SAMARCO

CEPEMAR 30 anos

SAMARCO MINERAÇÃO S.A

PROGRAMA DE MONITORAMENTO MARINHO DO TERMINAL MARÍTIMO PRIVATIVO DA PONTA DE UBU

Relatório Técnico

CPM RT 435/09

Janeiro/11 | **Revisão 01**

CEPEMAR – Serviços de Consultoria em Meio Ambiente Ltda
Av. Carlos Moreira Lima, 90, Bento Ferreira, CEP 29050-650 – Vitória – ES
PABX: (27) 2121-6500 – FAX: (27) 2121-6528
E-mail: cepemar@cepemar.com

Conteúdo

1 INTRODUÇÃO 01

2 OBJETIVO 03

3 ESTRATÉGIA DO PROGRAMA DE MONITORAMENTO 05

3.1 ÁREA DE ESTUDO E MALHA AMOSTRAL 06

3.2 MATERIAL E MÉTODOS 09
3.2.1 Etapa 1 (Monitoramento Físico-Químico e Biológico no Mar) 10
3.2.2 Etapa 2 (Monitoramento Físico-Químico e Biológico dos Sedimentos de Praia) 14
3.2.3 Etapa 3 (Monitoramento Biológico dos Costões de Praia) 16

4 PRODUTOS 20

5 EQUIPE TÉCNICA RESPONSÁVEL PELO PROGRAMA DE MONITORAMENTO 22

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 24

Listagem de Figuras

Figura 3.1-1: Mapa com a delimitação das áreas de influência considerando a possibilidade de toque de óleo decorrente de um vazamento no inverno (tracejado em azul) e verão (tracejado em vermelho) e a dispersão de minério no inverno (linha cheia azul) e verão (linha cheia vermelha) 06

Figura 3.1-2: Mapa de localização dos pontos de monitoramento físico-químico e biológico no mar 07

Figura 3.1-3: Mapa de localização dos pontos de monitoramento físico-químico e biológico nos sedimentos de praia 07

Figura 3.1-4: Mapa de localização dos pontos de monitoramento biológico nos costões de praia 08

Listagem de Tabelas

Tabela 3.1-1: Coordenadas dos pontos de monitoramento marinho do Terminal da Ponta de Ubu. (Coordenadas em UTM; Datum WGS 84) 09

Tabela 3.2.1-1: Requisitos mínimos dos equipamentos de medição *in situ* dos parâmetros físico-químicos 10

Tabela 3.2.1-2: Parâmetros e métodos de análises a serem empregados durante o Monitoramento Marinho do Terminal da Ponta de Ubu 11

Tabela 3.2.1-3: Intervalos de classes granulométricas estabelecidos por Wentworth (1922) 14

1
Introdução

O presente documento apresenta o Programa de Monitoramento Marinho elaborado com base na definição dos aspectos ambientais e da área de influência do Terminal Marítimo Privativo da Ponta de Ubu sobre a região marinha.

Os principais aspectos ambientais relacionados com o Terminal Marítimo Privativo da Ponta de Ubu, e responsáveis pela emissão de poluentes, são os seguintes:

i) *dispersão de partículas de minério de ferro para o mar a partir de emissões difusas, durante as operações de transporte e carregamento de navios;*
ii) *derramamento de óleo no mar a partir de hipóteses acidentais;*

A partir dos cenários de emissão de poluentes, os limites da Área de Influência foram definidos através de estudos de modelagem matemática tanto para avaliar a dispersão das partículas de minério de ferro no ar e, posteriormente, no mar, como para avaliar a dispersão de óleo no mar. Os resultados obtidos nesses estudos foram apresentados no Relatório Técnico CPM 428/09 - *Área de Influência do Terminal Marítimo Privativo da Ponta de Ubu na Região Marinha* (CEPEMAR, 2009).

Cabe salientar aqui, que entre os aspectos ambientais identificados, o derramamento de óleo não deverá se manifestar em condições operacionais normais do Terminal, apenas em eventos acidentais. Nesse aspecto, definiu-se uma estratégia de monitoramento específico para esse caso.

2
Objetivo

O Programa de Monitoramento Marinho na área de influência do Terminal Marítimo da Ponta de Ubu, apresenta como principal objetivo acompanhar as alterações ambientais na área de influência da atividade, de forma a acompanhar possíveis alterações na qualidade ambiental decorrentes da emissão de poluentes.

Como objetivos específicos do projeto são apresentados:

1. Monitoramento das características físico-químicas da água e dos sedimentos de fundo e de praia;

2. Monitoramento da endofauna bentônica nos sedimentos de fundo e de praia;

3. Monitoramento da fauna e flora bentônicas nos costões das praias.

3
Estratégia do Programa de Monitoramento

3.1 ÁREA DE ESTUDO E MALHA AMOSTRAL

A área de estudo e malha amostral abrangerá a área de influência direta e parte da área de influência indireta (região com maior probabilidade de toque de óleo) identificadas no estudo de modelagem (CEPEMAR, 2009) (Figura 3.1-1). Neste sentido, a malha amostral será composta por 14 (quatorze) estações de monitoramento na região marinha (Figura 3.1-2) e 4 (quatro) áreas de monitoramento do costão de praias e 11 (onze) estações de monitoramento de areias de praias (Figuras 3.1-3 a 3.1-4).

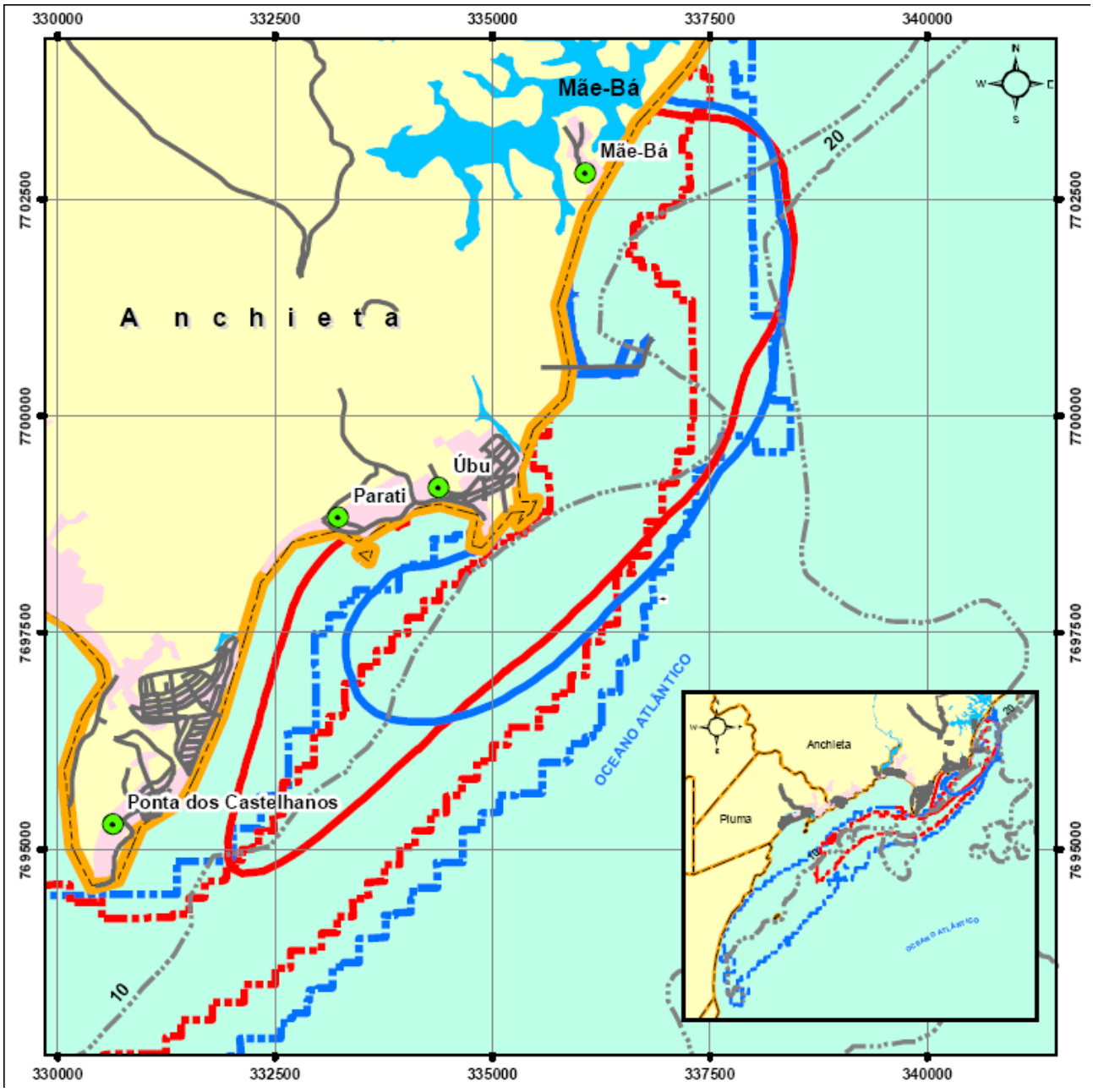

Figura 3.1-1: Mapa com a delimitação das áreas de influência considerando a possibilidade de toque de óleo decorrente de um vazamento no inverno (tracejado em azul) e verão (tracejado em vermelho) e a dispersão de minério no inverno (linha cheia azul) e verão (linha cheia vermelha).

Figura 3.1-2: Mapa de localização dos pontos de monitoramento físico-químico e biológico no mar.

Figura 3.1-3: Mapa de localização dos pontos de monitoramento físico-químico e biológico nos sedimentos de praia.

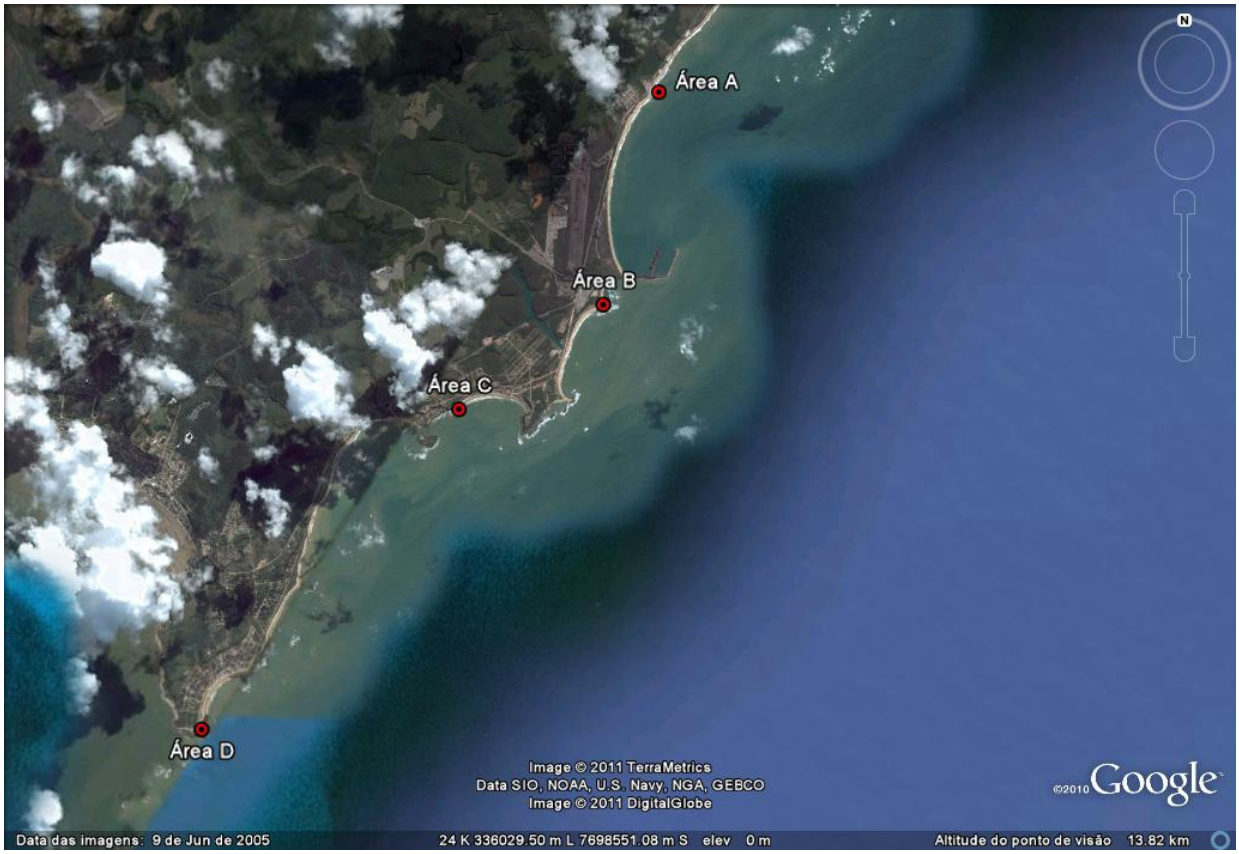

Figura 3.1-4: Mapa de localização dos pontos de monitoramento biológico nos costões de praia.

A Tabela 3.1-1 apresenta as coordenadas dos pontos de monitoramento propostos.

Tabela 3.1-1: Coordenadas dos pontos de monitoramento marinho do Terminal da Ponta de Ubu. (Coordenadas em UTM; Datum WGS 84).

ETAPA	LOCAL	PONTO	X (E)	Y (S)
1) Físico-químico e Biológico	Mar	1	336854	7700557
		2A	335701	7699775
		2B	336367	7699701
		2C	336940	7799642
		3A	335889	7698713
		3B	336968	7698719
		4A	336669	7701347
		4B	337209	7701312
		5A	336543	7702080
		5B	337541	7701961
		6A	334218	7698362
		6B	335537	7696793
		7A	339195	7701196
		7B	338183	7698044

continua

Tabela 3.1-1: Coordenadas dos pontos de monitoramento marinho do Terminal da Ponta de Ubu. (Coordenadas em UTM; Datum WGS 84).

2) Físico-químico e Biológico dos sedimentos de praia	Praia de Mãe-bá	P1	335858	7701188
		P2	335946	7702056
		P3	336392	7702863
	Praia do Além	P4	335640	7700016
		P5	335389	7699568
		P6	335281	7698990
	Praia de Ubu	P7	334769	7698794
		P8	334411	7698913
		P9	334015	7698825
	Praia dos Castelhanos	P10	331657	7696064
		P11	330859	7695110
3) Biológico do Costão de Praia	Praia de Mãe-bá	A	336477	7702889
	Praia do Além	B	335789	7700142
	Praia de Ubu	C	333935	7698764
	Praia dos Castelhanos	D	330656	7694593

Serão adotados sistemas de posicionamento, *Global Position System* (GPS), equipamentos próprios da CEPEMAR, de alta precisão que garantem uma ótima aproximação junto aos pontos de amostragem.

3.2 MATERIAL E MÉTODOS

Todas as etapas de monitoramento descritas a seguir serão executadas trimestralmente. Apenas em caso de acidentes a estratégia amostral (malha amostral, parâmetros indicadores e freqüência das amostragens) poderá mudar conforme a dimensão do acidente. Nesse caso deverão ser aplicados os procedimentos previstos no Plano de Emergência do Terminal Portuário e caberá ao órgão ambiental definir nova estratégia de monitoramento dos impactos decorrentes do acidente.

3.2.1 ETAPA 1 (MONITORAMENTO FÍSICO-QUÍMICO E BIOLÓGICO NO MAR)

♦ ***CONDIÇÕES METEO-OCEANOGRÁFICAS***

A caracterização das condições meteorológicas durante os levantamentos e dos 15 dias que os antecederam serão obtidas a partir de observações feitas em estação meteorológica (dados fornecidos pela Samarco). Serão utilizadas informações sobre direção e velocidade dos ventos e precipitação fornecidos em intervalos de 1 hora.

As condições oceanográficas serão determinadas a partir de informações obtidas pelo Modelo de Ondas Wave-Watch III, rodado pelo INPE, para o Brasil (www.cptec.inpe.br), além de informações visuais registradas *in loco* durante os levantamentos. Também serão utilizados os dados de Marés, fornecida Samarco.

♦ *HIDROGEOQUÍMICA*

▪ Coletas

Visando a determinação da qualidade das águas e dos sedimentos marinhos na região adjacente ao Terminal Marítimo da Ponta de Ubu, será feita a análise de parâmetros físico-químicos e químicos. Essa caracterização se baseará nos critérios estabelecidos na legislação ambiental CONAMA N°357/05 (água) e na CONAMA 344/04 (sedimentos).

As amostras serão coletadas trimestralmente nas 10 (dez) estações amostrais pré-estabelecidas (ver Figura 3.1-2).

In situ serão obitidos os parâmetros físico-químicos que caracterizam a massa d´água, a saber: condutividade, pH, oxigênio dissolvido, salinidade, temperatura e turbidez. As características do equipamento deverão observar os seguintes requisitos mínimos:
.

Tabela 3.2.1-1: Requisitos mínimos dos equipamentos de medição *in situ* dos parâmetros físico-químicos.

PARÂMETROS	AMPLITUDE	ACURÁCIA	RESOLUÇÃO
Temperatura	-5 °C a 50 °C	±0,2 °C	0,01°C
pH	2 a 12	±0,2	0,01
Oxigênio Dissolvido	0 a 50 mg/L	±0,2 mg/L <20 mg/L ±0,6 mg/L >20 mg/L	0,01 mg/L
Condutividade	0 a 100 mS/cm	±1%	0,1 mS/cm
Salinidade	0 a 70 PSS	±1%	0,01 PSS
Turbidez	0 a 1000 NTU	±5%	0,1 NTU <100NTU 1 NTU >100NTU

Como indicadores da qualidade ambiental na influência do Terminal da Ponta de Ubu no mar, foram selecionados os seguintes parâmetros: i) na ***Massa d´água:*** Sólidos suspensos totais, Ferro total, Ferro dissolvido e Óleos e graxas, e ii) nos ***Sedimentos:*** Ferro e Manganês Total, Hidrocarbonetos Poliaromáticos Totais e Granulometria (parâmetro acessório).

As amostras de água para a determinação desses parâmetros serão coletadas com auxílio da garrafa oceanográfica de *Niskin* na superfície (0,20m de profundidade) e próximo ao fundo (a 1m do fundo). As amostras para análise geoquímica dos sedimentos serão obtidas mediante a utilização de uma draga *Van veen* em aço inox. Para cada estação será coletada 1 amostra de sedimento, retirados os 5 centímetros superficiais, os quais serão acondicionados em sacos plásticos, previamente descontaminados, e no menor tempo possível, a amostra será encaminhada ao laboratório para processamento e análise. Em cada amostra serão determinados in situ os parâmetros pH e Eh através de um pHmetro portátil.

Os métodos de análises a serem empregados são descritos na Tabela 3.2.1-2, a seguir.

Tabela 3.2.1-2: Parâmetros e métodos de análises a serem empregados durante o Monitoramento Marinho do Terminal da Ponta de Ubu.

MATRIZ	PARÂMETROS	MÉTODOS
Água	Sólidos Suspensos	Método: 2540-D APHA; AWWA; WEF, 2005
	Ferro Dissolvido	Método: 3120B; AWWA; WEF, 2005
	Ferro Total	Método: 3120B; AWWA; WEF, 2005
	Óleos e Graxas	Método: 5520B ; AWWA; WEF, 2005
Sedimentos	Ferro (Fe)	EPA 3051 + EPA 6010 B
	Manganês (Mn)	EPA 3051 + EPA 6010 B
	Soma dos HPAs	EPA 8270D

- **Tratamento dos Dados**

Após obtidos os registros e resultados das análises dos parâmetros estudados, estes serão tabulados e apresentados graficamente de forma a permitir uma perfeita compreensão dos resultados. Estes dados ainda subsidiarão a interpretação dos resultados obtidos nos outros estudos que compõem este monitoramento.

♦ ***ZOOBENTOS DO SUBSTRATO INCONSOLIDADO***

- **Coletas**

O zoobentos do sedimento será coletado nas estações de amostragem pré-determinadas, através de mergulho autonômo utilizando-se um amostrador quali-quantitativo (corer de 250mm altura x 100mm diâmetro), sendo coletadas 3 amostras por estação, as quais gerarão uma única amostra em cada estação (amostra composta). As amostras de sedimentos serão acondicionadas em sacos plásticos devidamente etiquetados e colocadas em caixas apropriadas para posterior triagem.

Em terra, as amostras de sedimentos serão pesadas em balança calibrada, lavadas utilizando-se uma peneira com malha de 0,5 mm para eliminação por peneiramento da fração menor que 0,5 mm e triagem macroscópica do zoobentos em nível de filo ou classe.

A seguir, os organismos coletados serão fixados em álcool 70%, rotulados com os dados de campo e acondicionados para transporte ao laboratório. Paralelamente os sedimentos que ficarem retidos nas peneiras serão acondicionados em sacos plásticos conservados em álcool a 70% para uma triagem microscópica mais apurada com auxílio de lupa.

- **Tratamento dos Dados**

No laboratório as amostras serão submetidas a uma triagem sob estereomicroscópio Meiji (lupa), para a separação dos organismos existentes em categorias taxonômicas mais amplas (filos e/ou classe).

Posteriormente, os espécimes serão identificados em nível genérico ou específico sempre que possível, utilizando bibliografia especializada.

Os resultados padronizados em quilograma serão obtidos através dos valores médios entre as três replicações e analisados de acordo com os seguintes parâmetros:

A **Densidade animal (DA)** será obtida pela contagem do número de indivíduos por quilograma de sedimento:

$$DA = \frac{1000.NI}{PI}$$

Onde:
NI = número de indivíduos do taxon presente na amostra
PI = peso inicial das amostras

A **Diversidade Taxonômica** foi obtida através do índice de Shannon-Weaver (PIELOU, 1975), utilizando-se a seguinte fórmula:

$$H = -\Sigma pij - logpij$$

Onde, **pij** representa a proporção da espécie i na amostra j.

A **Riqueza de Espécies** será obtida de acordo com o índice de Riqueza de Margalef, utilizando-se a seguinte fórmula:

$$D = (S-1)/log\ N$$

Onde:
D = Riqueza de espécies
S = Número de espécies
N = Número total de indivíduos

A **Abundância Relativa** (AR) de cada taxon será calculada através da seguinte fórmula:

$$AR = \frac{DA(N).100}{DA(T)}$$

Onde:
DA(N) = Densidade animal de cada taxon
DAT = Densidade animal total

O grau de **Similaridade Taxonômica** entre as amostras biológicas será calculado através do índice de similaridade de Morisita (Mod. Horn) para o quantitativo e Sorenson para o qualitativo.

A identificação dos Briozoários, Moluscos, Anelídeos (Polychaeta), Artrópodas (Crustáceos) e Equinodermas coletados, será feita através de consulta à bibliografia especializada.

♦ *GRANULOMETRIA*

▪ Coletas

As amostras serão coletadas através de um busca-fundo tipo *Van-veen* acondicionadas em sacos plásticos etiquetados e encaminhadas ao laboratório da LABMAR para análise.

As amostras, ao chegarem ao laboratório, passarão por procedimentos prévios, que consistem em lavagem, para a retirada dos sais, secagem, quarteamento e pesagem de 50g para a análise granulométrica propriamente dita.

A análise granulométrica dos sedimentos será realizada sem a separação dos componentes bioclásticos das amostras, que muitas vezes constituem o material predominante. Apesar de não quantificados, a presença deste material será observada e apresentada na descrição dos resultados. O processo de peneiramento da amostra consiste na passagem da mesma por um conjunto de peneiras de diferentes aberturas, que são levadas para um equipamento que possui a função de vibrar o conjunto de peneiras durante 15 minutos. Neste processo ocorre um peneiramento de toda a amostra com o aprisionamento de sub-frações de sedimento em cada abertura de malha da peneira correspondente ao seu tamanho.

▪ Tratamento dos Dados

Os sedimentos retidos em cada peneira são retirados e pesados em balança de precisão sendo posteriormente guardados em sacolas plásticas independentes para cada fração granulométrica. Os valores dos pesos são levados para o programa Estatística Básica onde são retirados os valores de média, curtose, assimetria, grau de seleção (desvio padrão).

Para a determinação dos parâmetros estatísticos que caracterizam as distribuições granulométricas será adotada a metodologia proposta por Folk e Ward (1957), onde os valores para o cálculo de tais parâmetros são obtidos através da determinação de percentis a partir da curva granulométrica acumulada traçada em gráfico de probabilidade aritmética.

Os diâmetros dos sedimentos serão expressos em escala fi (ϕ), introduzida por Krumbein (1934), que transforma a progressão geométrica de razão 2, dos intervalos da classes texturais expressas em mm, onde Fi = - $\log_2$mm (Tabela 3.2.1-3) o que representa mais adequadamente a tendência de distribuição log-normal dos sedimentos.

A obtenção dos resultados da classificação granulométrica será realizada com auxílio dos programas estatísticos Anased e Básica, cedido pelo Programa de Geologia Geofísica Marinha (PGGM).

Tabela 3.2.1-3: Intervalos de classes granulométricas estabelecidos por Wentworth (1922).

CLASSIFICAÇÃO	Phi (Φ)	(mm)
Areia muito grossa	-1 a 0	2 a 1
Areia grossa	0 a 1	1 a 0,5
Areia média	1 a 2	0,5 a 0,25
Areia fina	2 a 3	0,25 a 0,125
Areia muito fina	3 a 4	0,125 a 0,062
Silte/Argila	4 a 12	0,062 a 0,0002

3.2.2 ETAPA 2 (MONITORAMENTO FÍSICO-QUÍMICO E BIOLÓGICO DOS SEDIMENTOS DE PRAIA)

Em nove pontos amostrais localizados ao longo das praias de Mãe-bá, Além e de Ubu (3 estações em cada praia; ver Figuras 3.1-3 e 3.1-5), serão coletadas a cada três meses, amostras de areia para determinação dos seguintes parâmetros: Ferro total, Granulometria e Fauna Praial (Macrofauna e Meiofauna).

- **Coletas**

Em cada estação foram definidos 02 pontos de coleta na porção emersa da praia, no médio litoral superior (MS) e médio litoral inferior (MI). Para a coleta da macrofauna será usado um cilindro de de 30 cm de altura e 20 cm de diâmetro, o que representa uma área amostral de 0,04m^2. Em cada ponto serão colhidas 03 réplicas para análise da macrofauna. As amostras serão sempre colocadas em sacos de nylon de 500 micrômetros de abertura de malha e lavadas no local. O sedimento retido será acondicionado em recipientes de plástico, fixado em formol a 10% com água do mar e identificado com rótulos contendo as informações dos pontos de coleta.

O coletor de meiofauna utilizado será um cilindro de PVC com 10 cm de altura e área de 10 cm^2, sendo em cada ponto coletadas 03 réplicas para análise da meiofauna.

As amostras preservadas serão embaladas e enviadas ao laboratório para a triagem dos organismos, com o auxílio de estereomicroscópios (lupas) JENA sob magnificação de até 15 vezes. Os animais serão separados por Filo, acondicionados em frascos devidamente rotulados e os grupos de maior representatividade (Annelida-Polychaeta, Mollusca, Crustacea, Pisces) serão enviados a especialistas para identificação.

No laboratório, a extração da meiofauna será feita com a técnica de flotação com açúcar (ESTEVES *et al*., 1995). Após a extração, a meiofauna será triada e quantificada em grandes grupos (UHLIG, 1968). Os grupos Nematoda e Copepoda serão identificados, quando possível, até o nível de gênero.

Os Copepoda serão colocados em lâminas e dissecados para evidenciar as estruturas utilizadas como caracteres taxonômicos. A identificação será feita com o auxílio de microscopia óptica, utilizando-se bibliografia especializada.

Os Nematoda serão tratados e colocados em lâminas conforme os procedimentos descritos em Platt e Warwick (1983) e Riemann (1988). As lâminas serão estudadas à microscopia óptica, sendo utilizados diferentes aumentos (até 1000 vezes) para observação das estruturas utilizadas como caracteres taxonômicos. A identificação dos Nematoda, até o nível de gênero, será realizada com a utilização da chave pictorial criada por Platt e Warwick (op. cit.) e, recentemente, atualizada por Warwick *et al*. (op. cit.).

Nos mesmos pontos de estudo da fauna praial será coletada uma amostra para análise da concentração de Ferro e Manganês Total e da granulometria dos sedimentos (ver metodologias analíticas e de tratamento dos dados no item 3.2.1 – Hidrogeoquímica e Granulometria).

- **Tratamento dos Dados**

Os dados da macrofauna serão expressos em indivíduos por m^2 e os dados de meio-fauna serão expressos em 10 cm^2. Esses dados serão organizados em tabelas e construídos gráficos de barra e setor para facilitar a visualização dos padrões de composição e abundância. A Abundância Relativa (%) de cada táxon será calculada na base de seu percentual em relação à densidade total.

Serão calculados os seguintes índices biológicos para a fauna (CLARKE & WARWICK, 1994):

– Número de táxons = número médio de táxons (S) encontrados em cada área;

– Densidade = número médio de indivíduos (N) por $1m^2$ em cada estação/área;

– Diversidade = índice de Shannon-Wiener (H'); expresso pela fórmula $\rightarrow$ $H' = -\sum_i p_i(\log_2 p_i)$, onde p_i = proporção da abundância de uma espécie em relação às demais espécies da amostra.

– Equitabilidade = índice de Pielou (J'), expresso pela fórmula $\rightarrow$ $J' = H' / H'_{max.}$

Para complementar, verificar-se-á o grau de similaridade das áreas de coleta/campanhas em relação à sua composição taxonômica, através da análise de ordenação multidimensional (MDS). Esta é uma técnica de ordenação que faz uma apresentação gráfica das amostras (áreas de coleta/campanhas) com base em suas similaridades relativas (CLARKE & WARWICK, 1994). O teste ANOSIM será aplicado para verificar a significância dessa distribuição não aleatória das amostras (= existência real de similaridades) (CLARKE & WARWICK, *op. cit.*).

Os padrões de diversidade/dominância também serão visualizados pelo método gráfico das curvas de K-dominância (CLARKE & WARWICK, 1994).

A análise SIMPER será aplicada para indicar quais as espécies/táxons são mais representativas das similaridades entre os grupos de amostras das campanhas por área.

3.2.3 ETAPA 3 (MONITORAMENTO BIOLÓGICO DOS COSTÕES DE PRAIA)

Visando a caracterização da estrutura biológicas da região de estudo será realizada a análise das comunidades bentônicas de costões rochosos na região de estudo (ver Figuras 3.1-4 e 3.1-5).

Os componentes bentônicos da comunidade local serão estudados através de coletas semestrais, as quais serão sempre realizadas durante marés de sizígia (lua cheia ou nova) para facilitar as amostragens nas faixas inferiores do costão rochoso.

♦ ***FITOBENTOS DO SUBSTRATO CONSOLIDADO***

▪ **Coletas**

Nas três áreas definidas previamente, as amostras quantitativas de fitobentos serão tomadas através de quadrados, a intervalos regulares de 5 m, ao longo de transectos perpendiculares à praia, visando a coleta de dados de freqüência de espécies e biomassa.

Serão utilizados dois tipos de quadrados de amostragem, ambos com 25 cm de lado. O quadrado de amostragem para a tomada de dados de freqüência é dividido em 25 sub-quadrados, com 5 cm de lado. O quadrado de amostragem para a tomada de biomassa, consiste em uma simples moldura, delimitando a área de amostragem vazia, de forma a permitir a raspagem da cobertura vegetal.

O número de quadrados realizados a cada faixa será de no mínimo 5, um número que permite cobrir as diferentes associações entre as espécies e a zonação.
O material coletado será colocado em sacos plásticos, etiquetado e preparado para a triagem ainda em campo. A triagem consistirá da separação de gênero e espécies dentre os organismos coletados. A seguir, o material será lavado com auxílio de peneiras de plástico, para a remoção de sedimentos finos, sendo posteriormente removido o excesso de água, com auxílio de papel absorvente e então pesado. Parte do material será selecionado para estudos taxonômicos, sendo o restante descartado.

O material coletado será fixado em formol diluído a 4%, etiquetado e embalado para transporte ao laboratório.

▪ **Tratamento dos Dados**

No laboratório todo o material será identificado e herborizado, sendo depositado no Herbário Ficológico do Departamento de Botânica (RFA) da UFRJ. A taxonomia das espécies encontradas seguirá a orientação de Wynne (1998), a mais recente atualização nomenclatural de algas marinhas para o Atlântico Sul.

A nomenclatura utilizada, para a delimitação da localização das algas nos costões rochosos, será a adaptada por Paula (1987) do modelo de zonação de Stephenson & Stephenson (1972), ou seja: Zona Mediolitorânea (Inferior e Superior), Margem Infralitorânea e Zona Infralitorânea.

A **Percentagem** de cobertura no estrato superior) será estimada através de amostragem não destrutiva. Para a quantificação será empregada a técnica de intersecção (MEESE & TOMICH, 1992), com 50 pontos de intersecção, plotados aleatoriamente em uma malha de 100 intersecções no interior dos quadrados.

A **Biomassa** será tomada sobre as mesmas áreas estudadas sob a forma de cobertura, através da remoção da cobertura vegetal completa. O material será pesado em uma balança farmacêutica, com precisão de 0,1g.

Os índices ecológicos serão calculados a partir dos dados obtidos.

A **Diversidade** será calculada com base no Índice de Shannon (*H´*) aplicado sobre os dados de percentagem e/ou biomassa, que é expresso pela seguinte equação (MAGURRAN, 2006):

$$H' = -\Sigma(pi).\ln(pi) \quad \text{ou} \quad H' = -\Sigma(ni/N).\ln(ni/N)$$

Onde:
pi = ni/N
ni = abundância de cada espécie
N= total da abundância das espécies.

A Eqüitabilidade do Índice de Shannon (*J´*) é a razão entre a diversidade observada e a diversidade máxima expressa pela seguinte equação:

$$J' = H' / H'max \quad \text{ou} \quad J' = H' / \ln S$$

Onde:
S= número total de táxons
H'max = ln do nº máximo de táxons.

A **Dominância,** probabilidade de dois indivíduos coletados aleatoriamente pertençam a mesma espécie, será calculada com base no Índice de Simpson que é expresso pela seguinte equação:

$$D = \Sigma p_i^{\,2}$$

As associações de espécies mais características e a similaridade entre os pontos de coleta serão avaliadas através de análise multivariada de dois tipos (LEGENDRE & LEGENDRE, 1983): (1) classificação hierárquica aglomerativa (dendrogramas) e/ou escalonamento múltiplo não paramétrico (nMDS), a partir do Programa PRIMER-E Ltda., versão 5.2.4 (2001).

♦ *ZOOBENTOS DO SUBSTRATO CONSOLIDADO*

▪ Coletas

Serão realizados estudos quali-quantitativos nas áreas pré-determinadas. As amostragens qualitativas serão feitas diretamente através de coletas aleatórias manuais. As amostragens quantitativas serão feitas utilizando-se quadrantes de 50 cm de lado, onde será feita inicialmente a raspagem de algas para a obtenção da fauna associada, e depois então, a raspagem completa dos organismos presos ao costão propriamente dito. Sempre que possível, as amostragens abrangerão o maior número de ambientes (normalmente 3) nas várias zonas decorrentes do grau de umectação ocasionados pela variação da maré: Zona Mediolitorânea (Inferior e Superior), Margem Infralitorânea e Zona Infralitorânea.

Após a conclusão das atividades de campo, o material coletado será levado ao laboratório para triagem preliminar a nível de filo ou classe, anestesia em solução de mentol (DITADI, 1987) e fixação em álcool a 70%.

Este material será etiquetado e acondicionado, e então será novamente triado (lupa Meiji e microscópio ausJena), chegando a nível de gênero ou espécie, sempre que possível (com auxílio de chaves de determinação). Além da análise qualitativa será feita a contagem dos indivíduos/taxa e pesagem (balança analítica Mettler) dos organismos encontrados.

Durante a coleta dos quadrantes as rochas menores e as rochas sedimentares porosas que não puderem ser bem examinadas em campo e que tenham possibilidade de abrigar organismos, serão levadas para o laboratório e triadas. A triagem será feita com instrumento óptico de aumento mínimo de 10 vezes.

Em seguida, o material receberá o rótulo final e será então, incorporado às coleções taxonômicas.

▪ Tratamento dos Dados

Inicialmente, será composta a **Listagem Geral das Espécies** encontradas e duas outras listagens, contendo as espécies presentes no fital e no não fital, em cada área de estudo, as quais serão seguidas dos números observados, isto é, da freqüência.

A **Abundância Relativa (AR)** do taxon será calculada através da seguinte fórmula:

$$\mathbf{AR = \frac{DA(N).100}{DA(T)}}$$

Onde:
DA (N) = Densidade Animal de cada taxon
DA (T) = Densidade Animal total

A **Densidade Animal (DA)** será obtida pela contagem do número de indivíduos por m^2, enquanto a **Biomassa** será tomada através da pesagem do zoobentos encontrado por m2. Espécies coloniais como os Zoanthidea, não forem pesados nem enumerados, mas

notificados qualitativamente em suas respectivas áreas de coleta, receberão 1 “ok” a cada vez que apareça em um quadrante.

A **Diversidade Taxonômica** será baseada no Índice de Shannon-Weaver (PIELOU, 1975), utilizando-se a seguinte fórmula:

$$H = \Sigma(ni/N).\log_2(ni/N)$$

Onde:
ni = número de indivíduos da espécie i
N = número total de indivíduos

A fim de auxiliar a interpretação dos resultados de diversidade será calculada a **Dominância de Shannon - Weaver**, utilizando-se a seguinte fórmula:

$$D = 1 - E$$

Onde:

$$E = \frac{\text{Ind.Shannon-Weaver}}{\text{Log(n.taxa)}}$$

O grau de Similaridade das amostras será calculado através do coeficiente de Morisita (modificado por HORN, 1966), usando-se o programa FITOPAC (Coef., versão 1.5) da UNICAMP. Os resultados serão apresentados na forma de dendrogramas, obtidos através do cálculo de similaridade da matriz das áreas tomadas duas a duas.

4
Produtos

A cada campanha serão entregues ao órgão ambiental, num prazo de 75 dias, relatórios consolidados, com o seguinte conteúdo mínimo:

1) Indicação da malha amostral em mapa georeferenciado e tabela de coordenadas;
2) Breve descritivo das condições de coleta (maré e condições meteoceanográficas)
3) Metodologias de coleta e analítica
4) Resultados em forma de planilhas, gráficos e conteúdo descritivo, sempre que possível comparando aos limites legais e aplicando análise estatística ao conjunto dos dados;
5) Conclusões.

5

Equipe Técnica Responsável pelo Programa de Monitoramento

♦ *RESPONSÁVEIS TÉCNICOS*

Profissional	Marcelo Poças Travassos
Formação	Oceanógrafo, MSc.

6
Referências Bibliográficas

CEPEMAR, 2009. **Área de Influência do Terminal Marítimo Privativo da Ponta de Ubu na Região Marinha**. SAMARCO. CPM RT 428/09, 56p.

CLARKE, K.R. & WARWICK, R.M., 1994. **Change in marine communities: An Approach to Statistical Analysis and Interpretation.** *Plymouth Marine Laboratory*, 144p.

DITADI, A. S. S. 1987. **Manual de Técnicas para Preparação de Coleções Zoológicas: Echinodermata***.* Sociedade Brasileira de Zoologia, Campinas São Paulo.

ESTEVES, A. M.; ABSALÃO, R. S. & SILVA, V. M. A. P., 1995.**Padronização e avaliação da eficiência da técnica de flotação na extração da meiofauna em uma praia de areia grossa (Praia Vermelha, RJ).** *Publicação Especial do Instituto Oceanográfico,* São Paulo 11: 223-227.

FOLK, R. & WARD, W., 1957. **Brazos river bar. A study in the significance of grain size parameters**. Jour. Sed. Petrol. 27(1):3-26.

FRONTIER, S. 1983. **Stratégies D' Echantillonage em Ecologia**. Colletion D'Ecologie, 17,494p.

HORN, E.J. 1966. **Measurement of "Overlap" in Comparative Ecological Studies**. The American Naturalist, 100: 419-424.

KRUMBEIN W.C. 1934. **Statistic models in sedimentology**. Sedimentology 10:7-23.

LEGENDRE, K. & LEGENDRE, P. 1983. **Numerical ecology.** New York, Elsevier Scient. Publ., 419p.

MAGURRAN, A. E. 2006. **Measuring biological diversity**. Blackwell Publishing. 256p.

MEESE, R.J. & TOMICH, P.A. 1992. **Dots on the rocks: a comparison of percent cover estimation methods**. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology 165 (1): 59-73

PAULA, E. J. de 1987. **Zonação nos costões rochosos região entre marés**. In: I Simpósio de Ecossistemas da Costa Sul e Sudeste Brasileira. Vol. I: 266 - 288.

PIELOU, E.C. 1975. **Ecological diversity**. John Wiley & Sons., New York, 165 pp.

PLATT, H.M. & WARWICK, R.M. 1983. **Free-living marine nematodes. Part 1.** *British Enoplids***.** *Cambridge University Press,* 307p.

RIEMANN, F. 1988. **Nematoda.** In: Higgins, R.P. & Thiel, H. (eds), *Introduction to the Study of Meiofauna*. Smithsonian Institution Press, Washington D.C., p. 293-299.

UHLIG, G. 1968. **Quantitative methods in the study of interstitial meiofauna.** *Transactions of American Microscopic Society,* Vol. 87(2): 226-232.

WARWICK, R. M.; PLATT, H. M. & SOMERFIELD, P. J. 1998. **Free-living marine nematodes. Part 3. British Monohysterid.** *The Linnean Society of London and The Estuarine and Coastal Sciences Association*, London, 296p. 1998.

WYNNE, M.J., 1998. A **checklist of benthic marine algae of the tropical and sub tropical western Atlantic: first revision**. Nova Hedwigia 116.115p.