMaster, D.P. & VanBlaricom, G.R. 2004b. Winter distribution and abundance of humpback whales (*Megaptera novaeangliae*) off Northeastern Brazil. **Journal of Cetacean Research and Management**, 6: 101-107.
- Zerbini, A.N., Andriolo, A., Heide-Jorgensen, M.P., Pizzorno, J.L., Maia, Y.G., VanBlaricom, G.R., DeMaster, D.P., Simões-Lopes, P.C., Moreira, S. & Bethlem, C. 2006. Satellite-monitored movements of humpback whales *Megaptera novaeangliae* in the Southwest Atlantic Ocean. **Marine Ecology Progress Series**, 313: 295–304.
- Zimmer, C. 1998. “At the Water’s Edge: Macroevolution and the Transformation of Life.” **Free Press**, New York.

## Anexo IV-2: Classificação dos Sinais Acústicos

## **ESCALA DE CLASSIFICAÇÃO DE ASSOVIOS DE ACORDO COM MANUAL DO PROGRAMA WHALTRAK2.6**

### **Taxa de Ocorrência**

- 1-** Apenas um ou dois assovios escutados durante o intervalo de tempo da detecção de cetáceo;
- 2-** Vários assovios escutados mais vezes, entretanto ainda menos do que a metade do intervalo de tempo da detecção;
- 3-** Assovios escutados em pelo menos metade do intervalo de tempo, com períodos ocasionais de ausência de vocalizações;
- 4-** Assovios escutados constantemente ao longo do intervalo de tempo da detecção, com curtos espaços sem vocalizações;
- 5-** Assovios constantes e sobrepostos ao longo do intervalo de tempo da detecção, podendo haver curtos espaços sem vocalizações.

### **Força do sinal**

- 1-** Assovios fracos, que podem ser escutados, mas não aparecem no espectrograma, ou podem ser vistos no espectrograma, mas não podem ser escutados;
- 2-** Assovios podem ser escutados e vistos no espectrograma, porém ainda muito fracos para serem localizados;
- 3-** Assovios são claramente escutados e vistos no espectrograma e podem ser utilizados para a estimativa de ângulos;
- 4-** Assovios muito fortes e facilmente identificáveis no espectrograma.

## **Qualidade da Localização**

A localização acústica depende de fatores como a quantidade e intensidade dos sinais recebidos. Detecções com poucas vocalizações e/ou com sinais muito fracos geralmente resultam em localizações de baixa qualidade, ou por vezes nem mesmo é possível fazer a localização.

Por isso são atribuídos diferentes graus de qualidade das localizações. Como regra geral, os critérios para a classificação da qualidade das localizações estão descritos abaixo:

**Q1** - pelo menos 5 ângulos para frente e 5 ângulos para trás, e ângulos que apresentaram uma boa convergência(dentro de uma área pequena) em ambos os lados. A diferença entre os ângulos deve ser de pelo menos 30°.

**Q2** - pelos menos 5 ângulos para frente e 4 ângulos para trás e uma convergência dos ângulos mais esparsa em ambos os lados. A diferença entre os ângulos deve ser de pelo menos 30°.

**Q3** - pelo menos 3 ângulos para frente e 1 ou 2 ângulos para trás OU nenhum ângulo para frente e pelo menos 5 ângulos para trás OU pelo menos 5 ângulos para frente e nenhum ângulo para trás.

Qualquer um dos critérios acima da Q3 deve configurar uma boa convergência dos ângulos em pelo menos um dos lados. A diferença entre os ângulos deve ser de pelo menos 30°.

**Q4** - pelo menos 3 ângulos para frente e 1 ou 2 ângulos para trás OU nenhum ângulo para frente e pelo menos 5 ângulos para trás OU pelo menos 5 ângulos para frente e nenhum ângulo para trás.

Qualquer um dos critérios acima da Q4 configura uma convergência dos ângulos mais esparsa em pelo menos um dos lados. A diferença entre os ângulos deve ser de pelo menos 30°.

**Q5** - pelo menos de 3 a 6 ângulos que convergiram. Os ângulos devem estar entre 70° - 110°. A diferença entre os ângulos pode ser menor que 30°.

**Parâmetros do contorno dos assovios extraídos pelo algoritmo *ROCCA*, com suas respectivas abreviações e breve descrição.**

<b>Parâmetro</b>	<b>Descrição</b>
Begsweep	“Inclinação da volta inicial” (1=positiva, -1=negativa, 0=neutra)
Begup	Variável binária: 1= inclinação inicial positiva, 0= inclinação inicial negativa
Begdwn	Variável binária: 1= inclinação inicial negativa, 0= inclinação inicial positiva
Endsweep	“inclinação da volta final” (1=positiva, -1=negativa, 0=neutra)
Endup	Variável binária: 1=declive final positiva, 0= inclinação inicial negativa
Enddwn	Variável binária: 1= inclinação final negativa, 0= inclinação inicial positiva
Beg	Frequência Inicial (Hz)
End	Frequência Final (Hz)
Min	Frequência Mínima (Hz)
Dur	Duração (s)
Range	Frequência máxima – frequência mínima
Max	Frequência Máxima
Mean Freq	Frequência media
Median Freq	Frequência mediana
Std Freq	Desvio padrão de frequência
Spread	Diferenças entre 75 e 25% de frequências
Quart Freq	Frequência em um quarto de duração

Parâmetro	Descrição
Half Freq	Frequência na metade da duração
Threequart	Frequência em três quartos de duração
Center Freq	$(\text{Frequência Mínima} + (\text{Frequência máxima} - \text{frequência mínima}))/2$
Rel BW	Comprimento de banda relativo: $(\text{freq max} - \text{freq min}) / \text{freq central}$
Maxmin	Freq Max / freq min
Begend	Freq Inicial / freq final
Cofm	Coeficiente de modulação de frequência: extrai 20 medidas de frequências igualmente espaçadas no tempo e, depois, subtrai cada valor de frequência do valor anterior a ele. COFM é a soma dos valores absolutos destas diferenças, todos divididos por 10.000
Tot steps	Número de degraus (10 % ou mais de aumento ou decréscimo em frequência entre dois pontos de contorno)
Tot inflec	Número de pontos de inflexão (mudanças de inclinação positiva ou negativa ou negativa para positiva)
Max delta	Tempo máximo entre pontos de inflexão
Min delta	Tempo mínimo entre pontos de inflexão
Maxmin delta	Delta max / delta min
Mean delta	Tempo médio entre pontos de inflexão
Std delta	Desvio padrão do tempo entre pontos de inflexão
Median delta	Mediana do tempo entre pontos de inflexão
Mean slope	Inclinação média geral
Mean pos slope	Inclinação positiva média
Mean neg slope	Inclinação negativa média



Parâmetro	Descrição
Mean absslope	Valor absoluto médio da inclinação
Pos neg	Inclinação média positiva/Inclinação média negativa
Perc up	Porcentagem do assobio que possui uma inclinação positiva
Perc dwn	Porcentagem do assobio que possui uma inclinação negativa
Perc fit	Porcentagem do assobio que possui uma inclinação neutra (zero)
Up dwn	Número de pontos de inflexão que vão desde uma inclinação positiva para uma inclinação negativa
Dwn up	Número de pontos de inflexão que vão desde uma inclinação negativa para uma inclinação positiva
Up flt	Número de vezes que a inclinação muda de positiva para neutra (zero)
Dwn flt	Número de vezes que a inclinação muda de negativa para neutra (zero)
Flt up	Número de vezes que a inclinação muda de neutra para positiva
Flt dwn	Número de vezes que a inclinação muda de neutra para negativa
Step up	Número de degraus que apresentam frequência crescente
Step dwn	Número de degraus que apresentam frequência decrescente
Step dur	Número de degraus/duração
Inflect dur	Número de pontos de inflexão/duração