

II.7 - MEDIDAS MITIGADORAS E COMPENSATÓRIAS

II.7.1 - PROJETO DE MONITORAMENTO AMBIENTAL

II.7 - MEDIDAS MITIGADORAS E COMPENSATÓRIAS

II.7.1 - Projeto de Monitoramento Ambiental

II.7.1.A - Apresentação

Este documento apresenta o Projeto de Monitoramento Ambiental para o Projeto de Desenvolvimento da Produção de Petróleo no Bloco BM-S-40, Áreas de Tiro e Sídon, Bacia de Santos. O conteúdo deste documento contempla os subprojetos e o detalhamento do escopo do monitoramento ambiental a ser realizado nas fases de instalação e operação do empreendimento.

O projeto aqui descrito procura atender a legislação ambiental e requisitos legais pertinentes, propondo medidas de controle de acordo com os impactos avaliados para o empreendimento em questão. Além disso, encontra-se alinhado aos demais projetos de monitoramento ambiental aprovados e em execução na Bacia de Santos, e, portanto, aderente ao conceito de monitoramento ambiental específico da atividade de produção. Tal fato possibilita a integração do projeto ao Programa de Monitoramento Ambiental Integrado da Bacia de Santos - PROMABI-BS, o qual está sendo estruturado pela Unidade de Operações de Exploração e Produção da Bacia de Santos - UO-BS.

Os Projetos de Monitoramento Ambiental Específicos da Produção tem como objetivo principal o monitoramento das variáveis ambientais dos compartimentos do entorno da Unidade que são reconhecidamente influenciadas pela atividade de produção. A uniformização dos escopos destes projetos propiciará um significativo aumento do conhecimento técnico-científico do ambiente no entorno das unidades de produção, o que proporcionará as bases para a implementação e efetivação de um programa de controle da eficiência operacional e uma adequada avaliação de impacto ambiental das atividades de produção sobre os ecossistemas naturais.

II.7.1.B - Justificativa

A avaliação dos impactos ambientais referentes aos meios físico e biótico das fases de instalação e operação do empreendimento revelou a ocorrência de impactos ambientais considerados de pequena à alta importância. Assim, um Projeto de Monitoramento Ambiental Marinho durante esta fase do empreendimento torna-se essencial para acompanhar as alterações no ambiente da área de influência, decorrentes tanto dos impactos reais, quanto de potenciais impactos.

A obtenção de dados locais, através do Projeto de Monitoramento Ambiental da região do entorno da plataforma, representa uma importante contribuição ao conhecimento técnico-científico das condições ambientais da Bacia de Santos (qualidade da água, sedimento e comunidades biológicas).

II.7.1.C - Objetivos

II.7.1.C.1 - Geral

Este Projeto de Monitoramento Ambiental Marinho tem como objetivo geral fornecer subsídios para acompanhar as possíveis alterações ambientais na área de influência direta da atividade de instalação e operação do Projeto de Desenvolvimento da Produção de Petróleo no Bloco BM-S-40, Áreas de Tiro e SÍdon, Bacia de Santos.

II.7.1.C.2 - Específicos

- Contribuir para o conhecimento de possíveis alterações do meio físico e biológico, decorrentes da instalação e operação do empreendimento;
- Monitorar os impactos sobre o sedimento e biota associada, devido à instalação do sistema de ancoragem e à produção da unidade;

- Monitorar os impactos sobre a água e biota associada, devido ao descarte da água produzida, e vazamentos eventuais de pequenos volumes de óleo e produtos químicos;
- Verificar através de ensaios físicos, químicos e ecotoxicológicos as características da água produzida;
- Monitorar continuamente as principais forçantes do modelo hidrodinâmico empregado nas modelagens de derramamento de óleo, através de medições *in situ*, e também através de sensoriamento remoto.

II.7.1.D - Metas

Este Projeto de Monitoramento Ambiental Marinho prevê o cumprimento de sete metas principais, conforme relacionado a seguir:

- Monitoramento prévio à instalação, dos compartimentos água, sedimento e biota planctônica e bentônica no ambiente do entorno da locação da unidade (FPSO Cidade de Itajaí);
- Monitoramento anual dos compartimentos água, sedimento e biota planctônica e bentônica da área no entorno do FPSO Cidade de Itajaí, durante a operação do empreendimento;
- Medição e registro das variáveis ambientais e biológicas da área de instalação do empreendimento, durante sua instalação e operação;
- Medição e registro das principais forçantes do modelo hidrodinâmico na área, durante a fase de produção;
- Caracterização físico-química, e determinação da toxicidade aguda e crônica da água produzida no campo antes do descarte no mar;
- Caracterização físico-química, e determinação da toxicidade aguda e crônica do óleo produzido;

- Realização de avaliação sistemática dos resultados obtidos, com foco na avaliação da qualidade ambiental da região do empreendimento.

II.7.1.E - Indicadores Ambientais e da Qualidade de Execução do Projeto

As metas propostas acima serviram como base para a seleção dos indicadores ambientais do Projeto de Monitoramento Ambiental. Além disso, o monitoramento destes indicadores visa ratificar os prognósticos ambientais efetuados na seção II.6 do EIA. Os indicadores ambientais selecionados são:

- Realização das campanhas de monitoramento ambiental e percentual de amostras ambientais coletadas diante do previsto (amostras coletadas / amostras esperadas);
- Qualidade da água do mar: variáveis físico-químicas e contaminantes - enquadramento legal, e comparação com valores obtidos previamente;
- Qualidade do sedimento marinho: variáveis físico-químicas e contaminantes - comparação com valores obtidos previamente;
- Comunidades planctônicas (fito, zoo e ictioplâncton): riqueza, densidade e diversidade - comparação com valores obtidos previamente;
- Comunidades bentônicas (fito e zoobentos): riqueza, densidade e diversidade - comparação com valores obtidos previamente;
- Características da água produzida: físico-química e ecotoxicológica - enquadramento legal;
- Percentual de imagens e dados obtidos (dados e imagens obtidos / dados e imagens esperados);
- Relatórios de Resultados.

II.7.1.F - Público-alvo

Considerando a natureza do Projeto de Desenvolvimento da Produção de Petróleo no Bloco BM-S-40, Áreas de Tiro e Sídon, Bacia de Santos, pode ser

considerado como público-alvo todo o pessoal envolvido na equipe de planejamento e acompanhamento das atividades do Projeto, bem como os trabalhadores da unidade FPSO Cidade de Itajaí.

De acordo com as exigências legais para os trâmites do processo de licenciamento ambiental da atividade, os dados gerados serão encaminhados ao IBAMA, também considerado como parte do público-alvo deste Projeto.

II.7.1.G - Metodologia

Devido à abrangência deste Projeto de Monitoramento Ambiental, o mesmo foi dividido em subprojetos, de modo a atender, de forma específica, cada grupo de variáveis ambientais a serem monitoradas. Desta forma, foram definidos os seguintes subprojetos, a serem realizados nas fases indicadas:

- I) Monitoramento do Corpo Receptor e Biota Planctônica Associada - Fase de Operação;
- II) Monitoramento do Sedimento e Biota Bentônica Associada - Fase de Instalação e Operação;
- III) Meteo-oceanografia Operacional - Fase de Operação;
- IV) Monitoramento por Sensoriamento Remoto - Fase de Instalação e Operação.

Além dos subprojetos acima, que objetivam monitorar o ambiente possivelmente afetado, serão realizados subprojetos complementares, visando subsidiar as análises ambientais, além de atender às exigências legais:

- V) Monitoramento do Descarte de Água Produzida - Fase de Operação;
- VI) Caracterização Físico-Química e Ecotoxicológica do Óleo Produzido - Fase de Operação

II.7.1.1 - Subprojeto I: Monitoramento do Corpo Receptor e Biota Planctônica Associada

1) Monitoramento do Corpo Receptor

A **Figura II.7.1.1-1** representa esquematicamente a disposição da malha amostral de coleta de água no entorno da unidade FPSO Cidade de Itajaí, bem como as distâncias em relação ao ponto de descarte de água produzida. A malha amostral será orientada, em cada campanha, na direção da corrente preferencial, a ser medida no início da execução da mesma com equipamentos apropriados. Em todas as estações, serão coletadas amostras de água do mar para análise de parâmetros físico-químicos e de contaminantes. As nove estações previstas estarão dispostas da seguinte forma:

- Uma estação amostral a sotacorrente, localizada o mais próximo possível do ponto de descarte até o limite de 100 m de distância da plataforma;
- Uma estação amostral a sotacorrente, localizada a 250 m do ponto de descarte;
- Três estações amostrais a sotacorrente, localizadas a 500 m do ponto de descarte, formando ângulos de 15° entre si;
- Três estações amostrais a sotacorrente, localizada a 1.000 m do ponto de descarte, formando ângulos de 15° entre si;
- Uma estação amostral de referência a barlacorrente, localizada a 1.000 m de distância.

A localização exata das estações oceanográficas para a coleta de água do mar será definida no momento da amostragem, bem como o padrão de nomenclatura e numeração das mesmas. O posicionamento final das estações em cada campanha considerará ainda: (i) a segurança da operação com relação à aproximação da embarcação de coleta, no caso das amostras mais próximas à unidade, cuja distância será estabelecida de acordo com as condições do mar e as rotinas operacionais que eventualmente estiverem sendo executadas, e (ii) o sentido preferencial da corrente na profundidade de descarte da unidade no momento da coleta, para definição da orientação da malha amostral.

Em todas as estações serão realizadas amostragens em 4 níveis de profundidade: superfície, profundidade média entre a superfície e a termoclina, termoclina e abaixo da termoclina. Vale ressaltar que todas as coletas de água serão realizadas durante períodos com descarte de água produzida.

Será realizada uma campanha prévia, antecedendo o início das operações, para caracterização do ambiente. Durante a operação, as campanhas terão periodicidade anual com intervalos de 12 meses, preferencialmente na mesma época e mês do ano, tomando como referência a data da realização da campanha prévia. Após o término das operações, será realizada mais uma campanha para monitoramento do corpo receptor, a fim de se assegurar a qualidade do meio, respeitando-se a periodicidade definida acima.

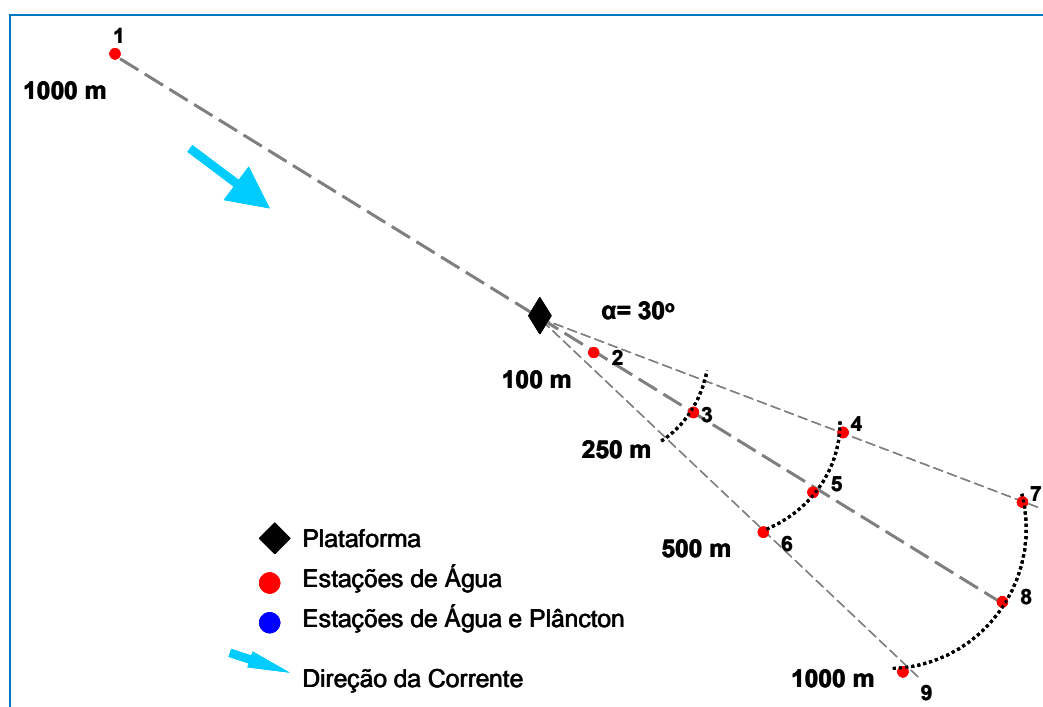


Figura II.7.1.1-1 - Malha amostral de coleta de água no entorno da plataforma e respectivas distâncias em relação ao ponto de descarte de água produzida.

Para caracterização da água do mar, serão contemplados os seguintes indicadores da qualidade de água:

- Corrente;
- Transparência da água;
- pH;
- Oxigênio Dissolvido (OD);
- Carbono Orgânico Total (COT);
- Salinidade;
- Temperatura;
- Material Particulado em suspensão (MPS);
- Nutrientes (Nitrogênio amoniacal, Nitritos, Nitratos e Fósforo total);
- Sulfetos;
- Silicatos;
- Clorofila a;
- Hidrocarbonetos (n-alcanos, Hidrocarbonetos Poliaromáticos (HPA's - 16 prioritários), Hidrocarbonetos Totais de Petróleo (HTP) e Benzeno, Tolueno, Etil-Benzeno e Xileno (BTEX));
- Fenóis.

1.1) Procedimentos de Coleta

Primeiramente, será determinada a direção preferencial da corrente, por meio de um correntógrafo ou perfilador acústico de corrente (ADCP), com medição de um transecto de 300 m, orientado segundo a direção das linhas batimétricas do local. Tal medição subsidiará a determinação da orientação da malha, dando-se continuidade ao procedimento de coleta, em cada uma das estações definidas.

A determinação da transparência da água será realizada através do lançamento do Disco de Secchi nas estações de amostragem, observando-se a profundidade da perda da visibilidade do mesmo. É importante salientar que a medição de tal parâmetro depende da luz solar, ficando limitada sua realização às estações monitoradas durante o dia.

A salinidade e a temperatura da água do mar serão mensuradas a partir da medição de condutividade, temperatura e pressão, obtidas através de lançamentos de CTD.

As amostras de água do mar serão coletadas com garrafa de Niskin, excetuando-se as amostras destinadas às análises de hidrocarbonetos, sulfetos e fenóis, que serão coletadas com garrafa GO-FLO revestidas com teflon. Entre os diversos lançamentos, as garrafas serão lavadas com abundância de água ultra-pura.

As subamostragens com a garrafa de Niskin se darão conforme descrito na **Tabela II.7.1.1-1**.

Tabela II.7.1.1-1 - Procedimento de coleta para amostragem a partir das garrafas de Niskin.

Parâmetros		Metodologia de Subamostragem - Garrafas de Niskin
1.	OD	coletados em frasco para determinação de DBO (65mL), análise em até 8h
2.	pH	100 ml, análise imediata
3.	N amoniacal, nitrito, nitrato, P total e silicatos	1L armazenados em frasco de polipropileno, mantidos congelados
4.	MPS	coleta de 4L de amostra em frascos de polipropileno. Amostra filtrada a bordo, em filtro de fibra de vidro e mantido refrigerado a 4°C.
5.	COT	coleta de 1L de amostra armazenado em frasco de vidro âmbar, adicionado ácido fosfórico e mantido refrigerado a 4°C.
7.	Clorofila a	coleta de 4L de amostra em frasco de polietileno abrigados de luz. Amostra filtrada a bordo, em filtros de celulose ou fibra de vidro e posteriormente congelado.

As subamostragens com a garrafa GO-FLO se darão conforme descrito na **Tabela II.7.1.1-2**.

Tabela II.7.1.1-2 - Procedimento de coleta para amostragem a partir das garrafas de GO-Flo.

Parâmetros		Metodologia de Subamostragem - Garrafas Go-Flo
1.	HPA, n-alcanos, HTP's e MCNR	coleta de 1 L de amostra, armazenado em frascos de vidro de cor âmbar, com tampa de teflon. Amostras mantidas refrigeradas a 4 °C.
2.	BTEX	coleta de 40 mL de amostra, acondicionados em frascos de vidro com tampa de teflon e adicionado de ácido clorídrico. Amostras mantidas refrigeradas a 4°C.
3.	Fenóis	coleta de 1 L de amostra, armazenado em frascos de vidro de cor âmbar, com tampa de teflon e adicionado de ácido sulfúrico. Amostras mantidas refrigeradas a 4 °C.
4.	Sulfetos	coleta de 1 L de amostra, armazenados em frascos de vidro âmbar e adicionados de acetato de zinco. Amostras mantidas refrigeradas a 4°C.

Ressalta-se que os volumes amostrais informados nas tabelas podem ser modificados, de acordo com as necessidades das análises laboratoriais e com as

características ambientais. Os quantitativos aqui informados baseiam-se em estudos já realizados.

1.2) Procedimentos para Análise

Os parâmetros citados deverão ser determinados na água coletada, seguindo métodos padronizados, conforme **Tabela II.7.1.1-3**.

Os laboratórios contratados apresentarão os resultados do controle de qualidade de suas análises. Serão informados os limites de detecção, calibração dos procedimentos e equipamentos analíticos e brancos de processo. Materiais certificados de referência serão utilizados quando existentes no mercado.

As análises serão realizadas em triplicata para cada uma das amostras (três subamostras para cada amostra ambiental) e, quando disponíveis, padrões certificados serão utilizados para determinação dos limites de detecção e calibração dos procedimentos e equipamentos analíticos.

Tabela II.7.1.1-3 - Metodologias a serem seguidas para análise e limites de detecção dos diferentes parâmetros.

Parâmetros	Metodologia Analítica	Limite de Detecção
1. Oxigênio Dissolvido*	Método de <i>Winkler</i>	0,06 ml/L
2. pH*	Pontenciometria direta (Grasshoff <i>et al.</i> , 1983)	n.a.
3. Nitrogênio amoniacal	Método azul de indofenol e análise por colorimetria (Parsons <i>et al.</i> , 1984)	0,0007 mg/L N
4. Nitrito	Método da diazotação e análise por colorimetria (Grasshoff <i>et al.</i> , 1983)	0,0001 mg/L N
5. Nitrato	Redução em coluna de Cd-Cu seguido de diazotação e análise por colorimetria (Grasshoff <i>et al.</i> , 1983)	0,0006 mg/L N
6. Fósforo total	Digestão em meio ácido e determinação pelo método fosfomolibdico	0,001 mg/L P
7. Silicato	Espectrofotometria de absorção molecular	0,006 mg/L
8. Material particulado em suspensão – MPS	Filtração em membrana de fibra de vidro 0,45 µm / Método gravimétrico	0,05 mg/L
9. Carbono orgânico total – COT	Descarbonatação, por combustão em alta temperatura em analisador elementar CHN, e quantificação em detector de infravermelho.	0,001 mg/L
10. Clorofila a	Extração em acetona 90% e Fluorimetria - Parsons <i>et al.</i> (1984)	0,02 µg/L
11. HPAs – 16 prioritários	Extração líquido-líquido e cromatografia gasosa acoplada a espectrômetro de massas (CG-EM) - EPA 8270 D; EPA 3630; EPA 3510;	0,05 µg/L
12. n-alcanos, MCNR e HTP's	Extração líquido-líquido, sílica gel clean up e cromatografia gasosa com detector de ionização em chama (CG-FID) - EPA 8015 D; EPA 3630; EPA 3510	0,1 µg/L
13. BTEX	EPA 8260 B	0,1µg/L
14. Fenóis	Extração líquido-líquido e cromatografia gasosa com detector seletivo de massas (CG-MS), com adaptações - US EPA 8270 D com adaptações (CG/MS)	0,05 µg/L
15. Sulfetos	EPA 0376.2 (Colorimetria com azul de metileno)	0,002 mg/L

* parâmetros medidos *in situ*.

2) Monitoramento do Compartimento Planctônico

Os organismos planctônicos podem ser facilmente afetados por alterações ambientais. Entretanto, não são bons indicadores de impacto, pois apresentam alta suscetibilidade em consequência das alterações, tanto naturais, como antrópicas, as quais são de difícil distinção. Estes organismos apresentam, também, elevada capacidade de resposta frente a estressores, e o subsequente retorno às condições iniciais é rápido. As mudanças na estrutura populacional do plâncton ocorrem em curtos espaços de tempo, de algumas horas a alguns dias, e acompanhar as variações do plâncton no mesmo ritmo das suas alterações torna-se, na prática, inviável, sobretudo considerando a periodicidade prevista.

Além disso, nos estudos já realizados no país e no exterior, não foi possível verificar relação causal entre o descarte de efluentes (água produzida e água servida) de uma plataforma e alterações biológicas na comunidade planctônica.

Assim sendo, os estudos do plâncton marinho, com as técnicas convencionais de amostragem, no tempo e no espaço, não são bons indicados para avaliação de impacto das atividades no entorno de unidades de produção, sendo o plâncton pouco informativo para o monitoramento sítio-específico no entorno das unidades.

Ressalta-se, porém que o compartimento planctônico pode adquirir relevância para o monitoramento de caráter regional. Por isso, o Projeto de Monitoramento das Áreas de Tiro e Sídon (Bloco BM-S-40) prevê a utilização de Sensoriamento Remoto Oceanográfico, para uma análise espacial e temporal adequada a este compartimento. Tal escopo será posteriormente descrito, dentro do subprojeto VI.

Com base na abordagem do monitoramento *in situ*, propõem-se a amostragem em duas estações, conforme apresentado na Figura I.2-1, abaixo. Estas estações têm como objetivo específico a caracterização das comunidades planctônicas (fito, ictio e zooplâncton) presentes no entorno da unidade, quando da coleta das amostras do compartimento água, para fins de integração com as informações provenientes do sensoriamento remoto e demais informações

oceanográficas, no âmbito da abordagem regional da Bacia de Santos. A malha proposta na **Figura II.7.1.1-2** será realizada simultaneamente à amostragem de água.

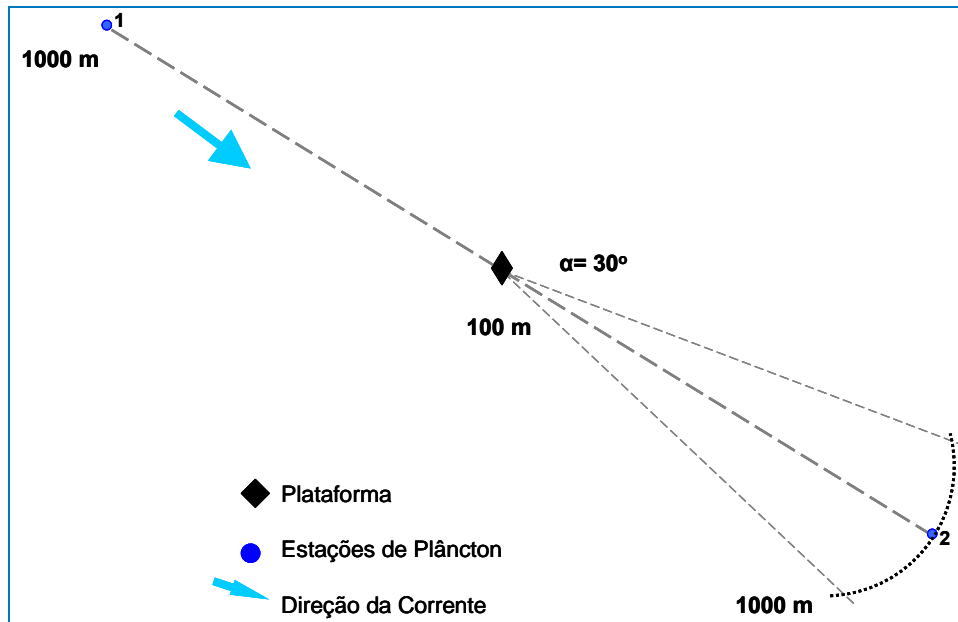


Figura II.7.1.1-2 - Localização das estações de coleta para análise da comunidade planctônica.

Fitoplâncton

Para as estimativas quantitativas de fitoplâncton e análises de clorofila-a, as amostras serão coletadas com a utilização de garrafas de Niskin, nas mesmas profundidades das coletas de água (superfície, profundidade média entre a superfície e a termoclina, termoclina e abaixo da termoclina). Logo após a coleta, as amostras serão armazenadas em frascos de polipropileno, fixadas com formol tamponado com Tetraborato de Sódio (bórax), a uma concentração final de 4%, armazenadas e posteriormente, transportadas para laboratório para triagem e identificação do material, até o menor nível taxonômico possível.

A partir dos dados coletados, serão obtidas informações sobre composição taxonômica, frequência de ocorrência, dominância, riqueza, diversidade, equitabilidade, e densidade. Análises uni e multivariadas serão aplicadas, visando a compreensão da variabilidade e da estrutura do compartimento planctônico.

Zooplâncton e Ictioplâncton

Serão realizados arrastos horizontais de superfície, com rede cilindro-cônica com malha de 200 µm, para coleta de zooplâncton, e arrastos oblíquos com rede tipo Bongô, com malhas de 300 µm e 500 µm, para coleta de ictioplâncton. Os arrastos horizontais deverão durar de 10 a 15 min, e os oblíquos deverão ser iniciados na termoclina, prolongando-se até a superfície. O volume de água filtrada será estimado a partir de fluxômetros acoplados em cada rede.

Após a coleta, as amostras deverão ser acondicionadas em frascos de polietileno, imediatamente fixadas, com formol tamponado com tetraborato de sódio, a concentração final de 4%.

Para a análise quantitativa e identificação dos táxons do zoo e ictioplâncton, as amostras serão triadas sob microscópio estereoscópico e/ou microscópio óptico, sendo os organismos identificados ao nível taxonômico mais acurado possível.

A partir dos dados coletados, serão obtidas informações sobre a biomassa, composição taxonômica, frequência de ocorrência, dominância, riqueza, diversidade, equitabilidade, densidade e distribuição horizontal e vertical. Serão aplicadas análises uni e multivariadas, visando a compreensão da variabilidade e da estrutura do compartimento planctônico.

II.7.1.2 - Subprojeto II: Monitoramento do sedimento e biota bentônica associada

Para o monitoramento do compartimento sedimento e da fauna bentônica acompanhante foi elaborada uma malha amostral radial composta de dois círculos concêntricos, com raios de 500 e 1.000 m, respectivamente, sobre os quais foram alocadas um total de 08 (oito) estações amostrais conforme arranjo apresentado na **Figura II.7.1.2-1**. A orientação final da malha será após estudo detalhado da área e época do planejamento executivo da primeira campanha, com os eixos devendo ser posicionados paralela e ortogonalmente às isóbatas do local.

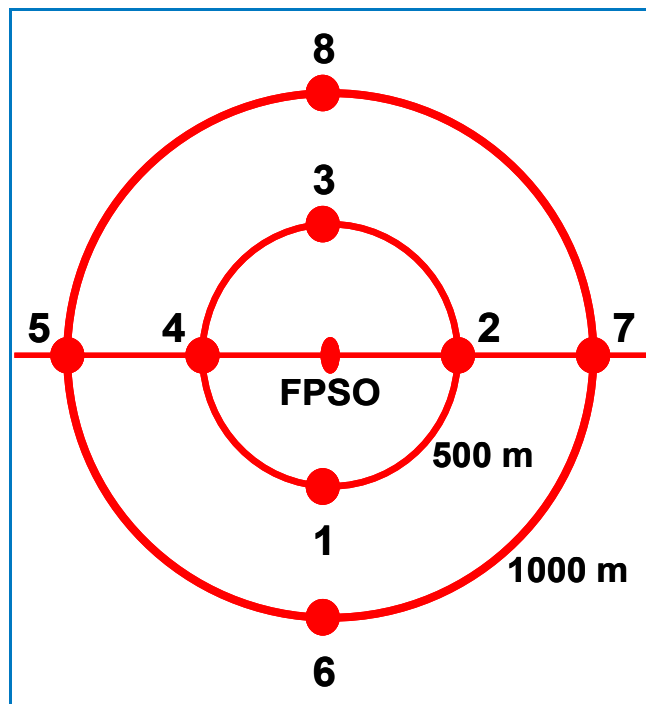


Figura II.7.1.2-1 - Malha amostral para o monitoramento do compartimento sedimento e da fauna bentônica acompanhante

3) Monitoramento do Sedimento

Serão realizadas amostragens em triplicata em todas as estações definidas no projeto. Os parâmetros físico-químicos a serem avaliados são:

- matéria orgânica total e carbono orgânico total;
- nitrogênio total;
- fósforo total;
- carbonatos;
- granulometria;
- metais (Fe, Al, Ba, B, Cu, Cr, Pb, Cd, Zn, Ni, V, Hg, Mn e As);
- hidrocarbonetos (n-alcanos, MCNR, HPA's- frações prioritárias e alquilados, HTP's);

3.1) Procedimentos de Coleta

As amostras de sedimento serão coletadas preferencialmente com um amostrador do tipo Box Core. Entretanto, a depender da granulometria predominante no ponto de coleta, poderão ser utilizados amostradores apropriados para os diferentes tipos de sedimentos presentes na região (ex: Mini Box Core, Busca fundo tipo Van Veen ou Eckman modificados).

No momento da chegada do amostrador a bordo, as amostras serão fotografadas, procurando-se utilizar sempre o mesmo padrão de iluminação, sendo elaborada uma breve descrição das características físicas das amostras.

Os parâmetros físico-químicos do sedimento serão avaliados em amostras retiradas de 0 a 10 cm com exceção das amostras destinadas às análises de metais e hidrocarbonetos que serão coletadas somente nos dois primeiros centímetros do sedimento, em amostradores tipo corer. Tais amostras serão as primeiras a serem retiradas. Para amostradores que não preservam a estratificação do sedimento, após a retirada das amostras superficiais, para contaminantes, será retirado um volume de um litro para os demais parâmetros físico-químicos.

As amostras de hidrocarbonetos serão as primeiras a serem retiradas dos amostradores. Serão coletadas amostras com uma colher de metal descontaminada. As amostras serão armazenadas em vasilhames de alumínio, previamente descontaminadas em forno mufla (acima de 400°C) e mantidas congeladas até chegada ao laboratório.

As amostras para determinação de metais serão retiradas com colher de plástico descartável. Estas amostras serão armazenadas em plástico e mantidas congeladas até o momento da análise em laboratório.

As amostras para granulometria, matéria orgânica total, carbono orgânico, teor de carbonato, nitrogênio total e fósforo total serão armazenadas em sacos plásticos e estocadas no freezer.

A **Tabela II.7.1.2-1** resume as metodologias de coleta para os parâmetros a serem analisados no sedimento.

Tabela II.7.1.2-1 - Quantitativos amostrais e metodologia de coleta e acondicionamento das amostras para os diferentes parâmetros a serem analisados no sedimento.

Parâmetros		Metodologia de Coleta
1.	MOT	Coleta de 200 g de amostra, dos 10 cm superficiais do sedimento, com auxílio de gabarito de metal. Amostra acondicionada em sacos plásticos tipo <i>zip loc</i> , mantidos congelados.
2.	COT	
3.	Nitrogênio total	Coleta de 300 g de amostra, dos 10 cm superficiais do sedimento, com auxílio de gabarito de metal. Amostra acondicionada em sacos plásticos tipo <i>zip loc</i> , mantidos congelados.
4.	Fósforo total	
5.	Carbonatos	Coleta de 200 g de amostra, dos 10 cm superficiais do sedimento, com auxílio de gabarito de metal. Amostra acondicionada em sacos plásticos tipo <i>zip loc</i> , mantidos congelados.
6.	Granulometria	
7.	Hidrocarbonetos (HPA, n-alcanos, MCNR e HTP)	Coleta de 200 g de amostra, de 0 a 2 cm superficiais da amostra, com auxílio de colher e gabarito de metal descontaminados. Armazenamento em marmitas de alumínio, conservadas congeladas.
8.	Metais (Fe, Al, Ba, B, Cu, Cr, Pb, Cd, Zn, Ni, V, Mn, As e Hg)	Coleta de 100 g de amostra, de 0 a 2 cm superficiais da amostra, com auxílio de colher de plástico descartável e gabarito de PVC. Armazenamento em sacos plásticos tipo <i>zip loc</i> , conservados congelados.

3.2) Procedimentos para Análise

Os parâmetros listados na **Tabela II.7.1.2-1** serão analisados no sedimento coletado, seguindo métodos padronizados. Os laboratórios contratados apresentarão os resultados de controle de qualidade analítica dos seus resultados.

As amostras para análises físico-químicas deverão ser estocadas em gelo para transporte ao laboratório, onde serão mantidas em freezer até serem analisadas.

As metodologias a serem aplicadas nas análises dos diferentes parâmetros encontram-se especificadas na **Tabela II.7.1.2-2**.

Tabela II.7.1.2-2 - Metodologias analíticas e limites de detecção dos diferentes parâmetros a serem analisados no sedimento.

Parâmetros	Metodologia Analítica	Limite de detecção
1. MOT	Diferença após calcinação a 450° por 24h	n.a.
2. COT	Descarbonatação e combustão em alta temperatura com analisador elementar CHN	n.a.
3. Nitrogênio total	Descarbonatação e combustão em alta temperatura com analisador elementar CHN	20 mg/kg
4. Fósforo total	Digestão ácida e ICP-OES - Espectrometria de emissão atômica por plasma de argônio induzido	0,5 mg/Kg
5. Teor de Enxofre	Oxidação e análise de sulfato por cromatografia iônica com detecção por condutividade elétrica	0,001%
6. Carbonatos	Suguio (1973) - Diferença após acidificação	n.a.
7. Granulometria	Folk (1968) e Silte/argila por pipetagem	n.a.
8. HPA ind. 16	Extração Soxhlet, sílica gel clean up e cromatografia gasosa acoplada a espectrômetro de massas (CG-EM). EPA 8270D, EPA 3540C e EPA 3630C	0,0008 mg/kg
9. n-alcanos/ MCNR/ HTP's	EPA 3540C - Extração Soxhlet, EPA 3630C - Silica gel clean up e EPA 8015D - cromatografia gasosa com detector de ionização em chama (CG-FID)	0,01 mg/kg
10. Metais (Fe, Al, Ba, B, Cu, Cr, Pb, Cd, Zn, Ni, V, Mn, As)	Digestão ácida e ICP-OES - Espectrometria de emissão atômica por plasma de argônio induzido	Fe: 0,5; Al, Cr, Mn, Ni, Zn: 0,25; Ba, Pb, V: 0,1; Cu:0,05; Cd: 0,015 mg/kg
11. Hg	Digestão ácida e CV-AAS - Espectrometria de absorção atômica com geração de vapor frio	0,02 mg/kg

4) Monitoramento da Macrofauna Bentônica

As amostras de sedimento para coleta de macrofauna bentônica ocorrerá simultaneamente às coletas de sedimento para análises físico-químicas, seguindo os mesmos procedimentos e utilizando os mesmo equipamentos.

A macrofauna do sedimento será avaliada em amostras retiradas de 0 a 10 cm. Para os amostradores que não preservam a estratificação do sedimento, o volume total de sedimento, até um máximo de 8 L, será aferido e a amostra será totalmente fixada em formol 4% tamponado com bórax ou será realizado o peneiramento a bordo em malhas de 500µm ou em malhas de 300 e 500µm sobrepostas, para amostras coletadas em zonas rasas ou zonas profundas (a partir do talude), respectivamente. Posteriormente a coleta, registra-se a profundidade da camada anóxica, quando visível.

Quando fixado a bordo, o sedimento coletado para avaliação da macrofauna benthica será lavado no laboratório.

A triagem do material retido nas peneiras será feita com o auxílio de microscópio estereoscópico. A identificação dos espécimes será feita no menor nível taxonômico possível, principalmente para os grupos mais abundantes (Crustacea, Mollusca e Polychaeta).

A partir dos dados coletados, serão obtidos os seguintes descritores biológicos: composição taxonômica, frequência de ocorrência, dominância, riqueza, diversidade, equitabilidade, densidade e distribuição horizontal, tanto para os principais grupos taxonômicos quanto para a comunidade da macrofauna bentônica. Análises uni e multivariadas serão aplicadas aos dados para fins de análise e interpretação.

II.7.1.3 - Meteo-oceanografia Operacional

Serão monitoradas as principais variáveis utilizadas como forçantes nos modelos hidrodinâmicos aplicados nas modelagens de derramamento de óleo, que são: corrente, vento, pressão, temperatura e salinidade.

O monitoramento das forçantes corrente, onda, vento e demais parâmetros atmosféricos escalares (pressão, temperatura, umidade relativa) será realizado continuamente, em tempo real, após o início da operação da unidade FPSO Cidade de Itajaí e enquanto a mesma estiver em produção, através dos equipamentos apresentados na **Tabela II.7.1.3-1**. O monitoramento será feito de forma constante e ao longo de todo o período de operação da FPSO e também durante as campanhas de monitoramento realizadas pelo navio utilizado nos subprojetos II.7.1.1 - Subprojeto I: Monitoramento do Corpo Receptor e Biota Planctônica Associada e II.7.1.2 - Subprojeto II: Monitoramento do sedimento e biota bentônica associada.

Tabela II.7.1.3-1 - Variáveis meteorológicas e oceanográficas a serem monitoradas e respectivos equipamentos de medição.

	Variável Ambiental	Equipamento de Medição	Periodicidade
Oceanográficos	Salinidade	CTD	Durante campanhas oceanográficas
	Temperatura	CTD	
	Corrente (direção e velocidade)	ADCP	Contínuo, durante operação da plataforma
	Altura, Direção e Período de ondas	Radar de Ondas	
Meteorológicos	Vento (direção e velocidade)	Anemômetro	
	Pressão	Barômetro	
	Temperatura	Termômetro	
	Umidade Relativa	Psicrômetro	

Os dados registrados deverão ser organizados em um banco de dados de modo a se obter subsídios para avaliação global de cada forçante do modelo hidrodinâmico.

As forçantes temperatura e salinidade deverão ser medidas ao longo de toda a coluna d'água, assim como a forçante corrente. No entanto, como temperatura e salinidade não podem ser monitoradas através da plataforma, por questões logísticas, as mesmas serão monitoradas apenas durante as campanhas oceanográficas, propostas para o período de operação do empreendimento, descrita no Subprojeto I e II, através de perfilagem em CTD (Conductivity, Temperature, Depth), e o uso de ADCP nas embarcações dedicadas ao projeto.

II.7.1.4 - Subprojeto IV: Monitoramento Sistemático por Sensoriamento Remoto

O monitoramento ambiental por meio do sensoriamento remoto será feito a partir de imagens obtidas por sensores específicos instalados em diferentes plataformas orbitais. A **Tabela II.7.1.4-1** apresenta os sensores a serem utilizados para cada variável a ser monitorada. É importante ressaltar eventuais mudanças nos sensores utilizados, em função de eventuais desativações ou inoperância das plataformas aqui citadas. A seguir, são detalhados os processos, análises e objetivos pretendidos para cada variável.

Tabela II.7.1.4-1 - Sensores utilizados e respectivas variáveis que serão analisadas, e fonte dos dados de corrente e elevação.

Variável Ambiental	Plataforma/Sensor
Temperatura da Superfície do Mar (TSM)	NOAA/AVHRR
Concentração Superficial de Clorofila - a	Aqua/MODIS
Campo de Vento Superficial	MetOp/ASCAT
Campo de Precipitação	GOES/VAS
Variável Ambiental	Fonte
Campo de Correntes Superficiais e Elevação Superficial	FNMOC/USGODAE

1) Campo de Vento Superficial

O campo de vento superficial a ser monitorado e analisado será obtido através do radar escaterômetro ASCAT, a bordo do satélite europeu MetOp, com objetivo de obter dados de direção e velocidade do vento na superfície oceânica. Estes dados são obtidos através do escoamento do vento sobre o oceano, que cria ondas capilares na sua superfície, alterando as características do sinal refletido para o satélite. As medições da velocidade do vento não são afetadas pela presença de nuvens, porém são perturbadas por todos os fenômenos que destroem as ondas capilares, como chuva e ventos muito fracos ou muito intensos (superiores a 20 m/s). A configuração do ASCAT apresenta cobertura global diária e resolução do campo de vento em superfície de 50 km com grade de 25 km, acurácia nominal de 2 m/s RMS (a 10 m de altitude) e 0,5 m/s de bias na velocidade do vento.

Esse campo de vento superficial será diariamente avaliado com os dados de reanálise dos modelos de circulação geral NCEP/NCAR , para verificação e melhor entendimento dos padrões espaciais observados. Caso os dados recebidos apresentem falhas em sua distribuição espacial, serão aplicadas técnicas de interpolação (e.g. mínima curvatura, krigagem, método de Shepard; MEIJERING, 2002; MAZZINI & SCHETTINI, 2009) a fim de obter um produto diário de melhor qualidade.

Os dados diários serão interpretados e será realizada uma descrição das condições sinóticas da atmosfera correlacionando-as com o padrão de circulação

observado. Nesta descrição serão analisadas outras variáveis atmosféricas através do acompanhamento de modelos globais e regionais de previsão do tempo e dos dados de reanálise do NCEP. As posições das frentes meteorológicas sobre o oceano podem ser bem determinadas nos dados de vento ASCAT como regiões/linhas de convergência.

Os dados diários de vento também serão utilizados para a obtenção da velocidade de Bombeamento de Ekman.

Além do monitoramento e análise diária e semanal do vento, serão realizadas análises em escala mensal e sazonal. Serão elaborados mapas das médias mensais dos vetores do vento e da variância de suas componentes zonal e meridional.

Para as Áreas de Tiro e Sídou, Bloco BM-S-40, serão extraídas séries temporais que permitirão uma avaliação do comportamento local, como a direção preferencial, velocidade mínima e máxima, velocidade média e sua variância. Para caracterizar o campo de vento, serão elaborados gráficos de distribuição de intensidade e direção (histogramas direcionais) para alguns pontos característicos da região. Estas estatísticas descritivas serão associadas à variação das condições atmosféricas, proporcionando uma caracterização detalhada dos meses analisados.

Em escala sazonal, a aplicação da análise espectral permitirá identificar as frequências dominantes existentes em cada componente do vento em superfície e estabelecer relações com os principais fenômenos atmosféricos que produzem variações no vento local.

Uma vez conhecida a relevância da passagem de sistemas frontais na região da Bacia de Santos (GARREAUD & WALLACE, 1998; SELUCHI & MARENGO, 2000), será realizado um estudo a fim de verificar o número de ocorrências, a intensidade e a persistência desses sistemas. As correlações locais (WILKS, 1995) entre as séries das componentes do vento com as séries das variáveis provenientes dos demais produtos serão calculadas para verificar a existência da relação local entre a circulação atmosférica, as variáveis oceânicas e a precipitação.

As relações entre o vento de superfície e os demais produtos fornecidos serão amplamente exploradas através da aplicação de técnicas estatísticas adequadas para cada objetivo.

Análises multivariadas (WILKS, 1995) podem ser aplicadas aos campos das componentes do vento e de precipitação com o objetivo de identificar os principais modos de variabilidade conjunta entre essas variáveis atmosféricas. A relação entre o vento e a temperatura da superfície do mar (TSM) será explorada a fim de identificar a influência do vento na alteração desta, que é normalmente dada através de alterações da estrutura da camada de mistura oceânica, nos fluxos de calor sensível e latente, e no transporte horizontal de anomalias de TSM. Nesse caso é importante realizar as análises para diferentes condições de defasagem (lags), para definir o tempo de resposta do oceano.

O vento tem um papel essencial na definição das correntes oceânicas e na elevação da superfície do mar. Portanto, é essencial entender como se dá esta relação na região de interesse, por exemplo, como alterações no padrão do vento podem provocar flutuações na intensidade, direção e posicionamento da Corrente do Brasil (CB) e na formação e dissipação de vórtices.

As análises realizadas com base em escalas de tempo mensal e sazonal permitirão uma análise ao longo do ano dos padrões de circulação existentes e possíveis alterações em sua variabilidade.

2) Campo de Precipitação

Os dados de precipitação obtidos a partir de sensoriamento remoto são estimados pela aplicação do método do Hidroestimador (adaptação da metodologia de estimativa desenvolvida por VICENTE *et al.*, 1998; 2002), que utiliza uma relação exponencial empírica entre a precipitação e a temperatura de brilho do topo das nuvens, extraídas do canal infravermelho do satélite GOES-10, para gerar taxas de precipitação em tempo real.

Os campos de precipitação acumulada para a região da Bacia de Santos serão recebidos diariamente e sua análise será incorporada à descrição das condições sinóticas avaliadas diariamente. Esta análise deve incluir a caracterização da origem da precipitação (frontal ou convectiva), de sua distribuição espacial e de sua magnitude. Assim como para os campos de vento, semanalmente estas análises serão integradas produzindo padrões médios semanais e evoluções temporais que serão avaliadas com os produtos semanais fornecidos.

A fim de complementar o monitoramento e análise diária e semanal da precipitação, serão realizadas análises em escala mensal e sazonal. Serão elaborados mapas com os valores de precipitação acumulada mensal e com os valores máximos diários observados. Diagramas espaço-temporais (diagramas de Hovmöller) serão elaborados ao longo de uma linha, na direção N-S, passando pelas Áreas de Tiro e Sídon, para avaliar a evolução dos eventos precipitantes na região. Serão extraídas séries temporais mensais que permitirão uma avaliação do comportamento local e que, associadas às variações das condições atmosféricas, proporcionarão uma caracterização detalhada dos meses analisados.

Em escala sazonal, a aplicação da análise espectral permitirá identificar as frequências dominantes existentes na série de precipitação e estabelecer relações com os principais fenômenos atmosféricos que definem o regime de precipitação na região. As correlações locais entre a série de precipitação com as séries das variáveis provenientes dos demais produtos serão calculadas para verificar a existência da relação da precipitação com a circulação atmosférica local e as variáveis oceânicas adjacentes.

As relações funcionais entre a precipitação e a TSM serão exploradas através da aplicação de técnicas estatísticas. Em escalas mensais e sazonais pretende-se buscar um melhor entendimento de como eventos de precipitação podem interferir na TSM e qual é o tempo de resposta desta variável oceânica. A influência do campo de TSM na precipitação da região do Bloco BM-S-40 será explorada através da correlação da série de precipitação nessa região com a série temporal de todos os pontos de TSM, gerando um mapa de correlação entre essas variáveis.

Os padrões de variabilidade conjunta destas duas variáveis também poderão ser avaliados através de análises multivariadas, inclusive para diferentes defasagens temporais entre os campos. O objetivo desta análise é identificar os principais modos de variabilidade da precipitação na Bacia de Santos, e possíveis contribuições do oceano nos modos obtidos. As análises realizadas com base em escalas de tempo sazonal permitirão uma análise ao longo do ano dos padrões de precipitação existentes e possíveis alterações em sua variabilidade.

3) Temperatura da Superfície do Mar

Os dados de TSM recebidos são provenientes do sensor AVHRR da NOAA. Esse sensor é um radiômetro multiespectral a bordo dos satélites da série TIROS-N, amplamente utilizado na geração de estimativas de TSM e determinação de cobertura de nuvens. O AVHRR apresenta seis canais espectrais, dos quais três abrangem a faixa do infravermelho termal (3,7-11,5 μm). Os outros sensores atuam na faixa do infravermelho próximo, entre 0,63 e 1,6 μm (KIDWELL, 1998).

As imagens de TSM serão recebidas diariamente e num primeiro momento serão feitas análises para reconhecimento da qualidade dos dados e interpretação da possibilidade de uso da imagem. No caso de ocorrência de regiões com cobertura de nuvens ou uma não continuidade dos dados, serão aplicados métodos de interpolação de forma a otimizar o campo espacial disponível para análise.

Após esses tratamentos, serão realizadas análises diárias para identificação de regiões de aquecimento e resfriamento na área observada. Além disso, será realizada uma caracterização qualitativa de feições oceanográficas de mesoescala tais como, vórtices, meandros e, quando possível, frentes oceânicas, plumas de ressurgências e anomalias frias presentes na área.

Esse monitoramento diário e contínuo fornecido pelas análises propiciará uma descrição das condições de TSM observadas e permitirá um acompanhamento da evolução espaço-temporal das feições ao longo da semana. Estas análises diárias serão compiladas gerando padrões médios e animações que serão avaliadas junto aos produtos semanais de TSM.

De forma complementar ao monitoramento e análise diária e semanal da TSM, esta será analisada, ainda, em escala mensal e sazonal, com a elaboração de mapas com os valores de TSM média mensal e de sua variância.

Para as Áreas de Tiro e Sídon, Bloco BM-S-40, serão extraídas séries temporais e realizadas estatísticas descritivas (e.g. valores mínimos, máximos, média, desvio-padrão), incluindo cálculos de tendências. Serão aplicadas técnicas de análises de séries temporais que permitem a identificação das frequências dominantes em escalas mensais e sazonais. As correlações locais entre as séries de TSM com as séries das variáveis provenientes dos demais produtos serão calculadas para verificar a existência da relação local da variação da TSM com as variáveis atmosféricas e o campo de corrente de superfície.

Para região de interesse (Bloco BM-S-40) serão elaborados diagramas espaço-temporais (diagramas de Hovmöller) da TSM. Esses diagramas são comumente utilizados para acompanhamento de evoluções temporais e espaciais de dados meteorológicos, também aplicáveis para variáveis oceânicas, assim como para o estudo de propagação de ondas.

Para estabelecer relações funcionais entre os dados de TSM com os produtos provenientes dos demais sensores, serão realizadas comparações e aplicados métodos estatísticos. Análises entre TSM e clorofila-a permitirão uma melhor interpretação dos fatores de influência da dinâmica biológica na região. Os dados de altimetria, de correntes e de ventos superficiais correlacionados com os campos de TSM, possibilitam uma melhor compreensão dos fatores que regem a circulação oceânica regional. Análises da variabilidade conjunta entre o campo de TSM e o campo de corrente serão realizadas a fim de identificar a influência da circulação oceânica na alteração da TSM, que pode ser dada pelo transporte de anomalias, por regiões de convergência/divergência (provocando resfriamento/aquecimento local), entre outros.

4) Campos de Correntes Superficiais e Elevação

Esta variável será obtida através da determinação dos campos de correntes superficiais e dados de elevação superficial disponibilizados pelo FNMOC/USGODAE. Estes dados serão baixados diariamente e serão realizadas análises que proporcionarão uma descrição das feições observadas nesses campos. Através de interpretação qualitativa serão identificados e caracterizados meandros, vórtices e feições características decorrentes da dinâmica de mesoescala associados à Corrente do Brasil. Para melhor entendimento dos fatores que regem a circulação regional, os dados de correntes e elevação serão analisados em conjunto com as demais variáveis abordadas, gerando uma caracterização diária das relações observadas.

Em complemento ao monitoramento e análise diária e semanal dos campos de corrente e da elevação, serão realizadas análises em escala mensal e sazonal, através da elaboração de mapas de anomalia destas variáveis, e suas respectivas estatísticas.

Para a região do bloco BM-S-40, serão analisadas as séries de dados, buscando identificar as escalas temporais típicas, estatísticas descritivas e cálculos de tendências de evolução. Serão aplicadas técnicas de análises de séries temporais que permitem a identificação das frequências dominantes em escalas mensais e sazonais, quando possível.

De posse das séries de dados de corrente e elevação serão elaborados diagramas espaço-temporais (diagramas de Hovmöller) que possibilitem analisar a evolução das feições observadas na região do bloco. Esses resultados serão apresentados na forma gráfica para melhor visualização da evolução temporal e melhor interpretação dos resultados. Análises espectrais identificarão as frequências dominantes dentro de escalas mensais e sazonais, quando possível.

5) Concentração de Clorofila-a na Superfície do Mar

Os dados de Concentração de Clorofila na Superfície do Mar (CSM) são provenientes do sensor MODIS instalado a bordo do satélite norte-americano

Aqua, lançado em maio de 2002. Este sensor possui alta resolução radiométrica (12 bits) em 36 bandas espectrais compreendidas no intervalo de 0,4 a 14,4 μm . Duas bandas possuem resolução espacial de 250 m, outras cinco na resolução de 500 m e as demais 29 bandas com 1,1 km. Desses 36 canais espectrais, nove bandas, no visível e infravermelho próximo (entre 412 nm e 869 nm), apresentam alta sensibilidade radiométrica para estudos da cor do oceano (BARNES *et al.*, 2003). Uma revisão sobre este e seus principais produtos com aplicação em oceanografia foi apresentada por KAMPEL & LORENZZETTI (2007).

A maioria dos algoritmos desenvolvidos para determinar a concentração de pigmentos a partir da radiância ascendente ressurcida da coluna d'água (L_w) relaciona a concentração de pigmentos com a razão entre L_w em dois comprimentos de onda λ (KAMPEL & NOVO, 2009 entre outros). Da irradiância que chega aos corpos d'água, 90% retorna à atmosfera e é proveniente da primeira profundidade óptica, i.e. da profundidade até onde a irradiância é reduzida a 37% do seu valor na superfície (GORDON & MCCLUNEY, 1985). Por isso, a determinação da concentração de pigmentos através do sensoriamento remoto orbital é restrita a esta camada, que pode chegar até dezenas de metros.

Os dados brutos do sensor MODIS são calibrados radiometricamente para gerar valores de radiâncias normalizadas referentes à superfície marinha. Cada imagem passa por algoritmos de correção atmosférica (GORDON & WANG, 1994) antes do cálculo da CSM. A CSM é obtida pela aplicação do algoritmo padrão da NASA OC3M (O'REILLEY *et al.*, 2000) que relaciona razões de bandas com a CSM através de uma função polinomial de quarto grau, a partir da maior razão (R_{max}) entre os valores de $RRS(443)/RRS(550)$ e $RRS(490)/RRS(550)$, seguindo a equação:

Onde:

$$R_{3M} = \log_{10} (R_{max});$$

$$R_{RS} = \text{reflectâncias de sensoriamento remoto em cada banda espectral.}$$

As imagens de CSM serão recebidas diariamente, ainda que a maior limitação para seu aproveitamento seja a cobertura de nuvens. Desta forma, procura-se gerar composições temporais como médias semanais, médias móveis ou mensais, por exemplo, de modo a se preencher o campo superficial de concentrações do pigmento clorofila.

A análise da série temporal de imagens, geradas a cada mês, permitirá uma interpretação das principais feições oceanográficas presentes na área de interesse, tais como, a localização da CB, sua frente interna (ou borda oeste), meandramentos, vórtices, núcleos e plumas de ressurgências, entre outros. Pretende-se gerar uma caracterização estatística das principais feições oceanográficas possíveis de serem monitoradas através das imagens da cor do oceano. Este monitoramento contínuo propiciará uma descrição dos campos de CSM, e permitirá o acompanhamento da evolução espaço-temporal das feições ao longo de cada mês.

De forma complementar, serão realizadas análises em escala sazonal a partir da extração de série temporal de valores de CSM sobre a área do Pólo Mexilhão. Desta forma, podem-se calcular os parâmetros estatísticos descritivos, tais como mínimos, máximos, médias e desvios padrões, incluindo cálculos de tendências. Serão aplicadas técnicas de análise de séries temporais que permitem a identificação das frequências dominantes em diferentes escalas temporais. As correlações entre as séries de CSM com as séries das variáveis provenientes dos demais produtos serão calculadas para verificar a existência da relação local da variação da CSM com as outras variáveis atmosféricas e oceanográficas.

Na etapa inicial, sugere-se calcular as médias mensais históricas da série temporal de CSM do MODIS existente nas Áreas de Tiro e Sídon. A partir desta “climatologia”, limitada pelo período de disponibilidade de imagens entre 2002-2009, será possível calcular as anomalias de valores mensais de CSM a cada mês de monitoramento.

Para a região de interesse (Bloco BM-S-40) serão elaborados diagramas zonais-temporais (diagramas de Hovmöller) da CSM.

Para estabelecer relações funcionais entre os dados de CSM com os produtos provenientes dos demais sensores, serão realizadas comparações e aplicados métodos estatísticos. Análises entre TSM, Campo de Vento, Circulação Oceânica e CSM permitirão uma melhor interpretação dos fatores que influenciam a dinâmica biológica na região.

II.7.1.5 - Subprojeto V: Monitoramento do Descarte de Água Produzida

A água produzida apresenta componentes oriundos da água de formação (aquífero do reservatório), da água de injeção (água do mar natural), dos químicos utilizados nas operações de produção, além do próprio condensado produzido.

Os produtos químicos utilizados durante a produção e presentes na água produzida são rapidamente diluídos quando descartados ao mar, principalmente considerando as condições oceanográficas da Bacia de Santos, conforme evidenciado pela modelagem de dispersão da água produzida. No Mar do Norte, onde o dinamismo é bastante acentuado, alguns autores consideram a toxicidade um fator pouco representativo (Palm & Rostock, 1996).

As análises e testes de toxicidade na água produzida serão realizados semestralmente, conforme exigido pela Resolução CONAMA 393-2007.

Portanto, o presente projeto fará uso dos resultados a serem gerados para a água produzida para os períodos em que ocorrerem campanhas oceanográficas. Os resultados serão reportados para aplicação na análise integrada e avaliação ambiental do Subprojeto I, a fim de entender os processos de dispersão água descartada e como esta influencia o corpo receptor e biota associada no entorno da região de descarte.

1) Análises na água produzida

As análises da Água Produzida abrangerão todos os parâmetros previstos na Resolução CONAMA 393-2007. As metodologias analíticas a serem aplicadas na análise da água produzida encontram-se na **Tabela II.7.1.5-1**.

Tabela II.7.1.5-1 - Parâmetros e metodologias para análises de água produzida.

Parâmetros		Metodologia de Análise	Periodicidade de análise
Teor de óleos e graxas		Gravimetria	Diária
Compostos inorgânicos	As	ICP-MS- Espectrometria de Massa com plasma indutivamente acoplado e geração de hidretos	
	Ba, V, Zn	ICP-OES - Espectrometria de emissão óptica com plasma indutivamente acoplado.	
	Cr, Cu, Fe, Hg, Mn	ICP-OES - Espectrometria de emissão óptica com plasma indutivamente acoplado.	
	Cd, Ni, Pb	ICP-MS- Espectrometria de Massa com plasma indutivamente acoplado	
Radioisótopos	Rádio-226 e Rádio-228	Gravimetria - Contagem alfa e beta	
Compostos Orgânicos	hidrocarbonetos policíclicos aromáticos - HPA	Estração líquido-líquido;cromatografia gasosa acoplada a espectrômetro de massas	Semestral
	Benzeno, Tolueno, Etilbenzeno e Xilenos (BTEX)	Purge and Trap; Cromatografia gasosa com detector de fotoionização (PID)	
	Fenóis	Estração líquido-líquido;cromatografia gasosa acoplada a espectrômetro de massas (CG-EM)	
	Avaliação de Hidrocarbonetos totais de petróleo - HTP	extração líquido-líquido; cromatografia gasosa com detector de ionização de chama (CG-FID)	
Complementares	Carbono Orgânico Total - COT	Combustão à alta temperatura com autoanalisador de carbono	
	pH	potenciometria	
	Salinidade	potenciometria	
	Temperatura	Termometria	
	N Amoniacal Total	espectrofotometria de absorção molecular	

2) Testes de Toxicidade

Também serão realizados testes de toxicidade que têm como objetivo detectar e avaliar a capacidade inerente de substâncias ou agentes tóxicos em produzir efeitos deletérios em organismos vivos (CETESB, 1990b). Estes testes aplicam-se ao controle da poluição das águas, consistindo na exposição de organismos aquáticos a diversas concentrações de substâncias ou compostos, durante um determinado período de tempo, avaliando-se, então, a resposta dos organismos a estes.

Desta forma, a fim de avaliar o teor tóxico do efluente a ser descartado e seu efeito no ambiente, serão realizados ensaios de toxicidade crônica (estágio embrionário de *Lytechinus variegatus*) e ensaios de toxicidade aguda (*Mysidopsis*

juniae) com amostras da água produzida. As amostras serão coletadas em galões (5 L) diretamente do sistema de tratamento da unidade de produção, sendo mantidas refrigeradas a uma temperatura aproximada de 4°C até a chegada no laboratório, onde os testes serão realizados segundo Norma Técnica ABNT NBR 15350:2006 e Norma Técnica ABNT NBR 15308:2005, respectivamente.

II.7.1.6 - Subprojeto VI: Caracterização Físico-Química e Toxicológica do Condensado Produzido

A caracterização do óleo será feita uma única vez durante todo o tempo de realização do empreendimento. Os testes e análises a serem efetuados e as respectivas metodologias analíticas encontram-se na **Tabela II.7.1.6-1**.

Tabela II.7.1.6-1 - Parâmetros e métodos analíticos a serem empregados na caracterização físico-química e toxicológica do óleo.

Parâmetros	Metodologia de Análise
Oxigênio (% m/m)	PE-3CE-00081-0 - Determinação de Oxigênio Total em Amostras Líquidas Empregando o Analisador Elementar Fisons 1108
Nitrogênio (% m/m)	ASTM D 5762 ou ASTM D 4629, com injeção por bote, combustão e detecção por quimioluminescência.
Enxofre (% m/m)	ASTM D 1552. Alternativamente, ASTM D 2622 (Enxofre em Petróleo por Fluorescência de Raios-X)
Carbono e Hidrogênio (% m/m)	PE-3CE-00095-A - Operação Básica do Analisador Elementar de Nitrogênio, Carbono, Hidrogênio e Enxofre THERMO FINNIGAN 1113
Ponto de Fluidez (°C)	ASTM D 5853 (aparelho ISL CPP 5Gs)
Viscosidade (mm ² /s) a 20°C	PE-3CC-00797-E - Determinação da Viscosidade Dinâmica Usando o Viscosímetro Brookfield
Densidade (° API)	Calculado automaticamente pelo densímetro digital utilizado para determinar a densidade do petróleo (método ASTM D 5002)
Densidade relativa a 20/4°C (g/cm ³)	ASTM D 5002 (Densímetro digital)
Água e sedimentos (% v/v) ou Água por Karl Fischer Coulométrico (%v/v)	Método de ensaio API MPMS 10-4 (centrifugação) ou ASTM D 4928
Hidrocarbonetos - saturados, aromáticos, resinas e asfaltenos (%)	determinar por SARA
n-alcanos	PE-3CE-00769-0 - Fluxo de Amostras de Petróleo para Característica de Parafinas na Gerência de Química
BTEX	Cromatografia Gasosa
HPA	EPA 8270 C
Metais Ni, V, Ba, Fe, Ca, Cu, Pb, Zn, Mn, P, Si, Cd, Cr (mg/Kg) e Hg (µg/kg)	métodos ASTM D 5708; ASTM D 5863; ASTM D 5184; PE-3CE-00271-0 - Determinação de Metais e Silício, em Petróleo e Derivados, por ICP-AES. Hg - aparelho NIC SP-3D
Poder calorífico superior (MJ/kg)	ASTM D 4809
Tensão interfacial óleo/água salgada - valor (mN/m) e temperatura (°C)	PE-3CC-00713-E - Medida da Tensão Superficial e Interfacial de Fluidos
Destilação simulada (°C) a cada 5% m/m e recuperado (% m/m)	ASTM D 2887
Toxicidade aguda	Norma Técnica ABNT NBR 15308:2005
Toxicidade crônica	Norma Técnica ABNT NBR 15350:2006

II.7.1.7 - Acompanhamento e Avaliação

Ao longo de todo o desenvolvimento do Projeto de Monitoramento Ambiental, haverá o acompanhamento do empreendedor responsável por sua implementação, e pelo órgão ambiental licenciador desta atividade (CGPEG/IBAMA).

O Projeto de Monitoramento Ambiental será avaliado através de relatórios técnicos enviados semestralmente ao órgão ambiental competente. Estes relatórios poderão subsidiar adequações no Projeto ao longo de sua realização, além de avaliar o desempenho do Projeto através do cruzamento dos seus resultados com os objetivos e metas previamente estabelecidos. Haverá ainda a elaboração de um relatório final de avaliação consolidando os resultados obtidos ao longo dos diversos anos de monitoramento ambiental, permitindo assim uma análise integrada associada ao empreendimento.

Assim, de acordo com os subprojetos previstos no presente documento, os relatórios semestrais deverão ser compostos de:

- Relatório de Monitoramento do Corpo Receptor e Biota Planctônica Associada e Relatório de Monitoramento do Sedimento e Biota Bentônica Associada: Tais relatórios serão apresentados juntos, em virtude da amostragem, que ocorre na mesma campanha oceanográfica e do caráter dos projetos, que visam identificar e avaliar possíveis alterações no meio oceânico. Serão apresentados os Relatórios Técnicos de Bordo, como evidência da realização das campanhas oceanográficas para a coleta de material. Também será apresentado o Relatório Técnico de Análises, contemplando os resultados obtidos nas análises laboratoriais, com os respectivos laudos, para cada campanha realizada, e o Relatório Técnico de Avaliação Ambiental, também por campanha, porém, avaliando e integrando os resultados obtidos durante todas as campanhas já realizadas;
- Relatório de Meteo-oceanografia Operacional: Serão apresentados os dados obtidos durante o semestre para as diferentes variáveis ambientais monitoradas durante o semestre. É importante ressaltar que, apesar do

monitoramento contínuo das mesmas, os dados serão apresentados em horário sinótico;

- Relatório de Monitoramento por Sensoriamento Remoto: Será encaminhado relatório com o resultado das análises das imagens obtidas, referentes ao semestre.
- Relatórios de Monitoramento da Água Produzida: Entregue a parte do Relatório de Monitoramento Ambiental, juntamente com o Relatório Anual de Atendimento a CONAMA 393. É encaminhado, conforme determina a referida resolução, anualmente até o dia 31 de março e contempla os resultados das análises físico-químicas e ecotoxicológicas semestrais (dois semestres), além dos resultados obtidos diariamente ao longo de todo o ano nas análises de TOG. Os resultados obtidos em tais análises serão reportados no âmbito do monitoramento ambiental, a fim de subsidiar a interpretação dos valores e padrões encontrados no meio ambiente;
- Relatório de Caracterização do Óleo Produzido: Será encaminhado Laudo contemplando os resultados das análises físico-químicas e ecotoxicológicas, para a caracterização do óleo. Vale ressaltar que tais análises só ocorrerão uma vez, quando do início da operação do empreendimento, sendo tais resultados apresentados apenas no primeiro relatório semestral.

II.7.1.8 - Inter-relação com outros Projetos

Este Projeto de Monitoramento Ambiental apresenta interfaces com outros projetos como, por exemplo, o Projeto de Controle de Poluição, uma vez que poderá fornecer informações a respeito da poluição por óleo na região, e que este fornece os resultados obtidos nas análises de água produzida para avaliação ambiental; o Projeto de Comunicação Social, subsidiando discussões acerca da validade da avaliação dos impactos da atividade; o Projeto de Educação Ambiental dos Trabalhadores, permitindo a avaliação da eficiência de suas ações; bem como o Plano de Emergência Individual.

II.7.1.9 - Atendimentos a Requisitos legais e/ou Outros Requisitos

A legislação ambiental brasileira aponta para a necessidade da realização de um monitoramento desta natureza, conforme indicam os diplomas legais relacionados a seguir.

- Resolução CONAMA no 393/2007 - descarte de água produzida em plataformas marítimas de petróleo e gás natural;
- Resolução CONAMA no 357/2005 - normas para lançamento de efluentes líquidos;
- Resolução CONAMA no 9/93 - disposição de óleos usados ou contaminados;
- Decreto No 1.530/95 - Convenção dos Direitos do Mar;
- Decreto Legislativo No 5 - Convenção dos Direitos do Mar - Peixes Migratórios;
- Resolução CONAMA no 237/97 - regulamenta o Sistema Nacional de Licenciamento Ambiental;
- Decreto No 2.508/98 - promulga a Convenção Internacional para a prevenção da poluição causada por navios (MARPOL);
- Lei Nº 3.179/99 - especifica penalidades para danos ambientais;
- Declaração do Rio (Princípio 15) - princípio da prevenção;
- Carta Constitucional/1988 - §3º, art. 225 responsabilização dos infratores em reparar os danos causados;
- Lei Nº 6.938/81 - Política Nacional do Meio Ambiente, bases para proteção ambiental;

II.7.1.10 - Recursos Necessários

- ADCP;
- CTD;

- Radar de Ondas;
- Anemômetro;
- Barômetro/ Termômetro/ Psicrômetro;
- Aquisição sistemática das Imagens de Satélite;
- Embarcação - Navio Oceanográfico;
- Laboratório para análises química e físico-química;
- Laboratório para análises ecotoxicológicas;
- Equipe de Técnicos Especialistas do CENPES, UO-BS, Universidades e empresas prestadoras de serviços na área ambiental (oceanógrafos, químicos, biólogos, etc.).

II.7.1.11 - Cronograma Físico

O cronograma global de implantação do Projeto de Monitoramento Ambiental é apresentado a seguir, na **Tabela II.7.1.11-1**.

Tabela II.7.1.11-1 - Cronograma global de implantação do Projeto de Monitoramento Ambiental.

ATIVIDADES	MESES																																
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	
Subprojeto I *																																	
Campanhas de coleta																																	
Análises laboratoriais																																	
Relatório de Bordo																																	
Relatório de Resultados																																	
Relatório de Avaliação																																	
Subprojeto II *																																	
Campanhas de coleta																																	
Análises laboratoriais																																	
Relatório de Bordo																																	
Relatório de Resultados																																	
Relatório de Avaliação																																	
Subprojeto III																																	
Aquisição de dados durante campanha oceanográfica																																	
Aquisição de dados da Plataforma **																																	
Relatório de Resultados																																	
Subprojeto IV																																	
Aquisição de Imagens																																	
Análises																																	
Relatório de Análises																																	
Subprojeto V																																	
Campanha de coleta (diária)																																	
Análises laboratoriais																																	
Análise de TOG (análise diária)																																	
Testes de Toxicidade																																	
Relatórios ***																																	
Subprojeto VI																																	
Coleta																																	
Análises laboratoriais																																	
Testes de Toxicidade																																	
Relatório de Resultados																																	

* Considera apenas as campanhas a serem realizadas durante a operação do empreendimento. Além destas, ainda será realizada uma campanha prévia, para ambos os subprojetos, e uma pós-operação, para o subprojeto I.

** Em até 6 meses após o início da operação

*** Relatório encaminhado anualmente, até dia 31/03, conforme CONAMA 393/2007;

II.7.1.12 - Responsáveis Técnicos

Os responsáveis técnicos pela elaboração deste Projeto de Monitoramento Ambiental encontram-se relacionados a seguir:

Nome	Fernando Gonçalves de Almeida
Área Profissional	Oceanógrafo
Registro Profissional	-
Cadastro IBAMA	1543809
Assinatura	

Nome	Vitória Chaves
Área Profissional	Oceanógrafa
Registro Profissional	-
Cadastro IBAMA	4953341
Assinatura	

II.7.1.13 - Bibliografia

ARAGÃO, J.A.N. & SILVA, S.M.M. de C., 2006. **Censo Estrutural da Pesca: Coleta de Dados e Estimação de Desembarques de Pescado**. Brasília: IBAMA, 2006. 180 p.

BARNES, W.L.; XIONG, X. & SALOMONSON, V.V., 2003. **Status of Terra MODIS and Aqua MODIS**. Adv. Spaces Res. 32(11):2099-2106.

CAMPOS, E.J.D.; GONÇALVES, J.E. & IKEDA, Y., 1995. **Water Mass Characteristics and Geostrophic Circulation in the South Brazil Bight - Summer of 1991**. J. Geophys. Res., 100(9):18537-18550.

CAMPOS, E.J.D.; VELHOTE, D. & SILVEIRA I.C.A., 2000. **Shelf break upwelling driven by Brazil Current cyclonic meanders**. Geophys. Res. Letters, 27(6):751-754.

CETESB (Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental). 1990b. **Procedimento para utilização de testes de toxicidade no controle de efluentes líquidos**. São Paulo. 17p. (Séries Manuais).

GARREAUD, R.D. & WALLACE, J.M., 1998. **Summertime Incursions of Midlatitude Air into Tropical and Subtropical South America**. Monthly Weather Review, 126:2713-2733.

GORDON, H.R. & MCCLUNEY, W.R., 1985. **Estimation of the depth of sunlight penetration in the sea for remote sensing**. Applied Optics, 140: 413-416.

GORDON, H.R. & WANG, M., 1994. **Retrieval of water-leaving radiance and aerosol optical Thickness over the oceans with SeaWiFS: a preliminary algorithm**. Applied Optics, 33:443-452.

KAMPEL, M. & LORENZZETTI, J.A., 2007. **Produtos para oceano - MOCEAN**. In: RUDORFF, B.F.T.; SHIMABUKURO, Y.E. & CEBALLOS, J.C. (Org). O Sensor MODIS e suas aplicações no Brasil. São José dos Campos: A. Silva Vieira Ed., cap 3, p. 37-52.

KAMPEL, M. & NOVO, E.M.L.M., 2009. **O sensoriamento remoto da cor da água**. In: Oceanografia por satélites. Souza, R.B. (org.), 2ª Ed. Oficina de Textos, São Paulo. Capítulo 12, pp. 199-218.

KIDWELL, K.B., 1998. **NOAA Polar Orbiter Data User's Guide (TIROS-N, NOAA-6, NOAA-7, NOAA-8, NOAA-9, NOAA-10, NOAA-11, NOAA-12, NOAA-13 and NOAA-14)**. Disponível em: <<http://www2.ncdc.noaa.gov/docs/podug/cover.htm>>. Acesso em 25/07/2009.

LENTINI, C.A.D. & SOUZA, R.B., 2005. **Eddies e Vórtices de Mesoescala no Oceano Atlântico Sudoeste Medidos por Satélites**. I In: Oceanografia por satélites. Souza, R.B. (org.), 2ª Ed. Oficina de Textos, São Paulo. pp. 166-178.

MAZZINI, P.L.F. & SCHETTINI, C.A.F., 2009. **Avaliação de Metodologias de Interpolação Espacial Aplicadas a Dados Hidrográficos Costeiros Quase-Sinóticos**. Brazilian Journal of Aquatic Science and Technology, 13(1):53-64.

MEIJERING, E. 2002. **A Chronology of Interpolation: from Ancient Astronomy to Modern Signal and Image Processing**. Proceedings of the IEEE, 90(3):319-342.

O'REILLY, J.E.; MARITORENA, S.; SIEGEL, D.; O'BRIEN, M.C.; TOOLE, D.; MITCHELL, B.G.; KAHRU, M.; CHAVEZ, F.P.; STRUTTON, P.; COTA, G.; HOOKER, S.B.Ç MCCLAIN, C.R.; CARDER, K.L.; MULLER-KARGER, F.; HARDING, L.; MAGNUSON, A.; PHINNEY, D.; MOORE, G.F.; AIKEN, J.; ARRIGO, K.R.; LETELIER, R. & CULVER, M., 2000. **Ocean color chlorophyll a algorithms for SeaWiFS, OC2, and OC4: Version 4**. In: SeaWiFS Postlaunch Technical Report Series, Vol. 11, edited by S. B. Hooker, and E. R. Firestone (Greenbelt, Maryland, USA: NASA Goddard Space Flight Center), pp. 9-23.

SELUCHI, M. & MARENGO, J.A., 2000. **Tropical-Mid Latitude Exchange of Air Masses during Summer and Winter in South America: Climate aspects and extreme events**. International Journal of Climatology, 20:1167-1190.

SILVEIRA, I.C.A.; SCHIMIDT, A.C.K.; CAMPOS, E.J.D.; GODOI, S.S. &

IKEDA, Y., 2000. **A Corrente do Brasil ao Largo da Costa Leste Brasileira**, Revista Brasileira de Oceanografia, 48(2): 171-183.

SOUZA, R.B.; LORENZZETTI, J.A. & LUCCA, E.V.D., 2005. **Estimativas da Temperatura da Superfície do Mar Através do Sensoriamento Remoto**. In: Oceanografia por satélites. Souza, R.B. (org.), 2ª Ed. Oficina de Textos, São Paulo. pp. 102-116.

VICENTE, G.A.; SCOFIELD, R.A. & MENZEL, W.P., 1998. **The operational GOES infrared rainfall estimation technique**. Bull. Amer. Meteor. Soc., 79:1883-1898.

VICENTE, G.A.; DAVENPORT, J.C. & SCOFIELD, R.A., 2002. **The role of orographic and parallax corrections on real time high resolution satellite estimation**. Int. J. Remote Sens., 23:221-230.

WILKS, D.S, 1995. **Statistical Methods in the Atmospheric Sciences**. San Diego, CA. Academic Press, 467pp.