

## Controle de Revisões

<b>Revisão 00</b>		
<b>Data:</b> Setembro de 2018.		
<b>Item II.2.3 – Monitoramento Acústico</b>		
<b>Elaboração:</b> Aline Boutros de Mello	<b>Verificação:</b> Laura Viana	<b>Aprovação:</b> Luis Felipe de Paula
<b>Descrição:</b>  Documento Original.		

## Sumário

II	vi
II.2.3	Monitoramento Acústico ..... 7
II.2.3.1	Introdução..... 7
II.2.3.2	Métodos ..... 9
II.2.3.2.1	Unidade MAP ..... 10
II.2.3.2.2	Condições de lançamento do cabo MAP ..... 11
II.2.3.2.3	Processo de detecção e localização ..... 13
II.2.3.2.4	Avaliação do mascaramento pelo ruído do navio ..... 14
II.2.3.2.5	Análises exploratórias..... 17
II.2.3.3	Resultados ..... 18
II.2.3.3.1	Análise comparativa entre as distâncias estimadas pelos operadores MAP e as distâncias estimadas pelos observadores de biota..... 35
II.2.3.4	Discussão ..... 37
II.2.3.5	Conclusão ..... 43
II.2.3.6	Referências Bibliográficas ..... 44
II.2.3.7	Equipe Técnica ..... 46

### Anexos

**Anexo II.2.3-1 – Folha de Rosto – PMAP**

**Anexo II.2.3-2 – Configuração Pamguard**

**Anexo II.2.3-3 – Planilhas de Funcionamento**

**Anexo II.2.3-4 – Planilhas de Esforço Diário de Detecção – EDDs**

**Anexo II.2.3-5 – Planilha Geral de Detecções**

**Anexo II.2.3-6 – Registros Acústicos e Cópias de Tela**

**Anexo II.2.3-7 – Planilhas de Detecções**

**Anexo II.2.3-8 – Mapa de Detecções**

**Anexo II.2.3-9 – Comprovante de Inserção no SIMMAM**

**Anexo II.2.3-10 – Mapa de Representação de Detecções Diurnas e Noturnas**

**Anexo II.2.3-11 – Ata de Ajuste de Procedimentos\_Es&CamposIV\_001**

## Índice de Tabelas

Tabela II.2.3-1: Resumo das atividades sísmicas e do monitoramento acústico passivo em cada etapa do projeto. ....	18
Tabela II.2.3-2: Resumo do funcionamento do PMAP implementado durante o projeto, contendo o tempo total de monitoramento e de interrupção do MAP, bem como os tempos de cada atividade nos diferentes <i>status</i> das fontes sonoras. Os dados são apresentados em horas e minutos. ....	20
Tabela II.2.3-3: Resumo das condições dos cabos MAP danificados ao longo do projeto.....	20
Tabela II.2.3-4: Porcentagem dos tipos de vocalização das detecções registradas em cada período do dia.....	32
Tabela II.2.3-5: Porcentagem de registros acústicos com duração superior a 30min que continham as diferentes categorias de vocalização em cada período do dia. ....	34
Tabela II.2.3-6: Comparação entre as menores distâncias dos animais às fontes sonoras estimadas pelos operadores MAP e pelos observadores de biota em cada registro concomitante.....	35
Tabela II.2.3-7 – Equipe técnica envolvida na elaboração do relatório do MAP.....	46

## Índice de Figuras

Figura II.2.3-1: (a) Representação gráfica do padrão de direcionalidade dos sinais pulsados emitidos por odontocetos; (b) Diferenças no padrão de direcionalidade e nível de pressão entre os estalidos de ecolocalização e os sinais impulsivos do tipo *burst pulse* que são emitidos por odontocetos. Fonte: W.L. Au, M. C. Hastings / Principles of Marine Bioacoustics, pag 428. ....8

Figura II.2.3-2: Estação de processamento MAP localizada na sala de instrumentação sísmica da embarcação M/V Oceanic Champion. ....10

Figura II.2.3-3: Fotografias indicando os dois pontos de lançamento do cabo MAP na embarcação Oceanic Champion. Os ícones em amarelo indicam o posicionamento do ponto de lançamento de boreste e os ícones em vermelho indicam o ponto de lançamento de bombordo, ambos no *gun deck*. ....12

Figura II.2.3-4: Composição do novo lançamento do cabo MAP a partir do *streamer deck*, evidenciando a quantidade de *chinese fingers* e a distância entre eles. ....13

Figura II.2.3-5: Espectrograma gerado durante o monitoramento acústico passivo no navio Oceanic Champion. Os retângulos vermelhos destacam os pulsos sonoros emitidos pelo equipamento *Nautilus*, o retângulo roxo destaca o ruído ambiente gerado pelo navio e os círculos amarelos indicam os ruídos produzidos pela ecossonda EA 600. O eixo horizontal representa o tempo e o eixo vertical, a frequência. ....15

Figura II.2.3-6: Espectrograma gerado durante o monitoramento acústico passivo no navio Oceanic Champion. Setas amarelas destacam os pulsos sonoros gerados pela cavitação do hélice. O eixo horizontal representa o tempo e o eixo vertical, a frequência. ....16

Figura II.2.3-7: Gráfico mostrando a diminuição abrupta do ruído ambiente em frequências superiores à 10kHz. A análise foi feita através do módulo *Noise monitor*, no programa Panguard, a partir de um áudio de 10 minutos registrado durante o monitoramento acústico passivo no navio Oceanic Champion, enquanto as fontes sonoras encontravam-se desligadas. O eixo X representa a frequência do sinal e o eixo Y, a amplitude recebida. ....17

Figura II.2.3-8: Porcentagem do tempo de monitoramento acústico passivo em que as fontes sonoras estiveram desligadas em comparação com a porcentagem do tempo em que as fontes sonoras estiveram ligadas. A barra secundária à direita apresenta a porcentagem do tempo em que as fontes sonoras permaneceram ligadas em testes, em aumento gradual,

plena potência e em mitigação. A legenda também apresenta o número de horas em que as fontes permaneceram nos diferentes <i>status</i> . .....	22
Figura II.2.3-9: Porcentagem de detecções referentes aos grupos de cetáceos registrados durante as três etapas do monitoramento acústico do Projeto Espírito Santo e Campos Fase IV. A legenda também apresenta o número de detecções ocorridas em cada grupo. ....	22
Figura II.2.3-10: Variação da profundidade nos 416 registros acústicos realizados no decorrer do monitoramento acústico. ....	24
Figura II.2.3-11: Comparação entre a porcentagem do tempo de monitoramento acústico e a porcentagem de registros acústicos em cada categoria de <i>status</i> das fontes sonoras. ....	25
Figura II.2.3-12: Comparação entre a porcentagem das detecções acústicas que não necessitaram de medidas mitigadoras e das que causaram alteração no cronograma da pesquisa sísmica. A barra secundária à direita apresenta as porcentagens das detecções que exigiram o atraso da varredura e o desligamento das fontes sonoras. ....	26
Figura II.2.3-13: Porcentagem das detecções acústicas que ocorreram nas áreas de segurança e de sobreaviso nos diferentes <i>status</i> das fontes sonoras. ....	27
Figura II.2.3-14: Comparação entre o tempo total de atividade sísmica e o tempo total de interrupção das fontes sonoras devido às medidas de mitigação unicamente pelo MAP e às unicamente pelo MAP mais as concomitantes entre MAP e visual. ....	28
Figura II.2.3-15: Comparação dos números de registros acústicos, dos dias em que houve registro acústico e dos dias de monitoramento em cada etapa do projeto Espírito Santo e Campos Fase IV. ....	29
Figura II.2.3-16: Distribuição das frequências de registros acústicos ao longo das etapas de monitoramento. ....	30
Figura II.2.3-17: Porcentagem de registros acústicos que conteve cada tipo de vocalização. ....	31
Figura II.2.3-18: Porcentagem de detecções ocorridas nos diferentes períodos do dia, sendo: amanhecer, entre 03h 01min e 09h; dia, entre 09h01min e 15h; entardecer, entre 15h01min e 21h; e noite, entre 21h01min e 03h. ....	32
Figura II.2.3-19: Frequência de ocorrência de detecções curtas, médias e longas de maneira geral e nos diferentes períodos do dia. ....	33
Figura II.2.3-20: Gráfico de dispersão correlacionando a duração das detecções acústicas à hora do dia em que elas ocorreram. O retângulo vermelho destaca as detecções longas (duração superior a 30min). ....	34

Figura II.2.3-21: Porcentagem de registros acústicos com duração superior a 30min que ocorreram em cada período do dia. ....34

## II.2.3 Monitoramento Acústico

O presente relatório apresenta os resultados obtidos com a implementação do projeto de monitoramento acústico passivo desenvolvido de acordo com o Guia de Monitoramento da Biotá Marinha em Atividades de Aquisição de Dados Sísmicos (IBAMA, 2005), bem como com os pareceres técnicos emitidos no âmbito do licenciamento ambiental da atividade de Aquisição de Dados Sísmicos 3D, Não-Exclusivos, nas Bacias do Espírito Santo e Campos, Projeto Espírito Santo e Campos Fase IV. O projeto foi conduzido em três etapas, contemplando no total o período entre julho de 2017 e julho de 2018 com a embarcação sísmica M/V Oceanic Champion, sendo que as aquisições efetivas de dados sísmicos ocorreram entre 30 de julho e 04 de outubro de 2017 (etapa 1), 06 de dezembro de 2017 e 02 de fevereiro de 2018 (etapa 2) e 08 de junho e 28 de julho de 2018 (etapa 3).

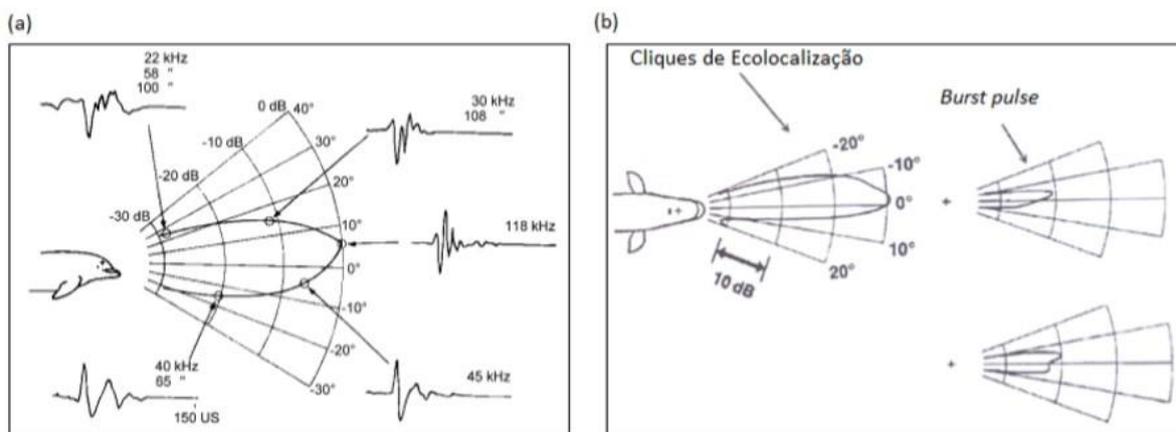
### II.2.3.1 Introdução

Enquanto no meio terrestre a luz percorre grandes distâncias e beneficia a especialização da visão como principal sentido, no ambiente aquático a luz é absorvida rapidamente e deixa a maior parcela dos oceanos imersa em escuridão total. Como no ambiente marinho o som pode percorrer até milhares de quilômetros com velocidades relativamente altas e sem grandes perdas de energia, o sistema auditivo dos animais que habitam esse meio ganhou importância crucial ao longo do processo evolutivo.

Nos cetáceos (ordem Cetartiodactyla), o sistema auditivo é extremamente desenvolvido e o som é um componente vital de suas atividades de comunicação, navegação e alimentação. Nas baleias verdadeiras (subordem Mysticeti), a produção e captação de sinais acústicos ainda não é completamente entendida, porém sabe-se que este grupo produz uma grande variedade de tipos de sons que têm papel essencial nas relações intraespecíficas. De maneira geral, o repertório vocal dos misticetos compreende sons tonais de baixa frequência, geralmente conhecidos como canções e chamadas. Os odontocetos (subordem Odontoceti), por outro lado, foram amplamente estudados em cativeiro e sabe-se que este grupo desenvolveu um sentido extraordinário conhecido como ecolocalização, por meio do qual os animais utilizam os ecos dos sons que emitiram para fazerem uma análise tridimensional do

ambiente em que se encontram. Os sons produzidos pelos odontocetos são classificados como assovios, que são sons tonais de frequência modulada, e como cliques de ecolocalização e pulsos-explosão (*burst pulses*, em inglês), que são sons pulsados direcionais que podem atingir frequências de mais de 200kHz.

Os sinais tonais emitidos pelas grandes baleias são caracterizados pela alta amplitude e baixa frequência, com registros acústicos normalmente abaixo de 1.000Hz, mas que, no entanto, podem alcançar até 24.000Hz no caso dos cantos da baleia-jubarte (*Megaptera novaeangliae*). Enquanto os sinais de baixa frequência podem viajar por muitos quilômetros nos oceanos, a alta frequência e a direcionalidade dos sons pulsados emitidos pelos odontocetos fazem com que tais sons não se propaguem por longas distâncias, especialmente os sinais do tipo *burst pulse*, os quais, além de mais direcionais, também são emitidos com uma menor pressão do que os estalidos. Essa direcionalidade na emissão de feixes significa que o sinal possui energia apontada para uma única direção, sendo que a amplitude (dB) e a frequência (kHz) deste sinal diminuem abruptamente se captadas fora dessa direção (Figura II.2.3-1).



**Figura II.2.3-1: (a) Representação gráfica do padrão de direcionalidade dos sinais pulsados emitidos por odontocetos; (b) Diferenças no padrão de direcionalidade e nível de pressão entre os estalidos de ecolocalização e os sinais impulsivos do tipo *burst pulse* que são emitidos por odontocetos. Fonte: W.L. Au, M. C. Hastings / Principles of Marine Bioacoustics, pag 428.**

Atualmente, o aumento da poluição sonora marinha de origem antropogênica vem sendo amplamente discutido, pois pode ameaçar a sobrevivência de diversas espécies, sobretudo

dos cetáceos, os quais dependem do som para diferentes propósitos em suas vidas. Ruídos excessivos no ambiente marinho podem gerar desorientação, danos fisiológicos, mudanças comportamentais e até quebra de padrões sociais em mamíferos marinhos (ver Weilgart, 2013). Dentre as diferentes fontes de perturbação sonora no mar, a atividade sísmica é uma das mais relevantes, pois gera ruídos artificiais intensos em áreas amplas (Gordon *et al.*, 2004). Nesse sentido, medidas mitigadoras vêm sendo implementadas globalmente com o objetivo de minimizar os possíveis impactos ambientais provenientes da atividade de prospecção sísmica na biota marinha. No Brasil, o Monitoramento Acústico Passivo (MAP) é utilizado como ferramenta complementar à observação visual de mamíferos marinhos e é realizado durante toda a aquisição de dados sísmicos, nos períodos diurno e noturno.

### II.2.3.2 Métodos

Antes do início da aquisição dos dados sísmicos toda a tripulação passou por um treinamento sobre as medidas mitigadoras e preventivas a serem utilizadas durante o projeto, o qual foi realizado durante as palestras do Projeto de Educação Ambiental para Trabalhadores (PEAT). O esclarecimento de dúvidas foi feito em reuniões com os chefes da equipe sísmica e, com base nas dúvidas apresentadas, nas informações do Guia de Monitoramento da Biota Marinha em Atividades de Aquisição de Dados Sísmicos (IBAMA, 2005) e nos pareceres técnicos relacionados à LPS emitida pelo IBAMA (114/2017), foi desenvolvido um documento com os procedimentos a serem seguidos durante a operação, havendo sido realizados encontros específicos para tratar exclusivamente do PMBM e PMAP.

De forma a facilitar e tornar mais eficiente a comunicação entre os operadores MAP e os observadores sísmicos (membros da equipe sísmica responsáveis pelo desligamento das fontes), a estação MAP foi montada dentro da sala de instrumentação (*Instrument Room*, em inglês) (Figura II.2.3-2). Ao iniciar o projeto, todos os integrantes da equipe MAP assinaram a folha de Rosto (

#### Anexo II.2.3-1 – Folha de Rosto – PMAP).



**Figura II.2.3-2: Estação de processamento MAP localizada na sala de instrumentação sísmica da embarcação M/V Oceanic Champion.**

### II.2.3.2.1 Unidade MAP

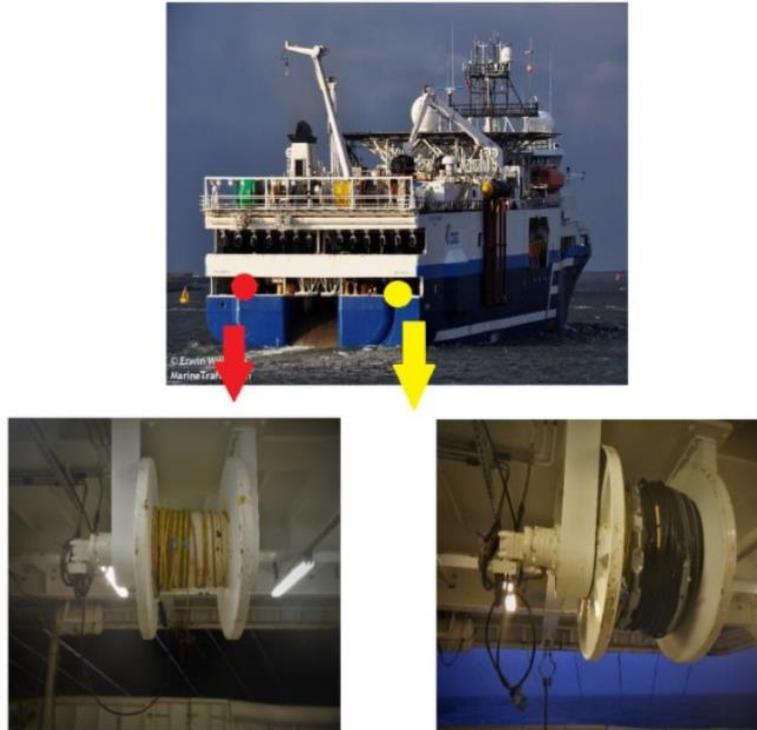
A unidade MAP utilizada durante o Projeto Espírito Santos e Campos Fase IV foi composta por um arranjo contendo quatro hidrofones (cabo MAP) arrastados pela popa da embarcação de pesquisa sísmica através de um cabo de reboque, o qual conectava-se a duas placas de digitalização de áudio por meio de um cabo de convés. O espaçamento entre os hidrofones foi de três metros entre o primeiro e o segundo; 97 metros entre o segundo e o terceiro; e três metros entre o terceiro e o quarto.

O arranjo de hidrofones utilizado foi constituído por quatro elementos banda larga (Marca Seiche, modelo superbroadband S577), todos com resposta de frequência entre 75 Hz e 200 kHz e sensibilidade de -176dB re 1V/ $\mu$ Pa. Os valores de resposta de frequência e sensibilidade são apenas referência, uma vez que a resposta de frequência e a sensibilidade dos hidrofones não foram calibradas recentemente. A calibração dos hidrofones não é um procedimento rotineiro em hidrofones utilizados para o monitoramento de cetáceos durante operações sísmicas. A consequência de não utilizar hidrofones calibrados é que o equipamento não está apto para mensurar a amplitude dos sons de forma precisa, ou seja, não se pode dizer exatamente qual o nível de ruído nas diferentes frequências ou então mensurar a amplitude dos sinais recebidos dos cetáceos. Desta forma, o monitoramento é feito a partir da relação sinal/ruído, sendo este dado suficiente para a estimativa de distância das fontes sonoras até os animais e também para a mitigação dos impactos da atividade sísmica.

A digitalização do som analógico foi feita por meio de duas placas de digitalização de áudio: modelo Fireface 800 (marca RME, [www.rme-audio.de/en/products/fireface\\_800.php](http://www.rme-audio.de/en/products/fireface_800.php)) e National Instruments (NI, <http://www.ni.com/en-no.html>). A placa modelo Fireface 800 foi utilizada para captar 04 canais a uma taxa de amostragem de 96 kHz. O ganho utilizado nas entradas de linha no painel traseiro do equipamento era equivalente a 4dBu. Com relação a interface NI, o modelo utilizado foi o NI USB-6251, adquirindo dados de 2 canais com uma taxa de amostragem de 350 kHz. Em algumas situações, a taxa de amostragem da placa NI foi alterada para a realização de testes e, nestes casos, o valor utilizado foi indicado no registro de detecção acústica.

#### II.2.3.2.2 Condições de lançamento do cabo MAP

Para otimizar o período de monitoramento e evitar intervalos ocasionados por questões logísticas (e.g. emaranhamento com o equipamento da sísmica durante o recolhimento dos canhões para manutenção), foram instalados dois pontos de lançamento para o cabo MAP: um a bombordo e outro a boreste do navio sísmico (Figura II.2.3-3). Dessa forma, havia dois conjuntos de cabo de reboque conectados ao arranjo de hidrofones (cabo MAP), um em cada bordo da embarcação, sendo que estes já ficavam enrolados no guincho hidráulico, prontos para utilização. O cabo MAP de boreste foi instalado no guincho de boreste e o cabo MAP de bombordo foi instalado no guincho de bombordo, ambos localizados no *gun deck* da embarcação. Também foram necessários dois cabos de convés para levar o som analógico desde os guinchos, onde estavam instalados os cabos MAP, até a unidade de digitalização e processamento, localizada na sala de instrumentação, onde o monitoramento era realizado.



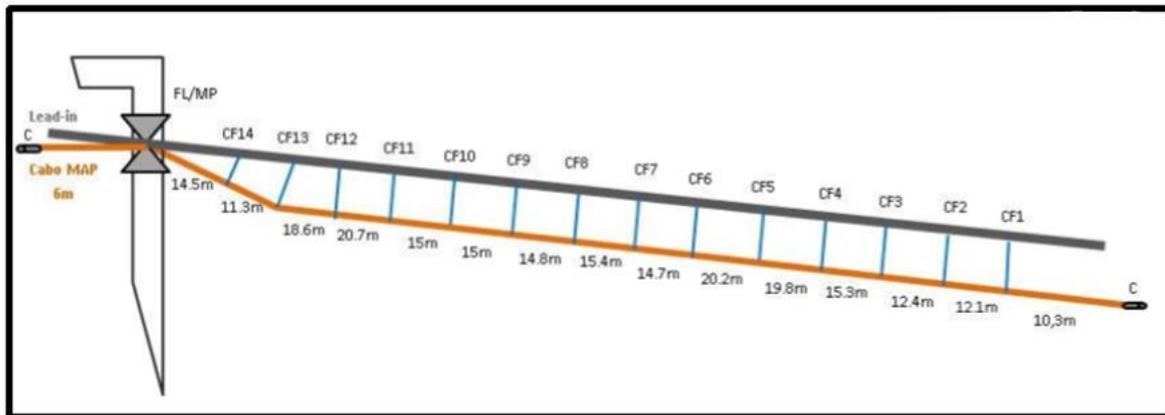
**Figura II.2.3-3: Fotografias indicando os dois pontos de lançamento do cabo MAP na embarcação Oceanic Champion. Os ícones em amarelo indicam o posicionamento do ponto de lançamento de boreste e os ícones em vermelho indicam o ponto de lançamento de bombordo, ambos no *gun deck*.**

Sempre que uma operação de manutenção das fontes sonoras do mesmo bordo onde o cabo MAP estava lançado foi necessária, foi solicitado que os operadores MAP trocassem o cabo de bordo. Para isso, primeiramente o cabo MAP de bordo oposto era lançado na água e, então, após finalizada a faina, o operador que estivesse monitorando substituíam a conexão do cabo de convés em uso pela conexão do cabo a ser utilizado e conferia o funcionamento do equipamento. Após certificar-se de que o cabo MAP lançado apresentava condições de monitoramento, o operador comunicava através do rádio àqueles que estavam realizando o trabalho de convés para que recolhessem o cabo MAP que sairia de uso. Nestas situações, o horário da troca de cabo foi anotado e a configuração do programa utilizado foi alterada de acordo (

**Anexo II.2.3-2 – Configuração Pamguard).**

Nas duas primeiras etapas do projeto o lançamento do cabo MAP foi realizado a partir do *gun deck*; porém, devido a problemas de ruídos ocasionados pelo choque do cabo de reboque

com o cabo sísmico, para a terceira etapa do projeto a equipe sísmica optou por fazer o lançamento do cabo MAP a partir do *streamer deck*, mantendo a mesma metodologia de lançamento do cabo com anel deslizante (*sliding collars*, em inglês), porém implementando ajustes no posicionamento e na quantidade de anéis deslizantes (Figura II.2.3-4).



**Figura II.2.3-4: Composição do novo lançamento do cabo MAP a partir do *streamer deck*, evidenciando a quantidade de *chinese fingers* e a distância entre eles.**

Durante o projeto, a distância do primeiro hidrofone até a popa da embarcação foi em média de aproximadamente 235 m e do último hidrofone, de 335 m. A profundidade média do cabo de hidrofones foi de cerca de 25 m e a calibração do sensor de profundidade do arranjo foi feita antes do primeiro lançamento para todos os cabos MAP utilizados.

### II.2.3.2.3 Processo de detecção e localização

A decisão acerca da distância dos animais em vocalização até as fontes sonoras foi feita de duas maneiras: pelos detectores automáticos ou pela estimativa através do tipo e intensidade do sinal. Na decisão a partir dos detectores automáticos o processo foi baseado na diferença de chegada do sinal nos diferentes hidrofones. Ou seja, se o mesmo sinal fosse captado pelos dois pares de hidrofones, os detectores automáticos eram capazes de estimar a localização em duas dimensões até a fonte sonora por meio do cruzamento dos diferentes ângulos de direção gerados pelos diferentes tempos de chegada. No entanto, nos casos onde os sinais foram captados por apenas um par de hidrofones, a localização do animal foi feita através da

sobreposição das linhas de ângulos para diferentes vocalizações (método *Target Motion Analysis* – TMA).

Apesar do método TMA funcionar bastante bem para estimativa de distância de animais não muito rápidos, como as grandes baleias e o cachalote, uma das premissas para sua aplicação é que o navio esteja se deslocando em uma velocidade aproximadamente três vezes mais rápida que a velocidade de navegação dos animais em vocalização; porém, isso dificilmente ocorre com pequenos e médios odontocetos (e.g. golfinhos). Assim sendo, nestas detecções, um conhecimento mais profundo em bioacústica foi necessário e os operadores estimaram se os animais estavam dentro das áreas de exclusão a partir da análise de um conjunto de variáveis.

Para assovios, foi utilizada uma mescla entre detector automático e frequência e intensidade do sinal, sempre considerando a medida da precaução. Desta forma, mesmo que o detector não acusasse a presença do animal nas áreas de exclusão, o operador MAP poderia decidir, com base na frequência e intensidade, ou mesmo na presença de harmônicos, se solicitava ou não o desligamento das fontes sonoras ou atraso do início das atividades.

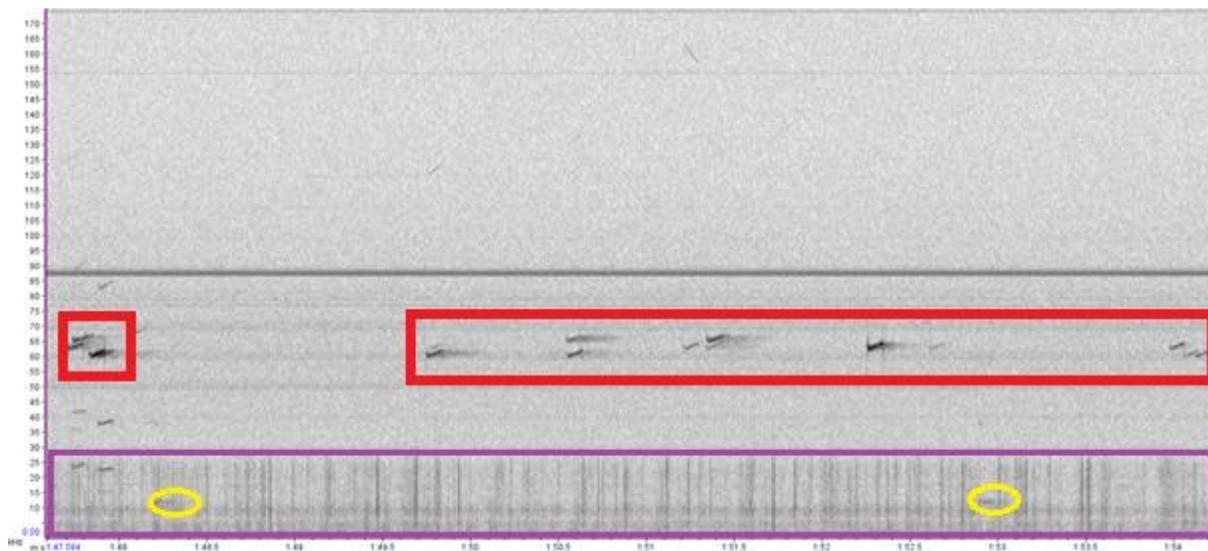
Outra ferramenta utilizada para estimar o posicionamento do animal foi a diferença na intensidade dos sinais entre os canais. Para estalidos, foi considerado o tipo de sinal (ecolocalização ou *burst pulse*), a frequência, a intensidade e a “quantidade” de sinal captado, além da diferença na intensidade dos sinais entre os canais. De acordo com a bibliografia, a distância máxima de detecção para estalidos é de 1700 m, aproximadamente, sendo a distância de detecção efetiva menor que 500 m. Portanto, a menos que a relação sinal/ruído fosse baixa, a presença de estalidos de alta frequência indicava a presença de animais na área de segurança.

#### II.2.3.2.4 Avaliação do mascaramento pelo ruído do navio

A probabilidade de detecção acústica da maioria dos mamíferos marinhos, especialmente nas bandas de frequência mais baixas, é limitada pelo ruído de fundo, o qual é a somatória do ruído ambiente, do ruído inerente aos equipamentos de medição/digitalização e, no presente caso, do ruído gerado pelo navio, pelos equipamentos sísmicos e também pelo próprio fluxo de água gerado pelo arrasto dos hidrofones. Sendo assim, é sempre importante avaliar quais

ruídos de fundo podem interferir no monitoramento MAP e, conseqüentemente, implicar em mascaramento dos sinais acústicos nas diferentes bandas de frequência.

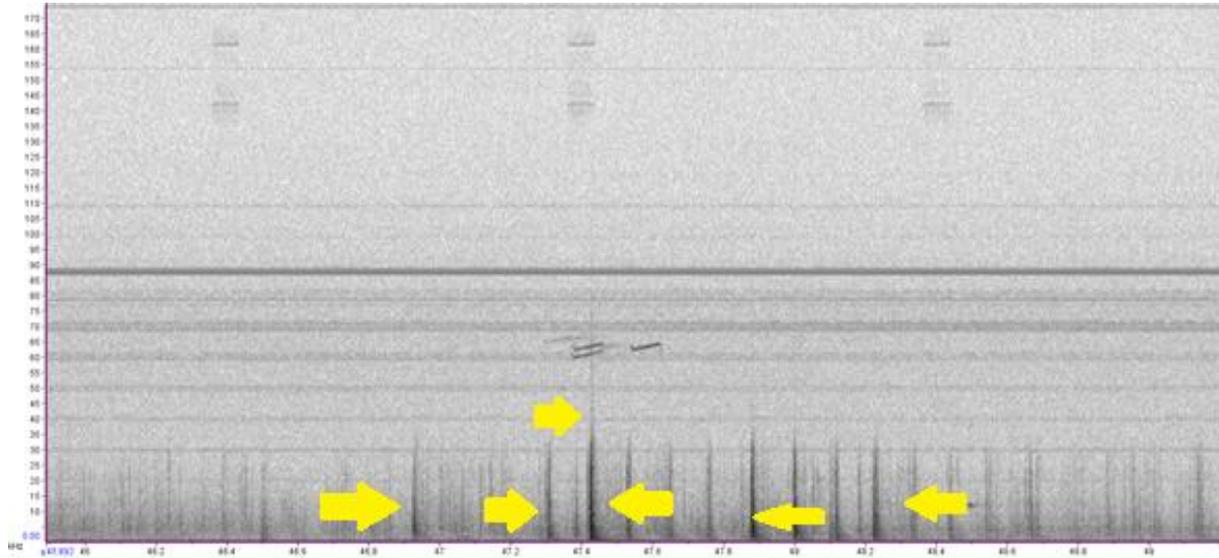
Durante o projeto, foram utilizadas duas ecossondas (modelos: EA 600 e FE 700) como parte dos equipamentos de navegação. A ecossonda modelo EA 600 (marca Kongsberg) foi utilizada regularmente pela sala de instrumentação sísmica e emitiu pulsos na frequência de 12 kHz. O sonar modelo FE-700 (marca Furuno) foi utilizado pela ponte de navegação, porém, devido ao direcionamento e baixa potência de emissão do sinal, raras vezes foi detectado pelo sistema MAP. Além disso, para controlar o posicionamento, a profundidade e a direção dos cabos sísmicos na água foi utilizado um equipamento acústico modelo Nautilus, da marca Sercel, o qual emitia sinais na banda de frequência entre 60 kHz e 70 kHz (Figura II.2.3-5). Embora o uso desses equipamentos não causasse mascaramento dos sinais, a ecossonda frequentemente acionava o detector automático de assovios e, portanto, foi necessário aplicar um filtro corta banda na frequência de 12 kHz para reduzir essa interferência.



**Figura II.2.3-5: Espectrograma gerado durante o monitoramento acústico passivo no navio Oceanic Champion. Os retângulos vermelhos destacam os pulsos sonoros emitidos pelo equipamento *Nautilus*, o retângulo roxo destaca o ruído ambiente gerado pelo navio e os círculos amarelos indicam os ruídos produzidos pela ecossonda EA 600. O eixo horizontal representa o tempo e o eixo vertical, a frequência.**

Com relação ao possível mascaramento dos sinais acústicos emitidos pelos cetáceos, a fonte de ruído mais relevante foi proveniente do motor e da cavitação do hélice do navio, sendo

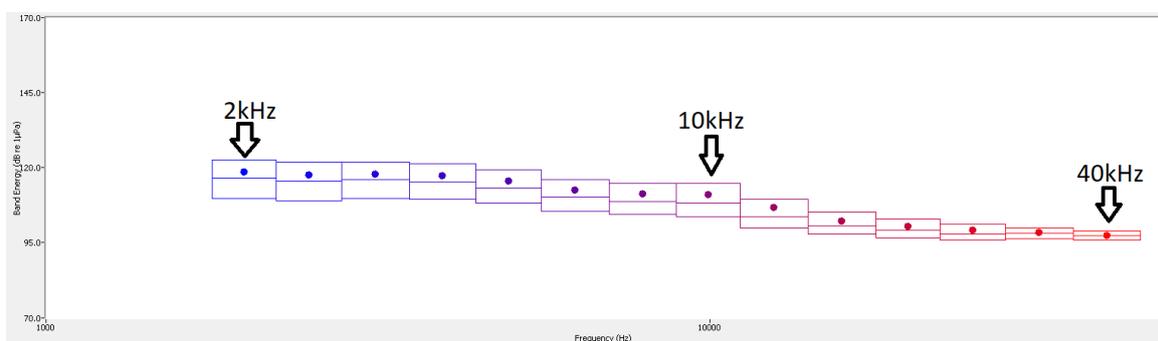
que estes ruídos se intensificavam em condições de navegação contra a corrente marítima (Figura II.2.3-6). Desta forma, visando diminuir o mascaramento gerado pelo ruído do navio, o cabo MAP foi lançado a uma distância de aproximadamente 335 m da popa do navio e a uma profundidade de cerca de 29 m, considerando o último par de hidrofones.



**Figura II.2.3-6: Espectrograma gerado durante o monitoramento acústico passivo no navio Oceanic Champion. Setas amarelas destacam os pulsos sonoros gerados pela cavitação do hélice. O eixo horizontal representa o tempo e o eixo vertical, a frequência.**

Em relação ao ruído gerado por fontes naturais, o vento e a chuva são os principais fatores de mascaramento a serem avaliados e podem atingir uma frequência máxima de 10 kHz (curva de Wenz). No entanto, para mensurar precisamente o nível de ruído ambiente, é necessário que o sistema seja calibrado de ponta a ponta. Ou seja, não somente a sensibilidade dos hidrofones deve ser calibrada nas diferentes bandas de frequência, como também deve-se mensurar qual a amplitude que se perde pelos cabos de reboque e de convés e qual a influência das placas de aquisição de áudio na amplitude do sinal recebido. Contudo, esse é um procedimento dispendioso e de logística complicada, sendo normalmente aplicado em projetos de pesquisa com interesse em se estudar o nível da fonte com que os animais emitem as diferentes vocalizações. Em atividades de pesquisa sísmica esse procedimento raramente é realizado, pois, para efeito de mitigação, apenas a relação sinal/ruído é suficiente, conforme descrito anteriormente.

Apesar de não ser possível mensurar a amplitude absoluta dos sons recebidos, é possível comparar o ruído nas diferentes faixas de frequência com o uso do módulo *Noise Monitor* no programa Pamguard, através do qual pode-se observar que os níveis de ruído mais elevados estão relacionados às frequências inferiores a 10 kHz (Figura II.2.3-7). Essa análise também é feita de forma intuitiva pelo operador MAP enquanto ele monitora o espectrograma. Em tempo real, essa análise auxilia o operador no balizamento de suas decisões acerca da distância dos animais, permitindo-lhe supor que os sons abaixo dessa frequência são mais difíceis de serem reconhecidos e, portanto, requerem uma maior atenção.



**Figura II.2.3-7: Gráfico mostrando a diminuição abrupta do ruído ambiente em frequências superiores à 10kHz. A análise foi feita através do módulo *Noise monitor*, no programa Pamguard, a partir de um áudio de 10 minutos registrado durante o monitoramento acústico passivo no navio Oceanic Champion, enquanto as fontes sonoras encontravam-se desligadas. O eixo X representa a frequência do sinal e o eixo Y, a amplitude recebida.**

### II.2.3.2.5 Análises exploratórias

Além das análises básicas realizadas com o objetivo de avaliar a eficiência do PMAP, isto é, a porcentagem do tempo de monitoramento durante o projeto e a relação desta com os diferentes *status* das fontes, buscou-se realizar algumas análises exploratórias para investigar quais foram os principais fatores que influenciaram a frequência de ocorrência de detecções acústicas durante o desenvolvimento do projeto. Para isso, foram explorados os seguintes dados:

- *Status* das fontes sonoras;
- Distância dos animais em vocalização em relação às fontes;

- Grupo taxonômico;
- Profundidade;
- Etapa do projeto;
- Período do dia: amanhecer (entre 03h01min e 09h); dia (entre 09h01min e 15h); entardecer (entre 15h01min e 21h); e noite (entre 21h01min e 03h).

A fim de investigar o comportamento dos cetáceos registrados e sua relação de tolerância com a embarcação de pesquisa sísmica, também foram feitas análises relacionando os fatores citados acima com:

- a duração das detecções acústicas: curtas ( $t < 15$  minutos), médias ( $15 \leq t < 30$  minutos) e longas ( $t \geq 30$  minutos);
- o tipo de sinal registrado levando-se em consideração as categorias de sons tonais ou pulsados.

As detecções em conjunto com avistagens foram utilizadas para comparar as distâncias estimadas pelos operadores MAP e pelos observadores de biota e tais comparações estão apresentadas no subitem II.2.3.3.1.

### II.2.3.3 Resultados

Ao final das três etapas do projeto, foram contabilizados 178 dias efetivos de atividade sísmica, considerando desde o dia em que as fontes sonoras foram iniciadas pela primeira vez, em 30 de julho de 2017, até o dia em que as mesmas foram acionadas pela última vez, em 28 de julho de 2018, sem contar com os períodos de interrupção entre as etapas. A Tabela II.2.3-1 apresenta um resumo das atividades sísmicas em cada etapa de desenvolvimento do projeto.

**Tabela II.2.3-1: Resumo das atividades sísmicas e do monitoramento acústico passivo em cada etapa do projeto.**

Indicadores	Etapa do projeto			Total
	1	2	3	
Período da etapa	30/07/2017 - 04/10/2017	06/12/2017 - 02/02/2018	08/06/2018 - 26/07/2018	Total
Dias de atividade	67	60	51	178

<b>Dias de monitoramento</b>	67	61	51	179
<b>Horas de atividade</b>	1236:02	1097:02	783:22	3116:26
<b>Horas de monitoramento</b>	1535:03	1401:33	1172:16	4108:52
<b>Interrupção do MAP (hh:mm)</b>	52:13	48:30	72:06	172:49
<b>Número de registros acústicos</b>	247	69	100	416

No total, as fontes sonoras ficaram ativas por 3116 horas e 26 minutos, durante as quais ocorreu o monitoramento acústico em cerca de 98% do tempo (3049 horas e 54 minutos) (Tabela II.2.3-2). O tempo de interrupção do monitoramento acústico se deu devido aos períodos em que o monitoramento foi suspenso em virtude de questões técnicas ou operacionais, sendo o tempo total de interrupção causado cerca de 22% das vezes por motivos operacionais e 78% por motivos técnicos. Os motivos operacionais incluem os momentos em que a execução do monitoramento acústico foi interrompido em função da demanda por parte da equipe sísmica. Quanto aos motivos técnicos, foram considerados todos aqueles em que houve interrupção para manutenção, substituição e reparo do equipamento ou software utilizado no monitoramento acústico. Ainda com relação ao esforço do MAP, vale ressaltar que o tempo total de interrupção é a soma de eventos que ocorreram em diferentes dias durante a operação, os quais estão detalhados nas Planilhas de Funcionamento MAP, referentes às diferentes etapas do projeto (**Anexo II.2.3-3 – Planilhas de Funcionamento**).

**Tabela II.2.3-2: Resumo do funcionamento do PMAP implementado durante o projeto, contendo o tempo total de monitoramento e de interrupção do MAP, bem como os tempos de cada atividade nos diferentes *status* das fontes sonoras. Os dados são apresentados em horas e minutos.**

Indicadores	Fontes sonoras ligadas		Fontes sonoras desligadas	
	Monitoramento	Interrupção	Monitoramento	Interrupção
<b>Etapa 1</b>	1213:30	22:32	321:33	29:41
<b>Etapa 2</b>	1078:27	18:35	323:06	29:55
<b>Etapa 3</b>	757:57	25:25	414:19	46:41
<b>Total</b>	<b>3049:54</b>	<b>66:32</b>	<b>1058:58</b>	<b>106:17</b>

Cabe mencionar que as demandas operacionais ocasionam um elevado número de eventos em que os cabos precisam ser recolhidos para evitar emaranhamento com os equipamentos sísmicos e posteriormente são lançados novamente. Dessa forma, com o objetivo de minimizar potenciais danos aos cabos MAP e proporcionar um melhor acompanhamento de eventuais problemas e falhas apresentados, foi criado um plano de manutenção preventiva para os cabos de convés, de reboque e de hidrofones. A Tabela II.2.3-3 apresenta um resumo do número de cabos danificados no decorrer do período em que o projeto ocorreu, bem como suas respectivas condições.

**Tabela II.2.3-3: Resumo das condições dos cabos MAP danificados ao longo do projeto.**

Cabo MAP	Data do primeiro uso	Data de dano	Tipo de dano
<b>SM 6042</b>	Início de 2017	17/03/2017; 31/01/2018	Dano na parte externa do cabo porém sem perda de sinal; Perda de sinal nos canais 0 e 1
<b>SM 5302</b>	30/09/2017	09/01/2018	Evidências de mal funcionamento devido a alterações no espectrograma (provavel dano no cabo de reboque)
<b>SM 6125</b>	27/10/2017	29/01/2018	Cabo de reboque seriamente danificado
<b>SM 3443</b>	05/09/2017	24/07/2018	Perda de sinal nos canais 3 e 4
<b>SM 4635</b>	31/01/2018	08/02/2018	Perda de sinal em 3 canais, indícios de reparos anteriores

<b>SM 2998</b>	30/01/2018	10/02/2018	Falsos cliques e perda intermitente de sinal nos dois pares de hidrofone
<b>SM 6608</b>	15/02/2018	24/07/2018	Perda de sinal nos canais 3 e 4
<b>SM 6132</b>	16/07/2018	24/07/2018	Perda de sinal nos canais 3 e 4
<b>SM 4300</b>	16/07/2018	16/07/2018	Corte pequeno no cabo de reboque

Considerando o período total de monitoramento acústico passivo (4108 horas e 52 minutos, aproximadamente 171 dias), as fontes permaneceram desligadas em aproximadamente 26% do tempo e acionadas em 74% (Figura II.2.3-8). As planilhas de Esforço Diário de Detecção (EDDs) encontram-se apresentadas no Anexo II.2.3-4. As 3049 horas e 54 minutos em que as fontes estiveram acionadas, contemplou os períodos em que as mesmas estiveram em plena potência (66%), aumento gradual (4%), testes (1%) e mitigação (3%; procedimento o qual foi aplicável apenas na primeira etapa do projeto).

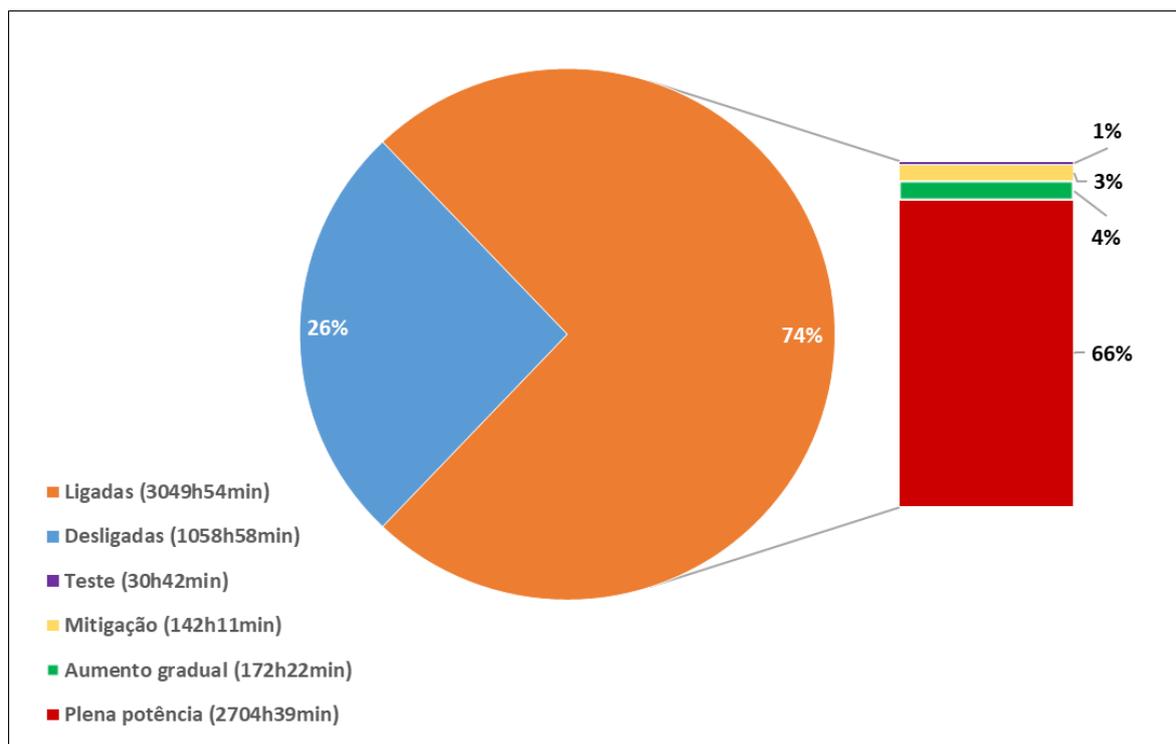


Figura II.2.3-8: Porcentagem do tempo de monitoramento acústico passivo em que as fontes sonoras estiveram desligadas em comparação com a porcentagem do tempo em que as fontes sonoras estiveram ligadas. A barra secundária à direita apresenta a porcentagem do tempo em que as fontes sonoras permaneceram ligadas em testes, em aumento gradual, plena potência e em mitigação. A legenda também apresenta o número de horas em que as fontes permaneceram nos diferentes *status*.

Durante as três etapas, foi realizado um total de 416 registros acústicos (**Anexo II.2.3-5 – Planilha Geral de Detecções, Anexo II.2.3-6 – Registros Acústicos e Cópias de Tela e Anexo II.2.3-7 – Planilhas de Detecções**), dos quais 70% foram de pequenos e médios odontocetos não identificados, 27% de baleias-jubarte (*Megaptera novaeangliae*), 2% de mysticetos não identificados, e 1% de cachalote (*Physeter macrocephalus*) (Figura II.2.3-9). Os dados das detecções foram utilizados para a confecção de um Mapa de Detecções (**Anexo II.2.3-8 – Mapa de Detecções**) e também para a inserção dos registros no SIMMAM (**Anexo II.2.3-9 – Comprovante de Inserção no SIMMAM**).

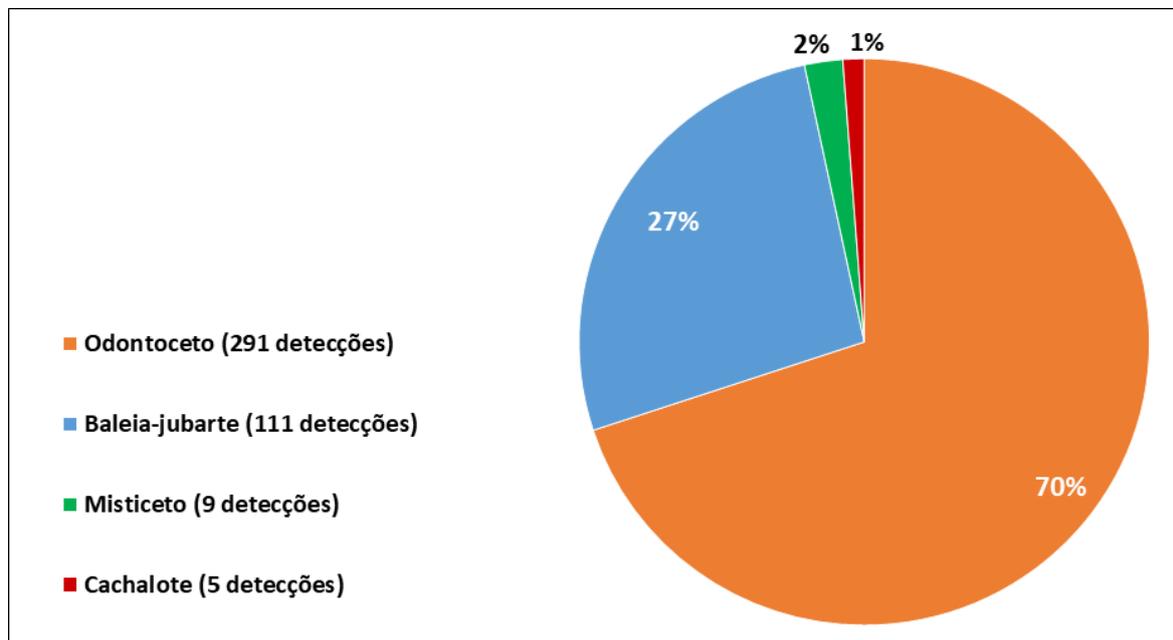


Figura II.2.3-9: Porcentagem de detecções referentes aos grupos de cetáceos registrados durante as três etapas do monitoramento acústico do Projeto Espírito Santo e Campos Fase IV. A legenda também apresenta o número de detecções ocorridas em cada grupo.

O monitoramento foi realizado em águas profundas que variaram de 1501 a 3920 metros de profundidade. Levando-se em consideração os 416 registros acústicos, a profundidade média foi de 2514 metros de profundidade, sendo que a MAP268 e a MAP243 foram as detecções registradas em águas mais rasas (1819 m) e em águas mais profundas (3441 m), respectivamente (Figura II.2.3-10).

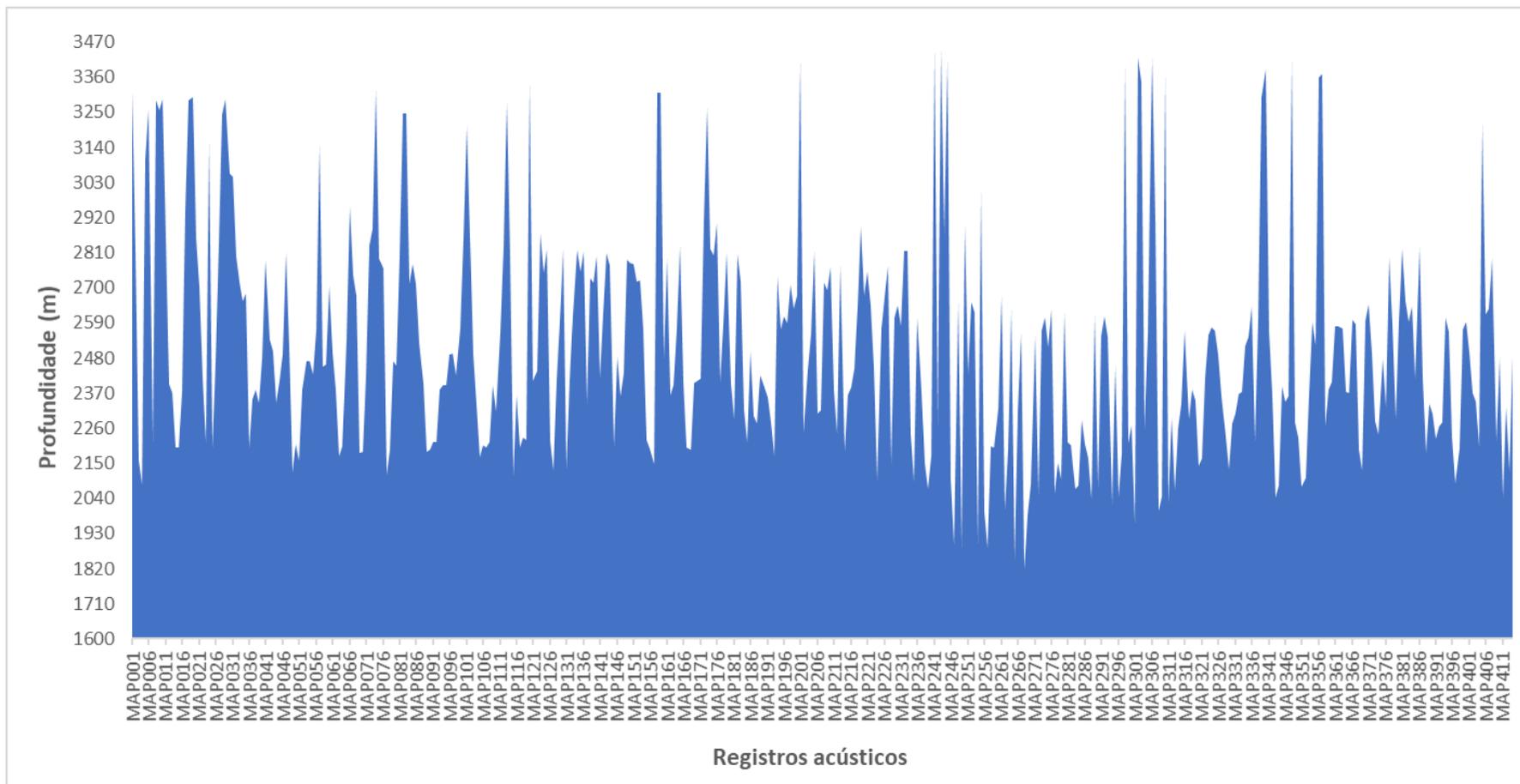
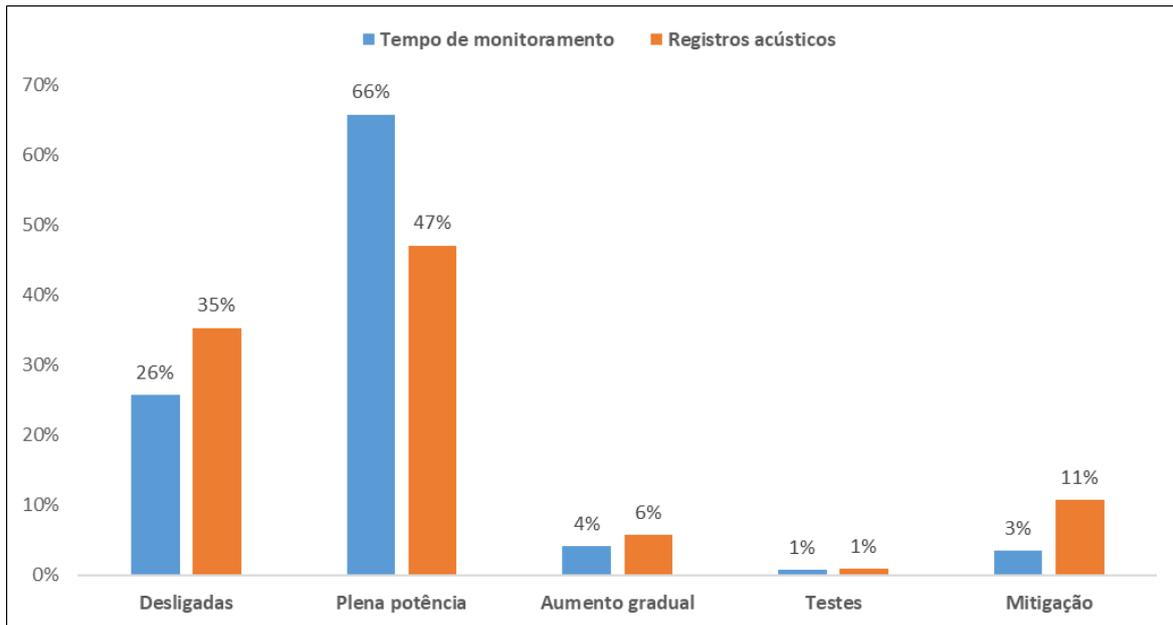


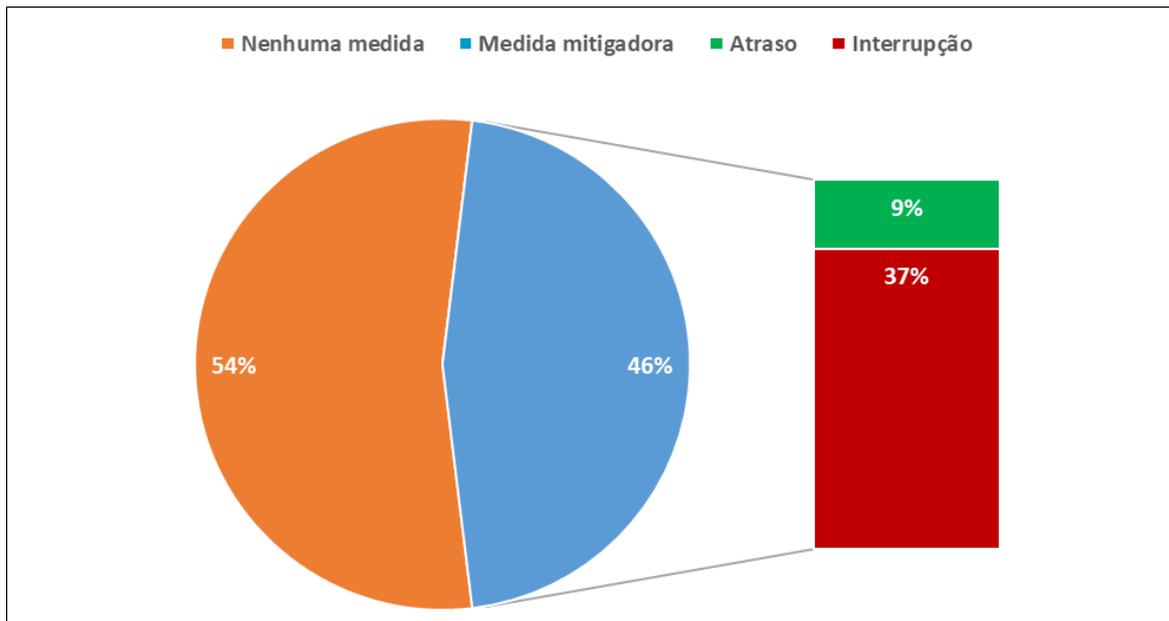
Figura II.2.3-10: Variação da profundidade nos 416 registros acústicos realizados no decorrer do monitoramento acústico.

Ao relacionar o tempo de monitoramento e o número de registros acústicos com os diferentes *status* das fontes sonoras, observa-se que as proporções de detecções foram relativamente maiores do que o tempo de monitoramento em cada categoria, exceto para a plena potência, onde o tempo de monitoramento foi cerca de 10% maior, e para os testes, onde as proporções foram idênticas (Figura II.2.3-11).



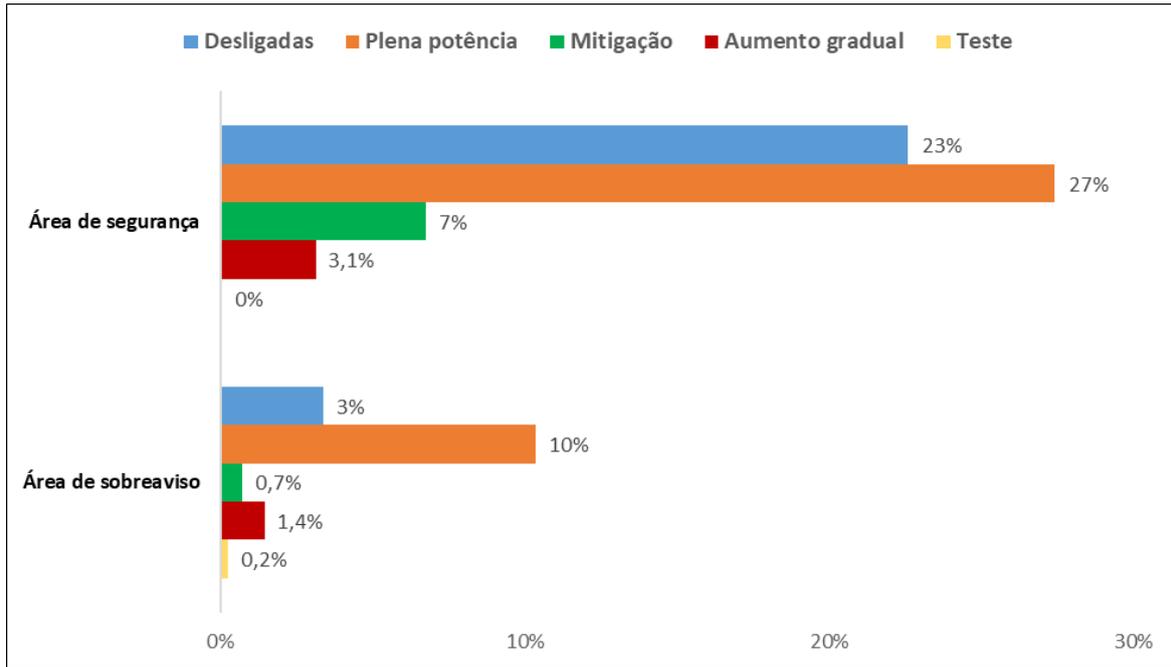
**Figura II.2.3-11: Comparação entre a porcentagem do tempo de monitoramento acústico e a porcentagem de registros acústicos em cada categoria de *status* das fontes sonoras.**

Em relação à aplicação das medidas mitigadoras pelo MAP, em 37% das detecções o MAP atuou na solicitação de interrupção das fontes sonoras e em 9% das detecções foi necessário atrasar o início dos disparos das fontes sonoras (Figura II.2.3-12). Considerando o período em que nenhuma medida foi necessária (54%), em 52% do tempo as fontes sonoras estavam ligadas (115 registros) e em 48%, desligadas (109 registros).



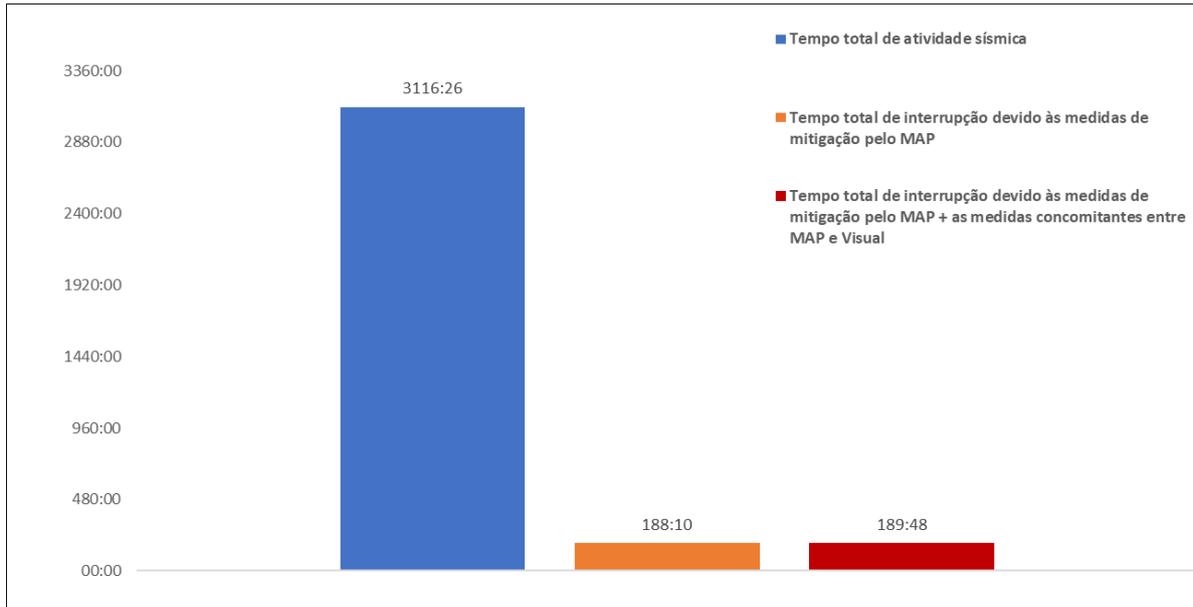
**Figura II.2.3-12: Comparação entre a porcentagem das detecções acústicas que não necessitaram de medidas mitigadoras e das que causaram alteração no cronograma da pesquisa sísmica. A barra secundária à direita apresenta as porcentagens das detecções que exigiram o atraso da varredura e o desligamento das fontes sonoras.**

Quanto à distância dos cetáceos até as fontes sonoras, aproximadamente 60% dos registros ocorreu a uma distância estimada de menos de 500 m das fontes sonoras (área de segurança), sendo que cerca de 23% destas ocorreram enquanto as fontes encontravam-se desligadas (Figura II.2.3-13). Dentre as 416 detecções, cem registros ocorreram a mais de 1000 m das fontes sonoras, ou seja, fora das áreas de mitigação.



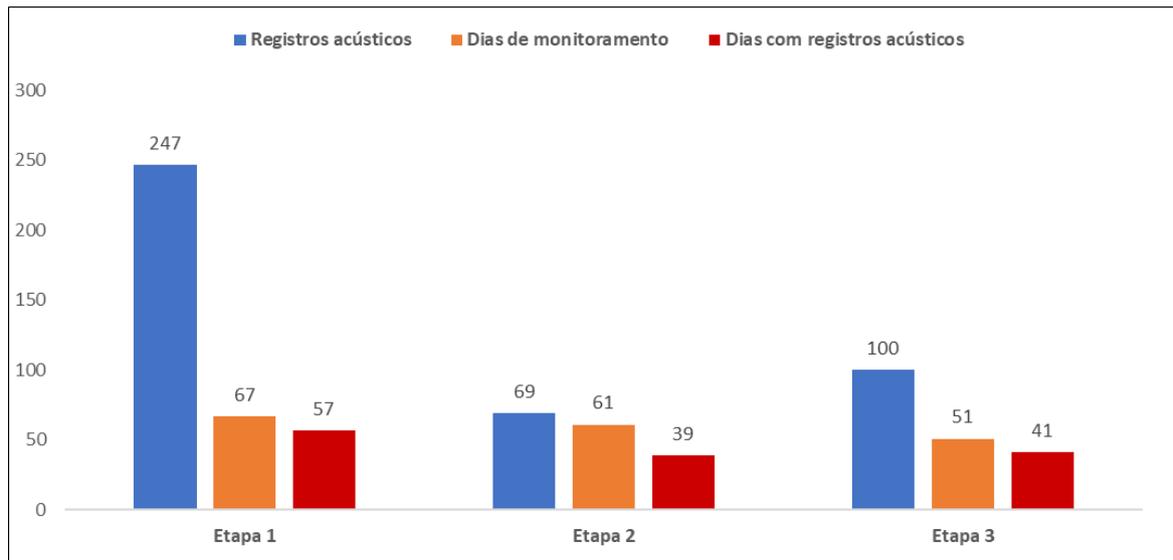
**Figura II.2.3-13: Porcentagem das detecções acústicas que ocorreram nas áreas de segurança e de sobreaviso nos diferentes *status* das fontes sonoras.**

No que se refere ao comparativo do tempo de interrupção ou atraso de início dos disparos das fontes sonoras devido à medidas mitigadoras com o tempo de atividade, se considerarmos apenas os momentos em que as fontes estiveram acionadas, o tempo em que as mesmas permaneceram silenciadas devido unicamente às detecções acústicas foi de cerca de 6%, e resultante de ações conjuntas entre avistagens e detecções acústicas foi de cerca de 0,1% (Figura II.2.3-14).



**Figura II.2.3-14: Comparação entre o tempo total de atividade sísmica e o tempo total de interrupção das fontes sonoras devido às medidas de mitigação unicamente pelo MAP e às unicamente pelo MAP mais as concomitantes entre MAP e visual.**

A Figura II.2.3-15 apresenta uma comparação do número de registros acústicos, de dias de monitoramento e de dias de monitoramento em que houve detecção em cada etapa do projeto. A etapa 1 foi marcada pelo maior número de detecções, com cerca de 4,33 registro/dia, seguida, respectivamente, pela etapa 3 (2,43 registro/dia) e etapa 2 (1,77 registro/dia).



**Figura II.2.3-15: Comparação dos números de registros acústicos, dos dias em que houve registro acústico e dos dias de monitoramento em cada etapa do projeto Espírito Santo e Campos Fase IV.**

Em relação à frequência de detecções por dia, o projeto foi marcado por diversos picos de detecções, especialmente na primeira etapa, prevalecendo os dias com mais de duas detecções e chegando a um máximo de 18 detecções/dia (13/08/2017) (Figura II.2.3-16).

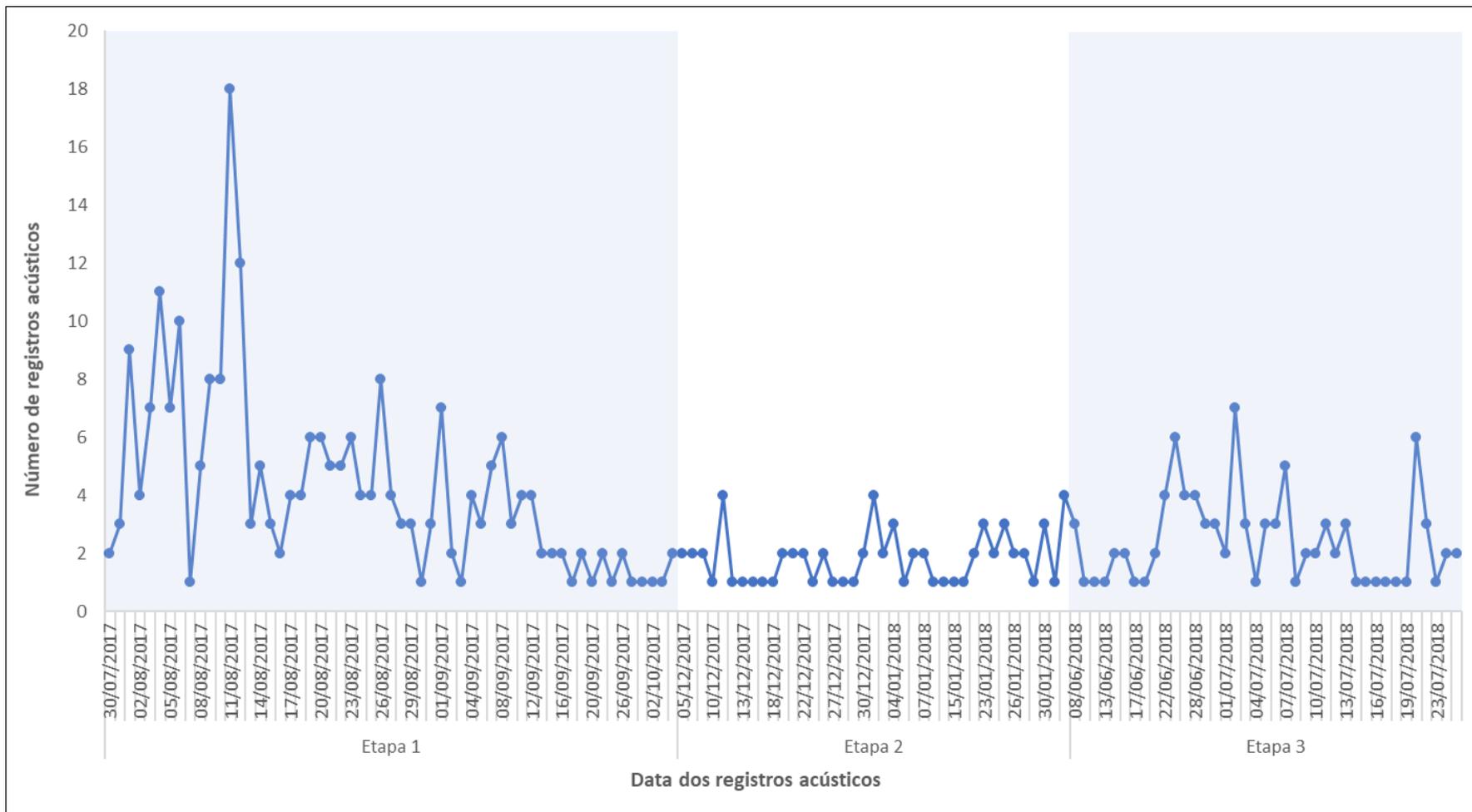
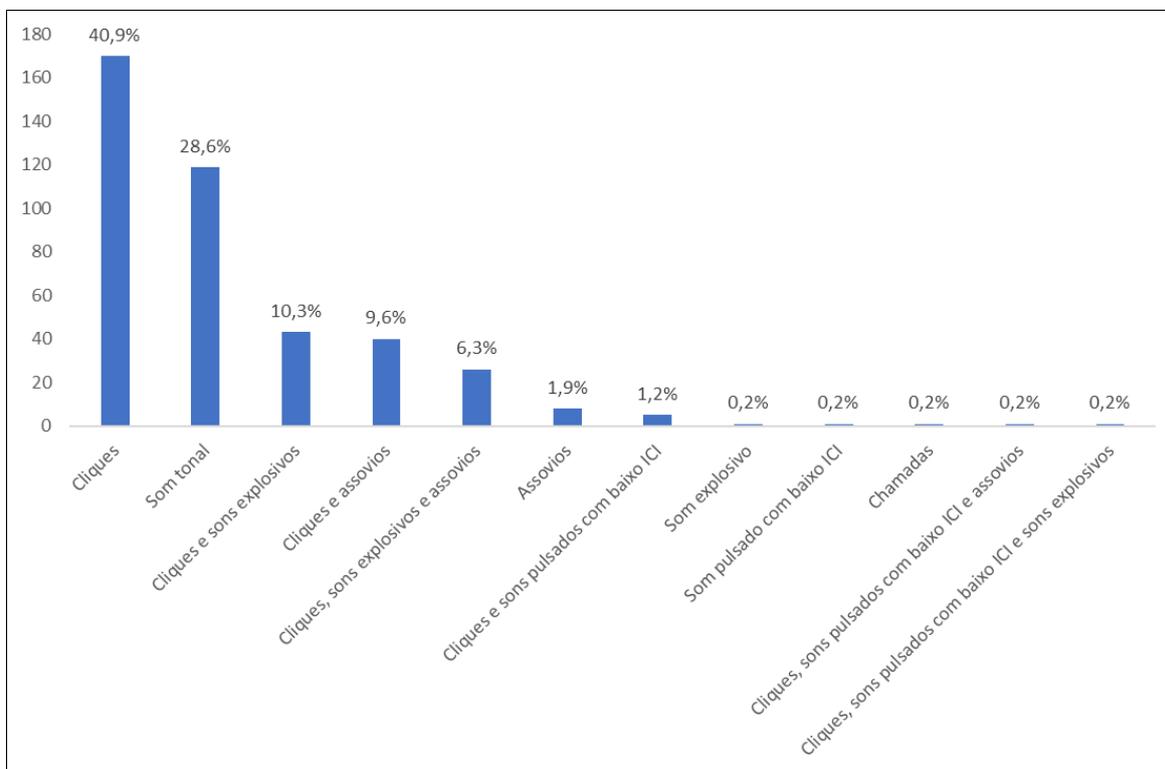


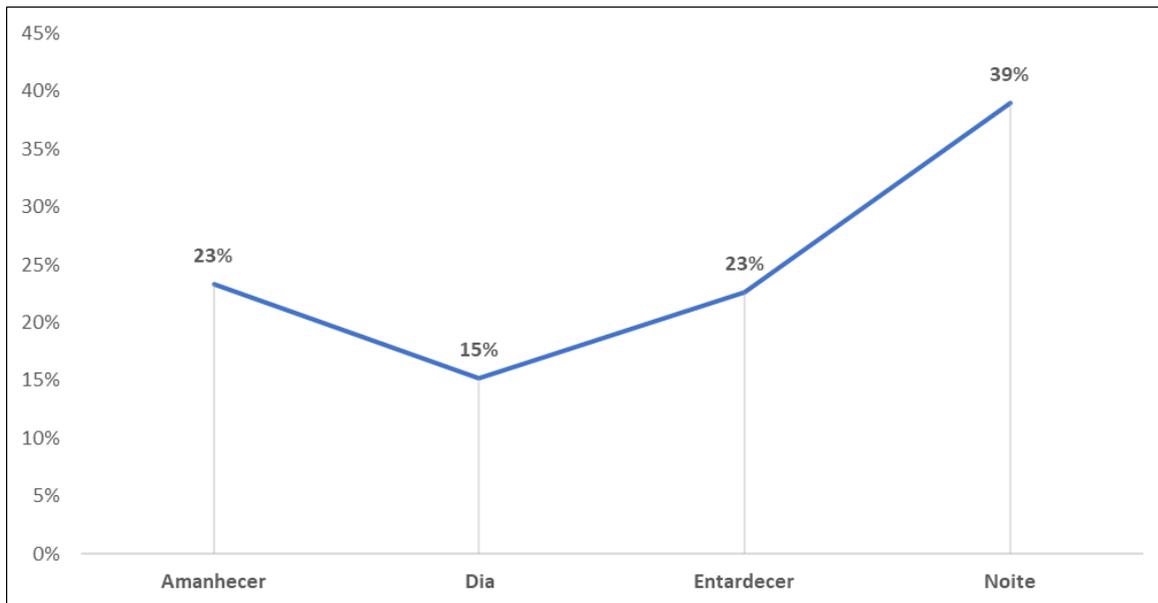
Figura II.2.3-16: Distribuição das frequências de registros acústicos ao longo das etapas de monitoramento.

Quanto aos tipos de vocalização mais frequentes, os estalidos de ecolocalização (40,9%) e os sons tonais produzidos por mysticetos (28,6%) foram predominantes, porém outras categorias de sinais tonais e pulsados foram detectadas, conforme apresentado na Figura II.2.3-17.



**Figura II.2.3-17: Porcentagem de registros acústicos que conteve cada tipo de vocalização.**

Em relação ao período do dia em que as detecções ocorreram, o maior número de registros foi feito durante a noite (39%, n=162), seguida, respectivamente, pelo amanhecer (ca. 23%, n=97), entardecer (ca. 23%, n=94) e dia (15%, n=63) (Figura II.2.3-18). O período do dia em que as detecções ocorreram também foi utilizado para a confecção de um mapa de detecções, levando-se em consideração os registros feitos durante o dia e durante a noite (**Anexo II.2.3-10 – Mapa de Representação de Detecções Diurnas e Noturnas**). Os tipos de vocalizações registrados variaram de acordo com o período do dia, conforme apresentado na Tabela II.2.3-4.



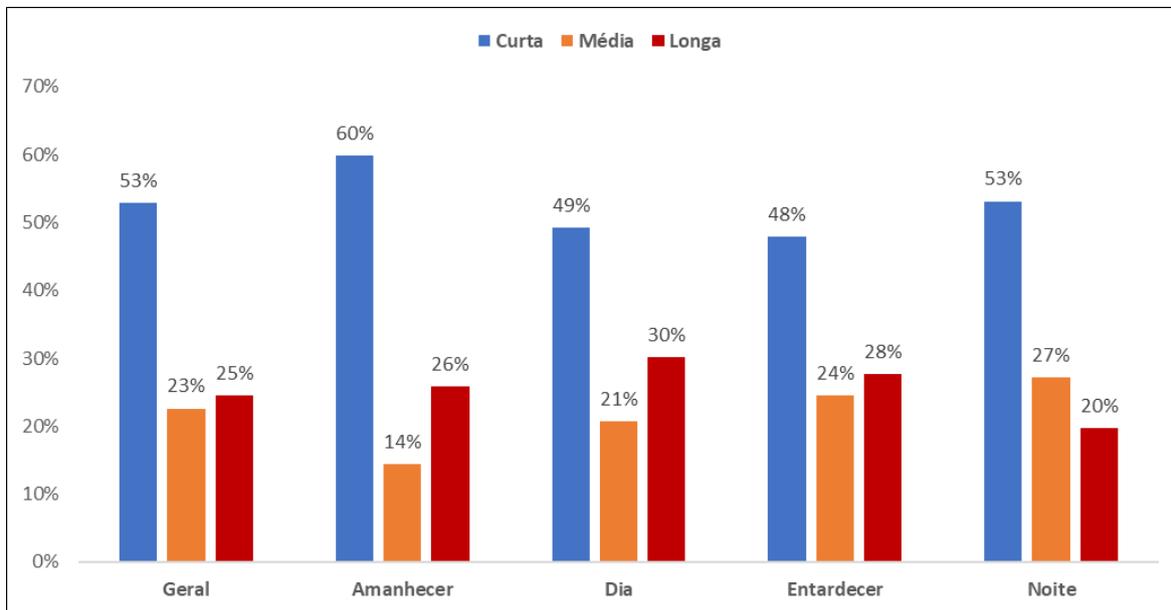
**Figura II.2.3-18: Porcentagem de detecções ocorridas nos diferentes períodos do dia, sendo: amanhecer, entre 03h 01min e 09h; dia, entre 09h01min e 15h; entardecer, entre 15h01min e 21h; e noite, entre 21h01min e 03h.**

**Tabela II.2.3-4: Porcentagem dos tipos de vocalização das detecções registradas em cada período do dia.**

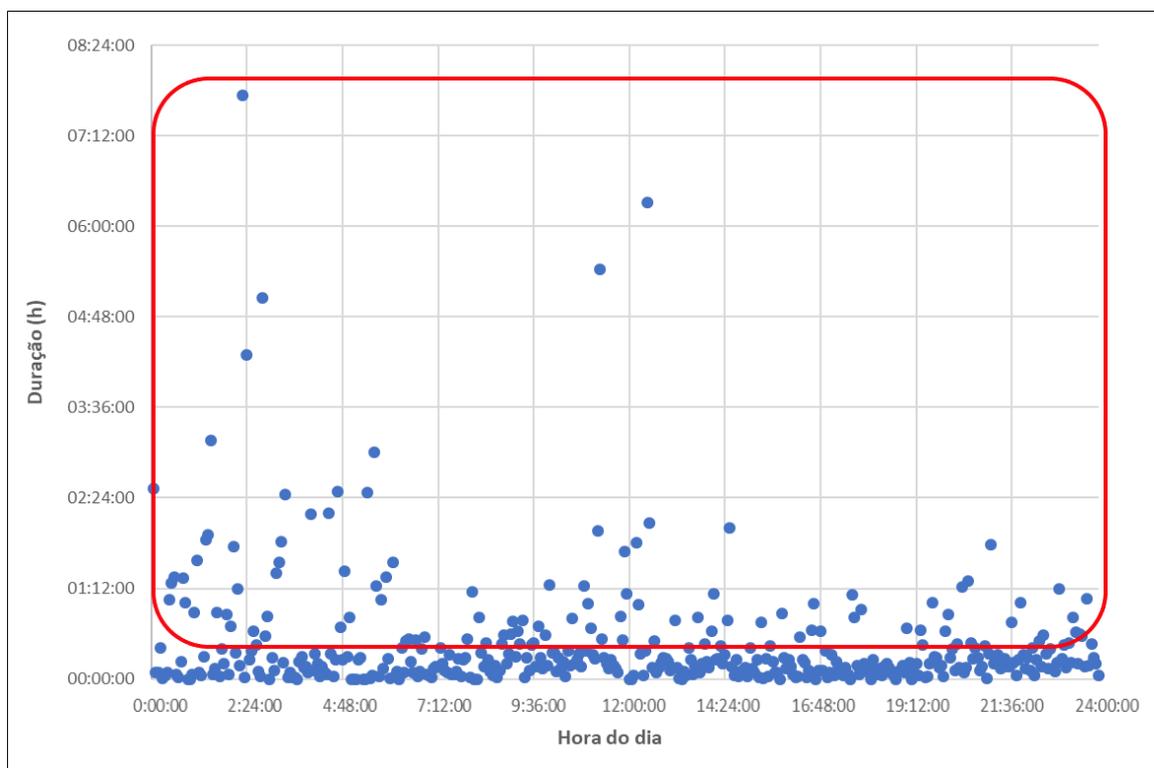
Tipo de vocalização / Período	Amanhecer	Dia	Entardecer	Noite	Total
<b>Cliques</b>	8%	3%	10%	20%	<b>41%</b>
<b>Som tonal</b>	8%	9%	6%	6%	<b>29%</b>
<b>Cliques e sons explosivos</b>	4%	0%	2%	4%	<b>10%</b>
<b>Cliques e assovios</b>	1%	1%	2%	5%	<b>10%</b>
<b>Cliques, sons explosivos e assovios</b>	1%	0%	2%	2%	<b>6%</b>
<b>Assovios</b>	1%	1%	0%	0%	<b>2%</b>
<b>Cliques e sons pulsados com baixo ICI</b>	0%	0%	0%	1%	<b>1%</b>
<b>Som pulsado com baixo ICI</b>	0%	0%	0%	0,2%	<b>0,2%</b>
<b>Cliques, sons pulsados com baixo ICI e assovios</b>	0,2%	0%	0%	0%	<b>0,2%</b>
<b>Cliques, sons pulsados com baixo ICI e sons explosivos</b>	0%	0,2%	0%	0%	<b>0,2%</b>
<b>Chamadas</b>	0,2%	0%	0%	0%	<b>0,2%</b>
<b>Som explosivo</b>	0%	0%	0%	0,2%	<b>0,2%</b>
<b>Total</b>	<b>23%</b>	<b>15%</b>	<b>23%</b>	<b>39%</b>	<b>100%</b>

De maneira geral, as detecções curtas representaram 53% do total de registros e prevaleceram em todos os períodos do dia (Figura II.2.3-19). Detecções com duração superior

a 30 minutos ocorreram em todos os períodos do dia e foram ligeiramente mais frequentes entre o período noturno e o amanhecer (Figura II.2.3-20). O registro mais longo (MAP040) foi feito durante o dia (às 14:06h) do dia 06 de agosto de 2017 e durou 7 horas e 44 minutos.

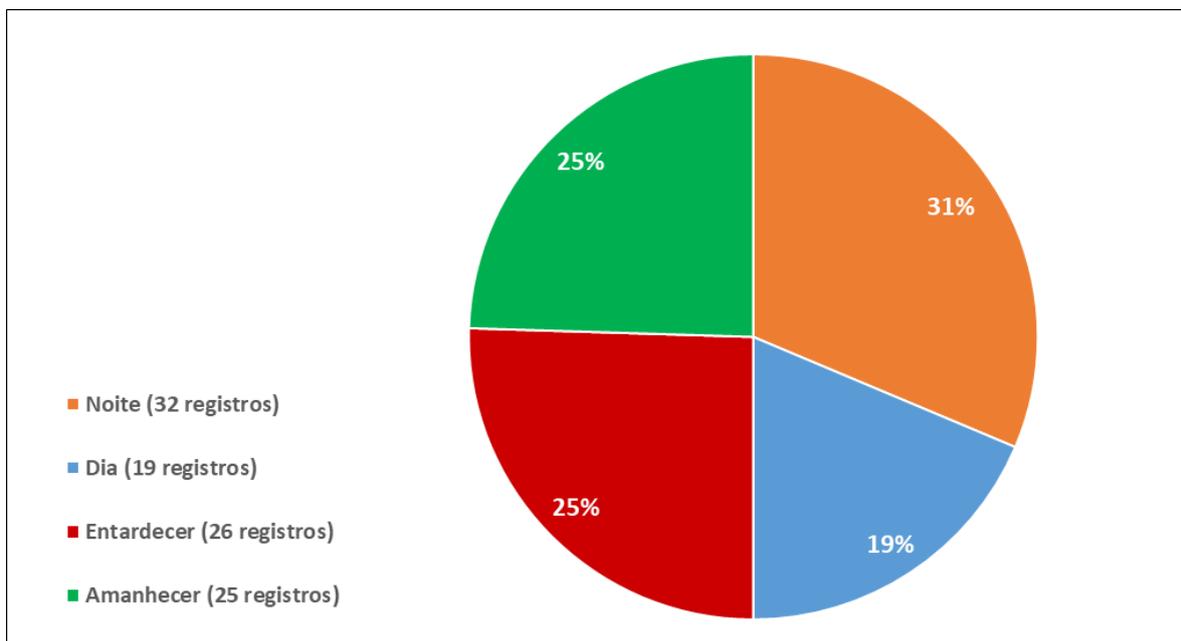


**Figura II.2.3-19: Frequência de ocorrência de detecções curtas, médias e longas de maneira geral e nos diferentes períodos do dia.**



**Figura II.2.3-20: Gráfico de dispersão correlacionando a duração das detecções acústicas à hora do dia em que elas ocorreram. O retângulo vermelho destaca as detecções longas (duração superior a 30min).**

A Figura II.2.3-21 mostra as detecções pertencentes à categoria “longa” ocorridas nos diferentes períodos do dia, sendo que sons tonais e cliques de ecolocalização foram as vocalizações mais detectadas (Tabela II.2.3-5).



**Figura II.2.3-21: Porcentagem de registros acústicos com duração superior a 30min que ocorreram em cada período do dia.**

**Tabela II.2.3-5: Porcentagem de registros acústicos com duração superior a 30min que continham as diferentes categorias de vocalização em cada período do dia.**

Tipo de vocalização / Período	Amanhecer	Dia	Entardecer	Noite
Chamadas	1%	0%	0%	0%
Cliques	3%	0%	6%	6%
Sons tonais	14%	19%	10%	11%
Cliques e assovios	1%	0%	2%	8%
Cliques e sons explosivos	3%	0%	2%	4%
Cliques, assovios e sons explosivos	2%	0%	6%	3%

Cliques, sons pulsados com baixo ICI e assovios	1%	0%	0%	0%
<b>Total</b>	<b>24%</b>	<b>19%</b>	<b>25%</b>	<b>31%</b>

### II.2.3.3.1 Análise comparativa entre as distâncias estimadas pelos operadores MAP e as distâncias estimadas pelos observadores de biota

Conforme mencionado no item II.2.3.2.3, a distância dos animais em vocalização foi diversas vezes estimada com base nas características dos sinais recebidos (tipo de vocalização, frequência e amplitude do sinal recebido). A fim de comparar a estimativa de distâncias feita pelos diferentes métodos, bem como averiguar a acurácia dos mesmos, foi criada uma tabela comparativa englobando os 33 registros concomitantes. Do total, apenas dez registros foram semelhantes quanto à menor distância dos animais às fontes sonoras, sendo que seis destes foram de mysticetos e quatro de odontocetos (Tabela II.2.3-6).

**Tabela II.2.3-6: Comparação entre as menores distâncias dos animais às fontes sonoras estimadas pelos operadores MAP e pelos observadores de biota em cada registro concomitante.**

N. de registros concomitantes	Registro	Hora INICIAL	Hora FINAL	Identificação	Menor distância do animal às fontes (m)
1	MAP016	10:36	10:36	Odontoceti	500-1000
	CHP012	10:33	10:38	<i>S. attenuata</i>	500-1000
2	MAP036	08:10	09:55	<i>Megaptera novaeangliae</i>	>1000
	CHP018	08:37	08:47	Grande cetáceo	>1000
3	MAP040	14:06	21:50	<i>Megaptera novaeangliae</i>	<500
	CHP019	14:43	16:02	<i>Megaptera novaeangliae</i>	500-1000
4	MAP047	11:14	11:20	<i>Megaptera novaeangliae</i>	>1000
	CHP020	10:22	12:12	<i>Megaptera novaeangliae</i>	500-1000
5	MAP053	06:46	07:03	<i>Megaptera novaeangliae</i>	>1000
	CHP023	06:44	07:14	<i>Megaptera novaeangliae</i>	<500
6	MAP056	10:24	11:57	<i>Megaptera novaeangliae</i>	<500
	CHP025	10:40	10:49	Grande cetáceo	>1000
7	MAP057	14:22	16:11	<i>Megaptera novaeangliae</i>	<500
	CHP026	14:45	14:53	<i>Megaptera novaeangliae</i>	500-1000
8	MAP062	07:53	07:54	Odontoceti	500-1000
	CHP029	07:50	07:53	Delphinidae	>1000
9	MAP078	11:48	14:00	Odontoceti	<500

	CHP037	12:21	12:21	Grande cetáceo	500-1000
10	MAP086	06:51	07:09	<i>Megaptera novaeangliae</i>	>1000
	CHP039	06:48	06:48	Grande cetáceo	>1000
11	MAP088	11:04	11:04	<i>Megaptera novaeangliae</i>	>1000
	CHP040	10:43	11:55	Grande cetáceo	>1000
12	MAP089	13:42	13:42	<i>Megaptera novaeangliae</i>	>1000
	CHP041	13:33	13:33	Grande cetáceo	>1000
13	MAP103	10:36	11:57	<i>Megaptera novaeangliae</i>	500-1000
	CHP043	11:17	11:28	Grande cetáceo	>1000
14	MAP106	14:20	15:53	<i>Megaptera novaeangliae</i>	>1000
	CHP045	15:40	15:57	Grande cetáceo	>1000
15	MAP136	07:23	07:25	Odontoceti	<500
	CHP064B	07:28	07:31	<i>Stenella sp.</i>	500-1000
16	MAP158	15:56	16:32	Odontoceti	<500
	CHP070B	15:55	16:06	<i>Pseudorca crassidens</i>	500-1000
17	MAP159	16:05	16:51	<i>Megaptera novaeangliae</i>	<500
	CHP070A	15:45	16:25	<i>Megaptera novaeangliae</i>	<500
18	MAP166	10:55	11:02	Misticeti	>1000
	CHP077	10:57	12:13	<i>Balaenoptera sp</i>	500-1000
19	MAP196	12:41	14:39	Misticeti	<500
	CHP089	13:42	13:46	<i>Balaenoptera sp</i>	>1000
20	MAP202	16:59	17:14	Odontoceti	>1000
	CHP094	16:38	17:07	<i>Globicephala sp</i>	500-1000
21	MAP205	07:02	07:07	Odontoceti	<500
	CHP095	07:00	07:10	<i>Globicephala sp</i>	<500
22	MAP224	13:31	13:44	Odontoceti	<500
	CHP100	13:34	14:15	Delphinidae (Blackfish)	500-1000
23	MAP227	06:48	07:02	Misticeto	<500
	CHP102	07:01	07:07	Misticeto	500-1000
24	MAP235	11:26	11:29	Odontoceti	<500
	CHP105	11:28	11:34	Delphinidae	500-1000
25	MAP242	16:24	16:36	Odontoceti	<500
	CHP115	16:24	16:34	<i>Stenella attenuata</i>	500-1000
26	MAP249	09:52	10:08	Odontoceti	<500
	CHP122	09:52	10:15	<i>Stenella attenuata</i>	500-1000
27	MAP282	16:14	16:18	Odontoceti	<500
	CHP135	16:13	16:25	<i>Grampus griseus</i>	<500
28	MAP296	11:06	11:28	Odontoceti	<500
	CHP 137	11:24	11:28	<i>Stenella attenuata</i>	500-1000
29	MAP320	08:00	08:08	Odontoceti	<500
	CHP 140B	07:44	09:00	<i>Steno bredanensis</i>	<500
30	MAP323	06:27	06:39	Odontoceti	<500
	CHP 144	06:35	06:35	Delphinidae	500-1000

31	MAP327	11:56	11:56	<i>Megaptera novaeangliae</i>	>1000
	CHP 147	11:25	14:43	<i>Megaptera novaeangliae</i>	<500
32	MAP348	10:54	10:56	Odontoceti	500-1000
	CHP 171	10:54	10:58	Globicephala sp.	<500
33	MAP369	04:41	06:28	<i>Megaptera novaeangliae</i>	500-1000
	CHP 187	06:28	07:01	<i>Megaptera novaeangliae</i>	>1000

#### II.2.3.4 Discussão

A interrupção do MAP durante o período de atividade sísmica do Projeto Espírito Santo e Campos Fase IV representou apenas 2% do tempo total de monitoramento, sendo que os principais problemas ocorridos estiveram ligados à necessidade de troca do arranjo em uso devido a falhas no recebimento de sinal dos diferentes hidrofones (e.g. dia 02/10/2017, etapa 1; 31/01/2018, etapa 2; 25/07/2018, etapa 3); à necessidade de calibração dos sensores de profundidade e também de manutenção dos cabos em uso; ou à necessidade de troca do cabo MAP de bordo para manutenção das fontes sonoras ou cabos sísmicos sem que houvesse a necessidade imediata de suspensão dos disparos. Visando diminuir os danos no equipamento acústico e acompanhar melhor as condições dos cabos a bordo, foi criado um plano de manutenção para os equipamentos, o qual envolveu a realização periódica de inspeções visuais, de testes e de limpeza dos conectores.

Na primeira etapa do projeto, em duas ocasiões o monitoramento foi interrompido durante o acionamento da fonte de mitigação para mudança de linha, para a realização de testes nos cabos MAP (21 e 22/09/17). A interrupção dos disparos não foi solicitada, uma vez que no momento, a suspensão do monitoramento não foi considerada como relacionada à ocorrência de problemas técnicos e sim devido à necessidade de teste preventivo dos equipamentos do MAP. Contudo, vale ressaltar que tais eventos ocorreram no início do projeto quando as diretrizes com relação ao MAP estavam em processo transitório e que como plano de ação corretiva, foi realizado um treinamento para reforço dos procedimentos e uma ata de ajuste de procedimentos (**Anexo II.2.3-11 – Ata de Ajuste de Procedimentos\_Es&CamposIV\_001**).

Cabe mencionar que entre as etapas 2 e 3 houve a mudança do lançamento do cabo MAP a partir do *streamer deck*, o que propiciou tanto uma melhora na qualidade do monitoramento (sem ruídos de choques entre o cabo MAP e o *lead-in*), quanto uma redução nos riscos de

dano ao cabo MAP que poderiam levar a futuras interrupções no monitoramento. Contudo, a ausência de monitoramento durante os disparos foi pequena e representou uma fração mínima do tempo total de atividade. A alta porcentagem de monitoramento ao longo do projeto somente foi possível devido à grande disponibilidade das equipes sísmicas do navio *Oceanic Champion*, as quais sempre colaboraram em tempo integral para garantir que o monitoramento acústico de cetáceos ocorresse com qualidade e durante o maior período de atividade sísmica possível.

Existem 54 espécies de cetáceos com ocorrência em águas brasileiras (ICMBio, 2011). A Bacia de Campos é uma importante área de uso para diversas espécies de cetáceos, sejam elas migratórias ou residentes (Siciliano et al., 2006), sendo que pelo menos 24 destas - 6 de misticetose e 18 de odontocetos – já foram registradas em levantamentos sistemáticos de monitoramento de encalhes realizados na região costeira sob influência da Bacia de Campos (Parente et al., 2017). O projeto foi desenvolvido na região oceânica da bacia (acima de 2000 metros de profundidade) e, considerando todo o período de atividade, houve uma média de 2,32 registros acústicos por dia. A alta riqueza e a maior ocorrência de espécies de cetáceos na Bacia de Campos provavelmente se deve à penetração da Água Central do Atlântico Sul (ACAS), a qual aumenta o aporte de nutrientes e faz com que a região seja uma importante área de alimentação em comparação com regiões adjacentes de águas oligotróficas. Embora o número total de detecções seja considerável para águas oceânicas, é importante lembrar que na aquisição de dados sísmicos o navio se desloca em linhas paralelas predefinidas dentro de um polígono de pesquisa, havendo, assim, a possibilidade de amostragem dos mesmos animais repetidas vezes. Essa informação é particularmente importante quando leva-se em consideração os picos de frequência de detecções, pois estes geralmente ocorrem em um intervalo curto de tempo dentro de um mesmo dia.

A identificação taxonômica em nível de espécie foi possível apenas para o cachalote, uma vez que a família Physeteridae é monotípica, e para a baleia-jubarte, a qual produz vocalizações esterotipadas chamadas de canto. Os cliques de ecolocalização de cachalote são característicos e apresentam duração relativamente longa, com pico de frequência mais baixo, entre 10 - 15 kHz, quando comparados com outros odontocetos (Jaquet et al., 2001; Mohl et al., 2003). A espécie habita todos os oceanos e é encontrada predominantemente em regiões oceânicas profundas (Rice, 1989). No sudeste do Brasil, os primeiros registros de cachalotes são provenientes da época de caça às baleias e também de encalhes nas costas

dos Estados de São Paulo, Paraná e Rio de Janeiro (Ramos *et al.*, 2001). Atualmente, registros de encalhe indicam a ocorrência da espécie na região (Parente *et al.*, 2017), porém pouco se sabe sobre seus padrões de uso de área e sua distribuição. As baleias-jubarte são reconhecidamente abundantes nas regiões de desenvolvimento do projeto durante os meses de julho a novembro, época em que realizam a migração sazonal para reprodução nas águas tropicais do litoral brasileiro. Estima-se que cerca de 9 mil baleias-jubarte venham ao litoral brasileiro todos os anos, sendo que o principal berço reprodutivo da espécie em águas nacionais está localizado no Banco dos Abrolhos, o que torna a região das Bacias do Espírito Santo e Campos uma área de rota migratória bastante relevante (Projeto Baleia Jubarte).

Quanto ao comportamento acústico, os machos da espécie cantam durante a temporada reprodutiva, produzindo sons tonais estereotipados compostos por frases repetitivas, as quais são cantadas em longas sequências de repetição (Charif *et al.*, 2001).

O número de registros de mysticetos deste projeto é considerável e muito importante no que diz respeito à amostragem do grupo em pesquisas sísmicas com o uso do método acústico. Exceto pela baleia-jubarte, o comportamento vocal de mysticetos é caracterizado por sons tonais de baixa frequência que geralmente são difíceis de serem detectados pela própria limitação do método de detecção (i.e. uso de cabo de reboque a partir de embarcação motorizada). A primeira etapa do projeto foi marcada por diversas detecções de mysticetos, principalmente de baleias-jubarte, provavelmente devido ao fato do mesmo ter ocorrido justamente na época em que ocorre pico da temporada da espécie nas costas da Bahia e do Espírito Santo. Assim sendo, ao contrário da maioria dos mysticetos que emitem sons quase que exclusivamente a frequências inferiores a 1000 Hz, o som tonal produzido pela baleia-jubarte pode atingir frequências superiores a 10 kHz e, por isso, pode ser mais facilmente detectado acusticamente e, nesse sentido, o PMAP implementando se mostrou eficaz no que diz respeito à detecção de indivíduos da espécie vocalizando próximos à embarcação sísmica em questão.

A maior parte dos registros acústicos foi feita com as fontes sonoras ligadas, o que era esperado devido à maior parte do tempo de monitoramento ter ocorrido com as fontes nesse *status*. Por outro lado, apesar de 60% das detecções terem ocorrido a menos de 500 m das fontes sonoras, em aproximadamente 23% destas as fontes encontravam-se desligadas. Dentre as 167 detecções feitas a distâncias superiores a 500 m das fontes, as marcadas por sons tonais foram as mais representativas fora das áreas de mitigação (>1000m), o que era

esperado já que sons tonais de baixa frequência tendem a se propagar por maiores distâncias, podendo ser captados mais facilmente fora das áreas de mitigação, enquanto os estalidos de pequenos e médios odontocetos possuem alta frequência e maior direcionalidade e, por isso, têm sua propagação limitada à aproximadamente 1000 m (Parvin *et al.*, 2007; Philpott *et al.*, 2007; Nuutila *et al.*, 2013). Para os cachalotes, em duas ocasiões foi possível estimar que os animais em vocalização encontravam-se a mais de 1000m das fontes sonoras e a razão disso é que os cliques de cachalote são sinais de alta intensidade que podem se propagar por quilômetros de distância, porém são sons mais fáceis de serem captados, o que possibilita a localização dos indivíduos em vocalização através do cruzamento dos ângulos, quando captados em todos os hidrofones (dois pares de hidrofones), ou através do TMA, quando captados por apenas um par de hidrofones.

Também com relação ao desligamento das fontes, quando um animal é detectado dentro da área de segurança, considerou-se importante ressaltar, especialmente para pequenos e médios odontocetos, que a análise da distância a que se encontram esses animais poucas vezes é uma estimativa simples e precisa. Como descrito no item II.2.3.2.3, a análise de distância para pequenos e médios odontocetos não pode ser feita somente com base nos detectores automáticos e depende da experiência e conhecimento teórico do operador para que este possa tomar decisões com base na intensidade e frequência do sinal. No entanto, mesmo no caso de operadores com experiência, a possibilidade de erro estará sempre presente, tanto no que se refere a solicitar o desligamento das fontes ou atraso do início das operações para animais que na verdade estão fora da área de exclusão, quanto a não solicitar para animais que na verdade estão dentro. Isso se deve a dois fatores principais: a lacuna existente na ciência com relação ao nível de pressão na fonte a respeito dos sons emitidos pela maioria das espécies de pequenos e médios odontocetos, e a brevidade do sinal emitido no caso dos estalidos de ecolocalização.

No que tange à brevidade do sinal no caso de estalidos de ecolocalização, ressalta-se que mesmo a medida da precaução às vezes pode não ser suficiente para o reconhecimento do animal nas áreas de exclusão. Como dito anteriormente, a estimativa de distância com base em estalidos de ecolocalização foi feita principalmente com base na frequência com que o sinal era recebido. Apesar dos estalidos serem emitidos em séries e de um estalido dificilmente ser captado sozinho, pode ocorrer que dentro de uma série de estalidos que atingiram apenas 40 kHz, um ou dois estalidos atingiram 80 kHz ou mais, indicando que os

animais possivelmente estariam dentro da área de segurança. No entanto, em tempo real, considerando uma janela de 20 s, essa visualização não é possível devido à brevidade do sinal (aproximadamente 60  $\mu$ s). Ainda assim, do total de 269 registros feitos com as fontes sonoras acionadas, em 155 ocasiões foi possível estimar que os animais em vocalização encontravam-se a menos de 500 m das fontes e, então, o desligamento das mesmas foi imediatamente solicitado.

A maioria das detecções que ocorreram com as fontes ligadas na área de sobreaviso (entre 500 e 1000 m), ou além dos 1000m teve duração curta (< 15 minutos), sendo que dos 114 registros, setenta e seis duraram até menos do que cinco minutos. Esses animais que não se aproximaram da embarcação sísmica poderiam estar apenas de passagem pela área ou podem ter evitado a presença do navio, enquanto os animais que não se afastaram da embarcação poderiam estar em atividade de forrageio, uma vez que a maior parte das detecções ocorreu no entardecer e à noite e foi marcada por cliques de ecolocalização. Esse comportamento corrobora a ideia de que a tolerância dos indivíduos em relação a um distúrbio pode estar relacionada com o tipo de atividade na qual ele está envolvido. Gordon *et al.* (2004) sugerem que o estado comportamental do animal vai deixá-lo mais ou menos suscetível a exibir alterações comportamentais em resposta à distúrbios: animais descansando ou engajados em outras atividades não-essenciais provavelmente mostrarão maior alteração comportamental (*e.g.* fuga) do que animais altamente motivados em executar uma atividade importante, como alimentação ou reprodução. Nesse sentido, um estudo com baleias-da-Groenlândia (*Balaena mysticetus*) mostrou que os animais evitaram a exposição à atividade sísmica durante a migração de outono, porém foram bem mais tolerantes ao ruído das fontes sonoras durante o período de alimentação no verão (Richardson *et al.*, 1995; 1999). Golfinhos-pintado-do-Atlântico (*Stenella frontalis*) já demonstraram respostas comportamentais quanto ao *status* das fontes sonoras de um navio sísmico, sendo que aproximaram-se do mesmo apenas quando as fontes encontravam-se desligadas (Weir, 2008). Contudo, as repostas comportamentais dos cetáceos às atividades sísmicas ainda são difíceis de serem mensuradas e são necessários mais estudos para que os distúrbios da sísmica sejam completamente entendidos.

Os tipos predominantes de vocalizações emitidas pelos animais detectados próximos ao navio *Oceanic Champion* foram os sinais tonais de misticetos e os cliques de ecolocalização. As detecções acústicas tenderam a aumentar conforme anoitecia, atingindo um pico durante à

noite e apresentando queda durante o dia. É possível que o aumento na porcentagem de detecções entre o entardecer e a noite esteja relacionado à presença de presas que realizam migração vertical após o pôr-do-sol. O forrageio noturno sobre presas mesopelágicas que realizam migração vertical já foi observado em diversas espécies de odontocetos, como no golfinho-nariz-de-garrafa (*Tursiops truncatus*), nas Bermudas; no golfinho-rotador (*Stenella longirostris*) e no golfinho-comum (*Delphinus delphis*), no Pacífico, e em baleias-piloto (*Globicephala macrorhynchus*), no Havaí (Baird *et al.*, 2011). É interessante notar que, de maneira geral, os dados obtidos corroboram com o padrão descrito na literatura e podem indicar que a maioria dos odontocetos detectados enquanto as fontes estavam ligadas poderia estar em atividade de forrageio. Por outro lado, as detecções de sons tonais de mysticetos ocorreram em todos os períodos do dia, com ligeiro aumento no amanhecer e ao longo do dia, e essa distribuição entre os diferentes períodos provavelmente tem pouca ou nenhuma relação com a disponibilidade de presas, uma vez que as vocalizações de baleias-jubarte estão associadas ao comportamento reprodutivo da espécie.

A porcentagem de registros acústicos e visuais vinculados foi de apenas 8%, um valor relativamente baixo porém esperado, já que uma parte considerável das detecções acústicas ocorreu no período noturno, isto é, fora do horário de esforço dos observadores de biota. Essa porcentagem passa para 29% ao considerar apenas as detecções que ocorreram durante o período de esforço dos observadores de biota (n=114). Diferenças nas distâncias estimadas pelos operadores de MAP e pelos observadores de biota podem ser esperadas para grupos de odontocetos se levarmos em consideração o fato de que os indivíduos estão muitas vezes dispersos e deslocando-se de maneira diferente pelo espaço, sendo que nem sempre o indivíduo que está sendo avistado pelos observadores de biota é o mesmo que está sendo registrado pelos operadores MAP. No caso dos mysticetos, as estimativas de distância das detecções acústicas são feitas a partir da medida do cruzamento das linhas lançadas no mapa, enquanto as detecções visuais dependem da leitura correta do posicionamento do animal em relação aos retículos do binóculo e, para os dois casos, é preciso levar em consideração erros de estimativa intrínsecos aos métodos (e.g. Beaufort; acurácia do software; comportamento do animal detectado/avistado; experiência do operador/observador).

### II.2.3.5 Conclusão

A implementação do Projeto de Monitoramento Acústico Passivo durante a atividade sísmica em questão foi de grande relevância e possibilitou a ampliação da mitigação dos impactos sonoros sob mamíferos marinhos. O método utilizado foi bastante importante e eficaz para a detecção de cetáceos, especialmente no que concerne ao grupo de pequenos e médios odontocetos, os quais são mais difíceis de serem visualizados em condições meteoceanográficas adversas e claro, no período noturno. O sucesso do monitoramento acústico de mysticetos desse projeto representa um avanço no sentido da mitigação dos impactos da atividade sísmica para esse grupo, uma vez que o método utilizado geralmente não é o mais eficaz para a detecção de sons de baixa frequência. Entretanto, as principais detecções de mysticetos foram de baleias-jubartes, que produzem sons tonais geralmente com frequências mais altas e, assim, cabe enfatizar que os métodos acústico e visual são complementares e igualmente relevantes tanto para a mitigação dos impactos sísmicos quanto para um melhor conhecimento dos cetáceos encontrados ao longo da costa brasileira. Nesse sentido, a utilização do MAP em embarcações de pesquisa sísmica vem se mostrando uma importante ferramenta para auxiliar no conhecimento sobre variações sazonais e espaciais de cetáceos em regiões costeiras e oceânicas. Apesar da identificação da espécie não ser possível em boa parte dos casos, o número de registros acústicos, associado a variáveis como posição geográfica, época do ano e profundidade, por si só já são informações valiosas para ajudar a entender como os animais utilizam as águas brasileiras. Além disso, apesar de não ser possível afirmar que os animais detectados visualmente são os mesmos detectados acusticamente, análises posteriores em médio e longo prazos poderão agregar conhecimentos sobre os parâmetros vocais regionais das espécies de cetáceos que ocorrem no país.

Com o intuito de colaborar com a ampliação do conhecimento sobre os cetáceos, de acordo com solicitação realizada através do Parecer Técnico nº 41/2017-COEXP/CGMAC/DILIC emitido no âmbito do licenciamento ambiental da atividade em questão, está sendo desenvolvida uma biblioteca de dados com a caracterização dos padrões de vocalização dos cetáceos detectados durante o Projeto Espírito Santo e Campos Fase IV. Este trabalho está em desenvolvimento e pretende-se que o protocolo deste banco de dados seja realizado junto ao IBAMA até o dia 30 de novembro de 2018.

Informamos ainda que uma cópia deste relatório será encaminhada ao Centro TAMAR e ao Centro de Mamíferos Aquáticos, através dos ofícios que foram apresentados como anexo no capítulo referente ao Projeto de Monitoramento da Biota Marinha.

### II.2.3.6 Referências Bibliográficas

ARRANZ P.; DERUITER S. L.; STIMPERTA. K.; NEVES S.; FRIEDLAENDER A.S.; GOLDBOGEN J.A.; VISSER F.; CALAMBOKIDIS J.; SOUTHALL B.L.; TYACK P.L. Discrimination of fast click-series produced by tagged Risso's dolphins (*Grampus griseus*) for echolocation or communication. **Journal of Experimental Biology**, 219, pp. 2898-2907. 2016.

BAIRD, R.B.; LIGON A.D.; HOOKER S.K.; GORGONE A.M. Subsurface and nighttime behaviour of pantropical spotted dolphins in Hawaii. **Canadian Journal of Zoology**, 79: 988-996. 2011.

DI TULLIO, J.C.; GANDRA, T.B.R.; ZERBINI, A.; SECCHI, E.R. Diversity and distribution patterns of cetaceans in the subtropical southwestern Atlantic outer continental shelf and slope. **PLoS ONE**, 11(5): e0155841. 2016. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0155841>

GORDON J.; GILLESPIE D.; POTTER J.; FRANTZIS A.; SIMMONDS, M.P.; SWIFT R.; THOMPSON D. A review of the effects of seismic surveys on marine mammals. **Mar. Technol. Soc. J.**, 37:16-34. 2004.

JAQUET N.; DAWSON S.; DOUGLAS L. Vocal behavior of male sperm whales: Why do they click? **The Journal of the Acoustical Society of America**, 109(5): 2254-2259. 2001.

MØHL B.; WAHLBERG M.; MADSEN P.T.; HEERFORDT A.; LUND A. The monopulsed nature of sperm whale clicks. **The Journal of the Acoustical Society of America**, 114(2): 1143-1154. 2003.

NUUTILA H.K.; THOMAS L.; HIDDINK J.G.; MEIER R.; TURNER J.R.; BENNELL J.D.; TREGENZA N.J.C.; EVANS P.J.H. Acoustic detection probability of bottlenose dolphins, *Tursiops truncatus*, with static acoustic dataloggers in Cardigan Bay, Wales. **Journal of Acoustical Society of America**, 134(3), pp. 2596-2609. 2013.

PARENTE C.L.; MOURA J.F.; SECCO H.K.C.; REIS E.C.; DI BENEDITTO A.P.M. Diversidade e distribuição de cetáceos na área de influência das atividades de E&P na Bacia de Campos. In: REIS E.C. & CURBELO-FERNANDEZ M.P. (Ed.). Mamíferos, quelônios e aves: caracterização ambiental regional da Bacia de Campos, Atlântico Sudoeste. Rio de Janeiro: Elsevier. Habitats, v. 7. p. 35-61. 2017.

PARVIN S.J.; NEDWELL J. R.; HARLAND E. Lethal and physical injury of marine mammals, and requirements for Passive Acoustic Monitoring. **Subacoustech Report No. 565R0212**. 2007. Disponível em [www.subacoustech.com](http://www.subacoustech.com). Acesso em: 25 jun. 2018.

PHILPOTT E.; ENGLUND A.; INGRAM S.; ROGANET E. Using T-PODs to investigate the echolocation of coastal bottlenose dolphins. **Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom**, 87(1), pp. 11-17. 2007.

RAMOS R.M.A; SICILIANO S.; BOROBIA M.; ZERBINI A.N.; PIZZORNO J.L.A.; FRAGOSO A.B.L.; BRITO JR J.L.; AZEVEDO A. F.; SIMÕES-LOPES P.C.; SANTOS M.C. DE O. A note on strandings and age of sperm whales (*Physeter macrocephalus*) on the Brazilian coast. **Journal of Cetacean Research and Management**, (3):321-327. 2001.

RICE, D. W. Sperm whale, *Physeter macrocephalus*, Linnaeus, 1758. In: **Handbook of Marine Mammals** (Ed. by Ridgway, S. H. & Harrison, R.), London: Academic Press. pp. 177-233. 1989.

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

RICHARDSON W.J.; MILLER G.W.; GREENE, C.R. Displacement of migrating bowhead whales by sounds from seismic surveys in shallow waters of the Beaufort Sea. **J. Acoust. Soc. Am**, 106:2281. 1999.

SICILIANO S.; MORENO I.B.; DEMARI E.; ALVES V.C. Baleias, botos e golfinhos na Bacia de Campos. Rio de Janeiro: ENSP/FioCrUZ. *Série Guias de Campo: fauna marinha da Bacia de Campos*. 2006.

WEILGART, L. "A review of the impacts of seismic airgun surveys on marine life". Workshop on Underwater Noise and its Impacts on Marine and Coastal Biodiversity, London, UK. 2013. Disponível em: <http://www.cbd.int/doc/?meeting=MCBEM-2014-01>

WEIR, C.R. Overt responses of humpback whales (*Megaptera novaeangliae*), sperm whales (*Physeter macrocephalus*), and Atlantic spotted dolphins (*Stenella frontalis*) to seismic exploration off Angola. **Aquat. Mamm.** 34(1):71-83. 2008.

WURTZ M.; POGGI R.; CLARKE M. R. Cephalopods from the stomachs of a Risso's dolphin (*Grampus griseus*) from the Mediterranean. **J. Mar. Biol. Assoc. U.K.**, 72, p.861-867. 1992.

## II.2.3.7 Equipe Técnica

Tabela II.2.3-7 – Equipe técnica envolvida na elaboração do relatório do MAP.

<b>Profissional</b>	<b>Luis Felipe Serra Nogueira de Paula</b>
<b>Empresa</b>	TOVERI Gerenciamento de Projetos Integrados Ltda
<b>Responsável pelos Ítens</b>	II.2.2
<b>Função</b>	Gerente do Projeto
<b>Formação</b>	Economista
<b>Registro no Conselho de Classe</b>	(*)
<b>CPF:</b>	072.931.397-21
<b>Cadastro Técnico Federal de Atividades e Instrumentos de Defesa Ambiental</b>	5815749
<b>Assinatura</b>	
<b>Profissional</b>	<b>Laura Viana</b>
<b>Empresa</b>	TOVERI Gerenciamento de Projetos Integrados Ltda
<b>Responsável pelos Ítens</b>	II.2.2
<b>Função</b>	Coordenadora da equipe MAP/Revisão
<b>Formação</b>	Bióloga
<b>Registro no Conselho de Classe</b>	91725-02
<b>CPF:</b>	124.304.467-58
<b>Cadastro Técnico Federal de Atividades e Instrumentos de Defesa Ambiental</b>	4892741
<b>Assinatura</b>	
<b>Profissional</b>	<b>Aline Boutros de Mello</b>
<b>Empresa</b>	TOVERI Gerenciamento de Projetos Integrados Ltda
<b>Responsável pelos Ítens</b>	II.2.3
<b>Função</b>	Técnica responsável pela elaboração
<b>Formação</b>	Bióloga
<b>Registro no Conselho de Classe</b>	86012/01-D
<b>CPF:</b>	348.059.368-27
<b>Cadastro Técnico Federal de Atividades e Instrumentos de Defesa Ambiental</b>	4997063
<b>Assinatura</b>	

(\*) Profissão não possui Conselho de Classe.