

# **Projeto de Monitoramento da Paisagem Acústica Submarina na Bacia de Santos**

## **PROJETO EXECUTIVO**

**Revisão 01**

**Maio/2017**



**E&P**



## ÍNDICE GERAL

I – APRESENTAÇÃO	1
II – ANTECEDENTES	2
III – OBJETIVOS	6
IV – METAS	6
V – PÚBLICO ALVO	9
VI – ESCOPO DE EXECUÇÃO	10
VII – RESULTADOS ESPERADOS	52
VIII – INTER-RELAÇÃO COM OUTROS PROJETOS	53
IX – RECURSOS NECESSÁRIOS	54
X – CRONOGRAMA	54
XI – REFERÊNCIAS	58
XII – RESPONSÁVEL TÉCNICO	62
ANEXO I - DISCIONÁRIO DA EAP	63

  
Coordenador da Equipe  
Técnico Responsável



## **I – APRESENTAÇÃO**

Este documento apresenta a revisão 01 do Projeto Executivo do Monitoramento da Paisagem Acústica Submarina na Bacia de Santos – doravante referenciado como PMPAS-BS. Esta revisão foi elaborada considerando as solicitações de mudanças e pedidos de reconsiderações feitos pela PETROBRAS e aprovadas pela CGPEG/IBAMA através dos Pareceres Técnicos 02022.000161/2016-46 CPROD/IBAMA e 02022.000.658/2016-64 CGPEG/IBAMA.

As alterações aprovadas se restringiram a mudanças nos requisitos técnicos dos sistemas de aquisição acústica e no modelo organizacional e de execução anteriormente aprovados. A presente revisão mantém o atendimento a todos os demais requisitos técnicos e especificações contidas no Projeto Conceitual rev. 03 e no Projeto Executivo rev.00 que não foram alvo de solicitações de mudanças por parte da PETROBRAS ou com os quais não se teve concordância por parte do órgão licenciador.

Esta revisão incorpora a atualização do cronograma executivo do projeto para todo o período do 1º CICLO DE IMPLANTAÇÃO (4 anos). Também torna mais clara e objetiva a proposta de acompanhamento e controle do projeto por parte do órgão ambiental licenciador.

### **I.1. HISTÓRICO E CONTEXTUALIZAÇÃO**

O PMPAS-BS foi elaborado e proposto para atender às solicitações do Termo de Referência 002/2013, emitido pela CGPEG/DILIC/IBAMA, no âmbito do processo de licenciamento ambiental dos Projetos de Produção e Escoamento de Petróleo e Gás Natural no Polo Pré-Sal da Bacia de Santos – Etapa 2.

O projeto tem como objetivo a caracterização e o monitoramento da paisagem acústica submarina para fins de avaliação dos aspectos e impactos da introdução dos ruídos antropogênicos no meio marinho decorrentes das atividades de Exploração e Produção (E&P). O propósito é subsidiar análises de risco a biodiversidade e estudos de avaliação de impactos sobre a biota marinha.



Coordenador da Equipe



Técnico Responsável

O PMPAS-BS obteve aprovação das revisões 03 do Projeto Conceitual e da revisão 00 do Projeto Executivo em dezembro/2014 e outubro/2015, respectivamente. A implantação do projeto se iniciou em junho/2015 com a contratação e compras dos recursos técnicos necessários para a execução do escopo de levantamento de dados do Monitoramento Móvel. O início efetivo do monitoramento aconteceu em novembro/2015 com a execução do 1º ciclo de lançamento do *glider* e dos perfiladores acústicos. Ao longo de 2016 foram realizados outros 4 ciclos de lançamentos de perfiladores além de 7 campanhas específicas de lançamento e recuperação dos *gliders*, tendo como foco a caracterização preliminar da região de estudo.

Em novembro/2016 foram incorporados os serviços técnicos especializados para a execução do escopo do Monitoramento Fixo Costeiro e para implantação das demais etapas do ciclo de vida do monitoramento e da modelagem numérica de propagação acústica.

O ano de 2017 é o marco da mudança de foco para o monitoramento continuado caracterizado pelo início da execução do Monitoramento Fixo Costeiro em março/2017 e do Monitoramento Fixo Oceânico previsto para novembro/2017, além pela continuidade dos esforços do Monitoramento Móvel.

O desenvolvimento e a execução do projeto foram objetos de dois Relatórios Executivos apresentados respectivamente em agosto/2016 e fevereiro/2017. A entrega do Relatório Técnico referente ao primeiro ano deste ciclo de implantação está planejada para acontecer em agosto/2018 como parte integrante do 3º Relatório Executivo.

No tocante a comunicação com as partes interessadas destaca-se a disponibilização do Portal do Monitoramento Móvel na internet e a divulgação sistemática de notícias e fatos relevantes no Portal Comunica Bacia de Santos.

## **II – ANTECEDENTES**

Sinais acústicos (ondas de pressão) conseguem se propagar a grandes distâncias no meio aquático, ao contrário de sinais eletromagnéticos, que tem seu campo elétrico rapidamente atenuado. Desta forma, o som é a melhor maneira de



Coordenador da Equipe



Técnico Responsável

Rev 01  
05/2017

transmissão de informação no oceano, atingindo velocidades e alcance muito superiores aos que atinge no ar. A acústica submarina tem diversas aplicações em atividades humanas, como comunicação de informações, classificação de alvos, medição de distâncias, profundidades, ângulos, velocidades, correntezas e obstáculos, pesquisa geofísica e imageamento. Muitas destas aplicações (posicionamento, imageamento e comunicação acústica) são absolutamente indispensáveis nas operações de exploração e produção de petróleo e gás natural no mar.

A partir da segunda guerra mundial, o ruído ambiente submarino começou a ser estudado para atender a necessidades militares. Duas fortes contribuições foram observadas no ruído ambiente marinho: ruídos com bandas em baixas frequências, provenientes do tráfego marítimo distante, e que se propagam a grandes distâncias, e ruídos em bandas de frequências médias e baixas, atribuídos às condições ambientais locais, como vento, chuva e ondas (WENZ, 1968). Devido à forte atenuação das altas frequências no mar, estas só têm contribuição em campo próximo às fontes geradoras.

Ao longo das últimas décadas, as atividades humanas industriais e de transporte tem se intensificado significativamente, tanto em áreas costeiras quanto em regiões oceânicas. As atividades de exploração e produção de petróleo integram este contexto e partes significativas da produção mundial de petróleo provem de campos em áreas marítimas.

A atividade industrial de superfície e submarina e o trânsito de embarcações causam a emissão de sinais acústicos involuntários e indesejados (ruído) ou interferentes (de outros sistemas acústicos). Nas últimas décadas a contribuição de sons antropogênicos no ruído ambiente marinho aumentou não só em intensidade, mas também no espectro de frequências, atingindo frequências baixas (< 1 kHz) e médias (1 a 20 kHz) (HILDEBRAND, 2009). Estudos comparativos de medições de ruídos, feitas entre 1960 e 2000, indicam um aumento de 16 dB nos ruídos de baixa frequência nos oceanos, representando um incremento de 4 vezes os níveis de ruídos de 40 anos atrás (WENZ, 1968; ROSS, 1987; MAZZUCA, 2001; ANDREW *et al.*, 2002; MACDONALD *et al.*, 2006).

  
Coordenador da Equipe  
Técnico Responsável

O aumento de sons indesejados (ruído) pode ser considerado como uma introdução de energia antropogênica nos oceanos e, portanto, como uma forma de poluição, cabendo assim a avaliação de seu impacto no ambiente marinho e em processos ecológicos e evolutivos.

Devido às eficientes características de propagação do som na água e a pouca penetração da radiação luminosa nos oceanos, o som é amplamente utilizado pela fauna marinha para exercer atividades vitais para sua sobrevivência. A comunicação acústica pode ter a função de mediar comportamentos reprodutivos, cuidado parental, defesa de território, detecção de presas e alerta para a presença de predadores (LAIOLO, 2010). Os cetáceos, em particular, desenvolveram uma grande habilidade na utilização de sons para comunicação (TYACK, 2000), e os odontocetos desenvolveram uma interação acústica direta com o meio através da ecolocalização para navegação e forrageio (NORRIS, 1969). O excesso de ruídos pode afetar os cetáceos de diferentes maneiras desencadeando reações comportamentais de afugentamento, interrupção de atividades importantes ou até atração por ruídos. Além disso, o mascaramento de sinais biológicos importantes, tais como os utilizados na reprodução, alimentação e coordenação de atividades em grupo, cuidado parental e alerta de predadores podem ter efeitos deletérios para as populações (RICHARDON *et al.*, 1995). Ruídos excessivos também podem causar estresse (ROLLAND *et al.*, 2012) ou, dependendo da intensidade, perda temporária ou permanente da audição (SOUTHALL *et al.*, 2007).

Pouco conhecido, mas não menos importante, são os efeitos do aumento do ruído no ambiente marinho em peixes e invertebrados. Semelhante aos mamíferos marinhos, efeitos comportamentais também são esperados em peixes e invertebrados, tal como o mascaramento de sinais biológicos importantes, estresse, danos fisiológicos, ou até a morte no caso de sons impulsivos de alta intensidade (SLABBEKOORN *et al.*, 2010). Estudos controlados mostram, por exemplo, a diminuição de comportamento antipredatório em peixes expostos a ruídos antropogênicos (SIMPSON *et al.*, 2014, VOELLMY *et al.*, 2014). No caso de invertebrados, estudos recentes mostram que as características acústicas de distintos ambientes marinhos são utilizadas por larvas para orientação de locais propícios para o assentamento (LILLIS *et al.*, 2013). Indícios de que ruídos

  
Coordenador da Equipe  
Técnico ResponsávelRev 01  
05/2017



antrópicos podem afetar o desenvolvimento embrionário e aumentar a mortalidade de invertebrados foram constatados em estudo com lesma-do-mar (NEDELEC *et al.*, 2014) e, em caranguejos, experimentos controlados de exposição a ruídos mostraram o aumento metabólico e do consumo de oxigênio, indicativos de estresse animal (WALE *et al.*, 2013).

Neste sentido, é necessária uma abordagem sistêmica do problema, reconhecendo que o conceito de paisagem acústica é um importante atributo do mundo natural e demanda o conhecimento das inter-relações entre os sons de origem natural (geofonia), biológica (biofonia) e antropogênica (antropofonia) e a qualidade do ambiente marinho.

Este projeto, elaborado em atendimento ao TR 002/2013 e adequado às solicitações dos pareceres técnicos subsequentes e seus respectivos documentos de resposta; prevê a caracterização e o monitoramento da paisagem acústica submarina numa escala regional. Assim, serão realizados o monitoramento de ruídos ambiente em áreas afastadas de instalações industriais oceânicas e de tráfego marítimo (área controle), o monitoramento do ruído ambiente e de ruídos irradiados em áreas de intenso tráfego marítimo e o monitoramento de ruídos na região dos campos de produção. Para estas três condições, simultaneamente ao monitoramento de ruídos, serão verificados os sinais biológicos da fauna presente nas áreas. Estes esforços estão fundamentados no uso de linhas de fundeio instrumentadas e estruturas instaladas no fundo do mar. Também está prevista uma estratégia complementar de monitoramento por meio de perfiladores e *gliders*, executada com os mesmos objetivos, mas que se apresentam com uma maior flexibilidade de desenho amostral (no caso dos *gliders*) e de abrangência espacial (no caso dos perfiladores).



Coordenador da Equipe



Técnico Responsável

### **III – OBJETIVOS**

#### **III.1 – OBJETIVO GERAL**

Caracterizar a paisagem acústica submarina e monitorar o nível de ruído submarino na região do Polo Pré-Sal na Bacia de Santos e nas rotas de navegação preferenciais que servem a região.

#### **III.2 – OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

1. Caracterizar e catalogar os ruídos produzidos pelas diferentes atividades de E&P na região do Pré-Sal da Bacia de Santos;
2. Monitorar os níveis de ruído ambiente em áreas consideradas prístinas, afastadas de atividades industriais e tráfego marítimo (área controle);
3. Monitorar os níveis de ruído ambiente em campos de produção correspondentes à implantação dos empreendimentos no Polo Pré-Sal da Bacia de Santos;
4. Monitorar os ruídos irradiados por embarcações de apoio, navios especiais e os navios aliviadores diretamente relacionados ao empreendimento;
5. Registrar simultaneamente os ruídos naturais, antrópicos e os sinais de origem biológica;
6. Possibilitar o uso destas informações para futura compreensão do impacto do ruído antropogênico na biota marinha.
7. Desenvolver modelagens de propagação acústica na região de interesse

### **IV – METAS**

Visando garantir que todos os objetivos apresentados pelo projeto sejam completamente alcançados, foram estabelecidas as seguintes metas:

---



Coordenador da Equipe



Técnico Responsável

Rev 01  
05/2017

- Elaborar e desenvolver o Projeto Executivo do Monitoramento da Paisagem Acústica Submarina na Bacia de Santos (relacionada ao Objetivo Geral);
- Desenvolver um banco de dados para armazenamento dos registros acústicos produzidos pelas diferentes atividades de E&P nas regiões abrangidas pelo estudo (relacionada ao Objetivo Específico 1);
- Realizar coletas e análises da paisagem acústica em áreas controles visando a definição de referenciais (*backgrounds*) regionais (relacionada ao Objetivo Específico 2);
- Realizar coletas e análises dos ruídos produzidos pelas diferentes atividades de E&P existentes na região do Polo Pré-Sal da Bacia de Santos e nas rotas preferenciais de navegação que às servem, com intuito de caracterizar as fontes e níveis de ruídos atuais e os respectivos incrementos (relacionada aos Objetivos Específicos 3 e 4);
- Especificar, instalar e operacionalizar as Linhas de Fundeio Instrumentadas para o monitoramento acústico em áreas afastadas das regiões de atividades industriais e tráfego marítimo (estação controle), com a finalidade de estabelecer os níveis base da contribuição do ambiente; (relacionada ao Objetivo Específico 2);
- Especificar, instalar e operacionalizar os Observatórios Submarinos para o monitoramento acústico em águas rasas, com a finalidade de monitorar ruídos irradiados por embarcações (relacionada ao Objetivo Específico 4);
- Especificar, instalar e operacionalizar as Linhas de Fundeio Instrumentadas para o monitoramento acústico com a finalidade de registrar o ruído proveniente das atividades de produção nos campos do Pré-Sal (relacionada ao Objetivo Específico 3);
- Especificar e operacionalizar o lançamento de Perfiladores Acústicos para a caracterização e o monitoramento da paisagem acústica submarina nas regiões de interesse do projeto (relacionada aos Objetivos Específicos 2, 3, 4 e 5);
- Especificar e operacionalizar a coleta de dados com *Glider* para caracterização e o monitoramento da paisagem acústica submarina nas

regiões de interesse do projeto abrangendo áreas controle, áreas com atividades de produção e rotas preferenciais de navegação (relacionada aos Objetivos Específicos 2, 3, 4 e 5);

- Processar, armazenar e disponibilizar de modo sistemático, as medições de ruído e detecções de sinais biológicos coletados (relacionada aos Objetivos Específicos 5 e 6);
- Disponibilizar de modo sistemático os registros aos Coordenadores e Responsáveis Técnicos do Projeto de Monitoramento de Cetáceos (PMC) (relacionada aos Objetivos Específicos 5 e 6).
- Implantar modelo de propagação acústica para as áreas de interesse do projeto.

#### **IV.1 – INDICADORES DE IMPLEMENTAÇÃO DAS METAS**

Os indicadores selecionados para avaliar a implementação das metas estabelecidas pelo atual projeto são:

- A consolidação do Projeto Executivo do Monitoramento da Paisagem Acústica Submarina na Bacia de Santos, incluindo toda a documentação de planejamento do projeto.
- A elaboração e consolidação de todas as especificações de equipamentos e de recursos de processamento e arquivamento, procedimentos de calibração, instalação e recuperação dos equipamentos de medição, e de processamento e análise dos dados;
- A catalogação dos ruídos produzidos pelas diferentes atividades de E&P na região do Pré-Sal da Bacia de Santos;
- A instalação e operacionalização da estação controle de monitoramento acústico submarino;
- A instalação e operacionalização da estação de monitoramento acústico submarino em águas rasas;
- A instalação e operacionalização de estações de monitoramento acústico nos campos de produção do Pré-Sal;



Coordenador da Equipe



Técnico Responsável

Rev 01  
05/2017

- O lançamento e operacionalização dos Perfiladores Acústicos conforme ciclos de lançamentos planejados;
- O lançamento e operacionalização de *Gliders* conforme ciclos de lançamentos e recuperações planejados;
- O processamento, interpretação e disponibilização anual dos dados de monitoramento acústico submarino proveniente da estação controle (ruídos ambiente), da estação de águas rasas (ruído irradiado por embarcações) e da estação dos campos de produção do Pré-Sal aquisitados pelas Linhas de Fundeio Instrumentadas Fixas Oceânicas (ruídos das atividades de produção);
- O processamento interpretação e disponibilização anual dos dados provenientes dos Perfiladores Acústicos;
- O processamento interpretação e disponibilização anual dos dados provenientes dos *Gliders* com frequência adequada à aquisição e;
- O aporte dos registros aos Sistemas de Informações do Projeto de Monitoramento de Cetáceos (PMC) e Projeto de Monitoramento de Praias (PMP).
- Modelo de propagação acústica implantado e homologado.

## V – PÚBLICO ALVO

O Projeto de Monitoramento da Paisagem Acústica Submarina na Bacia de Santos tem como público alvo os órgãos de fiscalização e de licenciamento ambiental, a comunidade científica, com destaque para os especialistas envolvidos com o monitoramento biocústico previsto no Projeto de Monitoramento de Cetáceos, as organizações navais envolvidas com acústica submarina e a sociedade em geral, além de todo o pessoal envolvido no planejamento e execução de atividades de instalação e produção de petróleo e gás.



Coordenador da Equipe



Técnico Responsável

---

## **VI – ESCOPO DE EXECUÇÃO**

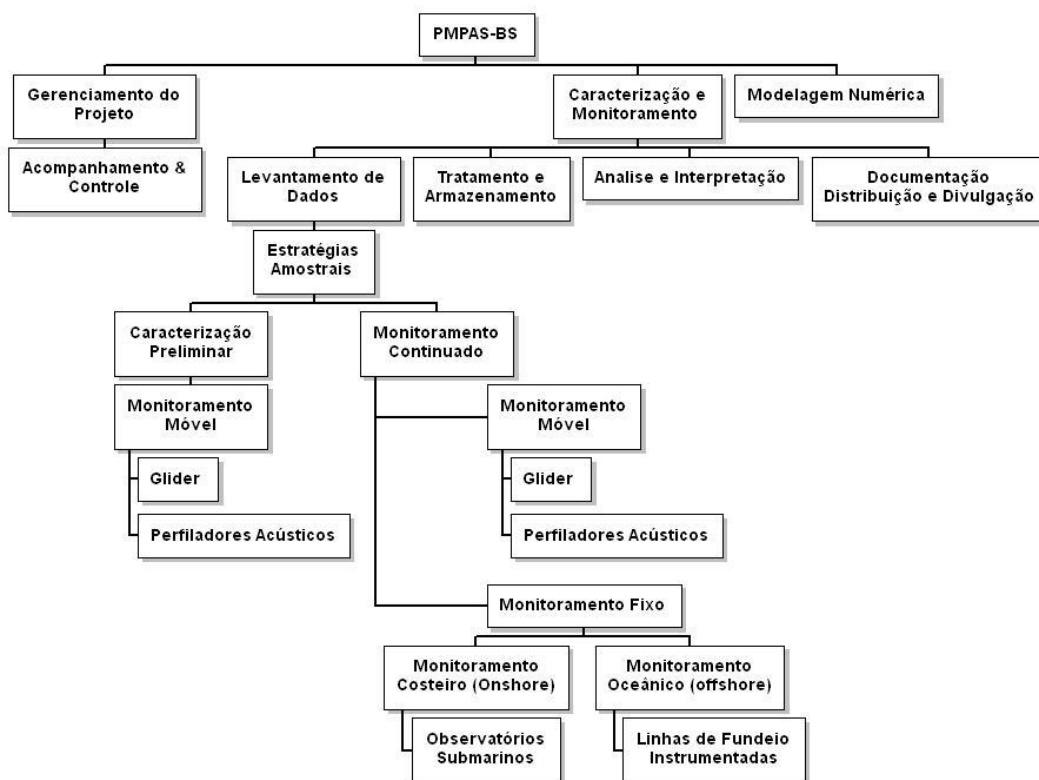
### **VI.1 – DESCRIÇÃO GERAL**

O PMPAS-BS foi concebido para ser executado enquanto durarem as atividades de E&P da PETROBRAS na Bacia de Santos. Nesta concepção foi incorporado o conceito de CICLOS DE IMPLANTAÇÃO, os quais consideraram o período de 4 anos como referencia de intervalo de tempo.

O planejamento executivo faz uso da técnica de decomposição para descrever as entregas previstas para o 1º CICLO DE IMPLANTAÇÃO, abrangendo o período de 2015 a 2019 (conforme cronograma atualizado). Para este planejamento utilizou-se como referencia de estrutura de alto nível a visão do ciclo de vida do monitoramento, adicionado do escopo específico da modelagem e do detalhamento da sistemática de acompanhamento e controle do projeto por parte do órgão ambiental (Figura VI.1).

---

  
Coordenador da Equipe  
Técnico Responsável



**Figura VI.1-1:** Estrutura Analítica do Projeto (EAP) de alto nível organizada pela visão do ciclo de vida do monitoramento com destaque para as estratégias amostrais de levantamento de dados.

A estratégia de Monitoramento Fixo tem seu foco voltado para áreas geográficas reconhecidamente interferidas pelas atividades de E&P, como os campos e rotas de navegação preferenciais, bem como em áreas de referência com virtual ausência destas atividades. A estratégia de Monitoramento Móvel atende ao propósito de ampliação das áreas amostradas interferidas pelas atividades de E&P e possibilita realizar medições acústicas em diferentes regiões no interior e além dos limites da Bacia de Santos, as quais podem ou não estar sob influência das atividades e operações de E&P.

O escopo proposto prevê a realização do monitoramento por tempo suficiente para garantir abrangência estatística em relação às diferentes condições ambientais e variações temporais e espaciais, através de estações de medição fixas (LFI e OS), da deriva de perfiladores e da navegação programada dos *gliders*. O objetivo será a coleta de dados com qualidade verificada, que permitam



descrições estatísticas de longo prazo para aplicação na determinação dos incrementos dos níveis de ruídos antropogênicos e na avaliação de riscos e/ou impactos na biota marinha, sendo este último previsto de ser realizada no âmbito do Projeto de Monitoramento de Cetáceos da Bacia de Santos (PMC).

Os dados serão coletados, processados, tratados, analisados, reportados e arquivados segundo procedimentos definidos pela PETROBRAS de modo a permitir que os executores atendam aos requisitos técnicos e objetivos específicos deste projeto.

O PMPAS-BS incorporou o objetivo de desenvolvimento de modelagens de propagação acústica visando a capacidade de simular os ruídos acústicos irradiados por fontes naturais e antrópicas e, desta forma, complementar os esforços de monitoramento e de levantamento de dados previstos no projeto.

## **VI.2 – DETALHAMENTO DO ESCOPO**

O detalhamento do escopo parte da EAP de alto nível apresentada na Figura VI.2-1 e se decompõe até o nível das principais entregas do projeto planejadas para o 1º CICLO DE IMPLANTAÇÃO.

As demais ondas de planejamento seguirão a mesma sistemática de elaboração e serão atualizadas em revisões futuras do Projeto Executivo.

---



Coordenador da Equipe



Técnico Responsável

Rev 01  
05/2017



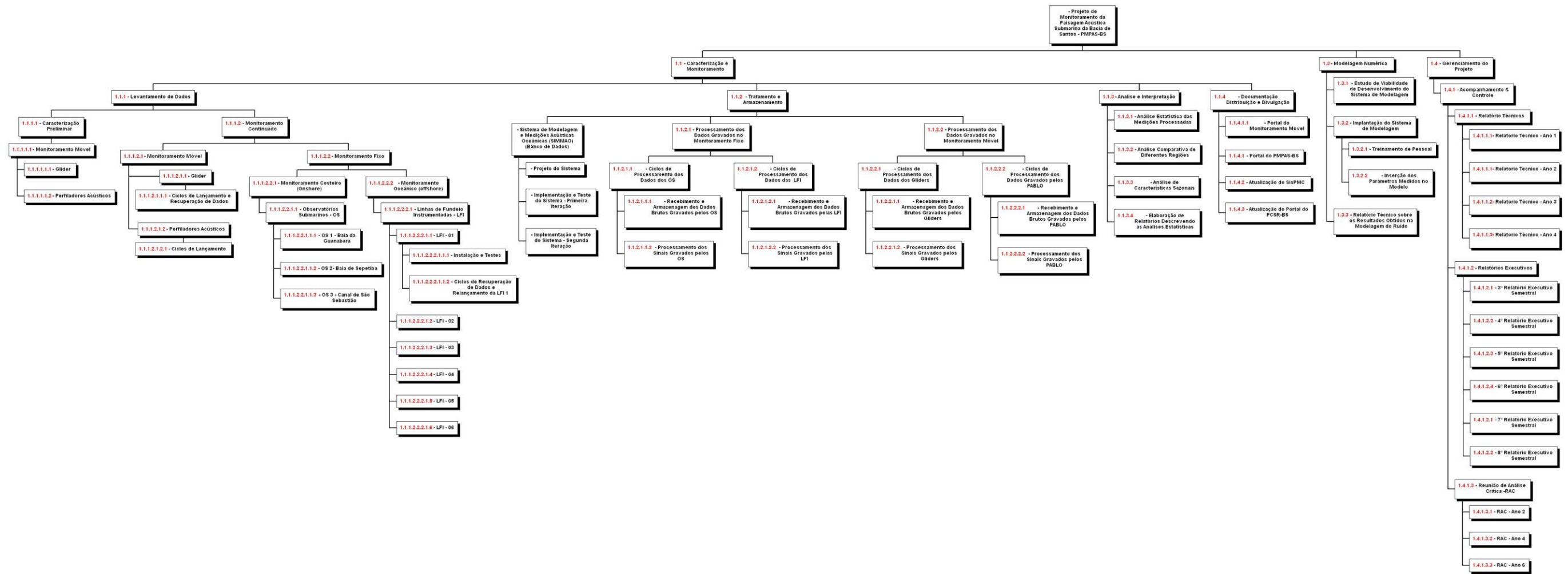


Figura VI.2-1 - Estrutura Analítica do Projeto Executivo Apresentação do detalhamento do escopo do 1º CICLO DE IMPLANTAÇÃO atualizado após o primeiro ano de execução do projeto.

## **VI.2.1 – Descrição do Detalhamento do Escopo (Dicionário da EAP)**

As descrições detalhadas e as definições de cada componente da EAP apresentada na Figura VI.2.-1 encontra-se registrada no Dicionário da EAP apresentado no ANEXO I.

## **VI.3 – INSTRUMENTAÇÃO**

### **VI.3.1 – Perfiladores Acústicos**

O Perfilador Acústico selecionado foi desenvolvido especificamente para levantamentos acústicos de ruídos submarinos. O equipamento comercial modelo PABLO (*Acoustic Iridium Profiling Float*) fabricado pela empresa MetOcean Data Systems apresenta a capacidade de medição em até 5 profundidades podendo alcançar até 1.000 m o que possibilita uma visão tridimensional do oceano. Os hidrofones tem banda de 1 Hz a 150 kHz, com banda dinâmica de 30 a 165 dB re 1  $\mu$ Pa e os dados transmitidos abrangem os níveis das bandas de 1/3 de oitava entre 10 a 8 kHz. O processamento interno gera automaticamente as curvas espectrais para intervalos de medição configuráveis que são transmitidos em tempo real ao final de cada perfilagem juntamente com os valores dos Níveis de Pressão Sonora (SPL - *Sound Pressure Level*), máximo SPL e máximo SPL pico a pico gerados a cada janela de aquisição de 1 minuto. Dada a transmissão em tempo real, estes equipamentos não exigem sua recuperação e a proposta é que sejam mantidos em operação por todo o tempo de vida útil. Ao final do ciclo de mergulho, todos estes dados são transmitidos via satélite e publicados em um mapa interativo e *online* para acesso imediato. Um exemplo dos resultados obtidos pode ser observado na Figura VI.3.1.

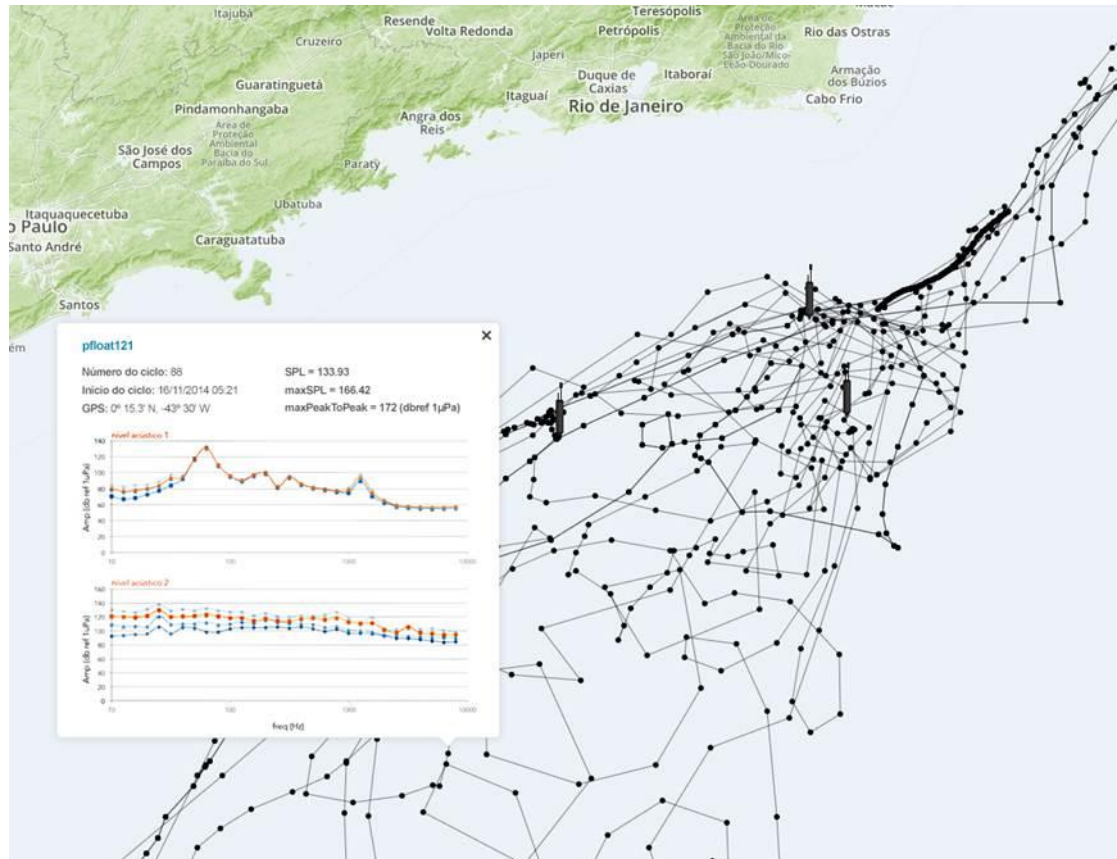


Coordenador da Equipe



Técnico Responsável

Rev 01  
05/2017



**Figura VI.3.1.** Exemplo dos resultados obtidos por perfiladores apresentado em uma interface de mapa interativa.

### VI.3.2 – Veículos Autônomos Submarinos – Gliders

O *glider* selecionado foi projetado e testado para medir ruído ambiente e permitir a detecção da presença de mamíferos marinhos. Possui capacidade de navegação conforme programação configurável sempre que o equipamento está na superfície.

O equipamento comercial fabricado pela empresa Kongsberg modelo SeaGlider apresenta como característica acústica capacidade de gravação e armazenamento do registro acústico entre 2 e 63 kHz. Os hidrofones deverão ter resposta linear entre 10 Hz e 32 kHz; nível de ruído próprio abaixo do nível de mar 0; sensibilidade de -165 dB/microPa/V ou melhor; baixa sensibilidade a temperatura, pressão e aceleração.

O sistema de aquisição deverá garantir diagrama de irradiação omnidirecional na horizontal e hemisférico para cima e pré-amplificador com resposta plana. A frequência de amostragem e condicionamento analógico com filtros analógicos adequados para garantir a correta filtragem anti-alias e filtragem para eliminar ruídos próprios fora da banda de interesse, e sem comprometer a resposta plana do sistema na faixa de 10 Hz a 32 kHz.

### **VI.3.3 – Linhas de Fundeio Instrumentadas (LFI) e Observatórios Submarinos (OS)**

As LFI e os OS utilizarão sistemas de aquisição de dados acústicos submarinos, que serão baseados nas soluções e funcionalidades do sistema de monitoração de ruído acústico, para captação, condicionamento, registro de sinais, interfaces, armazenamento e recuperação de dados e baterias, desenvolvidos pela PETROBRAS para aplicações similares.

Os hidrofones deverão ter resposta entre 10 Hz a mínimo de 10 kHz, sendo plana (+/- 3 dB) entre 10 Hz a 10 kHz, nível de ruído próprio correspondente a 6 dB abaixo do nível de ruído de mar 0 nas frequências de 63 e 125 Hz (47 dB re 1  $\mu\text{Pa}^2$  e 43 dB re 1  $\mu\text{Pa}^2$ , respectivamente), baixa sensibilidade à temperatura, pressão e aceleração, e adequados para operação a até 1.200 m de profundidade. Para medições próximas ao Canal Acústico Profundo, poderá ser necessário aliviar as especificações dos hidrofones, pela inexistência de hidrofones calibrados e de resposta plana para estas profundidades.

Os sistemas de aquisição de dados acústicos submarinos utilizados em linhas de fundeio apresentarão as seguintes funcionalidades mínimas:

- Monitoramento de ruído acústico submarino, entre 10 Hz e 10 kHz;
- Faixa dinâmica de 70 a 170 dB re 1  $\mu\text{Pa}^2$ , frequência de amostragem mínima de  $\geq 20$  kHz para as LFI e  $\geq 48$  kHz para os OS, e recursos adequados de condicionamento, filtragem (anti-alias, passa alta), amplificação dinâmica e digitalização dos sinais;
- Resolução mínima de 0,1 dB ao longo de toda a faixa dinâmica;



Coordenador da Equipe



Técnico Responsável

Rev 01  
05/2017

- Funcionamento autônomo, com estratégia de aquisição programável, início de janelas de aquisição de 1 a 10 min, com repetição a cada 15 min a 1 hora, para os sistemas de aquisição de dados acústicos instalados nas linhas de fundeio, e;

- Funcionamento autônomo, com estratégia de aquisição programável e funcionamento contínuo para os sistemas de aquisição de dados acústicos instalados nos observatórios submarinos.

A configuração de janelas de aquisição nos sistemas de aquisição de dados acústicos instalados nas linhas de fundeio será realizada tendo em conta a otimização de duração de suas baterias.

As linhas de fundeio consistirão de:

- Poita, trechos de corrente e cabo sintético trançado, recuperáveis;
- Estrutura de topo submersa, com flutuadores, boias de arinque de marcação operada por liberação acústica;
- Gaiolas para instalação de sistemas de aquisição de dados acústicos a diversas profundidades das linhas de fundeio, e;
- Meios distribuídos de flutuação.

Os Observatórios Submarinos (OS) instalados no piso marinho terão as seguintes estruturas adicionais:

- Estruturas de suporte de fundo, e;
- Baterias e memória adequadas para funcionamento e registro contínuo dos sinais.

A cada recuperação das LFI e dos OS, todos os sistemas serão mantidos, terão os dados recuperados para serem processados em terra e serão reinstalados para um novo período de aquisição.

#### **VI.4 - ESTUDO PARA DEFINIÇÃO DA LOCALIZAÇÃO DOS EQUIPAMENTOS E ESTRATÉGIAS AMOSTRAIS**

Ao longo do processo de elaboração do Projeto Conceitual do PMPAS-BS diversos critérios foram apontados para a avaliação mais criteriosa necessária

  
Coordenador da Equipe

  
Técnico Responsável



para a definição da localização dos equipamentos fixos de monitoramento e para o lançamento dos equipamentos móveis de caracterização. Além disso, para cada um dos equipamentos foram consideradas premissas específicas:

- Perfiladores acústicos: lançamento em uma região que permita o maior tempo possível de residência na Área Geográfica da Bacia de Santos, que é a região com a maior quantidade de empreendimentos da Petrobras;
- *Glider*: definição de uma rota base, a partir da qual o equipamento será deslocado para monitorar atividades específicas;
- Observatórios submarinos: localizados em águas rasas, próximo à isóbata de 50 m, nas proximidades da Baía de Guanabara, Baía de Ilha Grande e Canal de São Sebastião;
- Linhas de fundeio instrumentadas em áreas de produção: um fundeio em área com produção já estabelecida e outro em área que será desenvolvida;
- Linhas de fundeio instrumentadas em áreas de intensa navegação: afastadas em, no mínimo, 15 km dos campos de produção;
- Linhas de fundeio instrumentadas em áreas controle: afastadas em, no mínimo, 30 km de blocos de exploração e produção e de rotas de navegação.

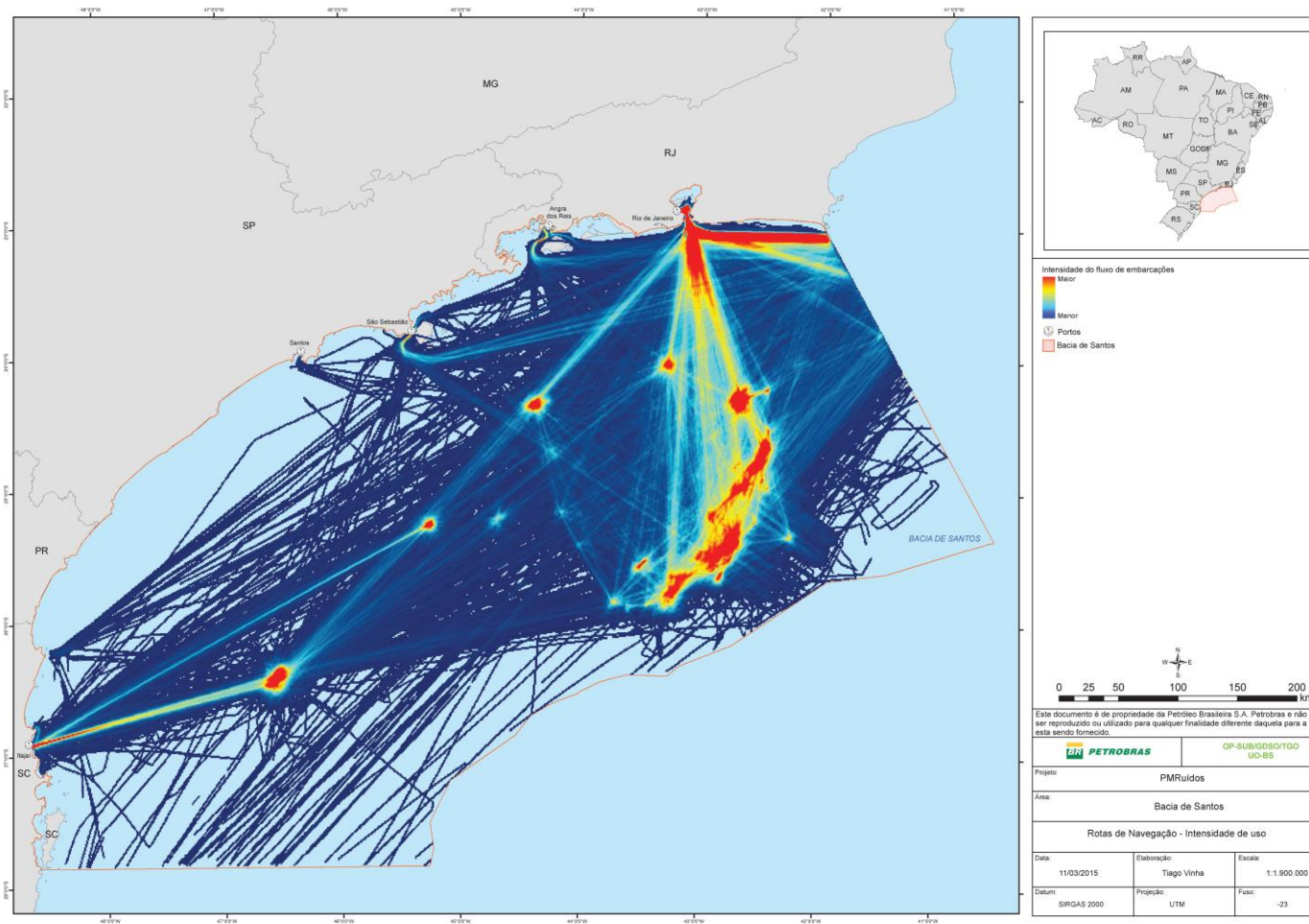
A seguir serão detalhados os critérios que foram considerados nesse estudo.

#### **VI.4.1 Rotas de Navegação**

As informações relativas às rotas de navegação na Bacia de Santos foram obtidas junto ao Projeto de Monitoramento do Tráfego de Embarcações (PMTE). Foram considerados os dados de 2013, apresentados no 1º relatório do PMTE.

A identificação das rotas de navegação foi feita a partir da análise de intensidade do uso da região para navegação, conforme apresentado na Figura VI.4.1-1.

Além dos dados do PMTE, também foram consideradas as informações disponibilizadas na página do *Marine Traffic* (<http://www.marinetraffic.com/pt/> - consultado em 04.03.2015), apresentadas na Figura VI.4.1-2.



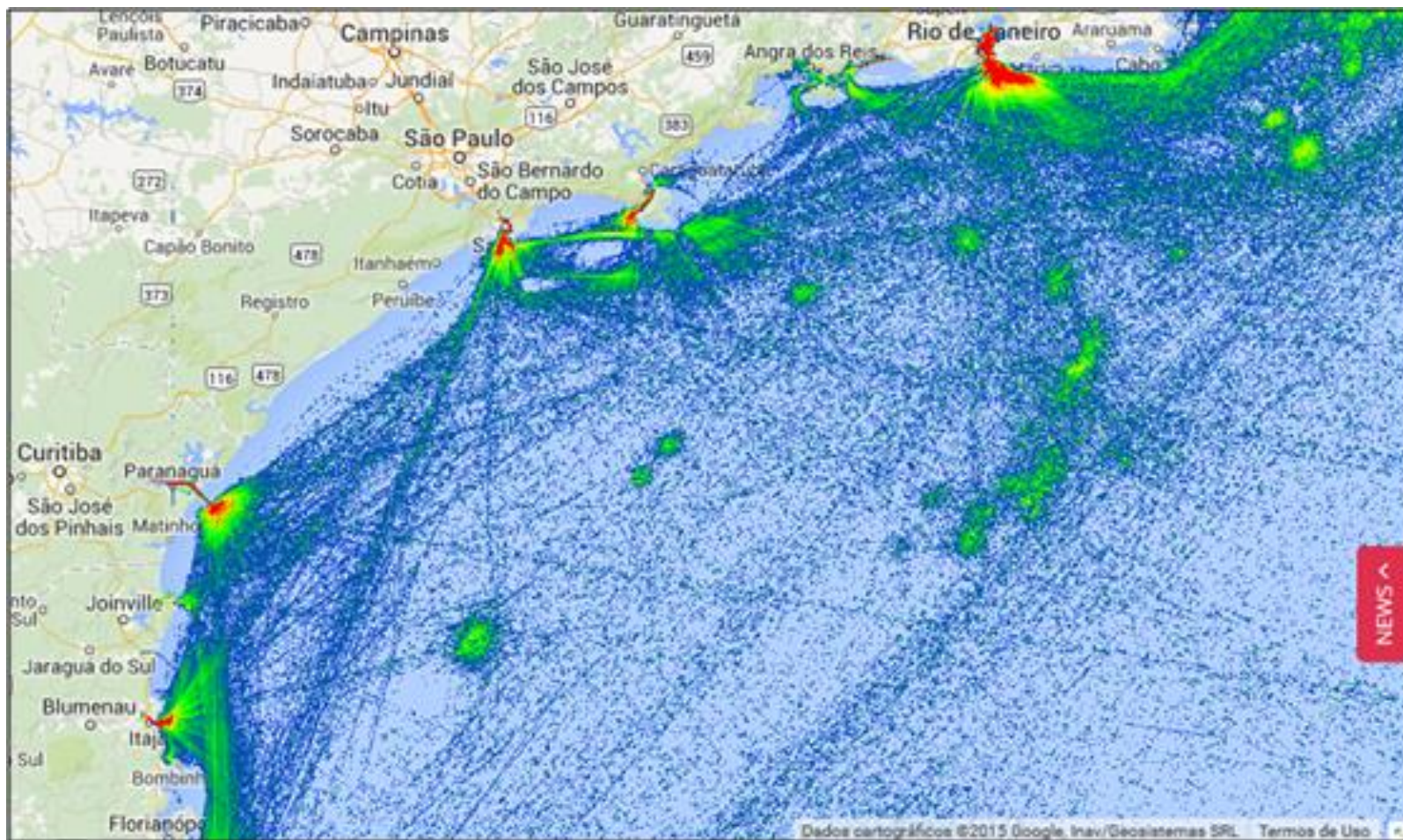
**Figura VI.4.1-1.** Mapa de densidade das embarcações (Fonte: Relatório Parcial rev.00 do PMTE - Atendimento à Condicionante Específica nº 2.19 da LO nº 1274/2014).

Coordenador da Equipe

Técnico Responsável

Rev 01  
05/2017





**Figura VI.4.1-2.** Mapa de densidade das embarcações (Fonte: Marine Traffic).

  
Coordenador da Equipe

**BR** **PETROBRAS**

  
Técnico Responsável

Rev 01  
05/2017



## **VI.4.2 Atividades Atuais e Futuras da PETROBRAS na Bacia de Santos**

As atividades da PETROBRAS na Bacia de Santos foram mapeadas considerando a localização dos blocos de exploração e produção, o arranjo submarino das unidades (sistemas de amarras, linhas de produção, linhas de serviço) e as estruturas para escoamento da produção (dutos). A Figura VI.4.2-1 apresenta o mapa com as atividades e estruturas atuais da PETROBRAS na Bacia de Santos e a Figura VI.4.2-2 apresenta o mapa com as atividades e estruturas futuras.

Para o mapeamento das atividades e estruturas futuras foram considerados todos os processos de licenciamento da PETROBRAS já realizados e em andamento na Bacia de Santos, além dos planos de desenvolvimento da produção e dos planos de negócio da companhia para a Exploração & Produção na bacia.

  
Coordenador da Equipe  
Técnico ResponsávelRev 01  
05/2017

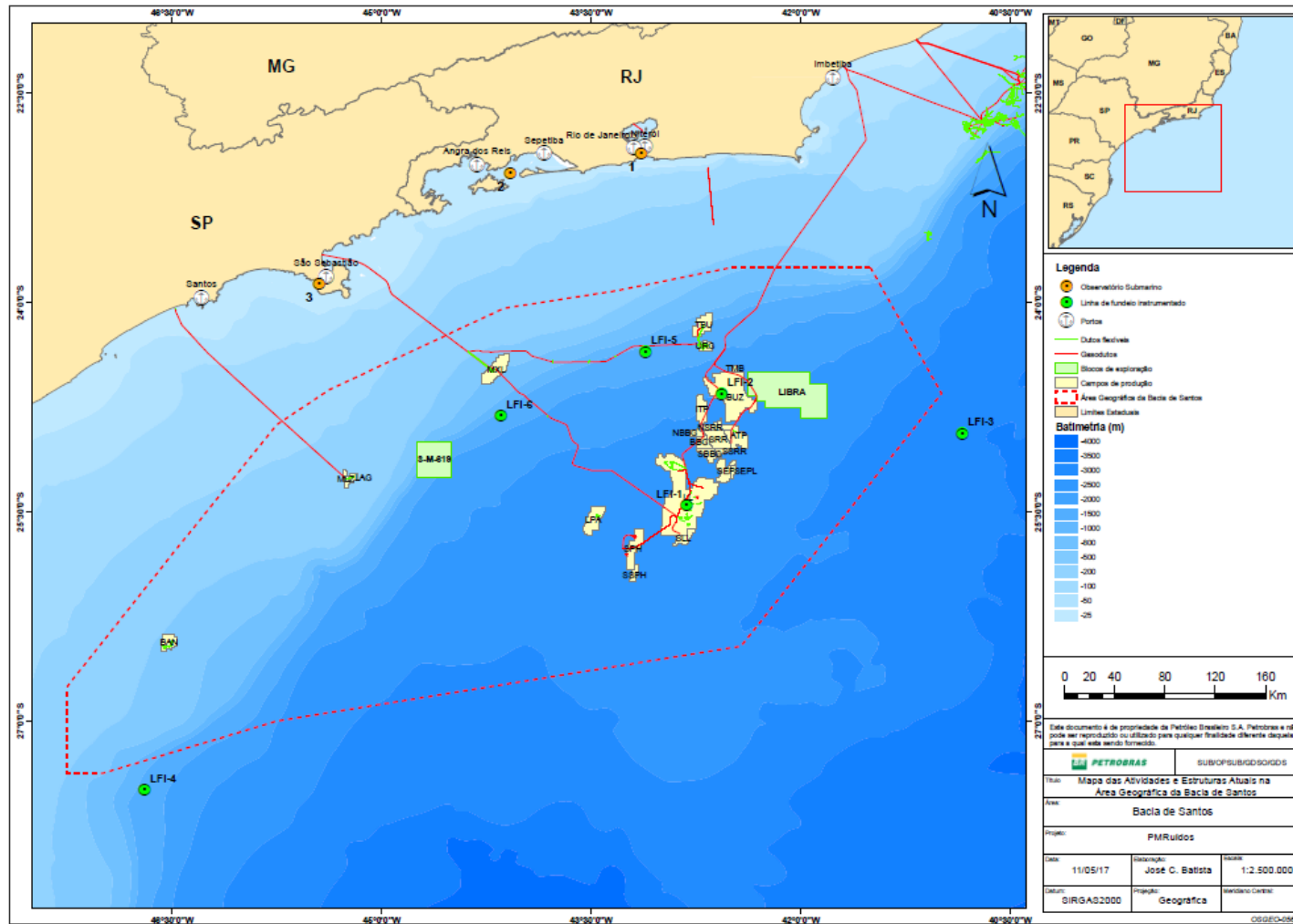


Figura VI.4.2-1. Mapa com as atividades e estruturas atuais da PETROBRAS na Bacia de Santos.

  
Coordenador da Equipe

**BR** PETROBRAS

  
Técnico Responsável

Rev 01  
05/2017

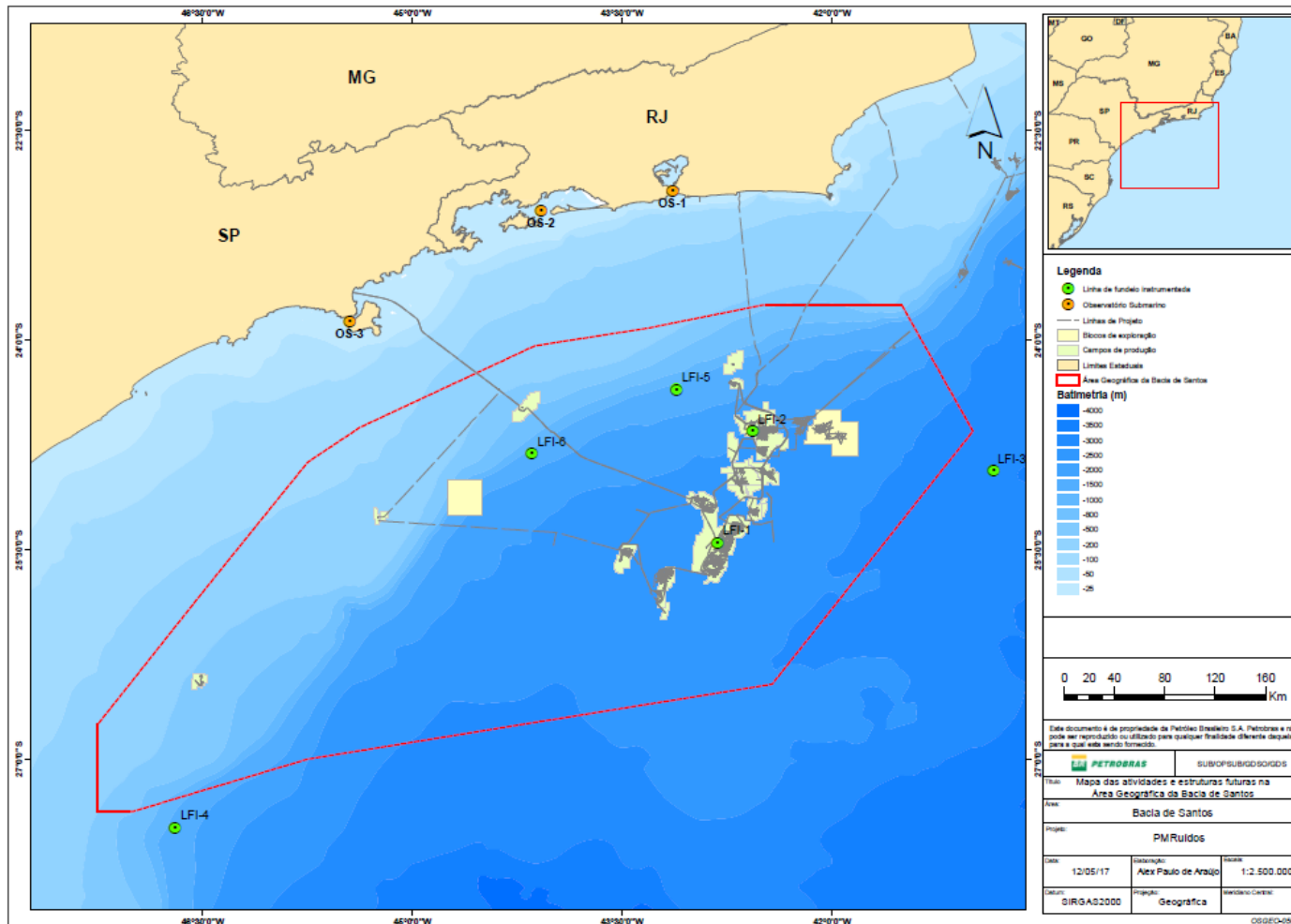


Figura VI.4.2-2. Mapa com as atividades e estruturas futuras da PETROBRAS na Bacia de Santos.

*[Assinatura]*  
Coordenador da Equipe

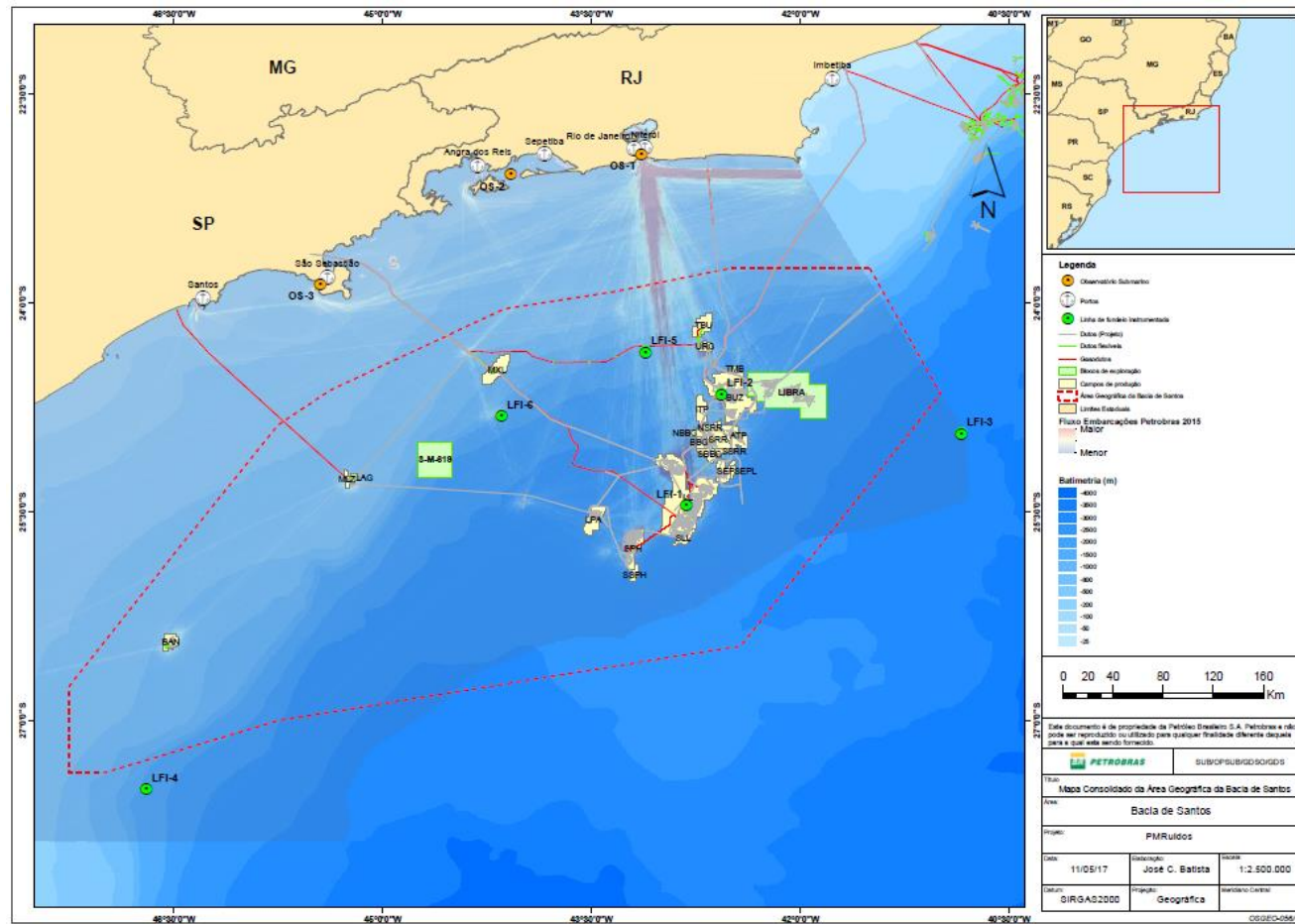
*[Assinatura]*  
Técnico Responsável

### **VI.4.3 Outras Atividades Desenvolvidas na Área de Interesse e Mapa Síntese para a seleção dos pontos de Monitoramento Fixo**

Para a avaliação desse critério foram considerados tanto os blocos de exploração e produção que pertencem a outras operadoras quanto outros empreendimentos que existem na Bacia de Santos, como a presença de cabos de fibra óptica. Além disso, no caso das áreas mais rasas e próximas à costa, foram considerados os locais de fundeio de embarcações.

Com base no conjunto de informações apresentadas anteriormente e fazendo uso de recursos de geotecnologia para a sobreposição de mapas e análise integrada foram selecionados os pontos para o Monitoramento fixo por meio de Linhas de Fundeio Instrumentadas (LFI) e dos Observatórios Submarinos (OS).

  
\_\_\_\_\_  
Coordenador da Equipe  
\_\_\_\_\_  
Técnico ResponsávelRev 01  
05/2017



**Figura VI.4.3-1.** Mapa do conjunto de atividades desenvolvidas na Bacia de Santos e pontos selecionados para o Monitoramento Fixo por meio das Linhas de Fundeio Instrumentadas e dos Observatórios Submarinos.

Coordenador da Equipe

BR PETROBRAS

Técnico Responsável

Rev 01  
05/2017

#### **VI.4.4 Deriva de Instrumentos e estratégia para o lançamento dos Perfiladores na Bacia de Santos**

A experiência com o lançamento dos perfiladores acústicos e o reconhecimento do comportamento esperado dos equipamentos frente às condições dinâmicas da Bacia de Santos demonstraram a necessidade de se adotar uma proposta flexível para a definição da estratégia de lançamento. Tomando como premissa o aumento do tempo de residência dos perfiladores na região da Área Geográfica da Bacia de Santos, o planejamento deve envolver basicamente o monitoramento das condições de circulação reinantes em superfície e subsuperfície na Bacia para a definição dos pontos de lançamento. Este monitoramento é feito de forma regular e sistemática e as informações serão provenientes de fontes públicas e privadas que fornecem produtos e serviços de modelagem e monitoramento ambiental e oceanográfico, além das informações provenientes do monitoramento do próprio conjunto de perfiladores ativos.

Sendo assim, o planejamento amostral das campanhas de lançamento dos perfiladores será específica para Ciclo de Lançamento.

#### **VI.4.5 Consolidação das Informações para Determinação dos Pontos de Fundeio e para o Lançamento dos Perfiladores e Glider**

Após o levantamento das informações e análise de cada um dos critérios, foi feita uma avaliação do conjunto de critérios válidos para cada um dos equipamentos.

- Perfiladores Acústicos: estudo sobre a deriva de instrumentos na Bacia de Santos, rotas de navegação;
- *Glider*: rotas de navegação, atividades atuais e futuras na Bacia de Santos;

---

  
Coordenador da Equipe  
Técnico ResponsávelRev 01  
05/2017

- Linhas de Fundeio Instrumentadas: rotas de navegação, atividades atuais e futuras na Bacia de Santos, batimetria;
- Observatórios Submarinos: rotas de navegação, localização de pontos de fundeio, batimetria.

Os mapas com a localização dos pontos e as coordenadas (quando aplicável) serão apresentados nos itens respectivos de cada um dos equipamentos abaixo.

## **VI.5 – ESTRATÉGIAS DE LEVANTAMENTO DE DADOS**

### **VI.5.1. Caracterização Preliminar das Áreas de Interesse (Monitoramento móvel)**

A caracterização preliminar visa atender a importantes requisitos do projeto, a saber: ampliar a abrangência espacial da coleta de dados, antecipar a aquisição de dados tendo como referência os atuais níveis de ruído antropogênico e ruído ambientes observados e realizar uma análise exploratória para subsidiar eventuais necessidades de replanejamento da alocação definitiva das linhas de fundeios.

#### **VI.5.1.1 – Perfiladores Acústicos**

A estratégia amostral com os perfiladores prevê o lançamento de 10 (dez) equipamentos a cada 3 meses e o acompanhamento de cada equipamento até o final de sua vida útil. O monitoramento do ruído ambiente com os perfiladores acústico é lagrangeano e, portanto, aleatório em termos espaciais na escala permitida pela deriva do equipamento.

É possível controlar parcialmente a deriva dos perfiladores, através de ajustes das profundidades de deriva dos equipamentos. Em profundidades mais rasas, a deriva dos perfiladores é influenciada pela Corrente do Brasil, fazendo com que eles se desloquem em direção ao sul. Já quando mantidos em profundidades

  
Coordenador da Equipe

  
Técnico Responsável



maiores, os perfiladores tenderão a se deslocar para o norte, já que estarão sob influência do sistema de contra-correntes. Dessa forma, é possível aumentar o tempo de residência dos equipamentos na Bacia de Santos. O desempenho desta estratégia será permanentemente acompanhado considerando a relação entre número de aquisições esperadas e o tempo de dormência necessário para o aumento do tempo de residência.

Conforme discorrido no item VI.4.4, os lançamentos ocorrerão em campanhas planejadas considerando as condições oceanográficas atuantes no momento da campanha (como existência de vórtices), bem como o histórico do deslocamento dos perfiladores já lançados, tendo como premissa o aumento do tempo de residência nas áreas de interesse

O monitoramento de ruídos por perfiladores acústicos será realizado enquanto durarem as atividades de E&P no Polo Pré-Sal da Bacia de Santos com planejamento executivo realizado em ciclos de implantação de 4 (quatro) anos.

### **VI.5.1.2 – Veículos Submarinos Autônomos – Gliders**

A estratégia amostral com este equipamento exige a dedicação de 1 (uma) unidade para atendimento ao escopo proposto. Devido à capacidade de navegação e de configuração remota, a estratégia amostral apresenta um conjunto bem mais amplo de alternativas. Estão previstas a aquisição de dados nos campos de produção, rotas de navegação e áreas controle. A estratégia de amostragem principal é a realização de mergulhos em trajetórias previamente estabelecidas em diferentes pontos das áreas de estudo. Diferentes estratégias de registros serão utilizadas visando um monitoramento abrangente no espaço tridimensional (coluna d'água e área de estudo) e no tempo (ao longo dos diferentes horários do dia). Durante os mergulhos serão realizadas gravações contínuas ao longo ou em profundidades selecionadas, preferencialmente em 50, 200 e 1000 de modo a obter séries temporais (janelas de aquisição) mais longas.

O planejamento das estratégias amostrais do monitoramento com o *glider* será ajustado a cada ciclo de lançamento. Assim, a cada 3 meses uma nova estratégia amostral será adotada alternando o foco entre o monitoramento em

  
Coordenador da Equipe  
Técnico ResponsávelRev 01  
05/2017



rotas de navegação preferenciais, área com atividades de E&P e áreas controle ou de baixa intensidade de usos.

Conforme necessidade ou oportunidade, poderão ser estabelecidas estratégias amostrais que abranjam mais de uma área alvo simultaneamente ou definido o foco para monitorar alguma atividade específica em período determinado.

### **VI.5.2. Monitoramento Continuado das Áreas de Interesse**

O monitoramento continuado se define pela implantação da estratégia de aquisição de dados pelo Monitoramento Fixo Oceânico (pelas Linhas de Fundeio Instrumentadas - LFI), Monitoramento Fixo Costeiro (pelos Observatórios Submarinos - OS), bem como pela continuidade do Monitoramento Móvel (*gliders* e perfiladores). O monitoramento visa atender ao requisito de monitoramento continuado e ao objetivo principal de acompanhamento do incremento dos níveis de ruídos considerando o aumento da intensidade das atividades de E&P da PETROBRAS na Bacia de Santos.

#### **VI.5.2.1 – Linhas de Fundeio Instrumentadas – LFI**

A estratégia amostral por meio de linhas de fundeio instrumentadas prevê a instalação de 6 (seis) unidades compostas por sistemas de aquisição de dados acústicos independentes instalados em 3 (três) profundidades, a saber: próximo ao canal de superfície, a aproximadamente 50 m de profundidade; abaixo da camada de estação, no início da termoclina principal, a cerca de 200 m de profundidade e; na região do Canal Acústico Profundo (mínima velocidade do som), a cerca de 1.100 m de profundidade. A cada recuperação das LFI, todos os sistemas serão mantidos, terão os dados recuperados para serem processados em terra e serão reinstalados para um novo período de aquisição.

Serão instaladas 2 (duas) LFI nos campos de maior adensamento de unidades de produção do Pólo Pré-Sal, 2 (duas) LFI em áreas controle, afastadas



Coordenador da Equipe



Técnico Responsável

em, no mínimo, 30 km de atividades industriais e rotas de navegação e 2 (duas) LFI nas rotas de navegação afastadas em, no mínimo, 15 km dos campos de produção (Tabela VI.5.2.1-1 e Figura VI.5.2.1-1).

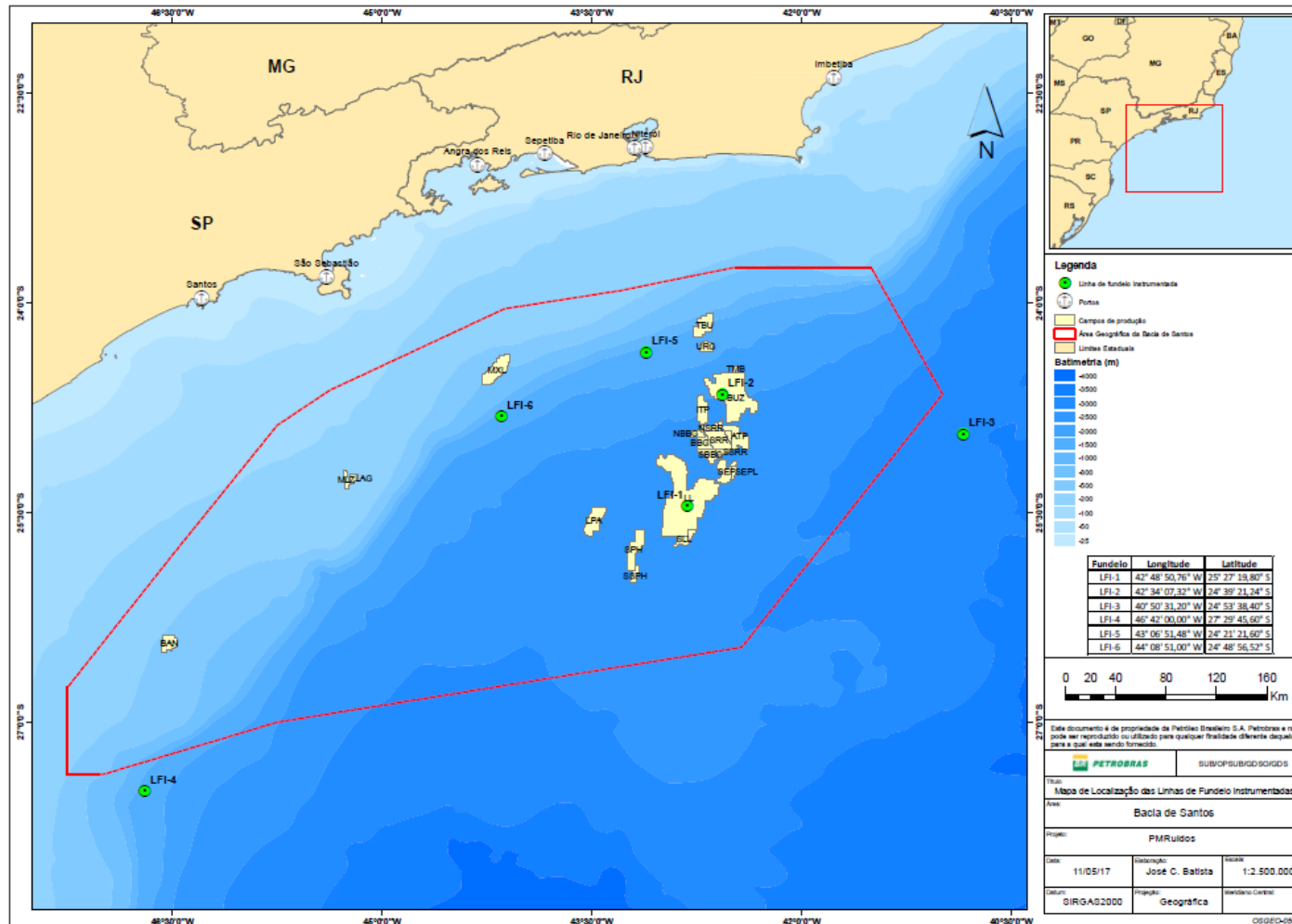
**Tabela VI.5.2.1-1.** Coordenadas das linhas de fundeio instrumentadas (Datum SIRGAS 2000).

Objetivo	Fundeio	Latitude	Longitude
Área de produção	1	25° 27' 19,80" S	42° 48' 50,76" W
	2	24° 39' 21,24" S	42° 34' 07,32" W
Área controle	3	24° 53' 38,40" S	40° 50' 31,20" W
	4	27° 29' 45,60" S	46° 42' 00,00" W
Rota de navegação	5	24° 21' 21,60" S	43° 6' 51,48" W
	6	24° 48' 56,52" S	44° 8' 51,00" W

As LFI permanecerão instaladas enquanto durarem as atividades de E&P no Polo Pré-Sal da Bacia de Santos. Os pontos selecionados para monitoramento do ruído nos campos de produção permanecerão os mesmos ao longo de todo o projeto. Já os pontos das áreas controle poderão ser alterados ao longo do projeto com a intenção de monitorar áreas com diferentes raios de distância dos campos de produção ou em razão da necessidade de atendimento de critérios de afastamento de fontes de ruídos industriais. Os locais de instalação das LFI nas rotas de navegação também poderão ser alterados, caso seja verificada uma alteração significativa nas principais rotas de navegação.

Deverão ser estimadas as condições meteoceanográficas (ventos, ondas e correntes) na região de instalação do fundeio, ao longo dos períodos de medições acústicas, utilizando dados oceanográficos da PETROBRAS.

O planejamento executivo abrangerá tempo previsto de um ciclo de implantação de 4 (quatro) anos. Os sistemas de aquisição de dados acústicos serão recuperados em intervalos de 4 ou 6 meses. Os fundeios submersos terão suas boias de arinque chegando à superfície por liberação acústica.



**Figura VI.5.2.1-1** – Localização das Linhas de Fundeio Instrumentadas (LFIs) a serem instaladas na região do Polo Pré-Sal da Bacia de Santos.

Coordenador da Equipe

Técnico Responsável

Rev 01  
05/2017

### VI.5.2.2 – Observatórios Submarinos (OS)

Os observatórios submarinos (OS) se constituem numa estrutura de base que sustenta e protege a toda a instrumentação do sistema de aquisição de dados acústicos submarinos. Instalados nos observatórios submarinos no piso marinho, os sistemas de aquisição de dados acústicos terão maior capacidade de baterias e funcionamento quase contínuo, viabilizando o registro de emissões acústicas de origem biológica nas imediações. Os arquivos gravados terão sempre início na hora cheia e serão encerrados alguns minutos antes da próxima hora.

Serão instalados 3 (três) OS: nas proximidades da Baía de Guanabara, Baía de Sepetiba e Canal de São Sebastião em águas rasas, a cerca de 50 m de profundidade. Estas localidades foram selecionadas com referência ao EIA do processo de licenciamento do ETAPA 2. A localização de cada unidade é apresentada na Tabela VI.5.2.2-1 e na Figura VI.5.2.2-1.

**Tabela VI.5.2.2-1.** Coordenadas dos observatórios submarinos (Datum SIRGAS 2000).

Observatório	Latitude	Longitude	Descrição
1	22° 55,9' S	43° 08,5' W	Baía de Guanabara
2	23° 04,547' S	44° 04,827' W	Baía de Sepetiba
3	23° 52,4' S	45° 27,4' W	Canal de São Sebastião

Cabe ressaltar que as áreas selecionadas apresentam elevado adensamento do tráfego de embarcações, sendo localizadas próximas a importantes portos dos estados do Rio de Janeiro e São Paulo. O tráfego de embarcações nestas áreas está relacionado não apenas a marinha mercante e ao transporte de cargas, mas também a outras atividades humanas, como tráfego de embarcações da indústria offshore, navios militares, atividade pesqueira e recreacional, sendo esperado um elevado nível de ruídos nestas localidades.

Os OS permanecerão instalados enquanto durarem as atividades de E&P no Polo Pré-Sal da Bacia de Santos. O planejamento executivo abrangerá tempo previsto de um ciclo de implantação de 4 (quatro) anos.

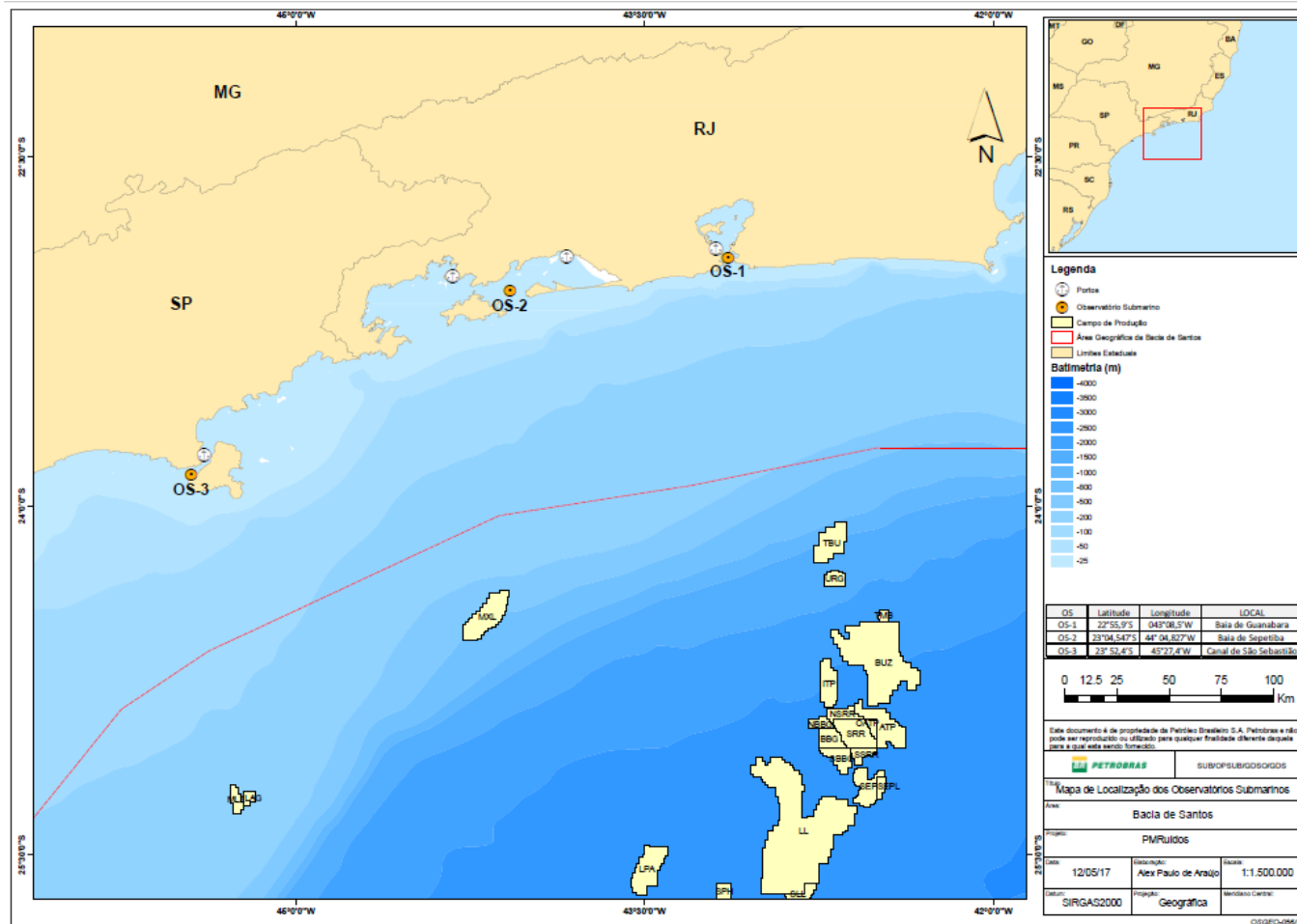


Coordenador da Equipe



Técnico Responsável

Rev 01  
05/2017



**Figura VI.5.2.2-1 – Localização dos Observatórios Submarinos (OS) a serem instaladas na região do Polo Pré-Sal da Bacia de Santos.**

  
Coordenador da Equipe

**BR** PETROBRAS

  
Técnico Responsável

Rev 01  
05/2017

## VI.6 MODELAGEM ACÚSTICA

De acordo com o documento *Monitoring Guidance for Underwater Noise in European Seas – Part I*, elaborado pela *Joint Research Center*, organismo criado para dar suporte técnico-científico à elaboração de políticas da União Europeia, um projeto de monitoramento acústico eficiente requer uma combinação adequada entre medição e modelagem, uma vez que o uso dos modelos de propagação acústica no oceano pode contribuir direta e efetivamente para a avaliação e o monitoramento do ruído ambiente.

Desta forma, um número limitado de medições seria suficiente para caracterizar as tendências de alteração do ruído por atividades antropogênicas e seria utilizado diretamente na calibração dos modelos, que uma vez validados, podem fornecer resultados de maior abrangência espaço-temporal e variadas possibilidades de análise (Dekeling et al., 2014b).

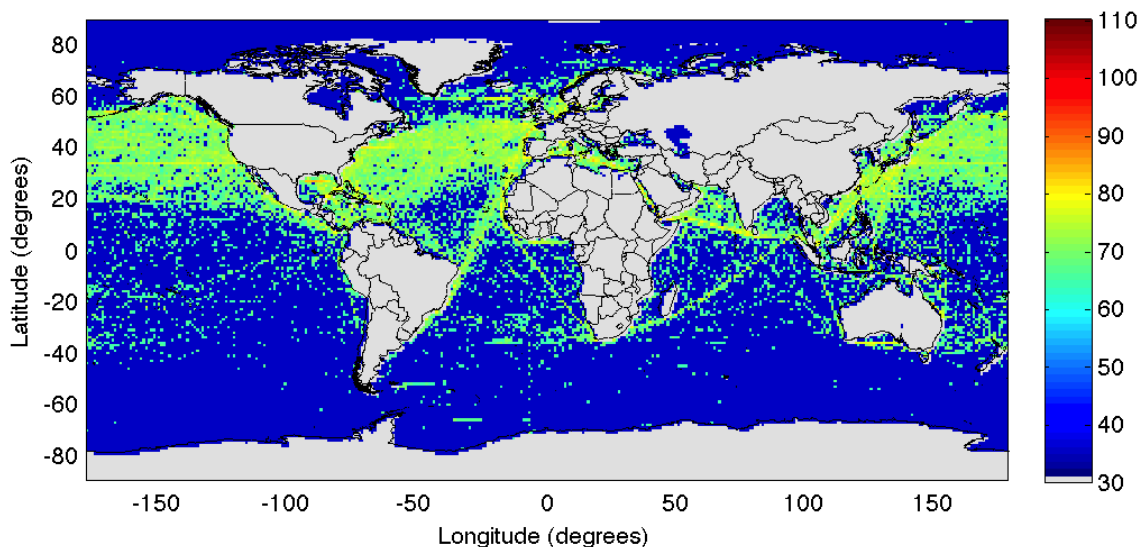
Há inúmeros exemplos na literatura do uso bem-sucedido da modelagem para fins de monitoramento da paisagem acústica no oceano. Em Soares et al. (2015) um modelo de propagação acústica do tipo modos normais é utilizado para produzir mapas sazonais e instantâneos de intensidade de ruído na costa sudoeste de Portugal, a partir de dados de posicionamento AIS das embarcações. Uma ferramenta de previsão e monitoramento desenvolvida a partir deste estudo pode ser consultada em <http://www.shippingnoise.com>. Mapas de ruído sazonais associados às atividades de transporte marítimo foram gerados para o mar da Irlanda a partir de dados anuais de AIS no trabalho de Folegot (2010 apud Dekeling, 2014b) utilizando um sistema de modelagem proprietário denominado Quonops®. O modelo gerado foi calibrado com dados coletados em campo e as incertezas nos parâmetros do modelo foram tratadas através da condução de simulações de Monte Carlo, fornecendo resultados probabilísticos na forma de níveis de ruído com excedência de 1, 10, 50 e 90%. MacGillivray et al. (2014) utilizam o modelo de modos normais ORCA para gerar mapas de ruído instantâneo na costa nordeste da Austrália e compara-los com dados adquiridos in-situ. Em Mason (2013) a modelagem de propagação acústica é utilizada para avaliar atividades de estaqueamento de um parque eólico na costa sudeste do

  
Coordenador da Equipe **PETROBRAS**  
Técnico ResponsávelRev 01  
05/2017

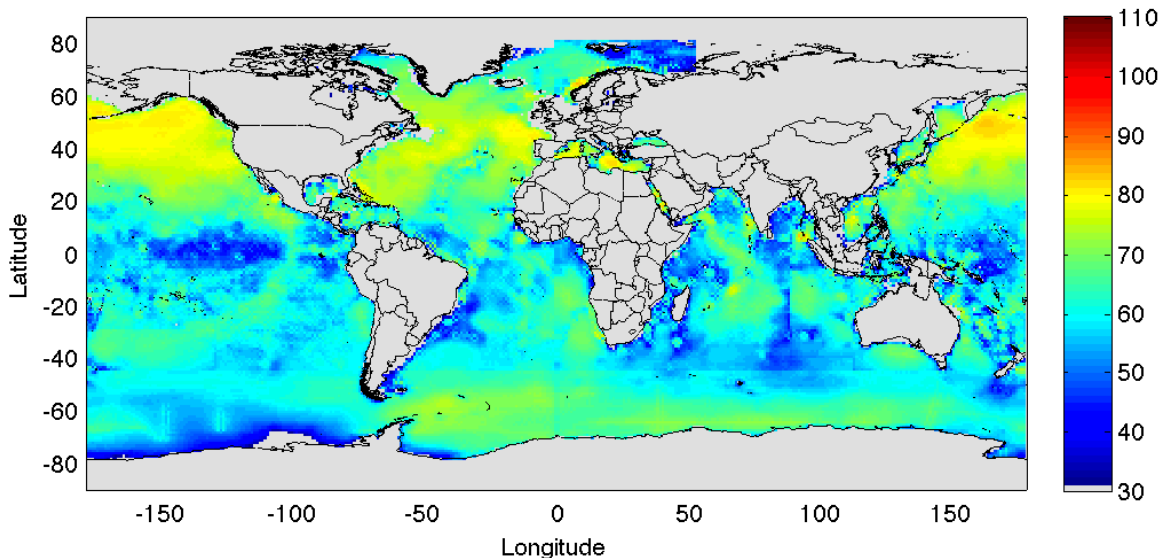


Reino Unido. O ruído de airguns é avaliado utilizando-se o modelo de equações parabólicas RAM em MacGillivray e Chapman (2005) na costa oeste do Canadá. Outros exemplos da experiência europeia da modelagem de propagação acústica para gerar mapas de ruídos de variadas atividades antropogênicas são mencionados no documento *Monitoring Guidance for Underwater Noise in European Seas*.

As figuras seguintes extraídas do site <http://oalib.hlsresearch.com>, que apresenta uma coletânea de modelos de simulação acústica oceânica, ilustram exemplos de resultados obtidos pela modelagem matemática de propagação acústica em escala global. A Figura VI.6-1 mostra a distribuição das densidades de intensidade das fontes sonoras para a frequência de 200 Hz obtida a partir dos dados de AIS das embarcações. A Figura VI.6-2 ilustra a densidade espectral do ruído propagado por estas fontes no oceano.



**Figura VI.61** – Densidade de intensidade sonora [dB re  $1\mu\text{Pa}^2/\text{Hz}@1\text{m}/\text{m}^2$ ] em 200 Hz devido ao tráfego de embarcações (Fonte: <http://oalib.hlsresearch.com>).



**Figura VI.6-2** – Resultado da propagação do som no oceano [dB re  $1\mu\text{Pa}^2/\text{Hz}$ ] obtida a partir da convolução do mapa da Figura VI.6-1 com as características físicas do oceano (Fonte: <http://oalib.hlsresearch.com>).

Neste contexto, a PETROBRAS buscou uma série de iniciativas para investigar a viabilidade de uso de modelos de propagação acústica no âmbito do PMPAS. Tais iniciativas envolveram diversas reuniões com técnicos da Marinha, estudo de referências internacionais sobre monitoramento de ruído acústico no oceano, contato com firmas estrangeiras especializadas em monitoramento e modelagem acústica, contato com professores universitários e a avaliação de alternativas para execução e processamento de dados dos diversos módulos do PMPAS (medições com *gliders* e perfiladores, observatórios submarinos rasos e linhas de fundeio instrumentadas).

Com base nestas iniciativas a PETROBRAS propõe a utilização de modelos numéricos no estado-da-arte em complementação às atividades de monitoramento fixo e móvel para atendimento aos objetivos do PMPAS. O escopo proposto nesta revisão do PMPAS será realizar a caracterização acústica através de modelos de propagação do som no oceano capazes de simular o som irradiado por fontes ambientais e antrópicas.

O uso dos modelos de propagação de ruído traz uma série de contribuições ao monitoramento da paisagem acústica tais como (Dekeling et al., 2014b):



- A redução do tempo requerido para a detecção de tendências de aumento do ruído por atividades antropogênicas em relação ao que seria necessário apenas com medições;
- A redução do número de estações de medição e, conseqüentemente, do custo da medição;
- Otimização no planejamento do posicionamento de equipamentos de medição pois permite o conhecimento prévio com maior precisão dos locais mais críticos em relação ao ruído antropogênico ou mais preservados;
- Maior abrangência espaço-temporal dos resultados em relação ao que seria obtido apenas com medições;
- Possibilidade de identificação da contribuição de diferentes fontes sobre a paisagem acústica como, por exemplo, a influência individual de fatores ambientais (onda, vento etc.) ou das embarcações de apoio;
- Possibilidade de previsão de cenários futuros, de diagnóstico de cenário presente e de reconstrução de cenários históricos.

## **VI.6.1 MODELO MATEMÁTICO BÁSICO DE PROPAGAÇÃO DO SOM NO OCEANO**

A descrição feita a seguir, adaptada de Etter (2013), resume os fundamentos teóricos básicos e as principais estratégias utilizadas na resolução da propagação acústica no oceano. Um maior detalhamento matemático de cada uma das teorias pode ser facilmente encontrado na literatura especializada.

Os modelos de propagação acústica no oceano são formulados, em sua maioria, a partir da equação da onda na sua forma tridimensional e variável no tempo. Dependendo dos objetivos da modelagem e das premissas assumidas, a forma exata da equação da onda pode variar consideravelmente. Para a maioria das aplicações, uma equação diferencial linear, hiperbólica, de segunda ordem, variável no tempo é utilizada:

$$\nabla^2 \Phi = \frac{1}{c^2} \frac{\partial^2 \Phi}{\partial t^2}$$

onde  $\nabla^2$  é o operador Laplaciano  $[= \frac{\partial^2}{\partial x^2} + \frac{\partial^2}{\partial y^2} + \frac{\partial^2}{\partial z^2}]$ ,  $\Phi$  é a função potencial,  $c$  a velocidade do som, e  $t$  o tempo.

Assumindo uma frequência única de oscilação e assumindo que a onda seja contínua, é possível obter uma solução harmônica para a equação de Helmholtz invariável no tempo com a seguinte forma:

$$\Phi = \phi e^{-i\omega t}$$

onde  $\phi$  é a função potencial variável no tempo,  $\omega$  é frequência da fonte ( $2\pi f$ ), e  $f$  é a frequência acústica. Desta maneira, a equação de Helmholtz assume a seguinte forma:

$$\nabla^2 \phi + k^2 \phi = 0$$

onde  $k = \omega/c = 2\pi/\lambda$  é o número de onda e  $\lambda$  é o comprimento de onda.

Há várias abordagens possíveis para a solução da equação de Helmholtz. A escolha desta abordagem dependerá do tipo de solução proposta para o valor de  $\phi$  e das características do ambiente.

Os modelos de propagação acústica podem ser classificados de acordo com o tipo de solução adotada para equação de Helmholtz, sendo as mais comuns:

- Teoria dos Raios;
- Modos Normais; e
- Equações Parabólicas.

Em relação às características do meio modelado, os modelos podem ser classificados de acordo com a consideração ou não da variação das propriedades do meio no plano horizontal, sendo estes:

- Modelos dependentes da distância (3D): as propriedades físicas do oceano (temperatura, salinidade, velocidade do som) podem variar com a distância ( $r$ ) e com o ângulo em relação a fonte ( $\theta$ ), bem como com a profundidade;
- Modelos independentes da distância (2D): neste caso, assume-se um oceano horizontalmente estratificado e as propriedades físicas do oceano variam somente com a profundidade ( $z$ ).

A solução por Teoria dos Raios e por Equações Parabólicas fornecem soluções 3D pois assumem que as propriedades do meio variam com a distância e o ângulo em relação à fonte, ou seja, consideram o oceano não estratificado. A

solução por Modos Normais fornece uma solução 2D pois considera o oceano estratificado, assumindo variação das propriedades do meio apenas com a profundidade. Entretanto, é possível obter soluções tridimensionais pela teoria dos Modos Normais através de duas abordagens: na primeira utiliza-se uma técnica de modelagem Nx2D, onde o problema 3D é resolvido utilizando N radiais centradas na posição da fonte em modo 2D; a segunda incorpora os efeitos diretos da refração horizontal através do uso da equação de onda lateral. Pela sua capacidade de incorporar os efeitos da refração a um custo computacional aceitável, esta abordagem vem sendo preferencialmente utilizada nos modelos de propagação acústica oceânica que abrangem regiões tanto de águas profundas quanto de águas rasas em que tal efeito se torna considerável.

Em todas as abordagens mencionadas, os modelos de propagação acústica computam o campo de pressão gerado por fontes pontuais omnidirecionais, representado pela função potencial  $\phi$ . Entretanto, os resultados dos modelos de propagação acústica são fornecidos geralmente na forma de *Transmission Loss* (TL) <sup>1</sup>.

Desta forma, a Pressão Sonora ou *Sound Pressure Level* (SPL) [dB] resultante em um ponto, para um determinado espectro de frequências, pode ser obtido através da Intensidade Sonora da Fonte ou *Source Level* (SL) e o TL no ponto através da seguinte relação:

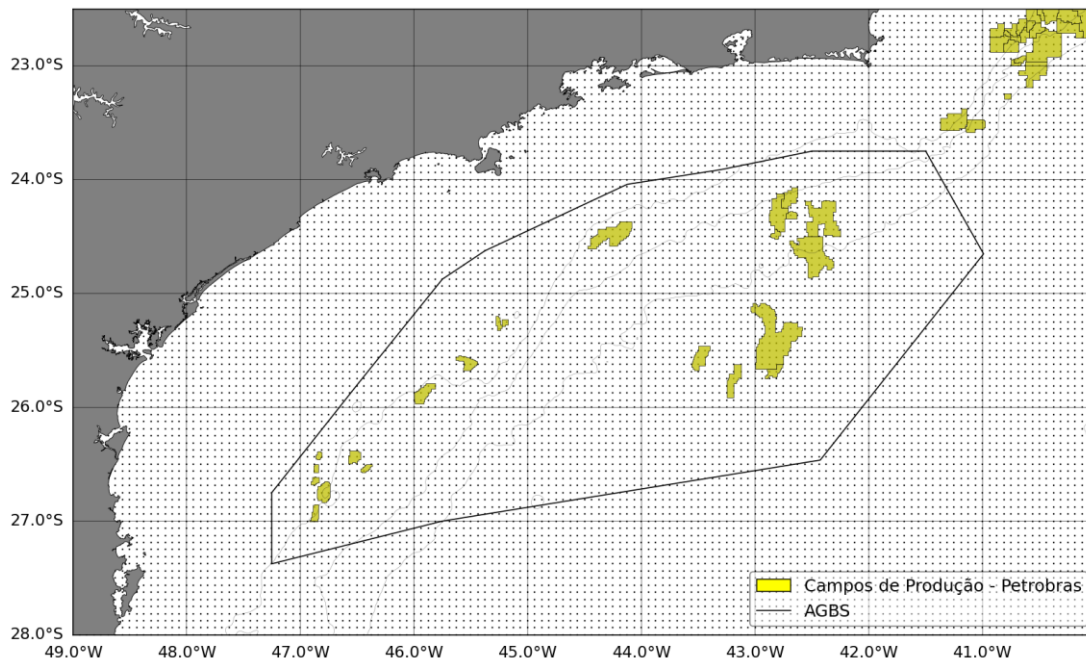
$$SPL_n(R_r, \theta_r) = \sqrt{\sum_{k=1}^K |SL(\omega_k)|^2 |TL_n(\omega_k, R_r, \theta_r)|^2}$$

onde  $SPL_n(R_r, \theta_r)$  é o nível de Pressão Sonora em um ponto em função da distância  $R_r$  e do ângulo  $\theta_r$  do receptor em relação à  $n$ -ésima fonte  $n$ ,  $SL(\omega_k)$  é a intensidade da fonte sonora  $n$  para uma determinada frequência sonora  $\omega_k$  em  $\mu\text{Pa}$ , e  $TL_n$  é o TL entre a fonte e a posição do receptor. O número de frequências  $K$  será determinado pela resolução espectral escolhida. No caso do PMPAS, o espectro de 1/3 de oitavas será utilizado.

<sup>1</sup> O TL representa a relação entre a intensidade de uma fonte sonora a 1 m da fonte e a intensidade da mesma fonte sonora em um ponto distante, de modo que quanto maior o TL maior a perda de energia sonora entre a fonte e o ponto mais afastado.

## VI.6.2 Dados de entrada do modelo

O domínio de modelagem proposto abrange a região da Bacia de Santos, conforme mostrado na Figura abaixo.



**Figura VI.6.2-1** – Domínio de modelagem proposto para o modelo de propagação acústica oceânica. O grid mostrado está discretizado a 1/16 de grau apenas para fins de representação dos limites do domínio do modelo.

Para computar os campos de Pressão Sonora em cada profundidade de interesse é necessário fornecer aos modelos acústicos condições ambientais iniciais e de contorno. Estas informações podem ser obtidas tanto de bases de dados coletados em campo como oriundos de modelos de circulação oceânica e atmosférica e incluem principalmente:

- Batimetria: necessária para estimar os efeitos da interação do som com o fundo do mar, uma vez que variações na batimetria podem causar o espalhamento e a atenuação do som;
- Tipo de sedimento de fundo: necessário para estimar perfis geoacústicos que irão determinar o quanto do som incidente é absorvido ou refletido pelo fundo do mar;

- Campos superficiais de vento e onda: necessários para modelar o ruído ambiental de base, sobre o qual os ruídos antropogênicos são combinados;
- Campos tridimensionais de temperatura e salinidade: necessários para computar a velocidade do som usada nos cálculos da propagação.

A coleção de bases batimétricas de acesso público é vasta e inclui as bases ETOPO1 e ETOPO2 da NOAA (*National Oceanic and Atmospheric Administration*), GEBCO (*General Bathymetric Chart of the Oceans*) e SRTM da USGS (*U.S. Geological Survey*). Estes levantamentos possuem resolução espacial variada de até 0,5 km, o que é suficiente para a região da Bacia de Santos e para os propósitos da modelagem. No caso do PMPAS serão utilizados os levantamentos batimétricos disponibilizados pela GEBCO com resolução espacial de 30 segundos (~ 500 m).

Os perfis geoacústicos serão computados a partir da composição dos sedimentos de fundo. Para tanto serão utilizados mapas faciológicos que apresentam o tipo de sedimento presente na região da Bacia de Santos, com presença de areia, silte e argila na plataforma, talude e oceano profundo. Estas informações serão extraídas dos levantamentos realizados Petrobras. A partir do material de composição do fundo é possível estimar os parâmetros geoacústicos como a velocidade de propagação e o coeficiente de atenuação do som no sedimento a partir de dados de literatura. Estes procedimentos são descritos em diversas referências como MacGillivray et al. (2014) e Soares et al. (2015). Ressalta-se, no entanto, que não é esperado um grande impacto na determinação dos perfis geoacústicos do fundo para a região de interesse, uma vez que há pouca influência da refração de fundo em regiões de lâmina d'água profunda (Soares et al., 2015), o que é o caso da maior parte da AGBS. Adicionalmente, as interações acústicas de baixas frequências, espectro de maior interesse do PMPAS, com o fundo são consideradas simples e bem compreendidas o que não ocorre com as altas frequências (Etter, 2013).

A modelagem do ruído ambiental de base serve para computar os efeitos das fontes de ruído ambiental na propagação de ruído oceânico e a alteração no comportamento de reflexão e dispersão do som na superfície. De modo geral, quanto mais intenso o vento e maior a altura significativa de ondas ( $H_s$ ), as

perdas durante a reflexão do som na interface ar-mar são maiores assim como o ruído ambiental gerado (Etter, 2013).

A modelagem proposta deverá avaliar a variabilidade das condições de ondas e ventos nas diversas estações do ano (Verão, Outono, Inverno e Primavera) na Bacia de Santos. A Figura apresenta a Escala Beaufort, que indica o efeito das diversas faixas de velocidade do vento (apresentadas em m/s, km/h ou nós) na geração de ondas de gravidade no oceano, e suas manifestações na superfície do mar. O efeito destes estados de mar no ruído ambiental está apresentado nas curvas de Wenz da Figura VI.6.2-2 indicadas pelas curvas de “Sea State”.

Grau	Designação	m/s	km/h	nós	Aspecto do mar
0	Calmo	<0,3	<1	<1	Espelhado
1	Aragem	0,3 a 1,5	1 a 5	1 a 3	Pequenas rugas na superfície do mar
2	Brisa leve	1,6 a 3,3	6 a 11	4 a 6	Ligeira ondulação sem rebentação
3	Brisa fraca	3,4 a 5,4	12 a 19	7 a 10	Ondulação até 60 cm, com alguns <i>carneiros</i>
4	Brisa moderada	5,5 a 7,9	20 a 28	11 a 16	Ondulação até 1 m, <i>carneiros</i> frequentes
5	Brisa forte	8 a 10,7	29 a 38	17 a 21	Ondulação até 2.5 m, com cristas e muitos <i>carneiros</i>
6	Vento fresco	10,8 a 13,8	39 a 49	22 a 27	Ondas grandes até 3.5 m; borrifos
7	Vento forte	13,9 a 17,1	50 a 61	28 a 33	Mar revolto até 4.5 m com espuma e borrifos
8	Ventania	17,2 a 20,7	62 a 74	34 a 40	Mar revolto até 5 m com rebentação e faixas de espuma
9	Ventania forte	20,8 a 24,4	75 a 88	41 a 47	Mar revolto até 7 m; visibilidade precária
10	Tempestade	24,5 a 28,4	89 a 102	48 a 55	Mar revolto até 9 m; superfície do mar branca
11	Tempestade violenta	28,5 a 32,6	103 a 117	56 a 63	Mar revolto até 11 m; pequenos navios sobem nas vagas
12	Furacão	>32,7	>118	>64	Mar todo de espuma, com até 14 m; visibilidade nula

**Figura VI.6.2-2** – Escala de Beaufort a partir de valores de velocidade do vento e efeitos no estado de mar.

Os dados de ondas e ventos na região da Bacia de Santos serão obtidos através de modelos atmosféricos e de ondas de fontes reconhecidas na literatura científica. Como exemplo, a Figura VI.6.2-3 apresenta o resultado do



Coordenador da Equipe

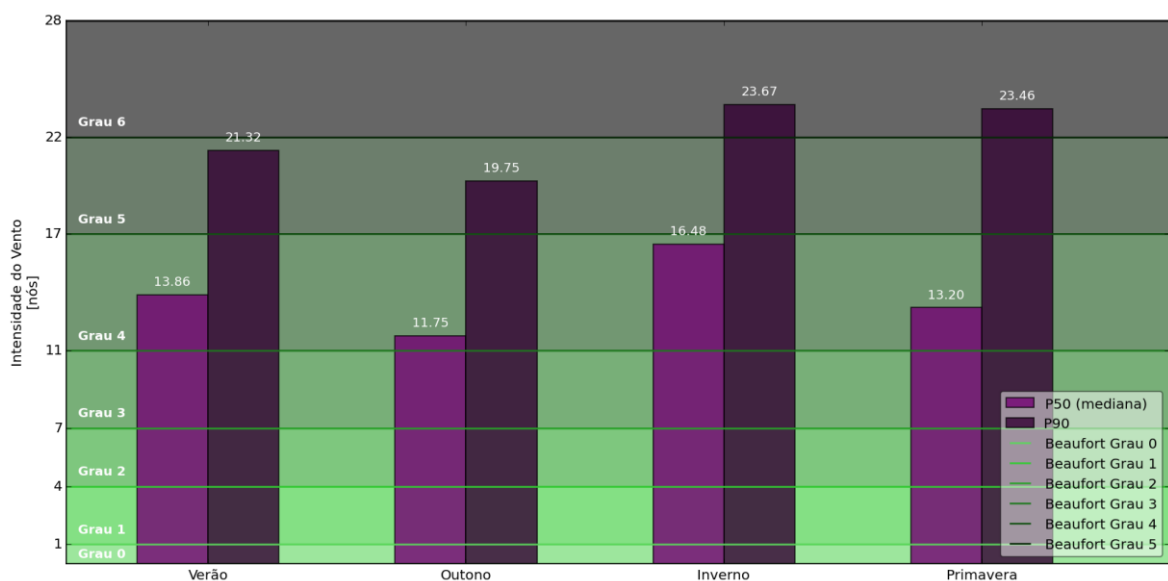



Técnico Responsável

Rev 01  
05/2017

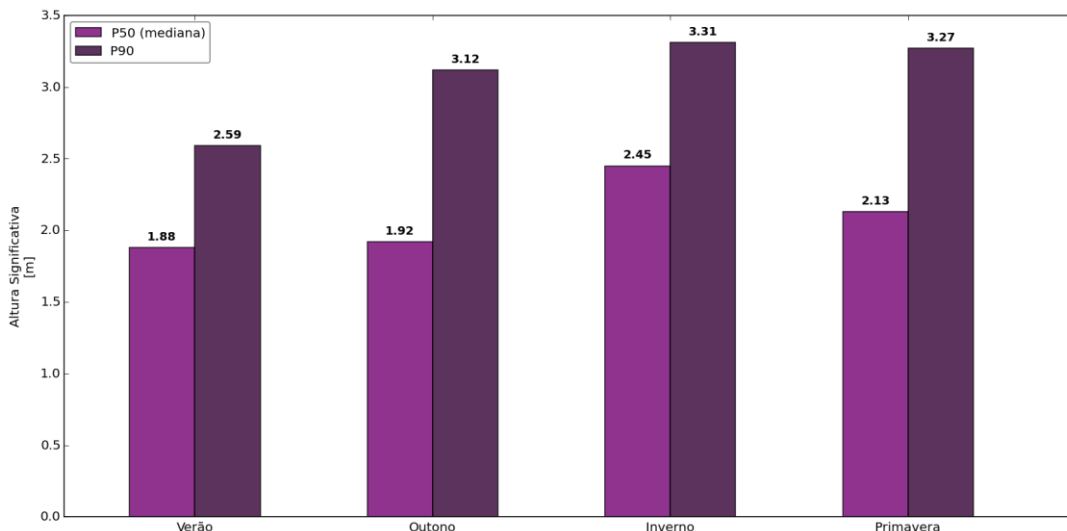


processamento estatístico dos dados de ventos obtidos no ponto indicado pela estrela na Figura do modelo WW3 (WaveWatch Geração 3), elaborado e rodado sinoticamente pela NOAA (USA). Para cada estação do ano foram calculadas as velocidades do vento com percentil de 50% (vento mediano) e 90% (vento com frequência de não excedência de 90%). Pode ser claramente observado que a estação com ventos locais mais elevados é o Inverno (com vento mediano próximo à escala 5 de Beaufort), e a estação com ventos mais amenos é o Outono.



**Figura VI.6.2-3** - Diagramas com barras de velocidade de vento com percentis de frequência de 50% e 90% (ventos não excedidos com este percentual) para um ponto da Bacia de Santos. Fonte: Dados do modelo WW3 da NOAA (USA).

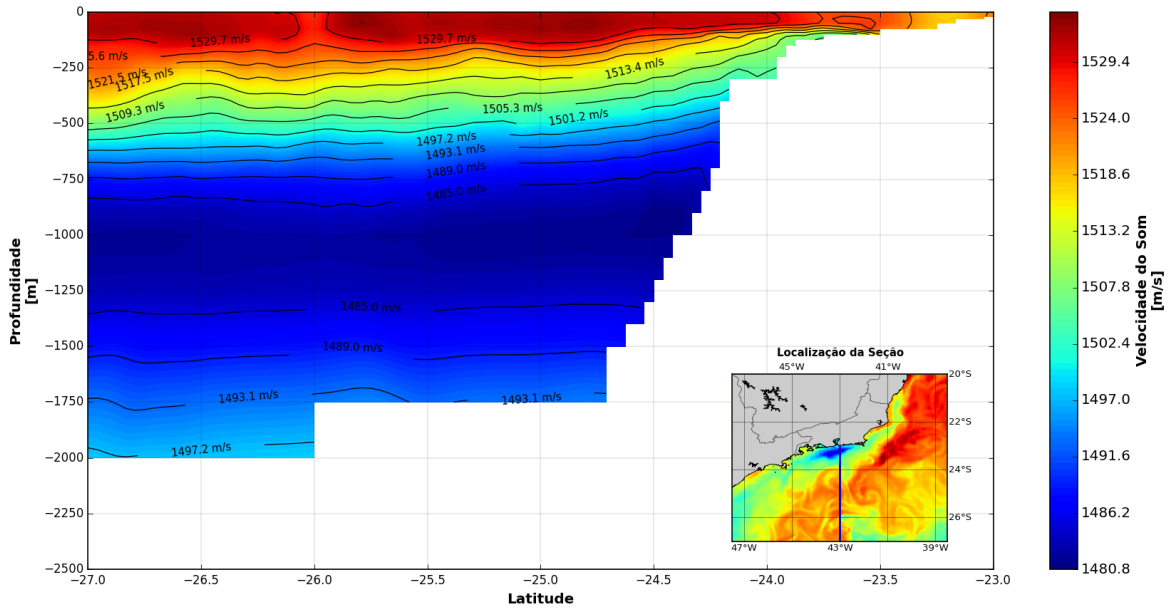
Do mesmo modo, a Figura apresenta o resultado do processamento estatístico dos dados de ondas obtidos no mesmo ponto do modelo WW3. Para cada estação do ano foram calculadas as alturas significativas  $H_s$  com percentil de 50% (altura  $H_s$  mediana) e 90% (altura  $H_s$  com frequência de não excedência de 90%). Pode ser observado que a estação com ondas mais elevadas é o Inverno (com altura significativa mediana, atingindo aproximadamente 2,50 m), e a estação com ondas mais amenas é o Verão.



**Figura VI.6.2-4** – Diagramas com barras de altura significativa  $H_s$  com percentis de frequência de 50% e 90% ( $H_s$  não excedidas com este percentual) para um ponto da Bacia de Santos. Fonte: Dados do modelo WW3 da NOAA (USA).

Uma vez que a propagação do som é uma função da densidade do meio, a temperatura e a salinidade do oceano devem ser conhecidas. À medida em que se altera a temperatura ou a salinidade do meio, a velocidade do som diminui com o aumento da densidade, de maneira não linear. Para estimar os valores de velocidade do som em toda a coluna d'água dispõe-se de equações polinomiais como a equação da UNESCO (Fofonoff e Millard, 1983) para velocidade do som, que é uma função direta da temperatura e da salinidade da água.

De modo semelhante aos dados de vento e onda, serão utilizados os campos tridimensionais de temperatura e salinidade de modelos de circulação oceânica capazes de assimilar perfis de T&S e representar a variabilidade sazonal dos campos de massa. A **Erro! Fonte de referência não encontrada.** mostra uma equação de velocidade do som na longitude 43°W obtido a partir dos resultados do modelo de circulação oceânica global HYCOM NCODA Analysis, cujos resultados são diários e de acesso público. Observa-se a presença do canal SOFAR (Sound Fixing and Ranging Chanel) centrado na isóbata de 1000 m onde ocorre o efeito de tunelamento do sinal acústico por conta dos gradientes de velocidade do som acima e abaixo do canal (Etter, 2013).



**Figura VI.6.2-5** – Perfil de velocidade do som ao longo de uma seção longitudinal obtido de campos de temperatura e salinidade do modelo global HYCOM NCODA Analysis.

Além das informações ambientais, são necessárias informações sobre as fontes acústicas, como a posição, a profundidade, a intensidade sonora e seu respectivo espectro de frequências. Para tanto, a PETROBRAS dispõe de um banco de dados corporativo onde o posicionamento fornecido pelo sistema AIS de todas as embarcações em serviço são registrados. Este banco de dados também registra o tipo e a velocidade de cada embarcação, permitindo estimar o espectro de frequências, a intensidade sonora e a profundidade aproximada de cada fonte. Para estimar a intensidade sonora e o espectro destas fontes podem ser utilizadas tanto medições in situ quanto parametrizações que utilizam aspectos construtivos da embarcação como comprimento, diâmetro das pás e velocidade de rotação do motor, velocidade da embarcação etc. Exemplos de trabalhos que estimam o espectro de ruído de embarcações incluem MacGillivray et al. (2014), Soares et al. (2015), McKenna et al. (2012), Norwood (2002), Wittekind (2014), Erbe et al. (2014) e modelos como o RANDI (Wagstaff, 1973).

Os dados de posicionamento por AIS de embarcações comerciais não operados pela PETROBRAS e que eventualmente atuem na área de modelagem também são incorporados em uma tabela do banco de dados.

### VI.6.3 Configurações Gerais da Modelagem

Um workshop conjunto realizado em 2014 pela *International Whaling Commission* (IWC), organismo intergovernamental global encarregado da conservação das baleias, envolvendo 26 especialistas do mundo inteiro de instituições diversas como a NOAA (*National Oceanic and Atmospheric Administration*, USA), a TNO (*Netherlands Organisation for Applied Scientific Research*, Holanda) e IQOE (*International Quiet Ocean Experiment*) debateu a questão do monitoramento em escala regional e oceânica da paisagem acústica submarina. Como produto deste encontro foi gerado um breve documento intitulado “*Joint Workshop Report: Predicting Sound Fields – Global Soundscape Modelling to Inform Management of Cetaceans and Anthropogenic Noise*” descrevendo algumas recomendações referentes a fontes de ruído no oceano, medição, modelagem e ferramentas visualização (IWC et al., 2014). Tais recomendações foram utilizadas como base para definir os parâmetros da modelagem proposta para o PMPAS.

A resolução espacial do modelo deve ser escolhida de forma compatível com a área de interesse. Para representar bacias oceânicas, águas costeiras regionais e áreas mais restritas as recomendações do workshop da IWC sugere resoluções de 1°, 0,1° e 0,01° (aproximadamente 100, 10 e 1,0 km). Considerando a região de interesse do PMPAS será adotada uma resolução espacial de pelo menos 10 km, compatível com a resolução dos levantamentos batimétricos disponíveis.

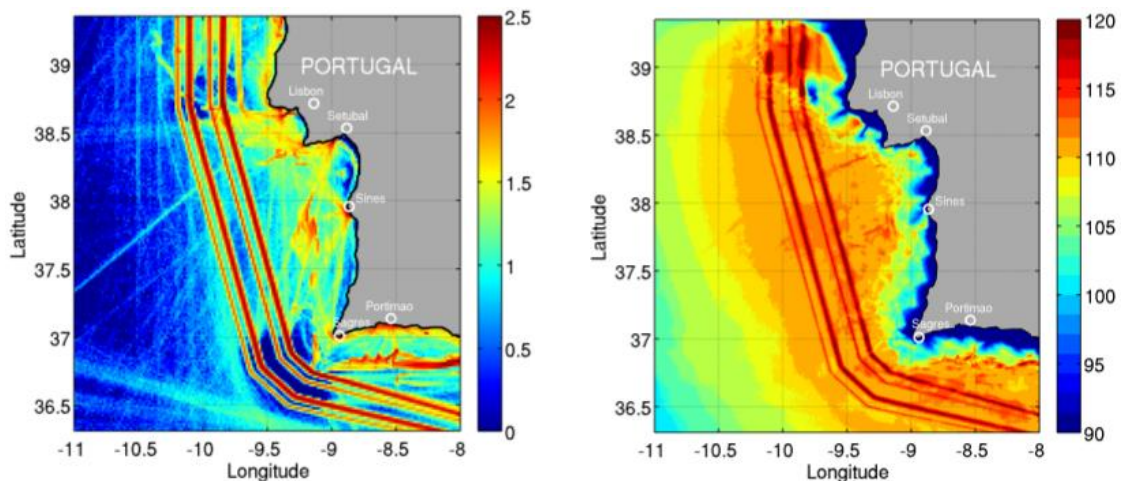
Considerando as bandas de frequência características dos ruídos gerados por embarcações e dos ruídos ambientais mostrados no diagrama de Wenz da Figura 1 serão computados os campos de SPL para o espectro de 1/3 de oitava centrado nas frequências de 63, 125, 500 e 1000 Hz. Além de contemplar o espectro característico das fontes de ruído de interesse, estas faixas de frequência são compatíveis com os espectros de frequências do monitoramento móvel obtidos pelo perfilador PABLO, possibilitando a intercomparação entre o modelo e os dados medidos.

O modelo de propagação deverá ser capaz de calcular a *Transmission Loss* (TL) das fontes ambientais e das embarcações no espaço tridimensional. A partir dos campos de TL calculados pelo modelo serão gerados mapas de ruído sazonal

  
Coordenador da Equipe  
Técnico ResponsávelRev 01  
05/2017

na forma de Pressão Sonora (PS) ou *Sound Pressure Level* (SPL). Serão gerados mapas de SPL para condições de Primavera, Verão, Outono e Inverno de modo a considerar a sazonalidade dos forçantes meteo-oceanográficos para as profundidades de 50, 200 e 1000 m.

A figura VI.6.3-1, extraída dos trabalhos de Soares et al. (2015), exemplificam campos de SPL obtidos através da modelagem de ruídos ambientais e de embarcações. Foram utilizados dados de AIS para modelar a posição e as características das fontes para um espectro de frequências semelhante, mas somente os resultados do modelo no segundo trabalho puderam ser comparados aos dados medidos.



**Figura VI.6.3-1** – Densidade acumulada de embarcações obtida a partir de dados de AIS para o ano de 2014 no litoral de Portugal (à esquerda); resultados obtidos com o modelo de propagação de modos normais mostrando o SPL médio [dB re 1 $\mu$ Pa] em 80 m de profundidade considerando uma banda de 32 a 1008 Hz (à direita) (Fonte: Soares et al., 2015).

Resultados muito semelhantes a estes deverão ser obtidos a partir da aplicação da modelagem de propagação acústica no escopo do PMPAS, oferecendo um retrato da paisagem acústica com maior abrangência espaço-temporal do que seria obtido somente com atividades de medição. Tal aspecto permitirá a otimização dos esforços de amostragem fixa, conforme detalhado no capítulo seguinte.

## **VI.6 TRATAMENTO E ARMAZENAMENTO DOS DADOS**

Os registros originais serão gravados em formato de compressão PCM WAVE ou equivalente para a reprodução em tocadores digitais comerciais. Todos os arquivos digitais com dados brutos serão armazenados em servidores seguros e organizados no Sistema de Modelagem e Medições Acústicas Oceânicas – SIMMAO pertencente ao Instituto de Pesquisas da Marinha do Brasil - IPqM.

## **VI.7 –ANÁLISE E INTERPRETAÇÃO DE DADOS**

A aquisição dos sinais no monitoramento acústico submarino será feita usando uma banda de frequência larga o suficiente para garantir o registro dos ruídos antrópicos e vocalizações da fauna marinha presente na área monitorada. Ferramentas de análise digital de sinais permitem decompor o sinal acústico gravado em bandas de frequência específicas, possibilitando a avaliação e análise das bandas onde o ruído dominante é antrópico, natural ou biológico.

Posteriormente, mediante a implementação e uso de detectores automáticos de eventos, será possível isolar aqueles que correspondem com fontes biológicas. Esta abordagem permitirá uma análise da paisagem acústica, visando a identificação de nichos acústicos das espécies biológicas detectadas, e o possível impacto devido a sobreposição com ruídos de origem antrópica. Neste contexto, estas análises correlacionam-se e serão realizadas no âmbito do Projeto de Monitoramento de Cetáceos.

O processamento e análise dos dados é uma tarefa que envolve o gerenciamento de grandes volumes de informação. Serão preparados procedimentos de processamento, baseados em [SOA05b] e análise dos dados acústicos, e especificações para a confecção de bancos de dados relacionais e georreferenciados, para armazenamento das medições e seus resultados, e de ambiente de processamento, com recursos semi-automatizados para o processamento dos dados.

Os parâmetros extraídos dos registros acústicos, visando a avaliação dos níveis de ruído na paisagem acústica, serão expressados nas unidades

---



Coordenador da Equipe



Técnico Responsável

Rev 01  
05/2017



apropriadas de Nível de Exposição Sonora (*Sound Exposure Level* - SEL) e/ou Nível de Pressão Sonora (*Sound Pressure Level* - SPL). Existe uma ampla variedade de métricas para quantificar a pressão sonora [IEC60050 1994, IEC1995 1996, Morfey 2001, ISO1996 - 1 2006, ISO 80000 - 8 2007, ISO/TR25417 2007 *apud* NPL, 2014]. Baseado nestas referências, o SPL é o mais adequado para sons contínuos, como por exemplo, ruídos periódicos no tempo, tais como os originados por maquinaria rotativa, motores de embarcações ou sondas de perfuração, dentre outros. Já o SEL é o mais adequado para sons do tipo impulsivo, como por exemplo, detonações e disparos de canhões de ar na aquisição de dados geofísicos.

A evolução no tempo de cada um dos parâmetros extraídos dos sinais registrados será apresentada na forma de gráficos em diferentes domínios (tempo-amplitude, tempo-frequência, intensidade-frequência) e associados com a sua localização na hora da aquisição, como por exemplo, forma de onda (*waveform*), espectrogramas, densidade espectral de potência (*Power Spectral Density* - PSD), séries temporais dos parâmetros tais como SPL, SEL, valor quadrático médio (*Root Mean Square* - RMS), entre outros. O sistema de gerenciamento do banco de dados terá ferramentas de análise que facilitará o cálculo de outros parâmetros e resultados além dos citados anteriormente.

Entre as atividades de processamento que serão necessárias pode-se mencionar:

- Verificação da Consistência de cada arquivo;
- Armazenamento dos dados brutos medidos;
- Verificação e armazenamento de parâmetros de calibração;
- Verificação e armazenamento de parâmetros oceanográficos;
- Transformação das séries temporais de dados brutos para valores de pressão, a partir dos parâmetros de calibração;
- Verificação das séries temporais;
- Detecção de sinais acústicos impulsivos;
- Detecção de eventos tonais e de origem biológica;
- Criação de espectrogramas;
- Transformação das séries temporais em níveis de pressão;
- Estimativas de densidades espectrais de intensidade;



Coordenador da Equipe



Técnico Responsável

- Armazenamento dos dados processados;
- Análises estatísticas das medições;
- Avaliação de características sazonais;
- Preparo de relatórios de análises.

## **VI.8 – EXCLUSÕES ESPECÍFICAS**

Devido à enorme variabilidade das características temporais e espectrais não ergódicas e não estacionárias do ruído, o objetivo de “caracterização” do ruído ambiente dos locais de medição não está incluído como escopo ou objetivo do projeto. No entanto serão realizadas descrições estatísticas sistemáticas, não se descartando a possibilidade de que, em longo prazo, estas análises possam identificar características relevantes, bem como eventuais alterações.

O escopo proposto consistirá de monitoramento de ruído ambiente, não sendo estes dados destinados a realizar investigações sobre espalhamento/decaimento das principais fontes irradiadas e, portanto, a escolha dos pontos de monitoramento não foi determinada tampouco será orientada por estas investigações.

Por se tratar de um projeto que prevê a instalação de equipamentos no fundo marinho, incluindo em áreas rasas na entrada de baías, a Marinha do Brasil informou que não permitirá o monitoramento de ruído irradiado por seus navios, uma vez que essas informações são sigilosas e podem representar um risco para a segurança nacional. Por esse motivo, a PETROBRAS assinou um Termo de Cooperação com a Marinha, que irá executar, através do seu Instituto de Pesquisa (IPqM) o processamento de todos os dados obtidos pelo monitoramento móvel, fixo oceânico e fixo costeiro (que será executado pela própria Marinha).

## **VI.9 DOCUMENTAÇÃO, DISTRIBUIÇÃO E DIVULGAÇÃO**

Os dados brutos obtidos com os esforços de monitoramento serão tratados e armazenados no SIMMAO. O mesmo será feito com dados processados e



Coordenador da Equipe



Técnico Responsável

Rev 01  
05/2017

informações geradas pela e interpretação dos dados. Estes dados serão classificados pela Marinha e os dados públicos serão disponibilizados para consulta e acesso

Conforme previsto neste planejamento executivo, toda que vez que o processamento dos dados identificar a presença de vocalizações e sons de origem biológica nos registros serão gerados extratos dos mesmos para arquivamento em uma parte específica. Estes extratos e as demais informações necessárias a identificação e interpretação dos sons serão compartilhados com o Sistema de Informação do Projeto de Monitoramento de Cetáceos.

## **VI.10 ACOMPANHAMENTO E CONTROLE**

O acompanhamento e controle do PMPAS serão realizados através da apresentação de relatórios e reuniões de análise crítica.

Os relatórios serão elaborados com propósitos específicos e diferenciados em termos de conteúdo e períodos de abrangência .

### **VI.10.1. Relatórios Executivos**

Os Relatórios Executivos serão gerados com objetivo de relatar e comprovar as atividades de implantação e de execução do projeto ocorridas ao longo de um período de 6 meses. Os relatórios serão emitidos sempre nos meses de agosto do ano corrente e fevereiro do ano subsequente ao período de referência.

### **VI.10.2. Relatórios Técnicos**

Os Relatórios Técnicos serão gerados com o objetivo de fornecer os dados processados e os resultados das análises e interpretações, em atendimento aos objetivos do projeto. Deverá abranger os resultados de cada ciclo anual, bem como as informações consolidadas de todos os resultados obtidos nos ciclos

---



Coordenador da Equipe



Técnico Responsável

anteriores. Os relatórios serão emitidos a cada 18 meses contemplando um período de abrangência de 12 meses do ciclo anual. Estes prazos são necessários para que seja possível consolidar as informações nos períodos correspondentes.

### **VI.10.3. Reuniões de Análise Crítica**

As Reuniões de Análise Crítica (RAC) terão como objetivos principais o estabelecimento de um espaço para a discussão técnica e a formalização de solicitações de mudanças e adequações do projeto. Para o primeiro ciclo de implantação do PMPAS, estão previstas RACs a cada 2 anos.

## **VI.11 GERENCIAMENTO DO PROJETO**

A implementação do projeto ocorrerá em conformidade com o planejamento a ser estabelecido no Projeto Executivo. Esta implantação prevê o planejamento em ondas abrangendo os sucessivos CICLOS DE IMPLANTAÇÃO de 4 anos. O Plano de Gerenciamento do Projeto (PGP), elaborado como um produto interno de gestão do projeto, incorporará esta metodologia na sua elaboração de modo subsidiar as atualizações periódicas do Projeto Executivo, as quais serão desenvolvidas e apresentadas ao término de cada CICLO DE IMPLANTAÇÃO.

## **VII – RESULTADOS ESPERADOS**

A partir das análises e informações obtidas com esta proposta, espera-se obter uma caracterização da paisagem acústica submarina da Bacia de Santos e o estabelecimento de níveis de ruído de referência nas diferentes regiões de interesse. O foco é na descrição dos níveis de ruído nos campos de produção de petróleo em regiões correspondentes à implantação dos Projetos Integrados de Produção e Escoamento de Petróleo e Gás Natural – Etapa 1 e Etapa 2, no Polo

---

  
Coordenador da Equipe  
Técnico ResponsávelRev 01  
05/2017

Pré-Sal da Bacia de Santos, bem como dos ruídos irradiados por embarcações de apoio selecionadas dedicadas aos empreendimentos.

Deverão ser identificados sons provenientes da biota marinha, os quais serão segmentados e repassados para o Projeto de Monitoramento de Cetáceos, para eventual associação com espécies conhecidas.

Registros originais (gravações em formato PCM WAVE), tabelas de parâmetros, gráficos e outras formas de apresentação de resultados, estarão disponíveis no SIMMAO e/ou no SisPMC Os resultados serão analisados com relação às variações espaço-temporais para verificar padrões na paisagem acústica, levando em consideração variações circadianas, sazonais, interanuais e variações relacionadas às atividades de E&P na Bacia de Santos. Espera-se ainda que estas informações sejam aplicações para estudos para futuros estudos de avaliação de interferência e compreensão do impacto do ruído antropogênico sobre biota marinha.

## **VIII – INTER-RELAÇÃO COM OUTROS PROJETOS**

Em virtude da incorporação do escopo do monitoramento bioacústico passivo por arrasto e estacionário no Projeto de Monitoramento de Cetáceos, o Monitoramento da Paisagem Acústica Submarina terá uma inter-relação direta com o mesmo na medida em que compartilhará os recursos técnicos e intelectuais para o processamento dos dados, análise e interpretações das informações, de modo a gerar resultados para que os especialistas em cetáceos realizem suas análises e interpretações sobre o comportamento animal e sobre eventuais impactos.

O Projeto de Monitoramento da Paisagem Acústica Submarina apresenta também inter-relação com o Projeto de Monitoramento Ambiental desenvolvido na Bacia de Santos, mais especificamente com o Sistema de Monitoramento Meteo-Oceanográfico da PETROBRAS– OCEANOP, devido à necessidade de conhecimento de parâmetros meteo-oceanográficos para permitir a correlação com os ruídos de origem ambiental. Neste mesmo sentido, possui ainda inter-



Coordenador da Equipe



Técnico Responsável

relação com projetos de P&D de levantamento de dados oceanográficos por meio de fundeios que possam fornecer insumos ao PMPAS.

Para a definição dos pontos de instalação das linhas de fundeio e dos observatórios submarinos, foram consideradas as rotas de navegação das embarcações na Bacia de Santos. Por esse motivo, o Projeto de Monitoramento da Paisagem Acústica Submarina possui inter-relação com o Projeto de Monitoramento do Tráfego de Embarcações (PMTE).

## **IX – RECURSOS NECESSÁRIOS**

Para a execução do projeto serão necessários equipamentos e instrumentos conforme detalhados nos itens anteriores. Além destes, serão dedicadas embarcações especiais com espaço de convés e recursos para manuseio de fundeio. Também serão utilizadas embarcações e serviços especializados de mergulho técnico profissional para instalação e recuperação dos observatórios submarinos. Todos os recursos técnicos especializados necessários para a implantação e execução do 1º CICLO DE IMPLANTAÇÃO e para a transição sem descontinuidade para o 2º CICLO DE IMPLANTAÇÃO foram obtidos e estão assegurados.

## **X – CRONOGRAMA**

O monitoramento da paisagem acústica submarina será executado enquanto durarem as atividades de E&P no Polo Pré-Sal da Bacia de Santos. Para o atendimento a este requisito, o PMPAS-BS será desenvolvido em CICLOS DE IMPLANTAÇÃO abrangendo períodos de 4 (anos). Esta organização em ciclos de implantação se faz necessária e se justifica fundamentalmente por questões de ordem técnica e de gestão do projeto.

No tocante a técnica, entende-se que o desenvolvimento do projeto em ciclos de implantação de 4 (quatro) anos possibilitará que sejam estudados e implantados eventuais ajustes e melhorias decorrentes do aprendizado com a execução do projeto, além da incorporação de novas tecnologias e/ou



Coordenador da Equipe



Técnico Responsável

Rev 01  
05/2017



metodologias que sejam desenvolvidas ao longo de um ciclo. No tocante a gestão, a implantação do projeto em ciclos garante aplicação de boas práticas de gerenciamento de projeto no que tange a gestão de fornecedores e dos recursos humanos, o controle do escopo e do cronograma e, sobretudo, o gerenciamento da qualidade da execução e da garantia da qualidade dos resultados.

A Figura X-1 apresenta um resumo do cronograma contendo os meses de referência para as datas de início previstas para os principais marcos, entregas e atividades do projeto.

  
Coordenador da Equipe  
Técnico Responsável





## ***XI – REFERÊNCIAS***

Andrew, R. K., Howe, B. M., Mercer J. A., and Dzieciuch, M. A. 2002. Ocean ambient sound: Comparing the 1960's with the 1990's for a receiver off the California coast. *Acoustic Research Letters Online* **3(2)**: 65-70.

ANSI/ASA S12.64-2009/Part 1, 2009. Quantities and Procedures for Description and Measurement of Underwater Sound from Ships - Part 1: General Requirements, American National Standard Institute, USA.

Hildebrand, J. A. 2009. Anthropogenic and natural sources of ambient noise in the ocean. *Marine Ecology Progress Series* **395**: 5-20.

Laiolo, Paola. 2010. The emerging significance of bioacoustics in animal species conservation. *Biological Conservation* **143(7)**: 1635-1645.

Lillis, A., Eggleston, D.B., Bohnenstiehl, D.R. 2013. Oyster larvae settle in response to habitat-associated underwater sounds. *PLoS ONE* **8(10)**: e79337.

Mazzuca, L. L. 2001. Potential effects of low frequency sound (LFS) from commercial vessels on large whales. Master of Marine Affairs, University of Washington: 70 pp.

Merchant, N.D. Witt, M.J., Blondel, P., BJ Godley, B.J. and GH Smith, G.H.. 2012. Assessing sound exposure from shipping in coastal waters using a single hydrophone and Automatic Identification System (AIS) data. *Marine Pollution Bulletin* **64 (7)**: 1320-1329.

Merchant, N.D., Pirotta, E., Barton, T.R. and Thompson, P.M. 2014. Monitoring ship noise to assess the impact of coastal developments on marine mammals. *Marine Pollution Bulletin* **78 (1-2)**: 85-95.

McDonald, M. A., Hildebrand, J. A. and Wiggins, S. M. 2006. Increases in deep ocean ambient noise in the Northeast Pacific west of San Nicolas Island, California. *The Journal of the Acoustical Society of America* **120(2)**: 711-718.

Nedelec, S. L., Radford, A. N., Simpson, S. D., Nedelec, B., Lecchini, D., and Mills, S. C. 2014. Anthropogenic noise playback impairs embryonic development and increases mortality in a marine invertebrate. *Scientific Reports* **4**: 5891 DOI:10.1038/srep05891.

Norris, K.S. 1969. The echolocation of marine mammals. *In: The biology of marine mammals*, Andresen, H.J. (Ed.), Academic Press, New York. p. 391-424.

Richardson, W.J., Greene, C.R.J., Malme, C.I and Thomson, D.H. 1995. **Marine mammals and noise**. San Diego: Academic Press.

Rolland, R.M., Parks, S.E., Hunt, K.E., Castellote M., Corkeron P.J., Nowacek D.P., Wasser, S.K. and Kraus, S. D. 2012. Evidence that ship noise increases stress in right whales. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences* **279(1737)**: 2363-2368.

Ross, D. G. 1987. **Mechanics of underwater noise**. Los Altos: Peninsula Publishing.

Simpson, S. D., Purser, J. and Radford, A.N. 2014. Anthropogenic noise compromises antipredator behaviour in European eels. *Global Change Biology* DOI: 10.1111/gcb.12685.

Slabbekoorn, H., Bouton, N., van Opzeeland, I., Coers, A., ten Cate, C. and Popper, A. N. 2010. A noisy spring: the impact of globally rising underwater sound levels on fish. *Trends in Ecology & Evolution* **25(7)**: 419-427.

Southall B.L., Bowles A.E., Ellison W.T., Finneran J.J., Gentry R.L., Greene Jr, C.R., ... Tyack P.L. 2007. Marine mammal noise exposure criteria: Initial scientific recommendations. *Aquatic Mammals* **33(4)**: 411-521.

Tyack, P. 2000. Function aspects of cetacean communication. *In*: Mann J, Connor RC, Tyack P. and Whitehead, H. (Eds.) **Cetacean Societies: Field studies of dolphins and whales**, The University of Chicago Press, p. 270-307.

Voellmy, I.K., Purser, J., Simpson, S.D., Radford, A.N. 2014. Increased noise levels have different impacts on the anti-predator behaviour of two sympatric fish species. *PLoS ONE* **9(7)**: e102946.

Wale, M.A., Simpson S.D. and Radford A.N. 2013. Size-dependent physiological responses of shore crabs to single and repeated playback of ship noise. *Biology Letters* **9**: 20121194.

Wenz, G.M. 1968. Properties of deep-water, low-frequency, ambient noise west of San Diego, California. TP 39, Naval Undersea Warfare Center, San Diego, CA.

**[IEC 60050 1994]** IEC 60050: 1994, International Electrotechnical Vocabulary, part 801: Acoustics and Electroacoustics, (section 801-32 covers terms for underwater acoustics), International Electrotechnical Commission (IEC), Geneva.

**[IEC1995 1996]** IEC 1995 (EN 61260), Electroacoustics - Octave-band and fractional-octave-band filters, International Electrotechnical Commission, Geneva, Switzerland, 1996

**[Morfey 2001]** Dictionary of Acoustics. Morfey, C.L. Academic Press, ISBN 0-12-506940-5, 2001.



**[ISO1996-1 2006]** ISO 1996-1:2003(E), Acoustics - Description, measurement and assessment of environmental noise - Part 1: Basic quantities and assessment procedures. International Organization of Standardization, Geneva, 2003

**[ISO 80000-8 2007]** ISO 80000-8:2007, Quantities and units - part 8: Acoustics, International Organization for Standardization (ISO), Geneva.

**[ISO/TR25417 2007]** ISO/TR 25417:2007, Acoustics - Definitions of basic quantities and terms. International Organization for Standardization (ISO), Geneva.

**[NPL,2014]** NPL. 2014. Good Practice Guide No.133, Good Practice Guide for Underwater Noise Measurement. National Physical Laboratory, UK.

[KNU48] – KNUDSEN, V.O., Alford, R.S., Emling, J.W., “Underwater Ambient Noise”, J. Mar. Res., vol. 7, p. 410, 1948.

[SOA05] – SOARES F., W, Machado F., R.Z., RT TS 018/05: RL-3000.00-5530-767-IPM-002 – Metodologia de Medição de Ruído Ambiente Hidroacústico.

[SOA05a] – SOARES F., W, Machado F., R.Z., RT TS 019/05: RL-3000.00-5530-767-IPM-003 – Metodologia de Medição de Ruído Hidroacústico Irrradiado.

[SOA05b] – SOARES F., W, Machado F., R.Z., RT TS 020/05: RL-3000.00-5530-767-IPM-004 – Metodologia de Processamento de Medições de Ruído Hidroacústico.

## XII – RESPONSÁVEL TÉCNICO

NOME	Fernando Gonçalves de Almeida
ÁREA PROFISSIONAL	Oceanógrafo
REGISTRO PROFISSIONAL	*
CPF	185.781.028-78
ASSINATURA	_____

NOME	Ângela Spengler
ÁREA PROFISSIONAL	Oceanógrafa
REGISTRO PROFISSIONAL	*
CPF	992.503.570-87
ASSINATURA	_____

\* Conforme art. 22 e Anexo II da IN nº 10/2013, não há obrigatoriedade ou exigência de inscrição dos Responsáveis Técnicos acima listados no CTF/AIDA, dado estes serem oceanógrafos.

  
\_\_\_\_\_  
Coordenador da Equipe  
\_\_\_\_\_  
Técnico ResponsávelRev 01  
05/2017

## ***ANEXO I - DISCIONÁRIO DA EAP***

---

  
Coordenador da Equipe

  
Técnico Responsável

Código EAP	Item	
	<b>Projeto de Monitoramento da Paisagem Acústica Submarina da Baía de Santos - PMPAS-BS</b>	
1.1	<b>Caracterização e Monitoramento</b>	Define o detalhamento do ciclo de vida do escopo de caracterização e monitoramento ambiental com a respectiva decomposição do escopo por etapas até o nível das principais entregas do projeto
1.1.1	<b>Levantamento de Dados</b>	Define o detalhamento do escopo de levantamento de dados do ciclo de vida do monitoramento
1.1.1.1	<b>Caracterização Preliminar</b>	Define a estratégia amostral caracterizada pelo esforço do monitoramento com foco na implantação imediata e na ampliação da abrangência espacial visando uma caracterização preliminar da região de estudo conforme detalhamento apresentado no item VI.5.1.
1.1.1.1.1	<b>Monitoramento Móvel</b>	Designa a estratégia de levantamento de dados realizada com o uso de gliders e dos perfiladores acústicos.
1.1.1.1.1.1	Glider	Designa o equipamento empregado na implantação da estratégia de caracterização preliminar e do monitoramento continuado, respectivamente. Apresenta as características e especificações descritas no item VI.3.2.
1.1.1.1.1.2	Perfiladores Acústicos	Designa os Equipamentos empregados na implantação da estratégia de caracterização preliminar e no monitoramento continuado. Apresenta as características e especificações descritas no item VI.3.1.
1.1.1.2	<b>Monitoramento Continuado</b>	Define a estratégia amostral de longo prazo caracterizada pela junção do esforço do Monitoramento Móvel utilizando glider e perfiladores acústicos com o esforço do Monitoramento Fixo Costeiro e Oceânico, caracterizado pela utilização das Linhas de Fundeios Instrumentadas e Observatórios Submarinos e complementada pelo Glider, conforme detalhamento apresentado no item VI.5.2.
1.1.1.2.1	<b>Monitoramento Móvel</b>	conforme descrição do item 1.1.1.1.1
1.1.1.2.1.1	<b>Glider</b>	conforme descrição do item 1.1.1.1.1.1
1.1.1.2.1.1.1	Ciclos de Lançamento e Recuperação de Dados	Designa a proposta de lançamento e recuperação dos equipamentos definindo as áreas a serem monitoradas conforme detalhamento apresentado no item VI.5.1.2.
1.1.1.2.1.2	<b>Perfiladores Acústicos</b>	conforme descrição do item 1.1.1.1.1.2
1.1.1.2.1.2.1	Ciclos de Lançamento	Designa as atividades de lançamento e recuperação dos equipamentos e define estratégias de aquisição de dados nas áreas a serem monitoradas conforme detalhamento apresentado no item VI.5.1.1.
1.1.1.2.2	<b>Monitoramento Fixo</b>	Designa a estratégia de levantamento de dados realizada com o uso de Linhas de Fundeio Instrumentadas e Observatórios Submarinos.
1.1.1.2.2.1	<b>Monitoramento Costeiro (Onshore)</b>	Designa os esforços de monitoramento realizados nas áreas de interesse costeiras conforme detalhado no item VI.X.X
1.1.1.2.2.1.1	<b>Observatórios Submarinos - OS</b>	Designa o equipamento empregado na implantação do monitoramento fixo com foco nas rotas de navegação nas áreas costeiras adjacentes a entradas da Baía de Guanabara e proximidades da Baía da Ilha Grande e Canal de São Sebastião. Apresenta as características e especificações descritas no item VI.3.2
1.1.1.2.2.1.1.1	<b>OS 1 - Baía da Guanabara</b>	OS a ser implantado na região da Baía da Guanabara
1.1.1.2.2.1.1.1.1	Instalação e Testes OS1	Marco de instalação do OS da Baía da Guanabara. *Atividade representativa de todos os OS
1.1.1.2.2.1.1.1.2	Ciclos de Recuperação de Dados e Relançamento da OS 1	Designa os ciclos de lançamento, recuperação dos equipamentos para recuperação
1.1.1.2.2.1.1.2	<b>OS 2 - Baía de Sepetiba</b>	OS a ser implantado na região da Baía de Sepetiba
1.1.1.2.2.1.1.3	<b>OS 3 - Canal de São Sebastião</b>	OS a ser implantado na região do Canal de São Sebastião
1.1.1.2.2.2	<b>Monitoramento Oceânico (offshore)</b>	Designa os esforços de monitoramento realizados nas áreas de interesse oceânicas conforme detalhado no item VI.X.X
1.1.1.2.2.2.1	<b>Linhas de Fundeio Instrumentadas - LFI</b>	Designa o equipamento empregado na implantação do monitoramento fixo oceânico com foco nas rotas de navegação, região do Pré-Sal e áreas controle conforme as características e especificações descritas no item VI.3.X
1.1.1.2.2.2.1.1	<b>LFI - 01</b>	LFI a ser instalada conforme detalhamento descrito no item VI.X.X
1.1.1.2.2.2.1.1.1	Instalação e Testes	Marco de instalação da LFI em sua respectiva coordenada. *Atividade representativa de todos as LFI
1.1.1.2.2.2.1.1.2	Ciclos de Recuperação de Dados e Relançamento da LFI 1	Designa as atividades de lançamento e recolhimento das linhas para recuperação dos dados
1.1.1.2.2.2.1.2	<b>LFI - 02</b>	conforme descrição item 1.1.1.2.2.2.1.1
1.1.1.2.2.2.1.3	<b>LFI - 03</b>	conforme descrição item 1.1.1.2.2.2.1.1
1.1.1.2.2.2.1.4	<b>LFI - 04</b>	conforme descrição item 1.1.1.2.2.2.1.1
1.1.1.2.2.2.1.5	<b>LFI - 05</b>	conforme descrição item 1.1.1.2.2.2.1.1
1.1.1.2.2.2.1.6	<b>LFI - 06</b>	conforme descrição item 1.1.1.2.2.2.1.1
1.1.2	<b>Tratamento e Armazenamento</b>	Define o detalhamento do escopo de tratamento e armazenamento de dados do ciclo de vida do monitoramento. Designa os trabalhos relacionados às entregas e atividades necessárias ao adequado registro e a guarda das informações coletadas pelas diferentes plataformas de aquisição de dados.
	<b>Sistema de Modelagem e Medições Acústicas Oceânicas (SIMMAO) (Banco de Dados)</b>	Define o sistema de informações a ser desenvolvido para suportar a gestão de informações do projeto abrangendo o banco de dados e todas as rotinas de qualificação e validação de dados brutos e processados, além das interface de consultas.
	<b>Projeto do Sistema</b>	Define o escopo de desenvolvimento do sistema incluído as etapas de levantamento de requisitos, modelagem do sistema, programação, testes e homologação
1.1.2.1	<b>Processamento dos Dados Gravados no Monitoramento Fixo</b>	Define as atividades, rotinas e entregas previstas para o processamento dos dados provenientes dos esforços de monitoramento fixo
1.1.2.1.1	<b>Ciclos de Processamento dos Dados dos OS</b>	Define o recorrente de tratamento, processamento e armazenamento dos dados recuperados dos OS
1.1.2.1.1.1	<b>Recebimento e Armazenagem dos Dados Brutos Gravados pelos OS</b>	Define o processo de qualificação, validação e armazenamento dos dados brutos provenientes dos OS
1.1.2.1.1.2	<b>Processamento dos Sinais Gravados pelos OS</b>	Define o processo de processamento dos dados brutos e o armazenamento e disponibilização dos dados processados para a etapa subsequente
1.1.2.1.2	<b>Ciclos de Processamento dos Dados das LFI</b>	Define o recorrente de tratamento, processamento e armazenamento dos dados recuperados dos LFI
1.1.2.1.2.1	<b>Recebimento e Armazenagem dos Dados Brutos Gravados pelas LFI</b>	Define o processo de qualificação, validação e armazenamento dos dados brutos provenientes dos LFI
1.1.2.1.2.2	<b>Processamento dos Sinais Gravados pelas LFI</b>	Define o processo de processamento dos dados brutos e o armazenamento e disponibilização dos dados processados para a etapa subsequente

1.1.2.2	<b>Processamento dos Dados Gravados no Monitoramento Móvel</b>	Define as atividades, rotinas e entregas previstas para o processamento dos dados provenientes dos esforços de monitoramento móvel
1.1.2.2.1	<b>Ciclos de Processamento dos Dados dos Gliders</b>	Define o recorrente de tratamento, processamento e armazenamento dos dados recuperados dos Gliders
1.1.2.2.1.1	<b>Recebimento e Armazenagem dos Dados Brutos Gravados pelos Gliders</b>	Define o processo de qualificação, validação e armazenamento dos dados brutos provenientes dos Gliders
1.1.2.2.1.2	<b>Processamento dos Sinais Gravados pelos Gliders</b>	Define o processo de processamento dos dados brutos e o armazenamento e disponibilização dos dados processados para a etapa subsequente
1.1.2.2.2	<b>Ciclos de Processamento dos Dados Gravados pelos PABLO</b>	Define o recorrente de tratamento, processamento e armazenamento dos dados recuperados dos PABLO
1.1.2.2.2.1	<b>Recebimento e Armazenagem dos Dados Brutos Gravados pelos PABLO</b>	Define o processo de qualificação, validação e armazenamento dos dados brutos provenientes dos PABLO
1.1.2.2.2.2	<b>Processamento dos Sinais Gravados pelos PABLO</b>	Define o processo de processamento dos dados brutos e o armazenamento e disponibilização dos dados processados para a etapa subsequente
1.1.3	<b>Análise e Interpretação</b>	Define a etapa de análise e interpretação dos resultados do ciclo de vida do projeto.
1.1.3.1	Análise Estatística das Medições Processadas	Define o processo de análise numérica dos parâmetros de interesse gerados com o processamento em atendimento às especificações descritas no item VI.3.X.
1.1.3.2	Análise Comparativa de Diferentes Regiões	Define o processo de análise espacial dos parâmetros de interesse gerados no processamento dos dados.
1.1.3.3	Análise de Características Sazonais	Define o processo de análise integrada dos parâmetros de interesse gerados no processamento dos dados.
1.1.3.4	Elaboração de Relatórios Descrevendo as Análises Estatísticas	Define o processo de interpretação e discussão de resultados com atenção ao atendimento ao objetivo geral e específicos do projeto.
1.1.4	<b>Documentação Distribuição e Divulgação</b>	Define a etapa de documentação e disponibilização dos resultados e produtos caracterizando a última etapa do ciclo de vida do monitoramento. Aborda os trabalhos relacionados à documentação do projeto e resultados, distribuição dos dados brutos, processados e sonoteca, além da divulgação dos resultados para todos os públicos de interesse.
1.1.4.1.1	Portal do Monitoramento Móvel	Define o site específico de consulta e acesso às informações em tempo real e de execução do escopo de monitoramento móvel.
1.1.4.1	<b>Portal do PMPAS-BS</b>	Define o site específico do PMPAS-BS a ser desenvolvido com uma plataforma web para consulta e acesso às informações sobre o projeto e acesso aos dados brutos (classificados como públicos) e processados.
1.1.4.2	Atualização do SisPMC	Define as entregas, atividades e procedimentos a serem implantados no projeto para sistematizar o fornecimento dos dados de interesse a sonoteca do SisPMC
1.1.4.3	Atualização do Portal do PCSR-BS	Define as entregas, atividades e procedimentos a serem implantados no projeto para sistematizar a carga e a publicação e produtos e resultados no portal
1.3	<b>Modelagem Numérica</b>	Define a etapa de desenvolvimento e implantação da modelagem numérica da propagação acústica submarina na área de abrangência do projeto
1.3.1	<b>Estudo de Viabilidade de Desenvolvimento do Sistema de Modelagem</b>	Define as análises de alternativas, os estudos de viabilidade e o detalhamento do escopo para a implantação do módulo de modelagem no SIMMAO
1.3.2	<b>Implantação do Sistema de Modelagem</b>	Define as atividades, organização e processos para a implantação do modelo numérico selecionado incluindo a implantação da infraestrutura e a seleção e capacitação de recursos humanos.
1.3.3	<b>Relatório Técnico sobre os Resultados Obtidos na Modelagem do Ruído</b>	Define o processo de análise e interpretação numérica, espacial e ambiental com vistas às discussões dos resultados em atenção aos objetivos do projeto.
1.4	<b>Gerenciamento do Projeto</b>	Execução da sistemática de gerenciamento do projeto de modo a garantir a integração dos esforços visando a entrega dos resultados esperados para o projeto, atendendo integralmente aos requisitos técnicos, de qualidade, cronograma e escopo definidos no projeto.
1.4.1	<b>Acompanhamento &amp; Controle</b>	Define o processo de acompanhamento e controle do desenvolvimento e execução do projeto pelo órgão licenciador, especificamente no tocante a sistemática de comunicação e formalização no âmbito do processo administrativo do licenciamento
1.4.1.1	<b>Relatório Técnicos</b>	Define os relatórios de caráter técnico elaborados com o objetivo de fornecer os dados processados e os resultados das análises e interpretações em atendimento aos objetivos do projeto. Deverá abranger os resultados de cada ciclo anual, bem como as informações consolidadas de todos os resultados obtidos nos ciclos anteriores. Previstos para serem emitidos a cada 18 meses contemplando um período de abrangência de 12 meses do ciclo anual, além da análise integrada cumulativa dos períodos anteriores. Estes relatórios serão encaminhados como anexos aos Relatórios Executivos do período correspondente.
1.4.1.1.1	Relatório Técnico - Ano 1	Define a entrega do relatório técnico que abrange o período de dados do ano 1 (2016 adicionado do último bimestre de 2015)
1.4.1.1.1	Relatório Técnico - Ano 2	Define a entrega do relatório técnico que abrange o período de dados do ano 2 (2017)
1.4.1.1.2	Relatório Técnico - Ano 3	Define a entrega do relatório técnico que abrange o período de dados do ano 3 (2018)
1.4.1.1.3	Relatório Técnico - Ano 4	Define a entrega do relatório técnico que abrange o período de dados do ano 4 (2019)
1.4.1.2	<b>Relatórios Executivos</b>	Define os relatórios de caráter executivo elaborados com o objetivo de relatar o andamento dos trabalhos planejados para acontecerem no período correspondente. Previstos para serem emitidos a cada 8 meses contemplando o período de abrangência de 6 meses anteriores de execução.
1.4.1.2.1	3º Relatório Executivo Semestral	Define a entrega do relatório executivo do período compreendido entre jan e jun/2017
1.4.1.2.2	4º Relatório Executivo Semestral	Define a entrega do relatório executivo do período compreendido entre jun e dez/2017
1.4.1.2.3	5º Relatório Executivo Semestral	Define a entrega do relatório executivo do período compreendido entre jan e jun/2018
1.4.1.2.4	6º Relatório Executivo Semestral	Define a entrega do relatório executivo do período compreendido entre jun e dez/2018
1.4.1.2.1	7º Relatório Executivo Semestral	Define a entrega do relatório executivo do período compreendido entre jan e jun/2019
1.4.1.2.2	8º Relatório Executivo Semestral	Define a entrega do relatório executivo do período compreendido entre jun e dez/2019
1.4.1.3	<b>Reunião de Análise Crítica - RAC</b>	Define as reuniões previstas para acontecerem com a participação do órgão licenciador e extensivas às demais partes interessadas do projeto. Visam propiciar um momento para a avaliação dos resultados e produtos e para a análise crítica e discussão técnica sobre o alcance dos objetivos e os propósitos do projeto.
1.4.1.3.1	RAC - Ano 2	Define a reunião prevista para acontecer ao longo 2º ano de execução projeto contado a partir do início efetivo do levantamento de dados da caracterização preliminar.
1.4.1.3.2	RAC - Ano 4	Define a reunião prevista para acontecer ao longo 4º ano de execução projeto contado a partir do início efetivo do levantamento de dados da caracterização preliminar.
1.4.1.3.3	RAC - Ano 6	Define a reunião prevista para acontecer ao longo 6º ano de execução projeto (correspondente ao 2º ano do CICLO DE IMPLANTAÇÃO II).