

# ***Projeto de Monitoramento Integrado Dedicado - PMID Plano de Trabalho***

***Atividade de Perfuração Marítima no  
bloco FZA-M-59***

# *PLANO DE TRABALHO*



*Volume I*  
*Revisão 00*  
*SETEMBRO/2022*

## **SUMÁRIO**

<b>I</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>4</b>
I.1	INSTITUIÇÃO EXECUTORA E RESPONSÁVEL TÉCNICO .....	5
<b>II</b>	<b>OBJETIVOS .....</b>	<b>6</b>
II.1	OBJETIVO GERAL .....	6
II.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	6
<b>III</b>	<b>METAS .....</b>	<b>8</b>
<b>IV</b>	<b>INDICADORES .....</b>	<b>9</b>
<b>V</b>	<b>METODOLOGIA .....</b>	<b>10</b>
V.1	DESENHO AMOSTRAL .....	10
V.2	ESFORÇO .....	14
V.3	PROTOCOLOS .....	14
V.3.1	Perfilagem acústica .....	15
V.3.2	Avistagem de fauna marinha .....	24
V.4	RECURSOS .....	38
<b>VI</b>	<b>RELATÓRIOS DO PMID .....</b>	<b>40</b>
<b>VII</b>	<b>EQUIPE TÉCNICA .....</b>	<b>41</b>
<b>VIII</b>	<b>CRONOGRAMA DAS ATIVIDADES DE CAMPO .....</b>	<b>42</b>
<b>IX</b>	<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>43</b>
	ANEXOS– FICHAS DE AVISTAGEM .....	50

## **I INTRODUÇÃO**

A atividade de perfuração marítima no Bloco FZA-M-59, na Bacia da Foz do Amazonas, é escopo do processo de licenciamento junto ao IBAMA nº 02022.000336/2014-53. Neste processo, foi determinada a execução de projetos ambientais com o objetivo de monitorar e mitigar os impactos ambientais das atividades de perfuração. Dentre esses projetos, está o Projeto de Monitoramento Integrado Dedicado (PMID), integrante do Programa de Monitoramento Ambiental (PMA) proposto.

O cronograma do projeto prevê sua implementação, através de campanhas trimestrais, durante todo o período de realização das atividades de perfuração, e por mais um ciclo sazonal completo (4 campanhas trimestrais) contíguo a esse período, podendo ser imediatamente anterior ou imediatamente posterior a ele.

Este projeto foi dividido em duas linhas de ação: a observação direta da fauna e o monitoramento acústico. Para facilitar o entendimento dos potenciais impactos da atividade e permitir comparações espaciais e temporais, a região estudada foi setorizada em área de influência direta da atividade e áreas controle. No monitoramento integrado dedicado, a embarcação seguirá pela rota das embarcações de apoio e voltará pela região costeira, transcorrendo diversos setores (estuário, pluma estuarina, quebra da plataforma / ambiente recifal e ambiente oceânico) ao longo do caminho, incluindo a área próxima no entorno, mas além da área de exclusão da unidade de perfuração. Desta forma, o monitoramento será capaz de realizar a comparação temporal entre os períodos com e sem atividade, além da comparação espacial entre os setores definidos pelo Programa para a Bacia da Foz do Amazonas.

Os cruzeiros dedicados ao monitoramento da biota serão de máxima importância para a ampliação do conhecimento na área. Até o momento, as informações disponíveis sobre a diversidade de espécies de mamíferos aquáticos, e suas relações ecológicas, foram geradas em estudos pontuais (SICILIANO et al., 2008; PROJETO PIATAM OCEANO, 2008) ou ainda, em estudos realizados no âmbito dos processos de licenciamento ambiental para atividades de prospecção de óleo e gás (RAMOS et al., 2010). Portanto, o PMID representa um dos primeiros

esforços para se realizar uma série de cruzeiros dedicados com tal periodicidade e objetivo na Bacia da Foz do Amazonas.

Este Plano de Trabalho apresenta o detalhamento metodológico do projeto.

## ***1.1 INSTITUIÇÃO EXECUTORA E RESPONSÁVEL TÉCNICO***

O Projeto de Monitoramento Integrado Dedicado (PMID) em FZA-M-59 será executado pela empresa Mineral Engenharia e Meio Ambiente Ltda.

A Coordenadora Geral do Projeto é a bióloga Daniela Ferro de Godoy, doutora em Ecologia pela Universidade Federal de Juiz de Fora e pesquisadora do Projeto Boto-Cinza do Instituto de Pesquisas Cananéia.

As atividades de aquisição e análise de dados acústicos da fauna serão realizadas pelo Instituto Aqualie, instituição com ampla experiência em pesquisas científicas na área de bioacústica. As atividades de avistagem de fauna marinha serão coordenadas por Dr. Pedro Volkmer de Castilho, biólogo e doutor pela Universidade Federal do Paraná e professor da Universidade do Estado de Santa Catarina na área de manejo e conservação de mamíferos marinhos.

## **II OBJETIVOS**

### **II.1 OBJETIVO GERAL**

Os objetivos gerais deste projeto são observar e registrar a fauna marinha a partir de um monitoramento dedicado, de forma a preencher lacunas de conhecimento acerca dessa fauna; promover uma análise integrada da diversidade de aves, mamíferos e tartarugas marinhas e suas relações ecológicas na Bacia da Foz do Amazonas e, ainda, funcionar como amostragem controle espaço-temporal, para fins de comparações com os dados gerados pelos projetos realizados nas áreas de influência direta das atividades (PM-UMP e POMBA), de forma a identificar possíveis impactos.

### **II.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

São objetivos específicos deste PMID:

- realizar, trimestralmente, campanhas oceanográficas dedicadas de Monitoramento Integrado, fora do período das atividades de perfuração, durante um ciclo sazonal completo (4 campanhas), para controle temporal;
- realizar, trimestralmente, campanhas oceanográficas dedicadas de Monitoramento Integrado durante todo o período de realização das atividades de perfuração, para gerar dados que permitirão o monitoramento dos impactos da atividade através do PMA;
- registrar, através de avistagem, a ocorrência e os comportamentos de tartarugas marinhas, aves e mamíferos marinhos no percurso do cruzeiro dedicado, identificando as espécies ao menor nível taxonômico possível;
- registrar, através de estações de perfilagem acústica, a ocorrência e os comportamentos de mamíferos marinhos;
- registrar ocorrência oportuna de outros grupos da fauna, por exemplo, os peixes;
- alimentar um catálogo de fotoidentificação a partir das fotografias dos cetáceos obtidas nos cruzeiros; e

- aumentar o conhecimento acerca das aves, mamíferos e tartarugas marinhas na Bacia da Foz do Amazonas.

### **III METAS**

Para alcançar os objetivos deste Projeto, foram estabelecidas as seguintes metas:

- realizar campanhas dedicadas, trimestralmente, durante a atividade de perfuração e quatro campanhas adicionais, na mesma periodicidade, fora do período de atividade;
- identificar pelo menos 80% dos espécimes de mamíferos, aves e quelônios marinhos observados no percurso de cada cruzeiro dedicado;
- registrar 100% das variáveis (tamanho de grupo, faixa etária, comportamento e possíveis interações da megafauna com a atividade exploratória, quando pertinente) relacionadas aos animais observados;
- gravar e analisar os sons produzidos pelos mamíferos marinhos em estações de perfilagem acústica; e
- alimentar um catálogo de fotoidentificação dos espécimes de cetáceos avistados durante o percurso do barco de apoio.



## **IV INDICADORES**

Para avaliar o alcance das metas acima listadas serão considerados os seguintes indicadores:

- número de campanhas dedicadas realizadas;
- número de espécimes de aves, mamíferos e quelônios detectados no percurso do cruzeiro dedicado;
- percentual de espécies de aves, mamíferos e quelônios identificados em relação ao número de indivíduos observados,
- percentual de variáveis registradas (tamanho de grupo, faixa etária, comportamento e possíveis interações da megafauna com a atividade exploratória) relacionadas aos animais observados no percurso do cruzeiro dedicado, nas campanhas realizadas durante as atividades exploratórias, comparado aos resultados do período correspondente, mas sem o impacto das atividades exploratórias;
- número de horas gravadas e analisadas a partir dos sons produzidos pelos mamíferos marinhos em estações de perfilagem acústica;
- número de indivíduos, ou grupos, identificados com base nas perfilagens acústicas;
- número de indivíduos incorporados ao catálogo de fotoidentificação.

## **V METODOLOGIA**

As campanhas (cruzeiros oceanográficos) do PMID serão realizadas em dois diferentes cenários:

- **Cenário 1:** durante a atividade de perfuração (trimestralmente): para monitorar a megafauna no entorno da unidade de perfuração além da zona de exclusão, e no trajeto dos barcos de apoio, bem como em áreas de controle espacial (setor 1 - estuarino, setor 2 - pluma estuarina, setor 3 - ambiente recifal/quebra de plataforma e setor 4 - oceânico);

- **Cenário 2:** fora do período da atividade (trimestralmente): para gerar dados de controle temporal, percorrendo um trajeto similar ao do cenário 1, na grande maioria dos trechos, e obtendo dados de controle em todos os seis setores definidos do II.10.1. Programa de Monitoramento Ambiental - PMA.

Em agosto/2022, foi realizada uma campanha-controle (*baseline*) gerando dados antes da atividade de perfuração (prevista para novembro/2022, após a realização da Avaliação Pré-Operacional) e identificando eventuais necessidades de ajustes metodológicos. Essa campanha-controle seguiu o desenho amostral do cenário 2.

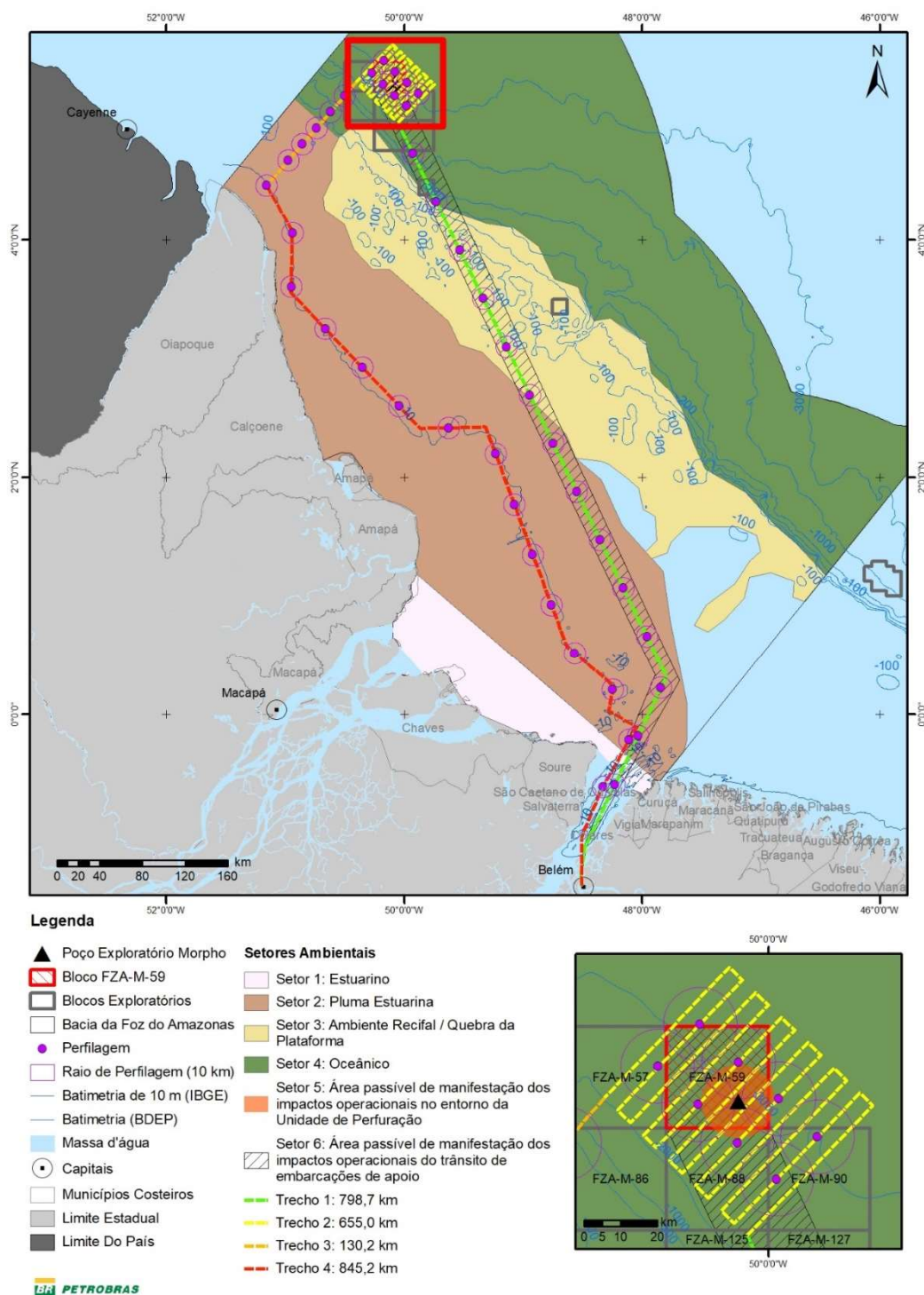
### **V.1 DESENHO AMOSTRAL**

O esquema desenhado para o presente monitoramento dedicado foi feito de modo a possibilitar uma comparação temporal e espacial dos dados da macrofauna (peixes, tartarugas marinhas, aves e mamíferos) entre os cenários adotados por este PMID e entre os setores percorridos (considerando a setorização definida no PMA), gerando dados que irão subsidiar a avaliação de impactos das atividades exploratórias no âmbito do Programa de Monitoramento Ambiental (PMA).

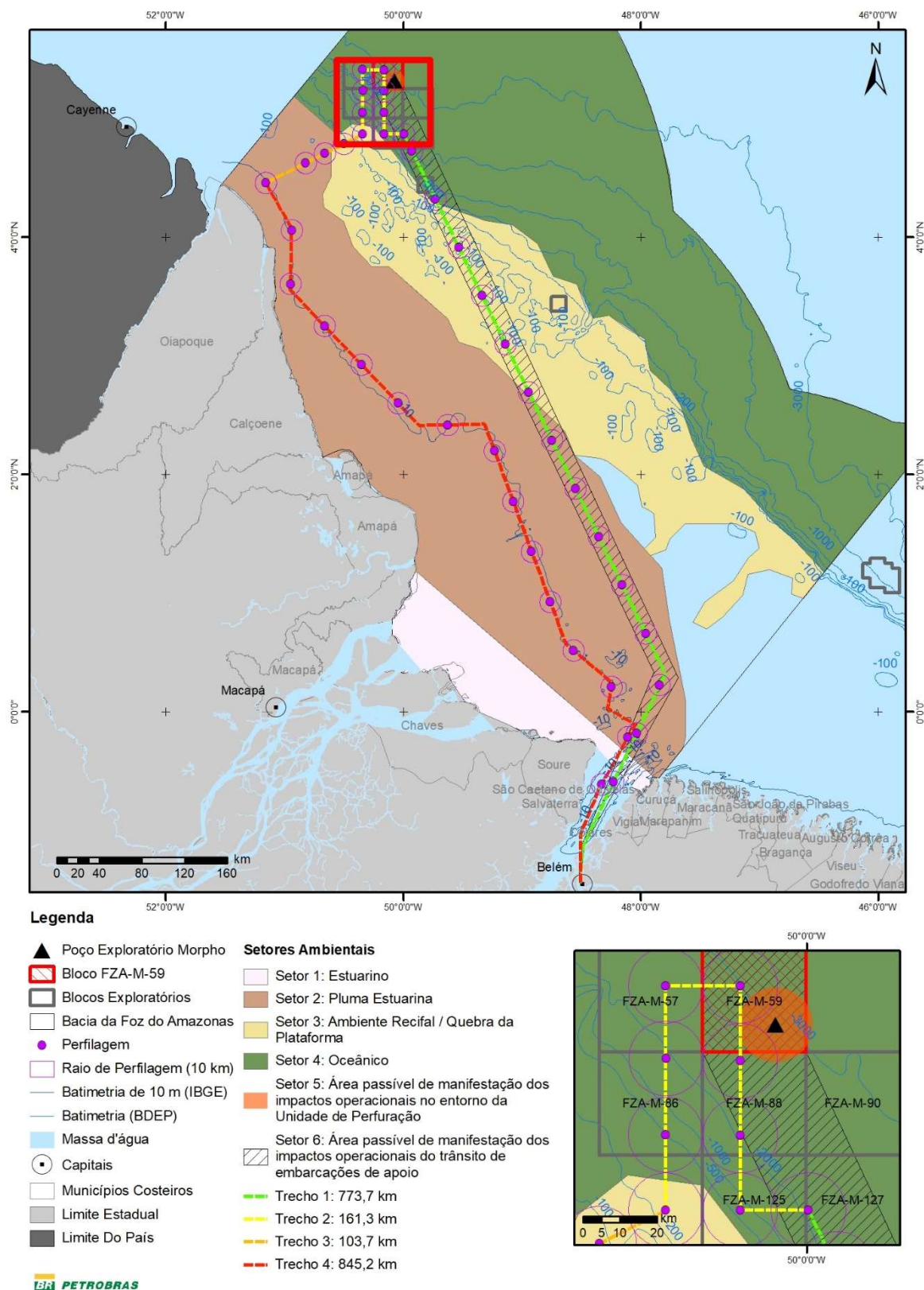
O cruzeiro dedicado irá percorrer a mesma rota utilizada pelas embarcações de apoio à operação. Em seguida, seguirá para a área da atividade onde irá cobrir uma malha espacial de 2.500 km<sup>2</sup> (respeitando-se a área de segurança (exclusão) de 500 m no entorno da unidade de perfuração), com transecções paralelas de espaçamento de 5 km de distância entre si (durante a atividade, equivalente ao cenário 1), seguirá em um transecto perpendicular à costa na altura de Oiapoque e

retornará pelo contorno do litoral acompanhando a isóbata de 10m (**Figura V.1-1**). Como o BDEP não disponibiliza a isóbata de 10m, esta foi baseada no *shapefile* do IBGE (IBGE, 2020).

Nas 4 (quatro) campanhas a serem realizadas fora do período de realização da atividade (cenário 2), a malha irá abranger toda a área do bloco FZA-M-59. Esse monitoramento visa, também, inventariar as diversas feições ecológicas que a área adjacente à perfuração possui: Estuário, Pluma, Ambiente Recifal / Quebra da Plataforma, e Oceânico (**Figura V.1-2**).



**Figura V.1-1.** Mapa esquemático do monitoramento dedicado concomitante à atividade exploratória (cenário 1), com destaque para o entorno da UMP, mostrando as estações previstas para a realização de perfilagens acústicas.



**Figura V.1-2 - Mapa esquemático do monitoramento dedicado não simultâneo às atividades exploratórias (cenário 2), com destaque para a área dos blocos, mostrando as estações previstas para a realização de perfilações acústicas.**



## ***V.2 ESFORÇO***

Os cruzeiros terão duração aproximada de 13 dias cada, em ambos os cenários (com e sem a realização das atividades exploratórias na Bacia da Foz do Amazonas). Para que sejam o mais concomitante possível aos esforços de monitoramento da avifauna no âmbito do Il.10.1.4. Censo Espaço-Temporal de Aves de Ecossistemas Costeiros e Migratórias, outro Projeto do Il.10.1. Programa de Monitoramento Ambiental, esses esforços ocorrerão preferencialmente nos meses de fevereiro, maio, agosto e novembro. Em todas as campanhas serão realizadas perfilagens acústicas em pontos pré-definidos. As estações de perfilagem foram distribuídas de forma a contemplar todos os setores controle e a região dos blocos. No percurso de ida (rota das embarcações) e de volta (região costeira), o espaçamento entre tais estações será de 50 km (**Figuras V.1-1 e V.1-2**). Já na região dos blocos e no perfil perpendicular à costa, as estações, em ambos os cenários, estarão dispostas a cada 20 km, de forma a ter a continuidade da área de captação da acústica (raio de 10 km).

No **cenário 1** (concomitante à realização das atividades exploratórias) serão realizadas 42 perfilagens acústicas ao longo de todo o percurso, sendo 8 estações localizadas na área de 55x50km no entorno da locação que estiver sendo perfurada no momento, conforme apresentado na **Figura V.1-1**. No **cenário 2** (sem a presença de atividade exploratória na Bacia da Foz do Amazonas), serão realizadas 41 perfilagens, conforme apresentado na **Figura V.1-2**. Os tamanhos dos trechos 1 (rota das embarcações) e 4 (batimetria de 10 metros) são exatamente os mesmos percorridos nos dois cenários (com e sem atividade). Seus traçados se diferenciarão porque, no cenário 1, concomitante à atividade exploratória, a malha de transectos perpendiculares será realizada no entorno da locação que estiver sendo perfurada naquele momento.

## ***V.3 PROTOCOLOS***

Para a realização das campanhas serão realizadas atividades de perfilagem acústica e de avistagem de fauna marinha, conforme descrito a seguir.

### ***V.3.1 Perfilagem acústica***

Serão realizadas perfilagens acústicas em estações pré-definidas (distantes 50 km nos trajetos de ida e volta e 20 km na área dos blocos ou adjacente à locação), de forma a promover uma amostragem uniforme ao longo de toda a área de estudo. Serão utilizados uma placa digitalizadora/ gravador digital e dois hidrofones: sendo um específico para captar sons de alta frequência (5 a 25 kHz), produzidos principalmente por pequenos cetáceos e baleias dentadas, e outro para os sons de baixa frequência (16 Hz a 8 kHz), produzidos por baleias de barbatanas.

A cada perfilagem acústica, o motor da embarcação será desligado, ficando a mesma à deriva. Este procedimento será realizado para diminuir o ruído durante as gravações. Os hidrofones serão posicionados a uma profundidade de até 150m e mantidos em tal profundidade por aproximadamente 60 minutos em cada estação, exceto onde a isóbata for inferior a 15m. Neste caso, o tempo de gravação será de 30 minutos, levando em consideração os seguintes aspectos: (1) a deriva da embarcação em direção a áreas mais rasas, devido às fortes correntes; e (2) a elevada concentração de redes e outros petrechos de pesca presentes a partir desta isóbata, em direção à costa. O tempo de gravação pode, ainda, variar conforme condições meteo-oceanográficas.

As perfilagens serão realizadas em qualquer horário do dia ou da noite, desde que a embarcação esteja nas coordenadas previstas em projeto. No período diurno pretende-se comparar, posteriormente, os registros das vocalizações com os registros de avistagem realizados. No período noturno, esta metodologia permitirá monitorar a biota presente na região e seus comportamentos em um período em que as avistagens não são possíveis, ampliando o alcance destes esforços.

A fim de padronizar os termos metodológicos utilizados para a atividade de perfilagem acústica, define-se:

- Estações de perfilagem (EP): pontos de coleta determinados no PMID (item V.1), destinados não só para perfilagem oceanográfica e acústica, mas também para amostragem acústica de forma passiva;

- Perfilagem oceanográfica (PO): coleta contínua de dados oceanográficos na coluna d'água através do CTD e demais sensores acoplados;
- Perfilagem acústica (PA): Coleta de dados acústicos de curta duração (1 minuto) ao longo da coluna d'água de forma estratificada em profundidades pré-estabelecidas;
- Monitoramento Acústico Passivo (MAP): Coleta de dados acústicos de longa duração (aproximadamente 60 minutos) em ponto fixo na profundidade máxima determinada para a EP.

A equipe de perfiladores será composta por quatro profissionais de acústica, que se revezarão, de modo que, em cada estação, três estejam em atividade. Um dos profissionais será responsável pela perfilagem oceanográfica e um segundo pela coleta acústica, ambos auxiliados pelo terceiro perfilador.

### **Estações de Perfilagem (EP)**

O esforço dedicado seguirá o protocolo proposto no Projeto, que define a malha das estações de perfilagem. As coletas serão conduzidas durante o dia e à noite, quando na coordenada correspondente aos pontos pré-definidos (**Figuras V.1-1 e V.1-2**), de forma a amostrar a área de estudo uniformemente.

O Projeto especifica que quando  $LDA \leq 100m$  - coleta em meia-água e  $LDA > 100m$  - coleta entre 100 e 400m. De modo a padronizar as profundidades de coleta, será seguida a seguinte referência:

- LDA até 150 metros – coleta até meia-água;
- LDA entre 150 e 300 metros – coleta até 100 metros;
- LDA maior que 300 metros – coleta até 150 metros.

Esta padronização evita coletas acústicas muito próximas do leito oceânico, visto que podem ficar suscetíveis a processos de reflexão e refração das ondas sonoras, comprometendo os dados, assim como evita que haja interferências pela oscilação vertical da embarcação.

### **Perfilagem oceanográfica (PO):**

A fim de obter dados de perfilagem dos parâmetros oceanográficos para determinar o perfil de temperatura e salinidade (perfil TS), o principal parâmetro



utilizado para determinar a velocidade de dissipação de ondas, deve ser utilizada uma sonda multiparâmetro (exemplo: sonda *SeaGuard* II IW Multiparâmetro ou similar). Este equipamento é composto por diversos sensores, sendo eles o sensor de condutividade, sensor de temperatura, sensor de pressão, sensor de oxigênio, sensor pH e sensor de fluorescência. Serão obtidos perfis médios a partir de alguns lançamentos dos equipamentos para garantir maior confiabilidade e qualidade dos dados obtidos. Os dados do CTD serão considerados no desenvolvimento dos modelos de paisagem acústica.

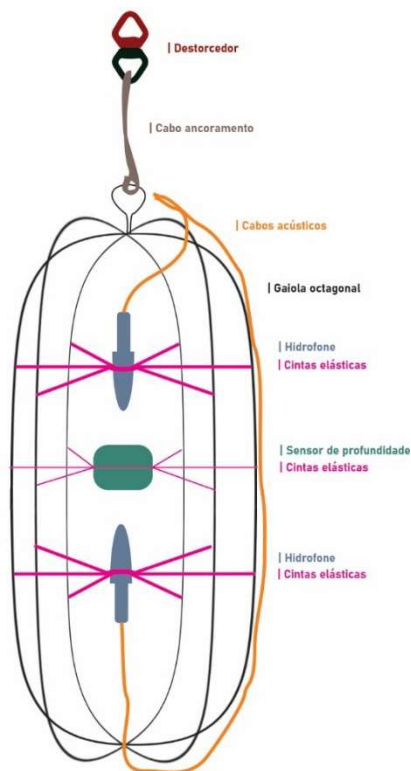
Além disso, será utilizado um correntômetro que será lançado individualmente simultaneamente ao sistema acústico. O correntômetro coletará dados por cerca de 10 minutos em cada EP e suas informações serão utilizadas para a avaliação do ruído *flow noise* nas gravações.

#### **Perfilagem acústica (PA) e Monitoramento Acústico Passivo (MAP):**

Os equipamentos a serem utilizados nessa atividade serão hidrofones do fabricante *Benthowave Instrument*<sup>TM</sup>, modelos BII-7129FG (A) e BII-7005FG (B). Ambos os modelos são indicados para o registro das emissões acústicas produzidas tanto por odontocetos quanto por mysticetos, bem como para o registro da paisagem acústica subaquática. Entretanto, o hidrofone (A) apresenta configurações otimizadas para o registro em baixas e médias frequências da paisagem acústica submarina e de vocalizações de mysticetos, assobios de odontocetos e cliques de ecolocalização de cachalotes. O hidrofone (B) apresenta aquisição até altas frequências, portanto, otimizado para o registro de cliques de delphinídeos e cetáceos mergulhadores profundos, como baleias-bicudas e Kogias. Outros modelos com configurações similares também poderão ser utilizados ao longo do PMID.

O sistema será utilizado em uma gaiola octogonal de aço inoxidável, dispondo de dois hidrofones e um sensor de profundidade centralizados por meio de cintas elásticas para mitigação de ruídos (**Figura V.3-1**). Para maior estabilidade do sistema acústico na coluna d'água, em locais com maior profundidade e influência das dinâmicas oceanográficas, poderá ser incluído junto a gaiola pesos em módulos, variando em quantidade, de acordo com a corrente e consequente deriva do equipamento. Os hidrofones serão lançados com gaiolas plásticas de

proteção individual, a fim de evitar qualquer contato físico do transdutor. Adicional a estes cuidados, sempre que necessário, os hidrofones serão encaminhados para o fabricante, para manutenção e/ou calibração mais acurada.



**Figura V.3-1 – Desenho esquemático do sistema de ancoragem dos hidrofones e sensor de profundidade utilizados para as coletas de MAP e PA.**

Em tempo real, será possível acompanhar as qualidades das gravações, bem como detectar possíveis danos que venham a ocorrer durante o lançamento e recolhimento do arranjo.

**Perfilagem acústica (PA):** será realizada a amostragem acústica estratificada ao longo da coluna d'água em cada EP. O sistema acústico, composto pelos dois hidrofones e um sensor de profundidade, será lançado ao mar e sua descida ocorrerá de forma gradual, realizando paradas a cada dez metros, quando em maior profundidade, ou em três pontos: superfície, meia água e profundidade limite da EP, quando em locais mais rasos. Em cada parada será realizada a aquisição

acústica de 60 segundos em ambos os hidrofones, obtendo-se assim de três a 15 pontos de coleta por EP ao longo do perfil.

**Monitoramento Acústico Passivo (MAP):** finalizada a perfilagem acústica, os equipamentos permanecerão na profundidade máxima da EP durante aproximadamente 60 minutos<sup>1</sup> para a aquisição acústica em ambos os hidrofones e para a medição de corrente durante os primeiros 10 minutos, exceto em EP em isóbatas menores que 15m. Neste caso, o tempo de gravação será de 30 minutos. No período noturno, esta metodologia permitirá monitorar a biota presente na região e seus comportamentos em um período em que as avistagens não são possíveis, ampliando os esforços. Já durante o dia, os registros acústicos poderão ser comparados às avistagens. Além disso, os dados do MAP serão considerados também nos cálculos de paisagem acústica, considerando intervalos de dez minutos. A partir disto, quando da ocorrência de vocalização de cetáceos, será possível sua contextualização em relação à paisagem acústica no momento. Sendo assim, eventos bioacústicos diferentes de uma mesma espécie poderão ser avaliados em concomitância aos diferentes níveis de energia acústica do ambiente.

Para a diminuição dos ruídos que possam interferir na gravação serão adotados os seguintes procedimentos:

- a) desligamento da motorização da embarcação e outros equipamentos, como geradores.
- b) posicionamento do equipamento de gravação de acordo com a corrente para evitar que o cabo seja arrastado para baixo da embarcação.
- c) utilização de gaiolas de proteção para os hidrofones, que atuam na redução do ruído de passagem, conforme fabricante;
- d) utilização de cintas ao invés de cordas nos arranjos.
- e) inserção de massas hidrodinâmicas, com a intenção de manter o arranjo o mais vertical possível.

Com o motor desligado, a embarcação ficará à deriva durante este período. Sendo assim, duas situações podem ocorrer: (1) a depender da corrente, o cabo tende a sofrer um arrasto, gerando ruídos adicionais; e (2) com a deriva, a gravação não será realizada apenas no ponto inicial de amostragem, ou seja, os registros serão obtidos em uma área em torno deste ponto. Com isso, além dos

---

<sup>1</sup> O tempo de gravação pode variar conforme condições meteo-oceanográficas.

procedimentos listados acima para mitigação de ruídos, serão registradas em fichas de coleta todas as informações acerca do estado do mar e vento (velocidade e direção) durante as EP's enquanto estiver ocorrendo Perfilagem Acústica e MAP. Posteriormente, durante as análises, essas informações serão consideradas, juntamente aos dados de AIS da região, para a identificação de elementos acústicos geofônicos e provenientes de embarcações na área. A posição do navio será constantemente monitorada através de seu GPS integrado ao software de aquisição PAMGuard e gravada durante a aquisição dos dados acústicos para que seja possível estimar com precisão as coordenadas da medição ao a cada instante de gravação.

O sistema acústico será acoplado a uma placa/ gravador a bordo e as gravações realizadas em cada estação serão armazenadas em disco rígido para análise em laboratório. Nos momentos de mobilização de cada etapa de campo todos os equipamentos serão testados e feitos os ajustes necessários para o perfeito funcionamento. Durante o campo, no momento da realização de cada coleta nas estações, novos testes serão realizados por um pesquisador experiente para avaliar as condições de gravação, levando em consideração os ruídos presentes e avaliando as melhores possibilidades para sua extinção.

As análises para a Perfilagem Acústica serão guiadas a partir do estudo da paisagem acústica amostrada em cada estrato de cada EP, baseada no cálculo do nível de pressão sonora (*Sound Pressure Level* – SPL) obtido pelos registros acústicos (Clark et al., 2009; Merchant et al., 2015; Spence, 2015; Lindseth & Lobel, 2018). Para as análises será utilizado o pacote PAMGuide (Merchant, 2015).

Em sequência, cada paisagem acústica descrita, será integrada aos perfis oceanográficos correspondentes de modo a conduzir a interpolação tridimensional dos dados a partir do método RST (*Regularized Spline with Tension*). Esta análise será gerada para os diferentes contextos abordados neste trabalho (antes, durante e após a atividade de perfuração) e possibilitará a visualização e entendimento da paisagem acústica da região de forma integrada e ecossistêmica, com o objetivo de avaliar sua modificação ao longo da etapa de perfuração, permitindo o entendimento da contribuição das fontes antropogênicas na paisagem acústica (Hildebrand, 2009; Clark et al., 2009, Wiggins et al., 2021)

Com os dados do MAP objetiva-se identificar os momentos de ocorrência de sinais de interesse como vocalizações emitidas pelos cetáceos e descrição da paisagem acústica em que essas vocalizações estarão contextualizadas. Para a identificação de odontocetos serão gerados *Long Term Spectrograms Average* (LTSA), através do software livre PAMGuard 2.02 (Gillespie et al., 2008). Os LTSAs consistem em espectrogramas compilados de todos os arquivos em análise, sendo possível identificar os principais eventos de interesse. No mesmo software serão aplicados os módulos *Click detector* e *Click classification* para a detecção e pré-classificação automática de cliques de ecolocalização e *burst sounds*, seguido de uma seleção manual das vocalizações detectadas, excluindo os falso-positivos. A partir deste momento é possível acessar os parâmetros bioacústicos dos cliques selecionados.

Serão analisados sons pulsados (cliques) e tonais (assobios). Para a seleção dos assobios, apenas os sinais de boa qualidade com início e fim bem definidos e contorno (modulação da frequência) visível serão considerados, e os seguintes parâmetros extraídos: frequência mínima, máxima, inicial, final, pico e central, variação de frequência e duração. Os sinais serão identificados e medidos diretamente pelo espectrograma gerado pelo software Raven Pro 1.6 (Cornell Laboratory of Ornithology, Cornell University, NY, USA), sendo considerados somente sinais que apresentavam contorno nítido ( $\text{SNR} \geq 10$  dB) para o estabelecimento das seleções.

Para os cliques os seguintes parâmetros serão medidos: frequência pico, largura de banda a três decibéis (dB) e a dez decibéis (dB), intervalo entre cliques e nível de pressão sonora (SPL). Para mensurar o intervalo entre os cliques, apenas as cadeias que não apresentavam sobreposição de cliques, ou seja, emitidos por apenas um indivíduo, será mensurada. A primeira etapa de análise será a individualização das cadeias de cliques no software Raven que então serão submetidas à uma rotina desenvolvida para a extração automática dos parâmetros. Esses passos das análises estão estabelecidos em Andriolo et al. (2018).

Para a identificação de mysticetos, o software PAMGuard também será utilizado, no entanto, desta vez, com o módulo "*moan detector*", detectando de forma automática as possíveis vocalizações de mysticetos. Em sequência, mais

uma vez, o software Raven será utilizado para a avaliação manual e extração de parâmetros das vocalizações identificadas.

A espacialização dos animais no momento da vocalização é uma etapa importante do processo de análise. Se faz necessário acessar a distância dos animais em relação ao sistema de aquisição acústico de modo a entender a distribuição espacial destes em relação a EP. Desta forma, aplica-se o cálculo da distância perpendicular de cada vocalização através da TMA (*Target Motion Analysis*), que utiliza pares de hidrofones para a triangulação do sinal. Os cliques, por apresentarem uma variação discreta no tempo e por serem emitidos de forma sequencial pelos indivíduos, são os sinais mais acurados para o cálculo.

Para estimar a localização das cadeias de cliques, processo conduzido através do software PAMGuard, é necessário que cada um dos cliques que as compõem tenha sido registrado pelos dois hidrofones. Inicialmente é estimado o azimuth (*bearing*) correspondente a cada clique por correlação cruzada, processo baseado no tempo de chegada de cada sinal aos pares de hidrofones (Hastie et al., 2003; Lewis et al., 2007; Swift et al., 2005). Uma vez representadas graficamente no eixo azimuth x tempo, as cadeias são selecionadas e atribuídas a um evento. Para cada localização, são gerados até três modelos de TMA, sendo escolhido aquele que apresenta menor valor de Critério de Informação de Akaike (AIC) e de erro associado.

Como o Monitoramento Acústico Passivo tem sido amplamente utilizado para detectar a presença de cetáceos no ambiente marinho (Vilardo & Barbosa, 2018; Zimmer, 2011), há uma grande necessidade em aprimorar algoritmos de detecção e classificação autônomos, que busquem complementar o monitoramento visual e acústico por meio da identificação de cetáceos com base apenas em seus repertórios acústicos (Usman et al. 2020). Esses algoritmos devem ser capazes de determinar com alguma confiança padrões acústicos espécie-específicos. Assobios, cliques de ecolocalização e uma abordagem integrada desses sinais têm sido utilizados em pesquisas sobre identificação e classificação acústica (Amorim et al., 2019; Erbs et al., 2017; Esfahanian et al., 2014; Frasier et al., 2017; Gannier et al., 2010; Lin & Chou, 2015; Luo et al., 2019; Rankin et al., 2017; Roch et al., 2011; Soldevilla et al., 2008). Desta forma, numerosas técnicas acústicas têm sido

utilizadas para automatizar a identificação das espécies de odontocetos por meio de suas vocalizações (Abbot et al., 2010).

Neste projeto serão classificados acusticamente todos os eventos acústicos detectados possíveis a fim de confirmar a identificação da espécie com avistagem ou definir, apenas por parâmetros acústicos, a espécie gravada. O classificador a ser utilizado tem como base registros acústicos e visuais ao longo do litoral brasileiro fornecidos pelo Laboratório de Ecologia Comportamental e Bioacústica da Universidade Federal de Juiz de Fora e pelo Instituto Aqualie (Andriolo et al. 2015, 2018; Moron et al., 2014, 2015a, 2015b, 2016; Amorim et al., 2019; Pagliani et al., 2022; Viana et al., 2022).

O método utilizado para a classificação dos eventos acústicos das espécies é a Floresta Randômica (Random Forest) (pacote randomForest, Liaw & Wiener, 2002), um algoritmo de aprendizagem de máquina supervisionado. Este algoritmo gera uma combinação de árvores de decisão geralmente treinadas através do método *bagging* (método que combina os modelos de aprendizado para aumentar o resultado geral). Os modelos são construídos a partir de dois conjuntos de dados, um de treino e outro de validação, e utiliza o parâmetro *mtry* estabelecido na função *tuneRF* como parâmetro de ajuste (tuning) para otimizar cada modelo treinado.

Finalizadas as etapas exploratória, descritiva e de classificação dos dados, os parâmetros de frequência, tempo e qualitativos obtidos nas análises serão compilados para cada campanha de coleta, construindo bancos de dados distintos para cada estação do ano e para os contextos pré, durante e pós atividade de perfuração.

As análises estatísticas serão realizadas utilizando também o software “R”. Os valores de média e desvio-padrão serão computados para cada detecção acústica biológica que disponha de um número mínimo satisfatório de sinais acústicos - 50 cliques e 30 assobios - para a realização das análises estatísticas. Com a finalidade de verificar a existência de diferenças significativas entre os valores dos parâmetros dos sinais acústicos dos animais sob os diferentes contextos amostrados será realizado o teste de Permutação (pacote *ImPerm*) (Wheeler & Torchiano, 2016), executado com 100.000 repetições. O valor de significância adotado será de  $\alpha=0.05$ . Mais detalhes sobre o teste de Permutação podem ser encontrados em Tibshirani & Efron, 1993.



### ***V.3.2 Avistagem de fauna marinha***

As metodologias para a avistagem embarcada diurna de mamíferos marinhos e quelônios e de aves serão realizadas quando na presença de luz solar e em condições ideais de avistagem (considerando as condições climáticas locais).

Cada metodologia será conduzida por uma equipe especialista no grupo alvo que, no caso do observador generalista inclui, além dos mamíferos marinhos, os quelônios. No entanto, todos os observadores, além de capazes de identificar ao menor nível taxonômico os indivíduos do seu grupo de especialização serão treinados para o monitoramento e identificação dos demais grupos e, portanto, capazes de auxiliar no monitoramento geral da fauna.

A atividade de avistagem ocorrerá em 3 modos: *on effort* (com a embarcação em velocidade constante – *on effort searching mode*), *off-effort* (durante a atividade de perfilagem acústica, com embarcação a deriva) ou *off-effort closing mode* (no modo aproximação a mamíferos marinhos), conforme descrito a seguir.

#### **Monitoramento de mamíferos marinhos e quelônios:**

O monitoramento de mamíferos marinhos e quelônios seguirá o método desenvolvido por BUCKLAND et al. (1993, 2001), correspondente à amostragem de distâncias (*Distance Sampling*), no caso do presente estudo, tomadas a partir de transecções lineares.

Amplamente utilizada para estimar a densidade e abundância de populações animais, a amostragem de distâncias possui quatro premissas principais (BUCKLAND et al., 1993, 2001, 2015; BUCKLAND e YORK, 2018):

- (1) os objetos (indivíduos e/ou grupos) devem estar distribuídos de forma independente da linha de transecção (*design assumption*);
- (2) animais presentes na linha (rota da embarcação) devem ser detectados com certeza (*model assumption*);
- (3) os objetos devem ser detectados em sua localização inicial, antes de qualquer movimento em resposta ao observador (*model assumption*);



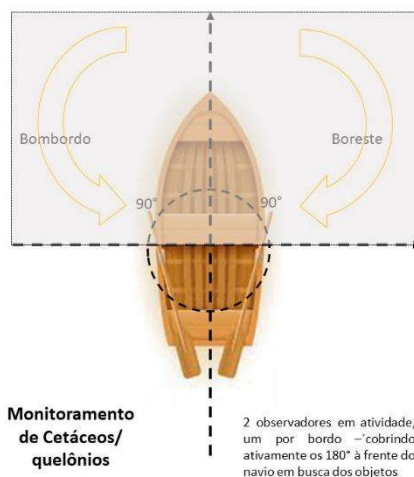
(4) as distâncias devem ser medidas com precisão e os objetos contados corretamente quando agrupados (*model assumption*).

Para que a densidade e abundância possam ser estimadas através deste método, espera-se que o desenho amostral proposto possa garantir que a premissa (1) seja atendida, ou seja, os transectos devem cobrir a área de estudo de forma homogênea e aleatória em relação à distribuição dos animais, garantindo uma amostragem representativa das distâncias relevantes e, portanto, uma estimativa de densidade válida (BUCKLAND et al., 1993, 2015).

Uma vez que o desenho amostral proposto para as áreas correspondentes à rota das embarcações (até a área de perfuração e no retorno ao porto base) é composto por apenas um transecto, os dados coletados durante sua amostragem possivelmente não poderão ser utilizados para a estimativa de densidade. No entanto, irão compor as análises referentes à taxa de encontro por unidade de esforço (considerada um índice de abundância); ocorrência; distribuição em relação a variáveis como distância da costa, profundidade, latitude, bem como distância da unidade de perfuração; entre outros descritores para as espécies registradas nestas áreas, também acessados para a área de perfuração.

Para que as demais suposições, relacionadas ao modelo (*model assumptions*), sejam minimamente satisfeitas, é preciso considerar se os métodos de amostragem adotados em campo podem garantir baixo viés se falharem (BUCKLAND et al., 2015). Assim, a equipe de observação será composta por, no mínimo, dois observadores generalistas ocupando as seguintes posições a partir de um ponto elevado da embarcação: observador de bombordo, observador de boreste. O terceiro observador ocupa a posição de descanso, revezando com os outros a cada 30 minutos ou apoiando os observadores em atividade na função de anotador (**Figura V.3-2**).

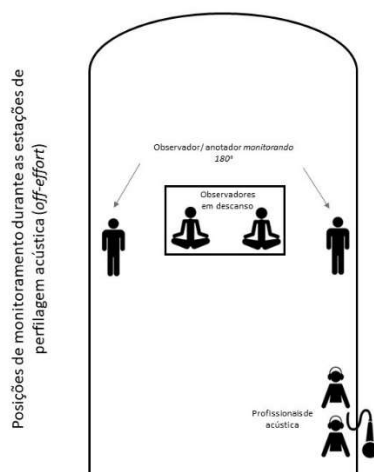
O registro dos dados será realizado preferencialmente pelos observadores em planilhas ou através de um programa de entrada de dados instalado em tablet ou celular.



**Figura V.3-2 - Esquema ilustrativo do monitoramento de mamíferos e quelônios.**

Dois observadores treinados para garantir que o padrão de busca combinado seja eficaz, monitorando simultaneamente seus respectivos bordos, desde o través até a proa, resultam em uma maior cobertura da área amostrada e aumentam a probabilidade de detecção dos objetos (BUCKLAND et al., 2015). No entanto, para a estimativa de densidade, o principal objetivo do observador não deve ser maximizar o número de detecções, mas garantir sua qualidade e, também, que os animais na linha de transecção (mais próximos ao observador) não sejam perdidos (premissa 2 – BUCKLAND et al., 2015). Assim, os observadores deverão monitorar seu bordo desde o través até a proa, ultrapassando o bordo oposto em 10°, sobrepondo a área de busca do outro observador neste intervalo, garantindo que, pelo menos, 20° ao longo do transecto sejam cobertos por ambos, otimizando a amostragem na linha de transecção (KINZEY et al., 2000). Registros além dos 90° de cada bordo poderão ser registrados, no entanto, como *off-effort*.

Conforme apresentado na **Tabela 01** e **Figura V.3-3**, os três observadores generalistas e o observador de aves deverão se revezar em atividade e descanso durante a realização da perfilagem acústica, cuja duração mínima estimada será de uma hora e meia, além do intervalo entre estações ser, geralmente, reduzido; e quando o monitoramento será conduzido em *off-effort* por apenas dois observadores generalistas e/ou de aves por vez, cobrindo cada, um dos bordos da embarcação. Os dados coletados serão registrados em fichas (impressas ou em tablet), próprias para o esforço *off-effort* durante a perfilagem.



**Figura V.3-3** - Esquema ilustrativo indicando as posições de monitoramento (*off-effort*) durante a realização das estações de perfilagem acústica.

**Tabela 01 - Esforço de monitoramento de mamíferos marinhos e quelônios durante o on-effort e durante o off-effort, forma de esforço também observada durante as estações de perfilagem acústica – conformação base.**

ESFORÇO DE MONITORAMENTO DE MAMÍFEROS MARINHOS E QUELÔNIOS				
Esforço	Contexto	N. de observadores	Fauna alvo	Observação
<i>on-effort</i>	Durante a navegação, em velocidade e rumo constantes	3 (dois observadores e um em descanso)	Mamíferos marinhos e quelônios	Será seguido o protocolo proposto como base para o monitoramento de mamíferos marinhos
<i>off-effort</i>	Durante as estações de perfilagem acústica	O ornitólogo integrará a equipe geral de observação, composta agora por quatro observadores, 2 em esforço não sistemático de observação e 2 em descanso.	Aves, mamíferos marinhos e quelônios	Monitoramento não sistemático e período em que os observadores se revezarão em descanso*
<i>off-effort Closing mode</i>	Durante a aproximação de um grupo de mamíferos marinhos para identificação da espécie e contagem do tamanho de grupo	2	Mamíferos marinhos e quelônios	Monitoramento não sistemático

\*Durante a perfilagem, com duração mínima prevista de uma hora e meia, nos primeiros 30 minutos, os observadores 1 e 2 estarão em ativa, enquanto os observadores 3 e 4 estarão em descanso (ordem definida por sorteio no início do cruzeiro). Nos 30 minutos seguintes, o observador 1 se manterá em ativa, juntamente com o observador 3, e os observadores 2 e 4 em descanso. E nos 30 minutos finais, os observadores 3 e 4 realizarão o monitoramento *off-effort*, enquanto os observadores 1 e 2 estarão em descanso. Dessa forma, na primeira estação, os observadores 1 e 3 observarão por uma hora e descansarão por 30 minutos, enquanto os observadores 2 e 4 observarão por 30 minutos e descansarão por 1 hora. No entanto, na próxima estação, com o contínuo rodízio de posições, observaremos o contrário.

As observações *on-effort* serão realizadas a olho nu ou com auxílio de um binóculo reticulado, a fim de medir a distância do objeto em relação à embarcação, uma vez que os retículos são, muitas vezes, a maneira mais eficaz de estimar a distância aos objetos detectados no mar (BUCKLAND et al., 2001, 2015). No entanto, para que as distâncias aos objetos sejam medidas corretamente, sem arredondamentos (premissa 4) e os indivíduos sejam avistados antes que respondam à presença da embarcação (premissa 3), o observador deve priorizar o uso do binóculo reticulado sempre que possível, adotando este instrumento em pelo menos 50% do tempo de monitoramento (BUCKLAND et al., 2001, 2015).

O movimento responsivo dos animais ao observador que se aproxima pode criar alguns vieses, uma vez que a evitação ou atração responsiva pode levar à sub ou superestimação da abundância, respectivamente (BUCKLAND et al. 1993, 2015; HAMMOND et al., 2021). No entanto, a premissa (3) será menos afetada, ou seja, o viés associado ao movimento não-responsivo do objeto será geralmente insignificante se, adicionalmente ao uso do binóculo pelo observador, sua velocidade média for menor que a metade da velocidade da embarcação, resultando em um menor viés na abundância estimada (BUCKLAND et al., 1993, 2015; BUCKLAND e YORK, 2018; HAMMOND et al., 2021; TASKER et al., 1984). Neste contexto, quanto maior a velocidade da plataforma, menor o viés. Assim, os transectos deverão ser percorridos a uma velocidade mínima e aproximadamente constante, superior ao dobro da velocidade de movimento dos animais avistados ao longo da linha amostrada (BUCKLAND et al., 2001; HAMMOND et al., 2021).

No entanto, isso pode entrar em conflito com a premissa (1), uma vez que para garantir que todos os animais na linha ou muito próximos dela sejam detectados, é sugerido que o observador se mova lentamente (BUCKLAND et al. 2015). Além disso, embarcações em menor velocidade aumentam a janela de tempo necessária para detectar espécies que realizam mergulhos longos, minimizando o viés de disponibilidade (MARSH e SINCLAIR, 1989, PETROBRAS, 2020). WILLIAMS et al. (2016) destacam ainda o papel da velocidade do navio no *trade-off* detecção-evitação, uma vez que, como apresentado, a velocidade da embarcação não pode ser tão baixa a ponto de exercer alguma influência sobre a probabilidade de detecção e nem tão alta resultando em potenciais colisões, devido ao curto intervalo disponível para evitação, seja pela embarcação ou pelo animal. Dessa forma, a

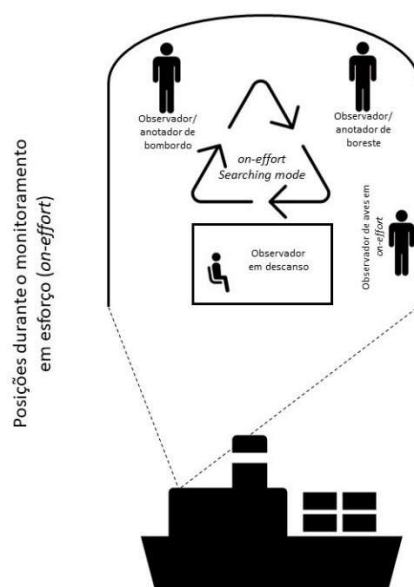
velocidade média adotada durante o PMID será de aproximadamente sete a dez nós (12,8 a 18,2 km), seguindo a reportada em outros esforços dedicados ao monitoramento da megafauna marinha em águas brasileiras (BORTOLOTTTO et al. 2016; DI TULLIO, 2016; PETROBRAS, 2020), otimizando, ainda, a total cobertura do desenho amostral no tempo de cruzeiro previsto (PETROBRAS, 2020).

Como definido no Projeto, os observadores generalistas realizarão o monitoramento a partir de um ponto elevado e desobstruído da embarcação, garantindo um campo de visão amplo e estimativas mais precisas tanto das distâncias tomadas, quanto da probabilidade de detecção (BORTOLOTTTO, 2019; HAMMOND, 2010; JOHANSEN et al., 2015). No entanto, assim como apresentado para a velocidade, a definição da altura da plataforma de observação também possui um *trade-off*, se mais alta, amplia o campo de visão, mas aumenta o erro de leitura no binóculo e seu posicionamento na referência do horizonte, devido ao comportamento pendular da embarcação. Portanto, a altura adotada será de 8m acima do nível do mar. Uma plataforma com aproximadamente oito metros de altura, semelhante ao já utilizado em outros estudos baseados na mesma metodologia proposta para este esforço de monitoramento (BORTOLOTTTO et al., 2016; DI TULLIO, 2016; HEIDE-JORGENSEN et al., 2007; PETROBRAS, 2020), é suficiente para garantir um equilíbrio entre duas características desejáveis.

De forma complementar ao monitoramento *off-effort* (durante as perfilagens), para o monitoramento de mamíferos marinhos e quelônios, serão adotados dois modos de esforço: (1) monitoramento em esforço (*on-effort Searching mode*, modo também adotado para o monitoramento da avifauna quando em rota, porém nomeado apenas como *on-effort*) e (2) modo de aproximação fora de esforço (*off-effort Closing mode*). Durante a condução de (1), os observadores monitorarão ativamente os 180° à frente do navio em busca dos objetos (**Figura V.3-4**), e apenas avistagens feitas durante este modo serão utilizadas nas estimativas de densidade e abundância (KINZEY et al., 2000). Já o (2) será realizado quando não for possível identificar a espécie na primeira passagem da embarcação, sendo necessário interromper o esforço e realizar manobra para aproximação, contagem, identificação da espécie e registro fotográfico (**Figura V.3-5**). Durante a aproximação, após registrar a interrupção do esforço sobre o transecto, o observador em anotação poderá auxiliar os outros dois observadores. Uma vez

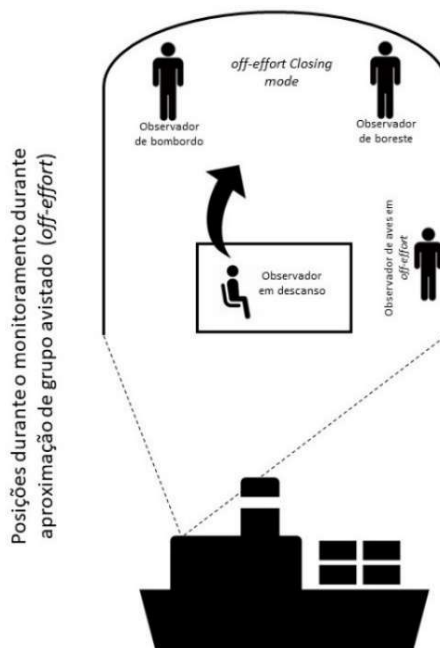
identificada a espécie, a embarcação retornará imediatamente ao ponto do transecto onde o esforço foi interrompido, seguindo a amostragem (KINZEY et al., 2000). O *off-effort Closing mode* será realizado apenas quando os observadores, em consenso, considerarem que o tempo necessário para aproximação do grupo-alvo não causará potencial atraso na cobertura do desenho amostral. Assim como para aves, os dados coletados em cada modo de esforço (*on-effort*, *off-effort* e *off-effort Closing mode*) serão analisados separadamente.

É importante destacar que este método de aproximação ocorre devido à maior dificuldade de identificar e contabilizar espécies que passam parte do tempo submersos, especialmente aquelas que realizam mergulhos longos (por exemplo, os cachalotes e baleias de bico).



**Figura V.3-4 - Esquema ilustrativo indicando as posições ocupadas pelos observadores durante o monitoramento em *on-effort/on-effort Searching mode*.**

Nota: O observador de descanso pode também eventualmente apoiar a atividade de registro



**Figura V.3-5 - Esquema ilustrativo indicando as posições ocupadas pelos observadores durante o monitoramento em off-effort closing mode.**

Nota: O observador de descanso pode também eventualmente apoiar a atividade de registro

As anotações serão registradas em planilhas (modelo ANEXO em papel ou digitais) e as anotações *on effort* de mamíferos serão preferencialmente, registradas em um programa próprio para a entrada dos dados referentes às condições ambientais e de monitoramento e à avistagem: *Wincruz Sighting Records* (ou software similar), conectado a um sistema de posicionamento global a fim de otimizar o registro das informações obtidas pelos observadores generalistas, registrando automaticamente a hora e a coordenada geográfica de cada evento inserido no programa (KINZEY et al., 2000).

Além do número de retículos entre a linha do horizonte e a posição do objeto avistado (distância radial), definidos com auxílio do binóculo, também deverá ser registrado o ângulo horizontal de avistagem, a partir de uma alidade. Desta forma, conhecida a posição da embarcação no momento da avistagem, por triangulação, serão calculadas a posição (coordenada geográfica) e a distância perpendicular do indivíduo em relação ao transecto amostrado (BUCKLAND et al., 2015; KINZEY et al., 2000).

Pesquisas a bordo geralmente são dispendiosas e, por isso, o tempo embarcado deve ser otimizado sempre que possível (BUCKLAND et al., 2015). Assim, quanto ao tempo de monitoramento diurno embarcado, o esforço será



realizado de forma contínua, sendo iniciado ao nascer do sol até o pôr do sol, quando a luminosidade diminui consideravelmente, sem a adoção do intervalo inicialmente proposto entre 10:30 e 13:30, mesmo sob influência do reflexo aumentado. Por não ser previsto que a embarcação interrompa a navegação durante este intervalo, sua adoção resultaria numa significativa redução do esforço de monitoramento durante a cobertura das linhas propostas. As avistagens realizadas neste período, serão analisadas considerando as condições em que foram registradas, informações estas anotadas simultaneamente.

Por fim, embora para a estimativa de densidade tenha sido inicialmente proposta a adoção do método de marcação-recaptura por fotoidentificação, a base de dados necessária para a utilização desta metodologia corresponde a uma série histórica de capturas (fotos) de animais individualmente identificados a partir de marcas naturais ou artificiais, cuja obtenção envolve múltiplas ocasiões de amostragem (campanhas) (HAMMOND, 2009; HAMMOND et al., 2021). Além disso, a qualidade da informação biológica obtida dependerá do comprimento e a continuidade desta série temporal, assim como da proporção de animais recapturados (HAMMOND, 2009).

Desta forma, uma vez que a amostragem de distâncias, largamente utilizada para a estimativa de densidade e abundância, é proposta como método para o monitoramento de mamíferos marinhos e quelônios, a mesma será adotada como metodologia principal para as estimativas.

No entanto, para que a densidade e abundância das espécies avistadas seja estimada, é necessário registrar um número mínimo de detecções para cada espécie, a fim de possibilitar o ajuste de uma função de detecção às distâncias medidas (BUCKLAND et al., 2001). Desta forma, somente espécies com número suficiente de detecções serão incluídas nas análises de densidade.

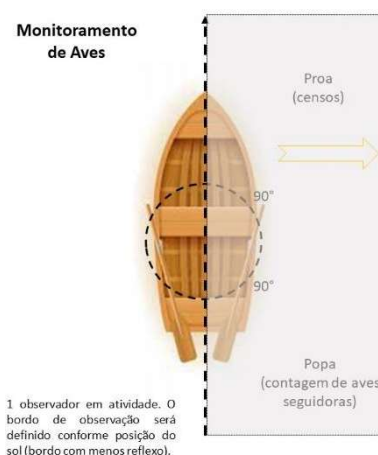
Porém, além da estimativa de densidade das espécies mais comumente encontradas na área de estudo, a taxa de encontro por unidade de esforço poderá ser calculada para todas as espécies, independentemente do número de registros. Informações referentes a riqueza e diversidade, ocorrência, distribuição, uso e ocupação da área também poderão ser acessadas a partir dos dados coletados sob o uso desse método.

### **Monitoramento da avifauna:**

Essa metodologia proposta seguirá um protocolo específico, adaptado a partir do proposto por TASKER et al. (1984) e modificado por NEVES et al. (2006). Será conduzida uma estação completa de censo composta por: (1) contagem das aves seguidoras, com o observador posicionado na popa da embarcação; (2) coleta de dados abióticos; (3) censo contínuo e (4) censo instantâneo, ambos conduzidos a partir da proa do navio em local elevado, sobre a cabine de comando (tijupá), abaixo da plataforma de observação de mamíferos marinhos.

Uma faixa de largura igual a 300 metros, assim como a definida em NEVES et al. (2006) em um estudo para o monitoramento embarcado da avifauna, será adotada como limite para os censos, a partir de um dos bordos da embarcação, em um ângulo de 90° com a proa, sendo escolhido aquele que estiver abrigado do sol no momento da observação (**Figura V.3-6**). Esta distância será delimitada com auxílio de um paquímetro posicionado entre os olhos do observador de aves, cuja altura em relação ao nível do mar seja conhecida, e o horizonte, seguindo o método proposto por HEINEMANN (1981).

Para os censos contínuos e instantâneos será realizada a contagem de todas as aves pousadas ou voando na faixa estabelecida, durante o intervalo proposto de dez minutos que, no caso dos censos instantâneos, será dividido em blocos de um minuto, sendo a contagem realizada no início de cada bloco. Durante os censos as aves seguidoras não serão consideradas.



**Figura V.3-6 - Esquema ilustrativo do monitoramento de aves.**

A equipe será composta por um único observador de aves (ornitólogo), que se manterá em esforço (*on-effort*) enquanto a embarcação estiver navegando em velocidade constante e rumo conhecido, seguindo sistematicamente o protocolo proposto como base para o monitoramento. Este profissional, será responsável pela realização de todas as estações completas de censo/contagem (incluindo, como descrito acima, a contagem das aves seguidoras e o registro dos dados abióticos – com duração aproximada de dez minutos, a depender do número de seguidoras presentes; além dos censos instantâneo e contínuo – ambos com duração de dez minutos; totalizando aproximadamente 30 minutos por estação) durante o cruzeiro. Após finalizada uma estação, o observador terá um período de 30 minutos de descanso antes de iniciar o próximo censo.

Metodologicamente, alguns estudos de monitoramento da avifauna indicam que as contagens e censos sejam realizados por um único observador, de modo a evitar possíveis vieses na detecção (RYAN e COOPER, 1989; TASKER et al., 1984; VAN FRANEKER, 1994), diretamente associados a percepção individual, ou seja, variável entre diferentes observadores.

Durante a realização da perfilagem acústica, quando a embarcação estiver à deriva, o observador de aves seguirá o monitoramento não sistemático em *off-effort*. No entanto, ele se unirá à equipe de observadores generalistas, que juntos realizarão um rodízio entre duas posições de observação geral (para os três táxons), monitorando 180° a partir de um dos bordos da embarcação, e duas posições de descanso. Desta forma, os observadores poderão utilizar parte deste intervalo como período de descanso, bem como auxiliar no monitoramento, a fim de registrar os indivíduos que estejam no campo visual, possivelmente associados aos sinais acústicos registrados, particularmente quanto aos mamíferos marinhos. Detalhes sobre a disposição da equipe durante este período é apresentada na **Figura V.3-3 e Tabela 02**.

**Tabela 02 – Esforço de monitoramento da avifauna durante o on-effort e durante o off-effort, forma de esforço também observada durante as estações de perfilagem acústica – conformação base.**

ESFORÇO DE MONITORAMENTO DA AVIFAUNA				
Esforço	Contexto	N. de observadores	Fauna alvo	Observação
<i>on-effort</i>	Durante a navegação, em velocidade e rumo constantes	1	Aves	Será seguido o protocolo proposto como base para o monitoramento de aves
<i>off-effort</i>	Durante as estações de perfilagem acústica	O ornitólogo integrará a equipe geral de observação, totalizando quatro observadores, dois em esforço não sistemático de observação e dois em descanso.	Aves, mamíferos marinhos e quelônios	Monitoramento não sistemático e período em que o observador de aves realizará o descanso*
<i>off-effort Closing mode</i>	Durante a aproximação de um grupo de mamíferos marinhos para identificação da espécie e contagem do tamanho de grupo	1	Aves	Monitoramento não sistemático

\*Durante a perfilagem, com duração mínima prevista de uma hora e meia, nos primeiros 30 minutos, os observadores 1 e 2 estarão em ativa, enquanto os observadores 3 e 4 estarão em descanso (ordem definida por sorteio no início do cruzeiro). Nos 30 minutos seguintes, o observador 1 se manterá em ativa, juntamente com o observador 3, e os observadores 2 e 4 em descanso. E nos 30 minutos finais, os observadores 3 e 4 realizarão o monitoramento *off-effort*, enquanto os observadores 1 e 2 estarão em descanso. Dessa forma, na primeira estação, os observadores 1 e 3 observarão por uma hora e descansarão por 30 minutos, enquanto os observadores 2 e 4 observarão por 30 minutos e descansarão por 1 hora. No entanto, na próxima estação, com o contínuo rodízio de posições, observaremos o contrário.

O monitoramento de aves também será considerado em *off-effort* quando a embarcação interromper momentaneamente a rota para aproximação de um grupo de mamíferos marinhos não identificado (*off-effort Closing mode*, modo de esforço apresentado em detalhes sobre monitoramento de mamíferos marinhos e quelônios).

Os dados abióticos e de contagem, bem como dos censos serão anotados pelo observador de aves em fichas, preferencialmente digitais a serem preenchida em tablet ou em fichas impressas (modelos em ANEXO), elaborada para o monitoramento de aves.

## ***V.4 RECURSOS***

O principal meio logístico para execução do projeto PMID é uma embarcação preparada para navegar em águas oceânicas, com local alto para observação de cetáceos. Deverá possuir habilitação para navegação segura e homologada para até o limite das 200 milhas – ZEE (Zona Econômica Exclusiva), além das seguintes capacidades:

- Acomodações para pernoite da tripulação e até **08 (oito)** pesquisadores, sala de trabalho para os mesmos, banheiros com lavatórios, locais para acomodação de todos os equipamentos previstos, além de armazenamento de combustível, água e alimentação compatível com a autonomia requerida;
- Autonomia para 15 dias de mar;
- Pontos de avistagem, seguros e abrigados, com cerca de 8 metros acima da linha d'água, para os observadores (MMOs);
- Acomodação para instalação de posto de trabalho e operação do Sistema MAP, por até dois técnicos simultaneamente;
- Guincho e pórtico no convés para lançamento do equipamento de perfilagem acústica;
- Sistema de rastreamento e comunicação via satélite – Sistema AIS e Autotrak ou similar;
- Rádios VHF e SSB;
- Radar banda X;
- Ecossonda;
- Telefone via satélite, GPS, Radar, Ecobatímetro e EPIRB 400 mhz.
- Habilitação com todas as certidões necessárias segundo a Autoridade Marítima, para navegação em mar aberto, segundo seu porte;

- Motorização não inferior a 600 HPs totais, com dois motores e dois propulsores, assim como sistema duplo de bombas hidráulicas e geradores de energia, atendendo assim um importante elemento de segurança, considerando as longas distâncias da costa a serem percorridas;
- Capacidade de desenvolver velocidade média de cruzeiro de pelo menos 7 nós.
- Sistema de rastreamento via internet em tempo real – Sistema IAS;

Outros equipamentos e materiais necessários para os cruzeiros do PMID são:

- Binóculos reticulados;
- Gravador digital e cabos;
- Hidrofone otimizado para o registro em baixas e médias frequências da paisagem acústica submarina e de vocalizações de misticetos;
- Hidrofone otimizado para registro em alta frequência de cliques de delfínídeos e cetáceos mergulhadores profundos.
- Câmera fotográfica profissional com lentes específicas que permitam a identificação específica de aves de pequeno porte;
- GPS;
- Documentos de registro de avistagem e de esforço diário;
- Prancheta e lápis;
- Computador;
- Guias de identificação de mamíferos aquáticos, tartarugas e aves;
- CTD;
- Correntômetro.

## **VI RELATÓRIOS DO PMID**

Serão apresentados 3 relatórios durante o desenvolvimento deste projeto:

- Relatório das Campanhas Controle PMID FZA – Cenário 2
- Relatório das Campanhas de Monitoramento da Atividade PMID FZA – Cenário 1
- Relatório Final do Projeto de Monitoramento Integrado Dedicado (PMID) FZA-M-59 por poço.

Os relatórios irão apresentar e discutir os resultados, considerando os objetivos do Projeto.



## VII EQUIPE TÉCNICA

### Quadro VII-1 – Equipe técnica responsável.

Empresa Profissional	Formação	Empresa/ Instituição	Função	Registro de Classe	CTF AIDA/IBAM A
Marcos Zabini	Engenheiro de Minas	Mineral		CREA-SP: 0600994492	52857
Cláudio de Souza Vieira Junior	Gestão Ambiental	Mineral	Gerente de Projeto	CRQ-SP: 04267931	735233
Daniela Ferro de Godoy	Biologia	Mineral	Coordenadora	CRBio nº 43716/01-D	5201390
Pedro Volkmer de Castilho	Biologia	UFSC	Coordenador de avistagem	CRBio nº 53296/03-D	1929683
Manuela Carvalho Pereira	Biologia	Mineral	Observadora	Não possui	7861278
Bruna Ribeiro Duque	Biologia	Mineral	Observadora	CRBio nº 104942/04-D	7002711
Danilo Geraldo Filipkowsky	Biologia	Mineral	Ornitólogo	CRBio nº 83144/07-D	5563801
João Pedro Motta Mura	Biologia	Aqualie	Coordenador de EP	Em andamento	5739100
Lucas Lima de Oliveira	Oceanografia	Aqualie	Perfilador	Não possui	7352218
Victor Peixoto Nunes Cordeiro	Oceanografia	Aqualie	Perfilador	AOCEANO: 2504	7210502
Gabrieli Messias Rodrigues	Oceanografia	Aqualie	Perfiladora	Não possui	6113340
Giovane Ambrosio Ferreira	Biologia	Aqualie	Perfilador	CRBio nº 49920/04-D	4144883
Larissa Kelmer de Lima Kascher	Biologia	Aqualie	Perfiladora	CRBio nº 128803/04-D	8118107
Natália Rodrigues de Souza Soares	Biologia	Aqualie	Perfiladora	Em andamento	7379999
Raphael Barbosa Machado	Biologia	Aqualie	Perfilador	CRBio nº 128229/04-D	755495
José Luiz Costa de Paula	Biologia	Mineral	Ornitólogo	CRBio nº 52718/06-D	3910687
Franciele Rezende de Castro	Biologia	Mineral/ Aqualie	Assistente de coordenação e Observadora	CRBio nº 117864/04-D	3271995
Daniela Sá de Mello	Biologia	Guará Vermelho	Assistente de coordenação	CRBio nº 132216/01-D	8110007
Carlos Berlus	Oceanografia	Mineral		Não possui	Não possui
Yaçanã Luana Wiener	Oceanografia	Mineral		Não possui	Não possui

[illegible]

## **IX REFERÊNCIAS**

### **AVISTAGEM DE FAUNA**

BORTOLOTTI, G.A. 2019. Humpback whales in Brazil: Distribution, abundance and human impacts. (Tese). University of St Andrews, UK.

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

Bowen, W.D.; Iverson, S.J. (Eds.). Marine mammal ecology and conservation: A handbook of techniques. Oxford: Oxford University Press. pp. 42–67.

BUCKLAND, S.T.; ANDERSON, D.R.; BURNHAM, K.P.; LAAKE, J.L. 1993. Distance Sampling: Estimating Abundance of Biological Populations. Chapman & Hall, London.

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.

BUCKLAND, S.T.; REXSTAD, E.A.; MARQUES, T.A.; OEDEKOVEN, C.S. 2015. Distance Sampling: Methods and Applications. Springer International Publishing, Switzerland.

BUCKLAND, S.T.; YORK, A.E. 2018. Abundance Estimation. In: Würsig, B.; Thewissen, J.G.M., Kovacs, K. (Eds.). Encyclopedia of Marine Mammals. 3<sup>rd</sup> ed., Elsevier, pp. 1-6. <http://dx.doi.org/10.1016/B978-0-12-804327-1.00001-7>.

DI TULLIO, J. C. 2016. Uso do habitat por mamíferos marinhos no sul e sudeste do Brasil. (Tese). Programa de Pós-graduação em Oceanografia Biológica. Universidade Federal do Rio Grande. Rio Grande, Brasil.

HAMMOND, P.S. 2009. Mark-recapture. In: Perrin, W.F.; Würsig, B.; Thewissen, J.G.M. (Eds.). Encyclopedia of Marine Mammals. 2<sup>nd</sup> ed., Elsevier, pp. 705-709. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-373553-9.00163-2>.

HAMMOND, P.S. 2010. Estimating the abundance of marine mammals. In: Boyd, I.L.;

HAMMOND, P.S.; FRANCIS, T.B.; HEINEMANN D.; LONG, K.J.; MOORE, J.E.; PUNT, A.E.; REEVES, R.R.; SEPÚLVEDA, M.; SIGURGSSON, G.M.; SIPLE, M.C.; VÍKINGSSON, G.; WADE, P.R.; WILLIAMS, R.; ZERBINI, A.N. 2021. Estimating the Abundance of Marine Mammal Populations. *Front. Mar. Sci.* 8:735770. doi: 10.3389/fmars.2021.735770.

HEIDE-JORGENSEN, M.P.; SIMON, M.J.; LAIDRE, K.L. 2007. Estimates of large whale abundance in Greenlandic waters from a ship-based survey in 2005. *Journal of Cetacean Research and Management*, 9(2), 95.

HEINEMANN, D. 1981. A range finder for pelagic bird censusing. *Journal of Wildlife Management*, 45:489-493.

IUCN. (2021). **The IUCN Red List of Threatened Species**. Version 2021-3. <https://www.iucnredlist.org>. Acessado em [22-mar-2022].

JOHANSEN, K.L.; BOERTMANN, D.; MOSBECH, A.; HANSEN, T.B. 2015. Manual for seabird and marine mammal survey on seismic vessels in Greenland. 4th revised edition.

KINZEY, D.; OLSON, P.; GERRODETTE, T. 2000. Marine Mammal Data Collection Procedures on Research Ship Line-Transect Surveys by the Southwest Fisheries Science Center.

MARSH, H.; SINCLAIR, D.F. 1989. Correcting for visibility bias in strip transect aerial surveys of aquatic fauna. *Journal of Wildlife Management*, 53(4): 1017-1024.

MMA – MINISTERIO DO MEIO AMBIENTE. PORTARIA MMA Nº 148, DE 7 DE JUNHO DE 2022 Lista Nacional de Espécies Ameaçadas de Extinção.

NEVES, T.; BUGONI, L.; ROSSI-WONGTSCHOWSKI, C.L.D.B. (eds.). 2006. Aves oceânicas e suas interações com a pesca na Região Sudeste-Sul do Brasil. Série documentos Revizee: Score Sul/ responsável Carmen Lúcia Del Bianco Rossi-Wongtschowski. São Paulo: Instituto Oceanográfico – USP.

PETROBRAS. 2020. Projeto de Monitoramento de Cetáceos na Bacia de Santos PMC-BS. Projeto Executivo (Ciclo de Médio Prazo). Volume Único. Revisão 01. Dezembro/ 2020.

RYAN, P.G.; COOPER, J. 1989. Observer precision and bird conspicuousness during counts of birds at sea. *S' Afr. J. Mar. Sci.*, 8:271-276.

TASKER, M.L.; JONES, P.H.; DIXON, T.; BLACKKE, B.F. 1984. Counting seabirds at sea from ships: a review of methodology and a suggestion for standardized approach. *Auk*, 101:567-577.

VAN FRANEKER, J.A. 1994. A comparison of methods for counting seabirds at sea in the Southern Ocean. *Journal of Field Ornithology*, 65:96-108.

WILLIAMS, S.H.; GENDE, S.M.; LUKACS, P.M.; WEBB, K. 2016. Factors affecting whale detection from large ships in Alaska with implications for whale avoidance. *Endangered Species Research*, 30: 209–223, doi: 10.3354/esr00736.

## **PERFILAGEM ACUSTICA**

Abbot, T. A., Premus, V. E., & Abbot, P. A. (2010). A real-time method for autonomous passive acoustic detection-classification of humpback whales. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 127(5), 2894–2903. <https://doi.org/10.1121/1.3365255>

Amorim, T. O., Rezende de Castro, F., Rodrigues Moron, J., Ribeiro Duque, B., Couto Di Tullio, J., & Resende Secchi, E. (2019). Integrative bioacoustics discrimination of eight delphinid species in the western South Atlantic Ocean. *PLoS ONE*, 14(6), e0217977.

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. *Acoustical Society of America Journal*, 138(3), 1696-1701.

Andriolo, A., de Castro, F. R., Amorim, T., Miranda, G., Di Tullio, J., Moron, J., ... & Mendes, R. R. Marine Mammal Bioacoustics Using Towed Array Systems in the Western South Atlantic Ocean. *Advances in Marine Vertebrate Research in Latin America*, 113.

- Caspel, Mata, & Cirano. (2010). Sobre a relação TS na porção central do Atlântico Sudoeste: uma contribuição para o estudo da variabilidade oceânica no entorno da cadeia Vitória-Trindade. *Atlântica*, 32(1), 95–110. <https://doi.org/10.5088/atl.2010.32.1.95>.
- 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. *Marine Ecology Progress Series*, 395, 201–222. <https://doi.org/10.3354/meps08402>
- Erbs, F., Elwen, S. H., & Gridley, T. (2017). Automatic classification of whistles from coastal dolphins of the southern African subregion. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 141(4), 2489–2500. <https://doi.org/10.1121/1.4978000>
- Esfahanian, M., Zhuang, H., & Erdol, N. (2014). On contour-based classification of dolphin whistles by type. *Applied Acoustics*, 76, 274–279. <https://doi.org/10.1016/j.apacoust.2013.08.018>
- Frasier, K. E., Roch, M. A., Soldevilla, M. S., Wiggins, S. M., Garrison, L. P., & Hildebrand, J. A. (2017). Automated classification of dolphin echolocation click types from the Gulf of Mexico. *PLoS Computational Biology*, 13(12), e1005823. <https://doi.org/10.1371/journal.pcbi.1005823>
- Fundação RENOVA. (2017). Programa de Monitoramento quali-quantitativo sistemático de água e sedimentos da bacia do rio Doce.
- Gannier, A., Fuchs, S., Quèbre, P., & Oswald, J. N. (2010). Performance of a contour-based classification method for whistles of mediterranean delphinids. *Applied Acoustics*, 71(11), 1063–1069. <https://doi.org/10.1016/j.apacoust.2010.05.019>
- Gillespie, D., Gordon, J., McHugh, R., McLaren, D., Mellinger, D. K., Redmond, P., Thode, A., Trinder, P., & Deng, X. Y. (2008). PAMGUARD: Semiautomated, open source software for real-time acoustic detection and localisation of cetaceans. *Proceedings of the Institute of Acoustics*, 30(PART 5), 54–62. <https://doi.org/10.1121/1.4808713>
- Hastie, G., Swift, R. J., Gordon, J. C. D., Slessor, G., & Turrell, W. (2003). Sperm whale distribution and seasonal density in the Faroe Shetland Channel. *Journal of Cetacean Research and Management*, 5(3), 247–252. <https://risweb.st-andrews.ac.uk:443/portal/en/researchoutput/sperm-whale->

distribution-and-seasonal-density-in-the-faroe-shetland-channel(3b3c360f-2a3a-4a7e-9046-5545bee9bef3).html

Hildebrand, J. A. (2009). Anthropogenic and natural sources of ambient noise in the ocean. *Marine Ecology Progress Series*, 395, 5–20. <https://doi.org/10.3354/meps08353>

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(1), 353–357. <https://doi.org/10.1017/S0025315407054896>

Liaw, A., & Wiener, M. (2002). Classification and Regression by randomForest. *R News*, 2(3), 18–22.

Lin, T.-H., & Chou, L.-S. (2015). Automatic classification of delphinids based on the representative frequencies of whistles. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 138(2), 1003–1011. <https://doi.org/10.1121/1.4927695>

Lindseth, A. V., & Lobel, P. S. (2018). Underwater soundscape monitoring and fish bioacoustics: a review. *Fishes*, 3(3), 36.

Luo, W., Yang, W., & Zhang, Y. (2019). Convolutional neural network for detecting odontocete echolocation clicks. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 145(1), EL7–EL12. <https://doi.org/10.1121/1.5085647>

Merchant, N. D., Fristrup, K. M., Johnson, M. P., Tyack, P. L., Witt, M. J., Blondel, P., & Parks, S. E. (2015). Measuring acoustic habitats. *Methods in Ecology and Evolution*, 6(3), 257–265. <https://doi.org/10.1111/2041-210X.12330>

Moron, J. R., Andriolo, A., & Rossi-Santos, M. (2014). Spinner dolphins (*Stenella longirostris* GRAY, 1828) acoustic parameters recorded in the Western South Atlantic Ocean. *Acoustical Society of America Journal*, 136(4), 2073-2073.

Moron, J. R., & Andriolo, A. (2015). Preliminary evidence for signature and copied whistles among spinner dolphins in the Southwest Atlantic Ocean: Beacon purpose?. *Acoustical Society of America Journal*, 138(3), 1904-1904.

Moron, J. R., Amorim, T. O. S., Sucunza, F., de Castro, F. R., Rossi-Santos, M., & Andriolo, A. (2015). Spinner dolphin whistle in the Southwest Atlantic



Ocean: Is there a geographic variation? The Journal of the Acoustical Society of America, 138(4), 2495–2498. <https://doi.org/10.1121/1.4931900>

Moron, J. R., de Castro, F. R., & Andriolo, A. (2016). Nonlinearities in the vocalizations of *Stenella* species in the Southwest Atlantic Ocean. *Acoustical Society of America Journal*, 140(4), 3239-3239.

Pagliani, B., Amorim, T. O., De Castro, F. R., & Andriolo, A. (2022). Intraspecific variation in short-beaked common dolphin's whistle repertoire. *Bioacoustics*, 31(1), 1-16.

Rankin, S., Archer, F., Keating, J. L., Oswald, J. N., Oswald, M., Curtis, A., & Barlow, J. (2017). Acoustic classification of dolphins in the California Current using whistles, echolocation clicks, and burst pulses. *Marine Mammal Science*, 33(2), 520–540. <https://doi.org/10.1111/mms.12381>

Roch, M. A., Klinck, H., Baumann-Pickering, S., Mellinger, D. K., Qui, S., Soldevilla, M. S., & Hildebrand, J. A. (2011). Classification of echolocation clicks from odontocetes in the Southern California Bight. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 129(1), 467–475. <https://doi.org/10.1121/1.3514383>

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. <https://doi.org/10.1121/1.2932059>

Soutelino. (2008). A origem da Corrente do Brasil (p. 120). p. 120. São Paulo: Dissertação apresentada ao Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo.

Spence, H. R. (2015). The importance of bioacoustics for dolphin welfare: Soundscape characterization with implications for management. City University of New York.

Swift, R. J., Gillespie, D., Vázquez, J. A., Macleod, K., & Hammond, P. S. (2005). Appendix IV Abundance of sperm whales (*Physeter macrocephalus*) estimated from acoustic data for Blocks 2 , 3 and 4 ( French and Spanish sectors ). Cetacean Offshore Distribution and Abundance in the European Atlantic (CODA). Report Available from SMRU, Gatty Marine Laboratory, University of St. Andrews, St. Andrews, Fife KY16 8LB, UK, 4, 1–11.



Tibshirani, R. J., Efron, B. (1993). An introduction to the bootstrap. Monographs on statistics and applied probability, 57, 1-436.

Usman, A. M., Ogundile, O. O., Versfeld, D. J. (2020). Review of automatic detection and classification techniques for cetacean vocalization. IEEE Access, 8, 105181- 105206.

Viana, Y., Simões Amorim, T. O., Rezende de Castro, F., Wedekin, L., Paro, A. D., Montoril, M. H., Rossi-Santos, M., Andriolo, A. (2022). Are dolphins modulating whistles in interspecific group contexts? Bioacoustics, doi: 10.1080/09524622.2021.2023047

Vilardo, C., & Barbosa, A. F. (2018). Can you hear the noise? Environmental licensing of seismic surveys in Brazil faces uncertain future after 18 years protecting biodiversity. Perspectives in Ecology and Conservation, 16(1), 54–59. <https://doi.org/10.1016/j.pecon.2017.11.005>

Wheeler, B., Torchiano, M. 2016. ImPerm: Permutation Tests for Linear Models. R package version 2.1.0. Disponível em <<https://CRAN.R-project.org/package=ImPerm>>

Wiggins, S. M., Krumpel, A., Dorman, L. M., Hildebrand, J. A., & Baumann-Pickering, S. (2021). Seal bomb explosion sound source characterization. The Journal of the Acoustical Society of America, 150(3), 1821-1829.

Zhao, W., Zhou, C., Tian, J., Yang, Q., Wang, B., Xie, L., Qu, T. 2014. Deep water circulation in the Luzon Strait. Journal of Geophysical Research: Ocean, 119(2), 790-804.

Zimmer, W. M. X. (2011). Passive acoustic monitoring of cetaceans. In Passive Acoustic Monitoring of Cetaceans. Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9780511977107>

## ***ANEXOS– FICHAS DE AVISTAGEM***