

**Sistema de Proteção Costeira da Orla de Itapema**  
**Fixação das Barras do Rio Perequê, Rio Bela Cruz e Rio**  
**Taboleiro das Oliveiras**

**RELATÓRIO TÉCNICO - PROJETO BÁSICO**

Elaboração:



Projeto Básico | Maio/2016

---

RT-ALL-IT-01-PC-001-REV00

# SISTEMA DE PROTEÇÃO COSTEIRA – ORLA DE ITAPEMA

## Fixação das Barras do Rio Perequê, Rio Bela Cruz e Rio Taboleiro das Oliveiras

ALLEANZA PROJETOS E CONSULTORIA LTDA EPP

CONTRATO AMFRI - Nº 004/2015

OBJETO DO COTRATO: Projeto básico para estruturas de Fixação das Embocaduras dos Rios Perequê, Bela Cruz, Rio Taboleiro das Oliveiras e das Estruturas de Proteção da Marina do Canto da Praia

Responsáveis Técnicos: Arquiteto e Urbanista Sérgio Guilherme Gollnick – CAU SC Nº A8097-7  
Engenheira Civil Daysi Nass dos Santos – CREA SC Nº 055522-3

### ÍNDICE DE REVISÕES

REV	DESCRIÇÃO E/OU FOLHAS ATINGIDAS
00	Emissão Inicial

|

**ÍNDICE**

<b>1</b>	<b>APRESENTAÇÃO</b>	<b>7</b>
<b>2</b>	<b>JUSTIFICATIVA</b>	<b>7</b>
<b>3</b>	<b>ÁREA DE INTERVENÇÃO</b>	<b>8</b>
<b>4</b>	<b>DESCRIÇÃO DA OBRA E ARRANJO GERAL</b>	<b>11</b>
<b>5</b>	<b>ESTUDOS GEOLÓGICOS E HIDRÁULICOS</b>	<b>12</b>
5.1	REDE GEOGRÁFICA	12
5.2	ESTUDOS GEOTÉCNICOS	13
5.3	CARACTERÍSTICAS HIDRODINÂMICAS, MARÉS E CORRENTES	13
5.4	DEFINIÇÃO DA ONDA DE PROJETO	14
5.5	ESTUDO HIDROLÓGICO	15
<b>6</b>	<b>DIMENSIONAMENTO DAS ESTRUTURAS DE CONTENÇÃO</b>	<b>15</b>
6.1	GEOMETRIA DA SEÇÃO	15
6.2	PESO DOS BLOCOS DA ESTRUTURA	16
6.3	LARGURA DA CRISTA	17
6.4	PESO DO ENROCAMENTO DA CAMADA INFERIOR	18
6.5	PESO DO ENROCAMENTO DO NÚCLEO	18
6.6	CAMADA DE PROTEÇÃO DE FUNDO	18
6.7	VERIFICAÇÃO DO PESO PARA PROTEÇÃO CONTRA AS CORRENTES	19
6.8	ESPESSURA DAS CAMADAS DA ESTRUTURA	19
6.9	BERMA DE ESTABILIDADE DA CAMADA DE ARMADURA	20
6.10	RESUMO DO DIMENSIONAMENTO	20
6.11	ESTABILIDADE GLOBAL	21
<b>7</b>	<b>ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS – OBRAS DOS MOLHES</b>	<b>24</b>

# SISTEMA DE PROTEÇÃO COSTEIRA – ORLA DE ITAPEMA

## Fixação das Barras do Rio Perequê, Rio Bela Cruz e Rio Taboleiro das Oliveiras

<b>7.1</b>	<b>SERVIÇOS PRELIMINARES</b>	<b>24</b>
7.1.1	ABRIGO PROVISÓRIO	24
7.1.2	PLACA DE OBRA	24
7.1.3	SINALIZAÇÃO DE SEGURANÇA	25
7.1.4	MOBILIZAÇÃO E DESMOBILIZAÇÃO DE EQUIPAMENTOS	25
7.1.5	LIMPEZA MECANIZADA DE TERRENO	25
7.1.6	MANUTENÇÃO E CONSERVAÇÃO DA ESTRADA DE SERVIÇO	26
7.1.7	LOCAÇÃO E CONTROLE GEOMÉTRICO DA OBRA	27
<b>7.2</b>	<b>MOLHE DE ENROCAMENTO</b>	<b>28</b>
7.2.1	MOVIMENTAÇÃO DE TERRA	28
7.2.2	ENROCAMENTO	29
7.2.3	GEOTÊXTIL	30
7.2.4	PAVIMENTAÇÃO	30
<b>7.3</b>	<b>CONFORMAÇÃO DE FUNDO DO CANAL</b>	<b>33</b>
7.3.1	ESCAVAÇÃO MECÂNICA DE MATERIAL DE 1ª CATEGORIA COM ESCAVADEIRA HIDRÁULICA SOBRE FLUTUANTE	33
7.3.2	ESCAVAÇÃO MECÂNICA DE MATERIAL DE 2ª CATEGORIA COM ESCAVADEIRA HIDRÁULICA SOBRE FLUTUANTE	34
7.3.3	MOVIMENTAÇÃO E ESPALHAMENTO DE MATERIAL COM TRATOR DE ESTEIRAS	34
<b>8</b>	<b>ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS - OBRAS DE ENGORDAMENTO DA PRAIA – ATERRO HIDRÁULICO</b>	<b>35</b>
<b>8.1</b>	<b>SERVIÇOS PRELIMINARES</b>	<b>35</b>
<b>8.1.6.</b>	<b>ACOMPANHAMENTO BATIMÉTRICO DE MODO CONTÍNUO COM ECOBATÍMETRO E POSICIONAMENTO COM GPS, E TOPOGRÁFICO</b>	<b>35</b>
<b>1.1</b>	<b>MOBILIZAÇÃO E DESMOBILIZAÇÃO DE EQUIPAMENTOS</b>	<b>36</b>
<b>1.2</b>	<b>OBRAS DE ENGORDAMENTO E RECUPERAÇÃO DA PRAIA</b>	<b>36</b>
1.2.1	DRAGAGEM DE AREIA MÉDIA COM DRAGA AUTOTRANSPORTADORA TIPO HOPPER.	36
1.2.2	ESPALHAMENTO DE MATERIAL DE 1A CATEGORIA COM TRATOR DE ESTEIRA E AUXÍLIO DE ESCAVADEIRA HIDRÁULICA	42
<b>9</b>	<b>REFERÊNCIAS CONSULTADAS</b>	<b>43</b>
<b>10</b>	<b>ANEXOS</b>	<b>44</b>

## **SISTEMA DE PROTEÇÃO COSTEIRA – ORLA DE ITAPEMA**

### **Fixação das Barras do Rio Perequê, Rio Bela Cruz e Rio Taboleiro das Oliveiras**

#### **10.1 MONOGRAFIAS DOS MARCOS GEODÉSICOS DE APOIO AO LEVANTAMENTO**

**TOPOBATIMÉTRICO 44**

**10.2 ESTUDOS COMO SUPORTE AO PROJETO EXECUTIVO DO SISTEMA INTEGRADO DE PROTEÇÃO DA MEIA PRAIA - ANÁLISE DAS CONDIÇÕES DE ONDAS E ESTABILIDADE DA LINHA DE COSTA 44**

**10.3 RELATÓRIO DE COLETA DE SEDIMENTOS 44**

### 1 APRESENTAÇÃO

O presente estudo tem por finalidade a apresentação do Projeto Básico do Sistema de Proteção Costeira da orla de Itapema, composto nesta primeira etapa pela Fixação das Barras dos Rios Perequê Bela Cruz e Rio Taboleiro das Oliveiras.

Para fixação das barras dos rios propõe-se a utilização de molhes (ou guias correntes) de enrocamento de pedras.

A função essencial de uma estrutura de proteção ou molhes de um porto é proteger os acessos, as zonas de manobras e as obras interiores contra a ação das ondas procedentes de águas profundas. Um guia corrente é uma configuração semelhante a um molhe que escala dentro de um corpo de água para dirigir e enclausurar uma corrente ou fluxo de um rio e da maré para uma área determinada e evitar que o sedimento do litoral assoreie o canal. Os guias correntes se localizam na desembocadura de um Rio, boca de lagoa ou boca de um estuário, com o fim de ajudar a aprofundar o canal de navegação ao provocar o transporte de material sedimentar para águas profundas.

Os estudos consideram os elementos de projeto, levantamentos topo-batimétricos atualizados, análises de caracterização do solo, tipologia das embarcações a serem operadas, estruturas de fixação, e tempos de execução.

### 2 JUSTIFICATIVA

Sistema de proteção costeira são usados para manter ou reconstruir sistemas naturais (falésias, dunas, zonas húmidas, e praias) ou para proteger edifícios, infraestrutura, etc. em direção à terra da linha de costa. Um objetivo secundário é avaliar as muitas limitações que irão influenciar o desenho final.

As principais preocupações para proteção do litoral são a redução de danos de tempestades costeiras, que podem ser geradas através de dois mecanismos:

- (a) Inundações costeiras. Tempestades tropicais (furacões) produzem níveis de água elevados, (impulso de tempestade) que inundam e provocam danos às áreas costeiras. Tempestades extratropicais também causam danos pela inundações, prejudicando o tráfego, serviços médicos, a vida normal, produzindo impactos sociais e econômicos.
- (b) Elevação das ondas. Níveis elevados de água também trazem a energia das ondas e danificam a área costeira, podendo provocar danos em marinas, cais, e demais infraestruturas costeiras.

Além da redução de danos, a mitigação da erosão costeira também é uma das propostas dos sistemas de proteção costeira. Tempestades criam a curto prazo eventos erosivos.

A recuperação natural após as flutuações sazonais de tempestades pode não estar em equilíbrio, produzindo erosão a longo prazo. Projetos de proteção costeira também agem para moderar a taxa de erosão média de longo prazo que provoca uma mudança no litoral ocasionada a partir de

## SISTEMA DE PROTEÇÃO COSTEIRA – ORLA DE ITAPEMA

### Fixação das Barras do Rio Perequê, Rio Bela Cruz e Rio Taboleiro das Oliveiras

causas naturais ou provocadas pelo homem. Redução de erosão significa uma ampliação na zona que amortece o sedimento entre a terra e o mar. E, conseqüentemente, a mitigação da erosão se traduz em redução de danos causados por tempestades, inundações e ataque de ondas.

Uma redução nos níveis potenciais de inundação e erosão, ou seja, mitigação, significa o benefício da redução de danos causados por tempestades e da necessidade de conceber estruturas baseando-se no risco, uma vez que não é possível controlar a natureza e há sempre chance de uma tempestade maior do que a prevista na concepção do projeto.

Não menos importante, há que se pensar na restauração do ecossistema, dos recursos ambientais perdidos, orientando a concepção do projeto também para questões ambientais, econômicas e institucionais.

### 3 ÁREA DE INTERVENÇÃO

A área de intervenção para a execução do sistema de proteção costeira da orla de Itapema, possui uma extensão total de 7km, compreendendo a orla do canto da praia até o Rio Perequê.

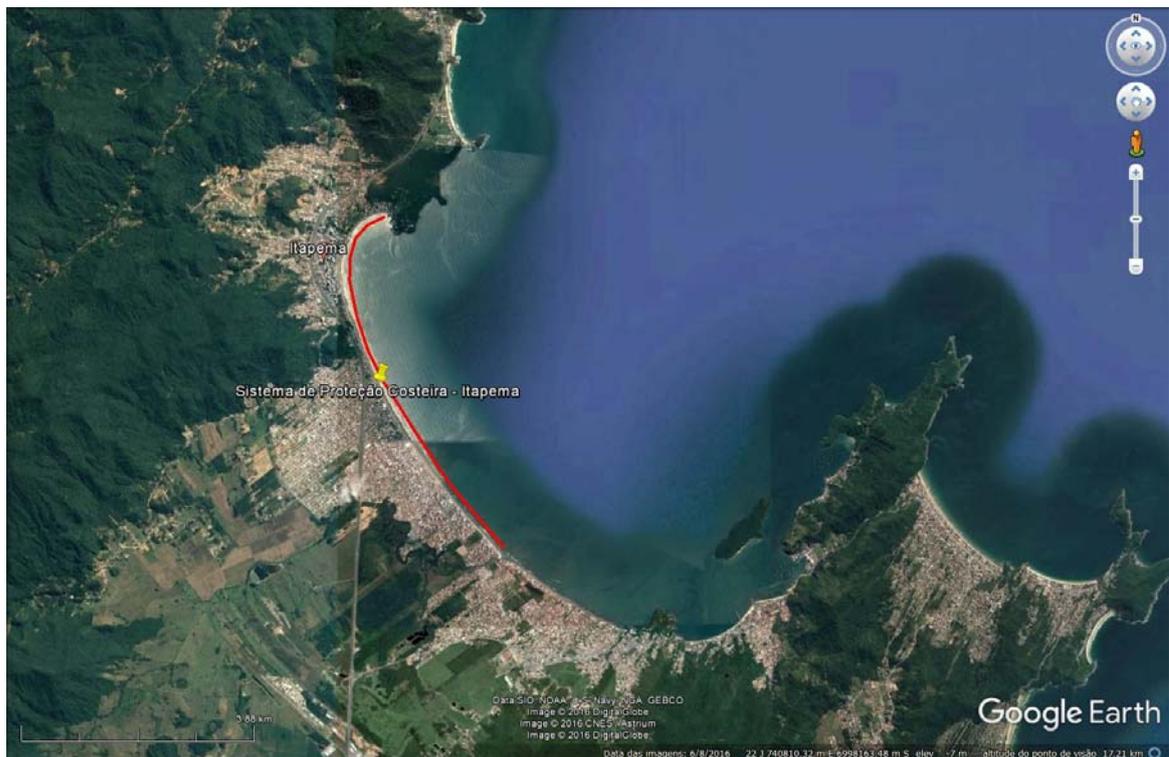


Figura 1 – Vista atual da área de intervenção

**SISTEMA DE PROTEÇÃO COSTEIRA – ORLA DE ITAPEMA**  
**Fixação das Barras do Rio Perequê, Rio Bela Cruz e Rio Taboleiro das Oliveiras**



**Foto 1 - Vista atual da área de intervenção – Canto da Praia**



**Foto 2 - Vista atual da área de intervenção – Após o Canto da Praia**



**Foto 3 - Vista atual da área de intervenção – Rio Bela Cruz**

**SISTEMA DE PROTEÇÃO COSTEIRA – ORLA DE ITAPEMA**  
**Fixação das Barras do Rio Perequê, Rio Bela Cruz e Rio Taboleiro das Oliveiras**



**Foto 4 - Vista atual da área de intervenção – Rio Bela Cruz**



**Foto 5 - Vista atual da área de intervenção – após o Rio Bela Cruz**



**Foto 6 - Vista atual da área de intervenção – Rio Taboleiro das Oliveiras**



**Foto 7 - Vista atual da área de intervenção – Rio Perequê**

#### **4 DESCRIÇÃO DA OBRA E ARRANJO GERAL**

Uma das alternativas escolhidas para a proteção, estabilização da orla costeira e mitigação da erosão, será a construção de molhes para fixação das desembocaduras dos Rios, Perequê e Bela Cruz, além de um córrego próximo à Rua 165, chamado de canal do morretes.

O desenho funcional das estruturas é baseado no conhecimento empírico, tendo como fatores chave a largura da praia (ou volume praial) e os processos de transporte de sedimentos, naturais do local, conforme modelagem hidrodinâmica.

A geometria da obra da estrutura de proteção (molhe) seguiu o estudo inicial utilizado para a modelagem realizada.

## Fixação das Barras do Rio Perequê, Rio Bela Cruz e Rio Taboleiro das Oliveiras

A obra será constituída pela fixação das barras dos Rios Bela Cruz, Taboleiro das Oliveiras e Perequê (molhe norte) através da implantação de molhe, com extensão variável para cada um deles, 5,00 de largura de crista e cota superior de +3,50m DHN, dimensionado para suportar o impacto das correntes normais de maré.

A conformação de fundo dos canais formados pelo molhe será realizada com declividade até cota -2,00m DHN.

A profundidade ativa da praia,  $d_a$ , definida como a profundidade limite acima da qual o sedimento no leito do mar pode ser mobilizado pela ação de ondas e correntes, é de aproximadamente 2,0 m. Esta profundidade é muito importante na definição do comprimento do guia-correntes. Se a profundidade em frente aos guia-correntes é menor que a profundidade ativa da praia, existe o risco de acumulação de areia transportada pelas ondas e correntes litorâneas, na foz do Rio. Para diminuir o risco de tal acumulação pode ser considerado um prolongamento do guia-correntes até a profundidade ativa de praia.

## 5 ESTUDOS GEOLÓGICOS E HIDRÁULICOS

### 5.1 Rede Geográfica

As profundidades do levantamento topobatimétrico, foram reduzidas para o RN do marégrafo de Porto Belo (DHN), localizado na ponte de atracação da cidade, coordenadas 27°9,4' S e 48° 33,3' W.

Os dados técnicos do levantamento topobatimétrico são apresentados na figura a seguir.

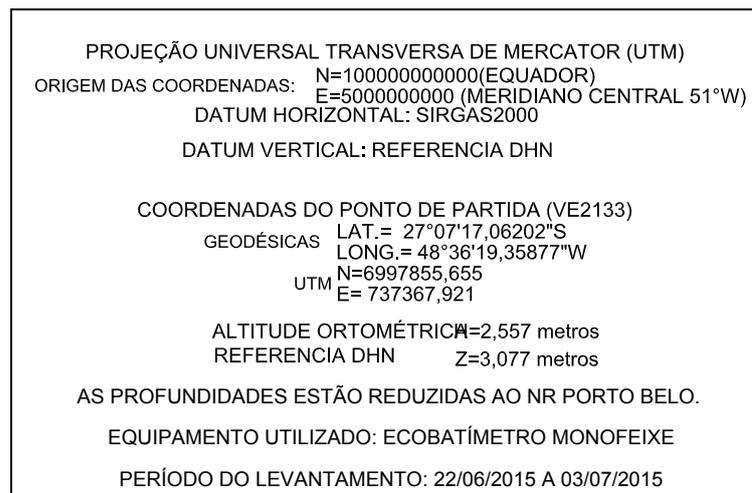


Figura 2 – Dados técnicos do levantamento topobatimétrico. Fonte: ALZ-ITP-LT-BAT-01-01

O zero hidrográfico, utilizado neste levantamento, NR do marégrafo de Penha é definido pelo nível médio das baixamares de sizígia de um dado local sendo utilizado na navegação e em todos os levantamentos hidrográficos. Assim sendo o valor do zero hidrográfico não é absoluto, mas sim relativo

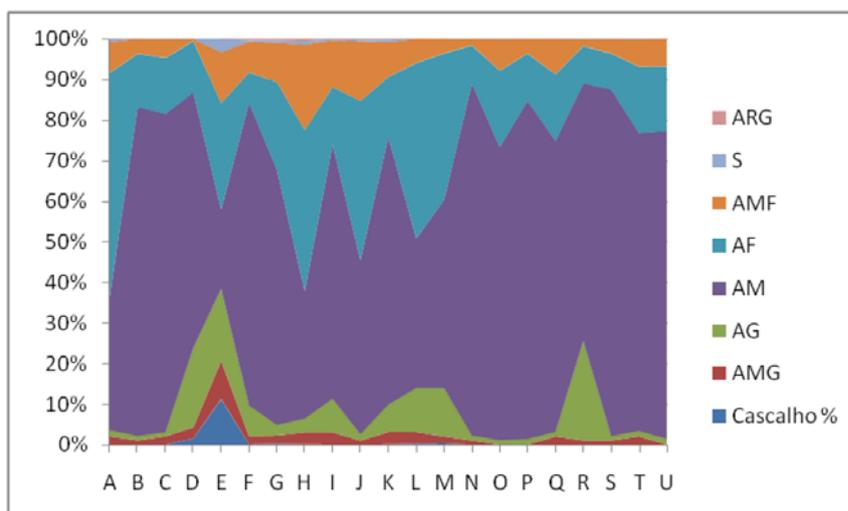
## Fixação das Barras do Rio Perequê, Rio Bela Cruz e Rio Taboleiro das Oliveiras

a um dado local e, portanto, cada carta náutica apresenta o valor do zero hidrográfico correspondente. O engenheiro costeiro.

A referência de nível Zero IBGE, definido pelo *datum* geodésico do país e que nivela todas as cotas terrestres, está referenciada como

### 5.2 Estudos geotécnicos

De acordo com os estudos realizados, os sedimentos da área de intervenção podem ser classificados como areia fina a muito fina.



Obs.: AMG = Areia muito grossa AG = Areia grossa AM = Areia média AF = Areia fina AMF = Areia muito fina.

Figura 3 - Representação dos valores granulométricos do sedimento de Itapema – SC. Fonte: INOVA

### 5.3 Características hidrodinâmicas, marés e correntes

O regime de maré astronômica regional é caracterizado como de micromarés misto com predominância semi-diurna, com variação de 0,8 a 1,2m. Estudos mostram que a influência de fatores meteorológicos é bastante importante, podendo provocar sobrelevações do nível do mar na ordem de 0,8m em relação à maré astronômica.

De acordo com Schettini e Trucocolo, é comum na região a predominância de ventos do quadrante norte, o que influencia a ocorrência de maré meteorológica, tanto negativa quanto positiva, aumentando até um metro os valores de maré astronômica.

As imagens abaixo apresentam as informações maregráficas das estações de referência de Porto Belo, que serviu como base para definição da RN da batimetria.

# SISTEMA DE PROTEÇÃO COSTEIRA – ORLA DE ITAPEMA

## Fixação das Barras do Rio Perequê, Rio Bela Cruz e Rio Taboleiro das Oliveiras

FEMAR-FUNDAÇÃO DE ESTUDOS DO MAR *Catálogo de Estações Maregráficas Brasileiras*

Nome da Estação :		PORTO BELO – SC			
Localização :		Na ponte de atracação da cidade			
Organ. Responsável :		DHN			
Latitude :		27° 09,4' S	Longitude :		48° 33,3' W
Período Analisado :		24/11/38 a 22/12/38	N° de Componentes :		9
Análise Harmônica :		Método Doodson			
Classificação :		Maré Mista			
Estabelecimento do Porto: (HWF&C)		1 H 42 min	Nível Médio (Zo):		52 cm acima do NR.
Média das Preamares Superiores (MHHW) :		98 cm acima do NR.	Média das Preamares Inferiores (MLHW) :		79 cm acima do NR.
Média das Baixa-mares Superiores (MHLW) :		21 cm acima do NR.	Média das Baixa-mares Inferiores (MLLW) :		10 cm acima do NR.
<b>CONSTANTES HARMÔNICAS SELECIONADAS</b>					
Componentes	Semi-amplitude (H) cm	Fase (g) graus (°)	Componentes	Semi-amplitude (H) cm	Fase (g) graus (°)
Sa	-	-	MU <sub>2</sub>	-	-
Ssa	-	-	N <sub>2</sub>	3,9	143
Mm	-	-	NU <sub>2</sub>	-	-
Mf	-	-	M <sub>2</sub>	21,7	059
MTM	-	-	L <sub>2</sub>	-	-
Msf	-	-	T <sub>2</sub>	-	-
Q <sub>1</sub>	-	-	S <sub>2</sub>	14,8	057
O <sub>1</sub>	9,7	073	K <sub>2</sub>	4,0	057
M <sub>1</sub>	-	-	MO <sub>3</sub>	-	-
P <sub>1</sub>	1,9	142	M <sub>3</sub>	-	-
K <sub>1</sub>	5,8	142	MK <sub>3</sub>	-	-
J <sub>1</sub>	-	-	MN <sub>4</sub>	-	-
OO <sub>1</sub>	-	-	M <sub>4</sub>	6,0	083
MNS <sub>2</sub>	-	-	SN <sub>4</sub>	-	-
2N <sub>2</sub>	-	-	MS <sub>4</sub>	1,5	140
Referências de Nível: RN situada na soleira da porta da Igreja de Porto Belo .					
Obs: Outros Períodos: 12/11/38 a 22/12/38					

Código BND0: 60240

- 265 -

Figura 4 - Informações das estações maregráficas de Porto belo. Fonte: FEMAR

### 5.4 Definição da onda de projeto

A obtenção da onda de projeto é uma das etapas mais importantes a ser cumprida na fase de dimensionamento dos molhes de fixação das desembocaduras dos Rios Perequê, Bela Cruz e canal da orla do Morretes. Esta informação será utilizada para definir as características que formarão a estrutura de cada um dos molhes, tais como peso das pedras e espessura de cada uma das camadas, além da cota de coroamento de cada um dos molhes.

O procedimento adotado para obtenção da onda de projeto está descrito no Estudo de suporte ao Projeto Executivo do Sistema Integrado de Proteção da Meia Praia - Análise das condições de ondas e estabilidade da linha de costa.

As ondas obtidas próximas à costa foram utilizadas para calcular a variação estatística da altura de onda na profundidade de 4m na área da marina e nas proximidades da foz do Rio Perequê.

### Fixação das Barras do Rio Perequê, Rio Bela Cruz e Rio Taboleiro das Oliveiras

Os resultados mostram que ao longo da batimétrica de 4m a altura de onda com um período de retorno de 1 ano é de aproximadamente 1,7m na foz do Rio Perequê e 2,1m na área da marina. Similarmente, para um período de 100 anos, a alturas de onda foram estimadas em 2,3m e 2,8m, respectivamente.

Sendo assim, para o projeto das estruturas dos molhes foram adotadas as seguintes ondas de projeto:

Foz dos Rios – 2,3 m

Área da Marina – 2,8 m

#### 5.5 Estudo Hidrológico

O objetivo deste estudo é viabilizar soluções para minimizar as inundações causadas pelos eventos hidrológicos mais recentes, a partir de um diagnóstico expedito da situação atual dos problemas que ocorrem no Município de Itapema, especificamente nos pontos mais a jusante (desembocadura) dos Rios que desaguam na Orla de Itapema:

Rio Perequê

Rio Bela Cruz

Canal da Orla do Morretes.

### 6 DIMENSIONAMENTO DAS ESTRUTURAS DE CONTENÇÃO

Estruturas de enrocamento, conhecidas como guias-correntes ou molhes, são estruturas costeiras de seção transversal trapezoidal, que constituem um obstáculo à propagação normal da agitação das ondas, permitindo a quebra da sua energia. O mecanismo de quebra está relacionado com a percolação no seu interior e com a arrebentação da agitação no próprio talude.

Estas estruturas são constituídas por uma camada resistente, que deverá ser dimensionada para resistir à ação das ondas, por filtros de enrocamento e por um núcleo, de enrocamento com dimensões variáveis.

Neste projeto serão utilizados blocos de pedras naturais para composição da estrutura, devido à existência de pedreiras próximas ao local da obra.

Serão levantados os dados necessários, como altura de onda de projeto, locação dos eixos das estruturas de contenção.

#### 6.1 Geometria da seção

Para as estruturas de proteção da marina, a cota da crista será calculada considerando no mínimo 5/4 da altura da onda sobre o nível da preamar, ou seja 5/4 de 2,8m (onda de projeto) + 0,98m (MHHW), resultando na cota da crista de +4,5m DHN.

### Fixação das Barras do Rio Perequê, Rio Bela Cruz e Rio Taboleiro das Oliveiras

Para as estruturas dos molhes do rio Perequê, Bela Cruz e Canal da orla do Morretes, a cota da crista será calculada considerando no mínimo 5/4 da altura da onda sobre o nível médio, ou seja 5/4 de 2,3m (onda de projeto) + 0,52m (NM), resultando na cota da crista de +3,5m DHN.

Seguindo as recomendações do *Shore Protection Manual* (SPM,1984), a seção transversal tipo adotada será trapezoidal composta por uma camada de armadura principal, uma segunda camada com 1/10 do peso da armadura principal para melhor travamento desta armadura, o núcleo será composto por pedras de 1/200 do peso da armadura principal. Uma berma de cada lado, para auxiliar na estabilidade do talude e proteger a armadura principal, com 1/200 do peso da armadura principal.

Ainda de acordo com o *Shore Protection Manual* (SPM,1984), os taludes de enrocamento podem variar na ordem de 1:1,5 a 1:3 (V:H), de acordo com o material empregado, mantendo o talude o mais acentuado possível, dentro das características do material empregado, de modo a obter a máxima economia.

Para o molhe de proteção da marina, a inclinação adotada, após algumas análises devido as ondas de projeto, foi adotada a inclinação de 1:2 (V:H) nas estruturas dos molhes dos rios e de proteção transversal da marina e 1:3 (V:H) no lado de arrebentação do molhe de proteção longitudinal da marina.

#### 6.2 Peso dos blocos da estrutura

O dimensionamento será feito seguindo a Teoria de Hudson e Jackson (SPM,1984), seguindo a seguinte fórmula:

$$W = \frac{w_r \times H^3}{k_D \times (S_r - 1)^3 \times \cot \alpha}$$

Onde:

W = peso dos blocos de enrocamento da camada, (t);

$w_r$  = peso específico dos blocos de enrocamento, (mínimo 2,65 t/m<sup>3</sup>);

H = altura da onda de projeto (m);

$k_D$  = coeficiente dependente da forma e dos tipos de bloco de enrocamento;

$S_r$  = razão entre o peso específico dos blocos de enrocamento e o peso específico da água do mar;

$\alpha$  = ângulo de inclinação do talude.

# SISTEMA DE PROTEÇÃO COSTEIRA – ORLA DE ITAPEMA

## Fixação das Barras do Rio Perequê, Rio Bela Cruz e Rio Taboleiro das Oliveiras

Tabela 1-Sugestão de valores KD para o uso no dimensionamento das unidades de armadura. Coeficientes para não haver dano e evitar o galgamento. Fonte: Adaptado de SPM,1984.

Unidades de Armadura	N(3)	Colocação	Tronco da estrutura		Cabeço da estrutura		
			KD(2)		KD		inclinação
			Arrebentação	Ondulação	Arrebentação	Ondulação	cot θ
Enrocamento							
Liso Arredondado	2	Aleatória	1,2	2,4	1,1	1,9	1,5 a 3,0
Liso Arredondado	>3	Aleatória	1,6	3,2	1,4	2,3	(5)
Rugoso Angular	1	Aleatória(4)	(4)	2,9	(4)	2,3	(5)
					1,9	3,2	1,5
Rugoso Angular	2	Aleatória	2,0	4,0	1,6	2,8	2,0
					1,3	2,3	3,0
Rugoso Angular	>3	Aleatória	2,2	4,5	2,1	4,2	(5)
Rugoso Angular	2	Especial (6)	5,8	7,0	5,3	6,4	(5)
Paralelepípedo (7)	2	Especial (1)	7,0 – 20,0	8,5 – 24,0	--	--	(5)
Tetrápodo e Quadrípodo	2	Aleatória	7,0	8,0	5,0	6,0	1,5
					4,5	5,5	2,0
					3,5	4,0	3,0
Tribar	2	Aleatória	9,0	10,0	8,3	9,0	1,5
					7,8	8,5	2,0
					6,0	6,5	3,0
Dolos	2	Aleatória	15,8	31,8	8,0	16,0	2,0(8)
					7,0	14,0	3,0
Cubo modificado	2	Aleatória	6,5	7,5	---	5,0	(5)
Hexápodo	2	Aleatória	8,0	9,5	5,0	7,0	(5)
Tribar	1	Uniforme	12,0	15,0	7,5	9,5	(5)
Toskane	2	Aleatória	11,0	22,0	---	---	(5)
Enrocamento(K <sub>RR</sub> )	-	Aleatória	2,2	2,5			
Angular Graduado							

As pedras da armadura principal poderão variar entre 125% a 75% do peso calculado W, sendo que 50 % das pedras deverão ser maiores que W.

### 6.3 Largura da Crista

A largura mínima para a crista igualar a largura combinada de três unidades de armadura (n=3), será dada pela fórmula:

$$B = n \times k_{\Delta} \times \left(\frac{W}{w_r}\right)^{1/3}$$

Onde:

B = largura da crista, em metros;

n = número de blocos de enrocamento para largura da crista (mínimo de 3);

k<sub>Δ</sub> = coeficiente de forma que depende do tipo dos blocos empregados na armadura da estrutura;

# SISTEMA DE PROTEÇÃO COSTEIRA – ORLA DE ITAPEMA

## Fixação das Barras do Rio Perequê, Rio Bela Cruz e Rio Taboleiro das Oliveiras

$W$  = peso dos blocos de enrocamento empregados na armadura da estrutura, em toneladas;

$w_r$  = peso específico dos blocos de enrocamento, em  $t/m^3$ .

Para a determinação do coeficiente de forma  $k_{\Delta}$ , será considerado enrocamento de pedra natural, angular, com número de camadas maior que 2, assumindo assim o valor de 1,00.

Tabela 2 - Coeficiente de Forma e Porosidade para Várias Unidades de Armadura. Fonte: Adaptado de SPM,1984.

Unidade de Armadura	n	Disposição dos Blocos	Coeficiente de Forma $k_{\Delta}$	Percentual de Porosidade (P)%
Enrocamento (liso)	2	Aleatória	1,02	38
Enrocamento (rugoso)	2	Aleatória	1,00	37
Enrocamento (rugoso)	>3	Aleatória	1,00	40
Paralelepípedo	2	Especial	----	27
Cúbico (modificado)	2	Aleatória	1,10	47
Tetrápodo	2	Aleatória	1,04	50
Quadrípodo	2	Aleatória	0,95	49
Hexápode	2	Aleatória	1,15	47
Tribar	2	Aleatória	1,02	54
Dolos	2	Aleatória	0,94	56
Toskane	2	Aleatória	1,03	52
Tribar	1	Uniforme	1,13	47
Enrocamento	Classif.	Aleatória	-----	37

A largura da crista deve ter ainda largura suficiente para a operação dos equipamentos de construção e manutenção da estrutura.

Devido à proposta de urbanização dos molhes dos rios, a largura total da crista será de 5,00m.

A largura total da crista para o molhe de proteção da maria, será de 4,5m no nível +4,50m DHN (lado da arrebenção) e 4,5m no nível +3,50m DHN (lado protegido da marina).

### 6.4 Peso do Enrocamento da Camada Inferior

A primeira camada diretamente abaixo da armadura principal deverá ter uma espessura mínima de dois blocos de enrocamento ( $n = 2$ ). Os blocos desta camada deverão pesar um décimo do peso das unidades da armadura principal, ou seja,  $W/10$ , podendo variar entre 130 % a 70 %.

### 6.5 Peso do Enrocamento do Núcleo

O peso das pedras do núcleo será  $1/200$  do peso da armadura principal, podendo haver variação dos pesos entre 150 a 50%.

### 6.6 Camada de proteção de fundo

### Fixação das Barras do Rio Perequê, Rio Bela Cruz e Rio Taboleiro das Oliveiras

Para proteger as fundações da estrutura da ruína, prevenir a erosão durante e depois da construção, dissipando forças de onda horizontal, maré e correntes litorâneas, será adotada a construção de uma camada protetora. Esta camada também servirá para propagar e distribuir o carregamento da camada de enrocamento, minimizando o recalque excessivo ou diferencial, aumentando a estabilidade da estruturando talude e perto do pé do mesmo.

O peso desta camada será igual à do núcleo.

#### 6.7 Verificação do peso para proteção contra as correntes

Para a verificação das correntes de maré será adotada a velocidade de superfície de 1,50 m/s, definida no estudo hidrológico como a condição de projeto para a capacidade de escoamento do rio em seu trecho final, através da fórmula abaixo:

$$P \geq \frac{\gamma_r \times V_m^6}{\frac{6}{\pi} \times K^3 \times (2g)^3 \times \left(\frac{\gamma_r}{\gamma_a} - 1\right)^3}$$

Onde:

P = peso das pedras, em t;

$\gamma_r$  = peso específico das pedras de enrocamento, em t/m<sup>3</sup>;

$\gamma_a$  = peso específico da água, em t/m<sup>3</sup>;

$V_m$  = velocidade média das correntes na superfície, em m/s;

K = coeficiente adimensional, de 0,69 a 1,35 (adotado 0,69);

g = força da gravidade, m/s<sup>2</sup>;

$$P \geq \frac{2,65 \times 1,50^6}{\frac{6}{\pi} \times 0,69^3 \times (2 \times 9,81)^3 \times \left(\frac{2,65}{1,026} - 1\right)^3} \geq 1,6 \text{ kg}$$

Para verificação da estrutura contra a ação das correntes, a pedra a ser verificada é a do núcleo, pois em geral, a velocidade das partículas fluidas não diminui sensivelmente com a profundidade, não sendo considerada, portanto uma ação de superfície.

De acordo com o dimensionamento para as pedras do núcleo, a condição é verificada.

#### 6.8 Espessura das Camadas da Estrutura

A espessura da camada de proteção diretamente sujeita ao ataque das ondas deverá ter no mínimo o equivalente de duas camadas de blocos de enrocamento, sendo determinada pela fórmula:

$$e = n \times \sqrt[3]{\frac{W}{w_r}}$$

Onde

e = espessura da camada, em metros;

n = número de blocos de enrocamento, tipicamente n=2;

W = peso dos blocos de enrocamento empregados na armadura da estrutura, em toneladas;

w<sub>r</sub> = peso específico dos blocos de enrocamento, em t/m<sup>3</sup>.

**6.9 Berma de estabilidade da camada de armadura**

As estruturas de enrocamento expostas (não confinadas por outras camadas) devem ter as camadas de cobertura primárias suportadas por uma berma de enrocamento no pé do talude.

O enrocamento da berma deverá ser de W/200, onde W é o peso do enrocamento calculado para a camada principal.

A largura do topo da berma será determinada pela equação do item 6.3, com n = 3. A altura mínima da berma será calculada pela equação do item 6.8, com n = 2.

O *Shore Protection Manual* (SPM,1984) recomenda como largura mínima 1,5m, devendo ter 3x a largura da berma calculada e 2x a altura da berma calculada.

A berma de estabilidade será colocada antes da camada de cobertura adjacente, primeiro como uma base.

Foram adotadas largura e altura diferentes das calculadas para garantir a estabilidade do conjunto da estrutura.

**6.10 Resumo do dimensionamento**

Estrutura de proteção da marina

Características	Cabeço		Tronco da estrutura	
	arrebentação	ondulação	arrebentação	ondulação
w <sub>r</sub> (t/m <sup>3</sup> )	2,65	2,65	2,65	2,65
H (m)	2,8	2,8	2,8	2,8
kΔ	1,3	2,8	2	4
sr (w <sub>r</sub> /w <sub>a</sub> )	2,583	2,583	2,583	2,583
cot x	3	2	3	2
<b>peso carapaça W (t)</b>	3,76	2,62	2,44	1,83
<b>intervalo 75% (kg)</b>	<b>2800</b>	<b>2000</b>	<b>1800</b>	<b>1400</b>
<b>intervalo 125% (kg)</b>	<b>4700</b>	<b>3300</b>	<b>3100</b>	<b>2300</b>
espessura camada calculada (m)	2,2	2	1,9	1,8
espessura camada adotada (m)	<b>2,5</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>2</b>
<b>peso camada intermediária (t)</b>	0,38	0,26	0,24	0,18
<b>intervalo 70% (kg)</b>	<b>270</b>	<b>180</b>	<b>170</b>	<b>130</b>
<b>intervalo 130% (kg)</b>	<b>490</b>	<b>340</b>	<b>310</b>	<b>230</b>
espessura camada calculada (m)	1	0,9	0,9	0,8
espessura camada adotada (m)	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>
<b>peso camada núcleo (t)</b>	0,0188	0,0131	0,0122	0,0092
<b>intervalo 50% (kg)</b>	<b>9</b>	<b>7</b>	<b>6</b>	<b>5</b>

## SISTEMA DE PROTEÇÃO COSTEIRA – ORLA DE ITAPEMA

### Fixação das Barras do Rio Perequê, Rio Bela Cruz e Rio Taboleiro das Oliveiras

<b>intervalo 150% (kg)</b>	<b>28</b>	<b>20</b>	<b>18</b>	<b>14</b>
espessura camada calculada (m)	0,4	0,3	0,3	0,3
espessura camada adotada (m)	<b>0,5</b>	<b>0,5</b>	<b>0,5</b>	<b>0,5</b>
Largura da berma calculada(m)	0,6	0,5	0,5	0,5
Altura da berma calculada (m)	0,4	0,3	0,3	0,3
Largura da berma adotada(m)	<b>2</b>	<b>1,5</b>	<b>1,5</b>	<b>1,5</b>
Altura da berma adotada (m)	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>
Largura da crista calculada B (m)	3,4	3	2,9	2,7
Largura da crista adotada B (m)	<b>3,5</b>	<b>3,5</b>	<b>3,5</b>	<b>3,5</b>

#### Molhes de proteção de rios e canais

Características	Cabeço		Tronco da estrutura	
	arrebentação	ondulação	arrebentação	ondulação
wr (t/m <sup>3</sup> )	2,65	2,65	2,65	2,65
H (m)	2,3	2,3	2,3	2,3
kΔ	1,6	2,8	2	4
sr (wr/wa)	2,65	2,65	2,65	2,65
cot x	2	2	2	2
<b>peso carapaça(t)</b>	2,24	1,28	1,79	0,9
<b>intervalo 75% (kg)</b>	<b>1700</b>	<b>1000</b>	<b>1300</b>	<b>700</b>
<b>intervalo 125% (kg)</b>	<b>2800</b>	<b>1600</b>	<b>2200</b>	<b>1100</b>
espessura camada calculada (m)	1,9	1,6	1,8	1,4
espessura camada adotada (m)	<b>2</b>	<b>1,5</b>	<b>2</b>	<b>1,5</b>
<b>peso camada intermediária (t)</b>	0,22	0,13	0,18	0,09
<b>intervalo 70% (kg)</b>	<b>150</b>	<b>90</b>	<b>130</b>	<b>60</b>
<b>intervalo 130% (kg)</b>	<b>290</b>	<b>170</b>	<b>230</b>	<b>120</b>
espessura camada calculada (m)	0,9	0,7	0,8	0,6
espessura camada adotada (m)	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>
<b>peso camada núcleo (t)</b>	0,0112	0,0064	0,009	0,0045
<b>intervalo 70% (kg)</b>	<b>8</b>	<b>4</b>	<b>6</b>	<b>3</b>
<b>intervalo 130% (kg)</b>	<b>15</b>	<b>8</b>	<b>12</b>	<b>6</b>
espessura camada calculada (m)	0,3	0,3	0,3	0,2
espessura camada adotada (m)	<b>0,5</b>	<b>0,5</b>	<b>0,5</b>	<b>0,5</b>
Largura da berma calculada(m)	0,5	0,4	0,5	0,4
Altura da berma calculada (m)	0,3	0,3	0,3	0,2
Largura da berma adotada(m)	<b>1,5</b>	<b>1,5</b>	<b>1,5</b>	<b>1,5</b>
Altura da berma adotada (m)	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>
Largura da crista calculada(m)	2,8	2,4	2,6	2,1
Largura da crista adotada(m)	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>5</b>

#### 6.11 Estabilidade global

O modelo geotécnico da obra em estudo será formulado através dos valores médios de cada um dos parâmetros necessários para a análise da estabilidade de tal modo que se possa avaliar o comportamento do molhe de enrocamento.

A construção de um molhe de enrocamento deverá apresentar segurança adequada quanto à possibilidade de ruptura do solo de fundação, bem como deslocamentos compatíveis com o tipo de obra tanto durante quanto após sua construção.

O solo de fundação considerado na simulação computacional foi areia fina, conforme a análise de sedimentos.

Para esta análise foi utilizado o programa computacional Macstars® 2000, desenvolvido e fornecido pela Empresa Maccaferri foram feitas as verificações de estabilidade com objetivo de obter

## SISTEMA DE PROTEÇÃO COSTEIRA – ORLA DE ITAPEMA

### Fixação das Barras do Rio Perequê, Rio Bela Cruz e Rio Taboleiro das Oliveiras

um coeficiente de segurança maior ou igual a 1,3, conforme a norma ABNT NBR 11682/2009, considerando as características da obra.

Este fator de segurança se torna aceitável, justificando a segurança. Pois, para zonas de nível de segurança baixo contra a perda de vidas humanas e para zonas sujeitas a danos ambientais médios, o fator de segurança deve ser maior ou igual a 1,3.

Os fatores de segurança indicados na norma referem-se às análises de estabilidade externa, aquela que envolve superfícies de escorregamento globais.

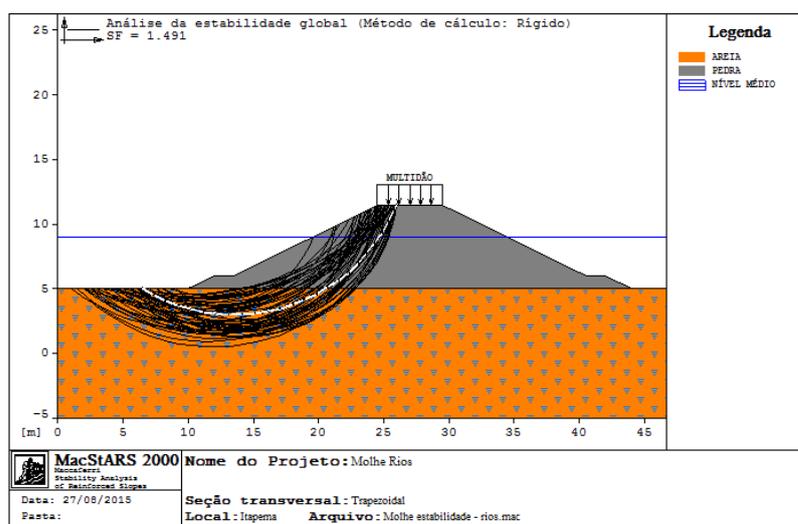


Figura 5 – Análise da estabilidade global – Molhe de enrocamento – Proteção dos Rios – Fator de segurança: 1,491

A simulação da estabilidade global do molhe, considerando a geometria definida para a proteção dos rios e canais resultou em um fator de segurança de 1,491, ou seja, maior que o fator recomendado pela norma ABNT NBR 11682/2009.

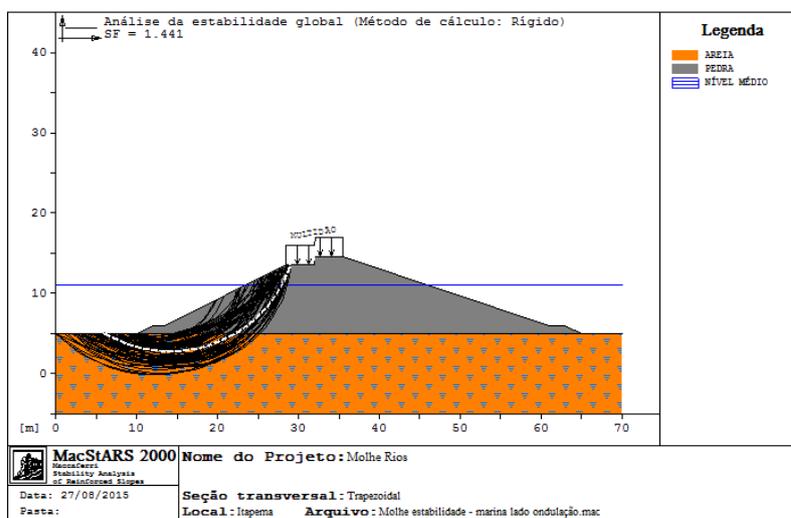
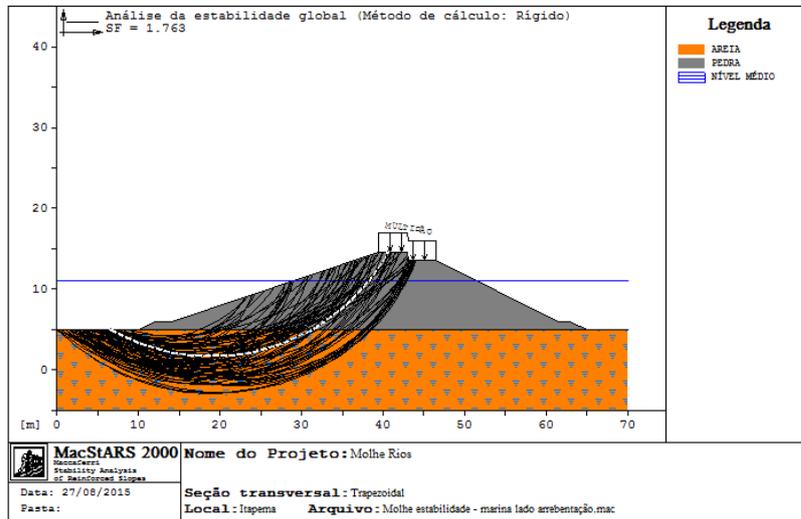


Figura 6 – Análise da estabilidade global – Molhe de enrocamento – Proteção da Marina – Lado da Ondulação – Fator de segurança: 1,441

## SISTEMA DE PROTEÇÃO COSTEIRA – ORLA DE ITAPEMA

### Fixação das Barras do Rio Perequê, Rio Bela Cruz e Rio Taboleiro das Oliveiras

A simulação da estabilidade global do molhe, considerando a geometria definida para a estrutura longitudinal de proteção da marina, lado da ondulação, resultou em um fator de segurança de 1,441, ou seja, maior que o fator recomendado pela norma ABNT NBR 11682/2009.



**Figura 7 – Análise da estabilidade global – Molhe de enrocamento – Proteção da Marina – Lado da Arrebenção – Fator de segurança: 1,763**

A simulação da estabilidade global do molhe, considerando a geometria definida para a estrutura longitudinal de proteção da marina, lado da arrebenção, resultou em um fator de segurança de 1,763, ou seja, maior que o fator recomendado pela norma ABNT NBR 11682/2009.

## **7 ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS – OBRAS DOS MOLHES**

### **7.1 SERVIÇOS PRELIMINARES**

#### **7.1.1 Abrigo provisório**

O abrigo provisório deverá abrigar o escritório da obra em formato de container de 2,20x6,20m em chapa de aço nervurado trapezoidal, com isolamento termo acústico e chassi reforçado com piso de compensado naval, inclusive instalações elétricas e hidrossanitárias, composto por:

- Escritório
- Banheiro com 1 vaso sanitário, 1 lavatório, 1 mictório, 4 chuveiros.

O canteiro de obras deverá apresentar boas condições de segurança e limpeza, e ordenada circulação, nele se instalando depósitos e escritório, e onde serão mantidas placas de identificação da obra, diário de obra, toda a documentação relativa aos serviços, na qual se incluem desenhos, especificações, contratos, cronogramas, etc.

O canteiro de obras deverá ser mantido limpo, removendo-se periodicamente lixo e entulhos.

A medição será feita por unidade por mês (unidade x mês).

O pagamento será feito pelo preço unitário contratual, que remunera a instalação e a manutenção do canteiro, durante o período das obras.

#### **7.1.2 Placa de Obra**

A placa deverá ser confeccionada em chapa plana metálica galvanizada pintada com tinta a óleo ou tinta esmalte, estruturada sobre barotes de madeira ou perfis metálicos. A placa possuirá tamanho de 2,50 x 4,00m (1 unidade), sendo que o modelo, seu conteúdo, padrão de cores e tamanhos das letras ou símbolos deverão seguir orientação da FISCALIZAÇÃO.

A placa deverá ser fixada pela CONTRATADA em local visível a ser indicado pela FISCALIZAÇÃO, preferencialmente nos acessos principais ou voltadas para a via que forneça melhor visualização das mesmas. Deverá ser mantida em bom estado de conservação, inclusive quanto à integridade dos padrões de cores, durante todo o período de execução das obras, substituindo-a ou recuperando-a quando verificado o seu desgaste ou precariedade, ou ainda por solicitação da FISCALIZAÇÃO.

A medição será feita pela área, em metros quadrados, de placa instalada.

O pagamento será feito pelo preço unitário contratual, que remunera a fabricação da placa, entrega no local de instalação, escavação do solo, montagem, posicionamento e fixação da estrutura da placa e fixação da placa metálica.

#### 7.1.3 Sinalização de Segurança

É de responsabilidade da contratada providenciar toda a sinalização de segurança durante a execução de toda obra. Todos os materiais e equipamentos a serem empregados deverão possuir prévia autorização da fiscalização.

A sinalização será medida seguindo a extensão da obra, em metros lineares.

O pagamento será feito pelo preço unitário contratual, que remunera a mão de obra, aquisição de materiais, ferramentas, equipamentos, transporte até o local de aplicação e a manutenção até o final da obra.

#### 7.1.4 Mobilização e desmobilização de equipamentos

Compreende a mobilização e desmobilização de pessoal, equipamentos, veículos, instrumentos, embarcações, necessários à execução de todos os serviços especificados.

Devido ao grande porte dos equipamentos a serem utilizados nesta obra, será remunerado o custo de transporte dos equipamentos, considerando uma distância média percorrida, em km ou mi.

#### 7.1.5 Limpeza mecanizada de terreno

Este serviço compreende as operações de remoção de material vegetal e outros, tais como: árvores, arbustos, tocos, raízes, entulhos, matações, além de qualquer outro considerado como elemento de obstrução.

Os serviços devem ser executados utilizando-se equipamentos adequados, complementados com o emprego de serviço manual. Para as tarefas de limpeza de terreno é mais indicada a utilização de tratores de esteira com lâmina angulável.

Quando da ocorrência de vegetação de porte reduzido ou médio (até 15 cm de diâmetro, medido a uma altura de 1,00 m do solo) a limpeza, em termos práticos, deve compreender apenas o desmatamento – que pode ser qualificado como leve ou pesado, conforme a altura e/ou a quantidade de árvores.

A limpeza deve ser sempre iniciada pelo corte das árvores e arbustos de maior porte, tomando-se os cuidados necessários para evitar danos às árvores a serem preservadas, linhas físicas aéreas ou construções nas vizinhanças.

Para a maior garantia / segurança as árvores a serem cortadas devem ser amarradas e, se necessário, o corte deve ser efetuado em pedaços, a partir do topo.

Na operação de limpeza, quando o terreno for inclinado, o trator deve trabalhar sempre de cima para baixo.

A medição dos serviços de desmatamento, destocamento e de limpeza do terreno será feita pela área, em metros quadrados.

### Fixação das Barras do Rio Perequê, Rio Bela Cruz e Rio Taboleiro das Oliveiras

O pagamento será feito pelo preço unitário contratual, que remunera as operações referentes à remoção/transporte/deposição do material proveniente do desmatamento, do destocamento e da limpeza do terreno.

#### 7.1.6 Manutenção e conservação da estrada de serviço

Procedimento necessário para assegurar o acesso e o tráfego de equipamentos e veículos aos locais onde se desenvolverão os trabalhos execução do molhe de enrocamento e dragagem.

A estrada de serviço deverá apresentar características operacionais estritamente indispensáveis às suas finalidades e ante uma expectativa de prazo bastante reduzida, vinculada ao cronograma de implantação da obra, com movimentos de terra mínimos, abrangendo plataforma com largura conforme disponibilidade local.

Deverá estar submetida a serviço de manutenção atento e permanente, em função da magnitude do tráfego. Deverá ser exercido um controle operacional adequado dos veículos / equipamentos, em termos de velocidade e ações de carga e descarga, objetivando a segurança operacional, bem como a minimização dos efeitos poluidores.

Quando caracterizado ou definido o encerramento da utilização do caminho de serviço, deve ser promovida a recuperação da respectiva área ocupada, restituindo-lhe as condições primitivas.

A manutenção e conservação da estrada de serviço, ordinariamente compreende o aproveitamento da camada do solo superficial ocorrente na respectiva faixa a ser trabalhada – cumprindo observar que, por se tratar de via provisória e a ser submetida a tráfego de pequena magnitude, os requisitos geotécnicos exigidos para os solos são relativamente brandos.

Na medida em que ocorram deficiências, de cunho geotécnico ou de altimetria, em especial quando associada a volumes mais significativos de tráfego, tornar-se-á necessária a incorporação ao leito natural de materiais outros, preferencialmente, um pouco mais nobres.

Os serviços devem ser executados utilizando-se equipamentos adequados, complementados com o emprego de serviço manual.

Para as tarefas de manutenção e conservação dos caminhos do serviço é mais indicada a utilização de tratores de esteira com lâmina angulável e motoniveladora.

No caso da incorporação de materiais outros, devem ser utilizados, conforme o caso: tratores de esteira, carregadeiras frontais ou escavadeiras, caminhões basculantes, motoniveladoras, caminhão-pipa e rolos compactadores.

Ante a ocorrência de solos de má qualidade ou a possibilidade de inundações, pode caber, a juízo da Fiscalização, a execução de pequenos aterros.

As pistas devem ser dotadas de adequadas condições de escoamento das águas pluviais. Se necessário, a plataforma deve dispor de caimentos transversais de 1% a 2%, evitando-se a formação de poças d'água ou o umedecimento do solo, que diminuem sua capacidade de suporte.

Os serviços de manutenção devem estar sempre presentes, com a mobilização periódica de motoniveladora, para promover a regularização da pista e de sorte a garantir, para o equipamento,

### Fixação das Barras do Rio Perequê, Rio Bela Cruz e Rio Taboleiro das Oliveiras

desenvolvimento de velocidade adequada e com a devida segurança. Da mesma maneira, a fim de combater a formação de poeira deve-se umedecer as pistas com caminhões pipa.

A medição dos serviços de manutenção e conservação da estrada de serviços será feita pela área, em metros quadrados.

O pagamento será feito pelo preço unitário contratual, que remunera as operações referentes à manutenção e conservação da área de serviço, incluindo equipamentos e eventuais materiais que possam ser necessários para o bom andamento dos trabalhos.

#### 7.1.7 Locação e controle geométrico da obra

Esta especificação tem por objetivo fixar as condições e o método de execução dos serviços topográficos para locação das estruturas do molhe de enrocamento e dragagem.

A locação geral da obra deverá ser feita por profissionais experientes acompanhada de profissional legalmente habilitado, e será indicada no projeto compreendendo o eixo longitudinal e as referências de nível.

Todos os materiais para a locação (marcas, balizas, piquetes) devem satisfazer às especificações aprovadas pela fiscalização.

Para a execução deste serviço deverão ser utilizados equipamentos topográficos de precisão, inclusive sistema de nivelamento a laser para controle horizontal, vertical e de alinhamento, bem como seus acessórios.

Todo equipamento e pessoal para sua realização deverá ser fornecido pela contratada, antes do início da execução de cada etapa de obra, bem como estar à disposição quando indicada a fiscalização, devendo estar de acordo com esta especificação, sem o que não será dada a ordem para o início do serviço.

Após os serviços preliminares, será procedida a locação da obra seguindo rigorosamente as indicações de projeto ou aquelas apontadas pela fiscalização.

Caso seja verificada discrepância, entre as reais condições do terreno e os elementos do projeto, deverá ser comunicado, por escrito, à fiscalização, que providenciará a solução do problema.

A Contratada deverá dispor de equipe topográfica, com profissionais experientes e instrumentos adequados para os serviços de locação e acompanhamento da obra.

Quando não existir RNs na área a ser trabalhada, deverá ser feito transporte de cotas com nivelamento e contranivelamento.

A medição será feita pela área locada, em metros quadrados.

O pagamento será feito pelo preço unitário contratual, que remunera o equipamento e pessoal necessários para execução do serviço e acompanhamento da obra.

## 7.2 MOLHE DE ENROCAMENTO

### 7.2.1 Movimentação de terra

#### 7.2.1.1 Escavação

Para este serviço poderão ser utilizadas escavadeiras hidráulicas sobre o próprio enrocamento, conforme avança a execução do molhe de enrocamento, sendo que o serviço de escavação será executado na presença de água (reduzidor de produtividade).



**Figura 8 – Exemplo de execução de obra sobre enrocamento existente com escavadeira hidráulica**

A conformação final da cava deverá seguir o projeto e ser acompanhada pela Fiscalização, respeitando o alinhamento e cotas indicados no projeto.

A escavação compreenderá a remoção de qualquer material até as linhas e cotas especificadas no projeto e ainda a descarga do material excedente (não utilizado no reaterro).

A medição da escavação será feita pelo volume do material em seu estado natural, em metros cúbicos.

O pagamento da escavação será feito pelo preço unitário contratual, que remunera o equipamento e pessoal necessários para execução do serviço, considerando o coeficiente de empolamento do material no preço unitário.

#### 7.2.1.2 Reaterro

Após assentadas as camadas que compõem a estrutura do enrocamento, deverá ser executado reaterro no lado do molhe de enrocamento em que não foi executada a dragagem, somente na área de praia.

Equipamento a ser utilizado será a escavadeira hidráulica.

A medição do reaterro será feita pelo volume executado compactado, em metros cúbicos.

O pagamento será feito pelo preço unitário contratual, que remunera a mão de obra, ferramentas e equipamentos para execução dos serviços.

#### 7.2.1.3 Movimentação e Espalhamento de material de 1ª categoria com trator de esteiras

O material de 1ª categoria escavado mecanicamente deverá ser espalhado na área determinada pelo projeto, com auxílio de trator de esteiras.

A medição dos serviços de espalhamento de material será pelo volume de material depositado na praia apropriado através do volume material de 1ª categoria medido na escavação, em metros cúbicos. Será considerado um empolamento de 15% (areia molhada) para a conversão de material no local para material solto, a ser aplicado sobre o volume medido na escavação (material no local).

O pagamento da movimentação e espalhamento de material será feito pelo preço unitário contratual, que remunera o equipamento e pessoal necessários para execução do serviço.

#### 7.2.2 Enrocamento

##### 7.2.2.1 Fornecimento, carga e lançamento de pedras

A execução do enrocamento consiste no lançamento de pedras de tamanhos variados, tomando cuidado para que as pedras de maiores dimensões que comporão a proteção do núcleo permaneçam na parte externa dos taludes, área mais exposta à ação das ondas e correntes.

Os equipamentos trabalharão sobre a estrutura do existente, à medida que a obra avança.

De maneira sucinta, as principais etapas de execução do molhe são:

- ✓ Assegurar a correta alocação do enrocamento através do acompanhamento dos trabalhos de lançamento dos blocos de pedras por uma equipe de topografia que executará o balizamento do molhe;
- ✓ Implantar marcos de proteção e sinalização, inclusive no mar, que deverá seguir os padrões de Capitania dos Portos;
- ✓ Após isso, iniciar o lançamento dos blocos de pedra, que poderá ser através de caminhão basculante;
- ✓ Arrumar a disposição das pedras com o auxílio de uma escavadeira hidráulica ou retro-escavadeira, dotadas de pás especiais conforme o tamanho das pedras;
- ✓ Identificar os pontos do talude que precisam ser complementados com blocos de pedra, que poderá ser realizado também com auxílio de um guindaste com caçamba de mandíbula.

A medição do reaterro será feita pelo volume executado, medido através de levantamento topobatimétrico, em metros cúbicos.

O pagamento será feito pelo preço unitário contratual, que remunera a mão de obra, ferramentas e equipamentos para execução dos serviços.

### **7.2.2.2 Transporte Comercial de pedras**

O transporte do material pétreo até a área de intervenção será pago separadamente, por volume transportado, levando em consideração no preço unitário o DMT da jazida e o empolamento.

A rota deverá ser tal que minimize as interferências na área urbana.

### **7.2.3 Geotêxtil**

Será instalado geotêxtil para separação entre a camada do núcleo e talude existente, nas áreas de contenção, e no molhe de enrocamento entre as camadas de preincípios e a base para pavimentação, como filtro para garantir a separação de terrenos de diferentes granulometrias e a proteção de materiais vulneráveis.

Deverão ser aplicados em todas as áreas de contato entre o núcleo e o talude existente.

A especificação técnica do filtro em manta geotêxtil a ser utilizado nesta obra é RT14.

A medição será feita pela área instalada, em metros quadrados.

O pagamento será feito pelo preço unitário contratual, que remunera fornecimento dos materiais, mão de obra e equipamentos, para execução dos serviços.

### **7.2.4 Pavimentação**

A última camada do molhe de enrocamento receberá sub-base e base para posterior urbanização, permitindo o acesso provisório à estrutura do molhe.

#### **7.2.4.1 Sub-base com rachão**

Após a camada de geotêxtil, será executada uma camada de sub-base com rachão.

Não será permitida a execução dos serviços, em dias de chuva.

O material constituinte do reforço do subleito será rachão, devido às características drenantes deste material, devendo ser submetidos aos seguintes ensaios de caracterização: DNER-ME 080, DNER-ME 122, DNER-ME 082.

Deverão apresentar Índice do Grupo, IG, igual ou menor que o IG do material do subleito.

O índice de suporte Califórnia ISC deverá ser superior ao ISC do subleito, de acordo com indicações do projeto e expansão < 1,0% quando determinada através dos seguintes ensaios:

Compactação DNER-ME 129 (método A);

Índice suporte califórnia-ISC, método DNER-ME 049 com a energia de compactação do método indicado.

São indicados os seguintes tipos de equipamentos para a execução do reforço do subleito:

- motoniveladora pesada com escarificador;
- rolos compactadores, tipo pé-de-carneiro, liso-vibratório e pneumático;
- caminhão caçamba.

### Fixação das Barras do Rio Perequê, Rio Bela Cruz e Rio Taboleiro das Oliveiras

A execução do reforço compreenderá as operações de mistura e pulverização, umedecimento ou secagem dos materiais na pista, seguida de espalhamento, compactação e acabamento, realizadas na pista devidamente preparada, na largura desejada e nas quantidades que permitam, após a compactação, atingir a espessura projetada.

Quando houver necessidade de executar camada de reforço com espessura final superior a 20cm, estas serão subdivididas em camadas parciais. A espessura mínima de qualquer camada de reforço será de 15 cm, após a compactação.

As áreas destinadas ao estacionamento e aos serviços de manutenção dos equipamentos devem ser localizadas de forma que, resíduos de lubrificantes e/ou combustíveis, não sejam levados até cursos d'água.

A medição será feita pelo volume executado, medido após compactação, em metros cúbicos.

O pagamento será feito pelo preço unitário contratual, que remunera os custos de todas as operações e encargos para a execução da sub-base com rachão, incluindo as operações de espalhamento, homogeneização, umedecimento ou secagem, compactação e acabamento.

O transporte do material até a área de intervenção será pago separadamente, por volume transportado, levando em consideração no preço unitário o DMT da jazida e o empolamento.

#### 7.2.4.2 Camada de Base com material brita graduada

Serão empregados, exclusivamente, produtos de britagem, previamente classificados, na instalação de britagem, nas três bitolas seguintes:

$$2" \geq \varnothing > 1";$$

$$1" > \varnothing > 3/8";$$

$$3/8" > \varnothing$$

Os materiais classificados nas três bitolas acima enumerados em instalação adequada, de modo que o produto resultante atenda às imposições granulométricas da faixa a seguir discriminada:

PENEIRA	% QUE PASSA
2"	100
1 1/2"	90%-100%
3/4"	50%- 85%
3/8"	34%- 60%
nº 4	25%- 45%
nº 40	8%- 22%
nº 200	2%- 9%

A diferença entre as percentagens que passam na peneira nº 4 e na peneira nº 40 deverá variar entre 15% a 25%. A fração que passa na peneira nº 40 deverá apresentar limite de liquidez inferior ou igual a 25% e índice de plasticidade inferior ou igual a 6%; quando esses limites forem ultrapassados,

### Fixação das Barras do Rio Perequê, Rio Bela Cruz e Rio Taboleiro das Oliveiras

o equivalente de areia deverá ser maior que 30%. A porcentagem do material que passa na peneira nº 200 não deverá ultrapassar 2/3 da porcentagem que passa na peneira nº 40.

O Índice de Suporte Califórnia não deverá ser inferior a 80% e a expansão máxima será de 0,5%, determinados segundo o ensaio de compactação realizado com a energia do ensaio Modificado de compactação.

O agregado retido na peneira nº 10 deve ser constituído de partículas duras e duráveis, isentas de fragmentos moles, alongados ou achatados, de matéria vegetal ou outra substância prejudicial. No ensaio de abrasão Los Angeles, o desgaste deverá ser inferior a 55%.

São indicados os seguintes tipos de equipamento para a execução de base ou sub-base de pedra britada graduada:

- carro-tanque distribuidor de água;
- motoniveladora pesada com escarificador;
- rolo compactador vibratório liso;
- rolo pneumático de pressão variável;
- ferramentas manuais;
- central de mistura dotada de unidade dosadora, com três silos (no mínimo), dispositivo de adição de água com controle de vazão e misturador do tipo "pug-mill";
- veículos transportadores.

A critério da fiscalização poderão ser utilizados outros equipamentos que não os relacionados.

Na central de mistura, as três bitolas de brita serão convenientemente proporcionadas, de modo a fornecer o produto final de acordo com a faixa especificada; também será adicionada a água necessária à condução da mistura de agregados à unidade ótima, mais o acréscimo destinado a fazer frente às perdas das operações construtivas subseqüentes.

A brita graduada proveniente da central de mistura será transportada em caminhões basculantes, que descarregarão as cargas na pista, onde o espalhamento será efetuado pela motoniveladora. A seguir, será efetuado o acabamento manual, em espessura solta de acordo com a compactação desejada para a camada.

A compactação terá início com o rolo pneumático de pressão variável, para evitar ondulação, e terá prosseguimento com o rolo compactador vibratório liso; durante a operação de compactação não poderão ser efetuadas, na área objeto de compressão, manobras que impliquem em variações direcionais. Em cada passada, o equipamento utilizado deverá recobrir pelo menos a metade da faixa anteriormente comprimida. Durante a compactação, se necessário, poderá ser promovido umedecimento adicional da camada, mediante emprego do carro-tanque distribuidor de água.

Em locais inacessíveis ao equipamento especificado, a compactação requerida far-se-á com o uso de compactadores vibratórios portáteis aprovados pela fiscalização.

O grau de compactação alcançado deverá ser no mínimo, igual a 100%, com relação à massa específica aparente seca máxima obtida no ensaio de compactação com energia do ensaio Modificado de compactação, com a umidade do material compreendida dentro dos limites de umidade ótima  $\pm 2\%$ .

### Fixação das Barras do Rio Perequê, Rio Bela Cruz e Rio Taboleiro das Oliveiras

O espalhamento do material destinado a preencher os vazios far-se-á por meios manuais ou mecânicos, em quantidade suficiente para preencher os vazios do agregado, mas espalhado em camadas finas e sucessivas, durante o que deve continuar a compressão.

Não sendo mais possível a penetração do material de enchimento a seco, deve-se proceder a necessária irrigação, ao mesmo tempo em que se espalha mais material de enchimento e se continua com as operações de compressão.

A medição será feita pelo volume aplicado, em metros cúbicos.

O pagamento será feito pelo preço unitário contratual, que remunera o fornecimento dos materiais e todas as operações de mistura, espalhamento, homogeneização, pulverização, umedecimento ou secagem, compactação e acabamento, manutenção, drenagem e conservação de caminhos de serviço.

O transporte do material até a área de intervenção será pago separadamente, por volume transportado, levando em consideração no preço unitário o DMT da jazida e o empolamento.

### 7.3 CONFORMAÇÃO DE FUNDO DO CANAL

#### 7.3.1 Escavação mecânica de material de 1ª categoria com escavadeira hidráulica sobre flutuante

O desassoreamento do Rio Itajuba deverá ser executado com escavadeira hidráulica sobre flutuante, devido a impossibilidade de trabalhar pelas margens e considerando a largura do canal a ser desassoreado.



Figura 9 – Exemplo de movimentação de escavadeira hidráulica sobre flutuante

A conformação final da cava deverá seguir o projeto e ser acompanhada pela Fiscalização, respeitando o alinhamento e cotas indicados no projeto.

A escavação compreenderá a remoção de qualquer material até as linhas e cotas especificadas no projeto, além da deposição lateral, para posterior espalhamento no local definido no projeto.

A medição da escavação será feita pelo volume em seu estado natural, em metros cúbicos.

### Fixação das Barras do Rio Perequê, Rio Bela Cruz e Rio Taboleiro das Oliveiras

O pagamento da escavação será feito pelo preço unitário contratual, que remunera o equipamento e pessoal necessários para execução do serviço, considerando o coeficiente de empolamento do material no preço unitário.

#### 7.3.2 Escavação mecânica de material de 2ª categoria com escavadeira hidráulica sobre flutuante

Devido as características do material a ser escavado até a cota final de dragagem, após a camada de areia/argila, há uma camada de rocha muito alterada (podendo ser caracterizado como material de 2ª categoria), que deverá ser removida com o mesmo equipamento, pois, conforme destacou o relatório de sondagem, apresenta-se com os minerais muito decompostos, às vezes pulverulentos e friáveis, possuindo cores bastante modificadas e quebra-se facilmente com as mãos e é escavável por meios mecânicos convencionais.

Este material, sob orientação da fiscalização, deverá ser depositado sobre o costão de rochas, aumentando a estabilidade e a proteção contra as correntes.

A medição da escavação será feita pelo volume em seu estado natural, em metros cúbicos.

O pagamento da escavação será feito pelo preço unitário contratual, que remunera o equipamento e pessoal necessários para execução do serviço, considerando o coeficiente de empolamento do material no preço unitário.

A produtividade de escavação deste material de 2ª categoria é menor do que a produtividade de escavação do material de 1ª categoria.

#### 7.3.3 Movimentação e Espalhamento de material com trator de esteiras

O material de 1ª categoria escavado da dragagem mecanicamente deverá ser espalhado na área determinada pelo projeto, com auxílio de trator de esteiras.

A medição dos serviços de espalhamento de material será pelo volume de material depositado na praia apropriado através do volume material de 1ª categoria medido na dragagem, em metros cúbicos. Será considerado um empolamento de 15% (areia molhada) para a conversão de material no local para material solto, a ser aplicado sobre o volume medido na dragagem (material no local).

O pagamento da movimentação e espalhamento de material será feito pelo preço unitário contratual, que remunera o equipamento e pessoal necessários para execução do serviço.

## **8 ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS - OBRAS DE ENGORDAMENTO DA PRAIA – ATERRO HIDRÁULICO**

### **8.1 Serviços preliminares**

Itens 81. a 8.5. conforme capítulo 7

#### **8.1.6. Acompanhamento batimétrico de modo contínuo com ecobatímetro e posicionamento com GPS, e topográfico**

Este serviço tem por objetivo a obtenção de seções batimétricas da área de intervenção, compreendendo o levantamento do leito submerso e o complemento de seção, quando for o caso, levantado topograficamente pelo método usual.

Devem ser cravados marcos em condições seguras e de fácil acesso nas extremidades das seções a serem levantadas, para apoio topográfico.

Os marcos devem estar posicionados em lugares estáveis, seguros e de fácil acesso.

As réguas limnimétricas devem ser instaladas em locais de acesso fácil ao nivelamento, de maneira que fiquem estáveis e de modo que as leituras não sejam perturbadas pela movimentação da água.

A ecobatimetria deve ser realizada por equipamento de registro contínuo, instalado em embarcação de dimensões e velocidade adequadas às condições locais.

Com uso de ecobatímetro de registro contínuo serão aceitas duas leituras para cada seção transversal e duas leituras em seções longitudinais, a cada passagem do barco pela régua limnimétrica.

Quando a seção batimétrica a ser levantada for complemento de um outro trabalho topográfico, esta deve ser posicionada no mesmo referencial de tal trabalho.

As réguas limnimétricas devem ser instaladas em cada seção. Deve ser determinada sua altitude ou cota por nivelamento geométrico, permitindo a leitura do nível da água.

As leituras do N.A. devem ser anotadas para cada sondagem, em cada seção. Conjuntamente devem ser anotados: hora, dia, mês e ano para cada leitura.

Deverão ser implantadas seções transversais em conformidade com as seções de projeto, ou seja, a cada 20 m no máximo.

O ecobatímetro deve ter registro contínuo de dados e desvio padrão de, no máximo, 0,5% na medida da profundidade.

O sistema de posicionamento do ecobatímetro deve ter precisão melhor que 2 m.

Este levantamento servirá de apoio para a execução do aterro hidráulico para engordamento da praia.

A medição será feita considerando a execução, conforme levantamento batimétrico inicial, de 155 seções com 150,00m, estando vinculada ao andamento da obra.

### 1.1 MOBILIZAÇÃO E DESMOBILIZAÇÃO DE EQUIPAMENTOS

A mobilização consiste na colocação e montagem no local da obra de todos os equipamentos necessários à execução do serviço de acordo com o cronograma.

Os equipamentos a serem mobilizados deverão estar em conformidade com as exigências do Edital e normas vigentes da Marinha do Brasil.

Todas as licenças e autorizações necessárias a serem obtidas junto à Capitania dos Portos, no que se refere à operação das embarcações envolvidas na execução dos serviços objeto desta Licitação, são de única e exclusiva responsabilidade da Contratada.

A desmobilização consiste na retirada e desmontagem no local da obra de todos os equipamentos à execução do serviço, alojamentos, escritórios e todas as demais instalações necessárias à completa remoção do presente escopo do serviço.

A mobilização e desmobilização da Draga Hopper com capacidade mínima de 2.000 m<sup>3</sup> será feita pelos próprios meios considerando uma distância de 2000 milhas náuticas.

### 1.2 OBRAS DE ENGORDAMENTO E RECUPERAÇÃO DA PRAIA

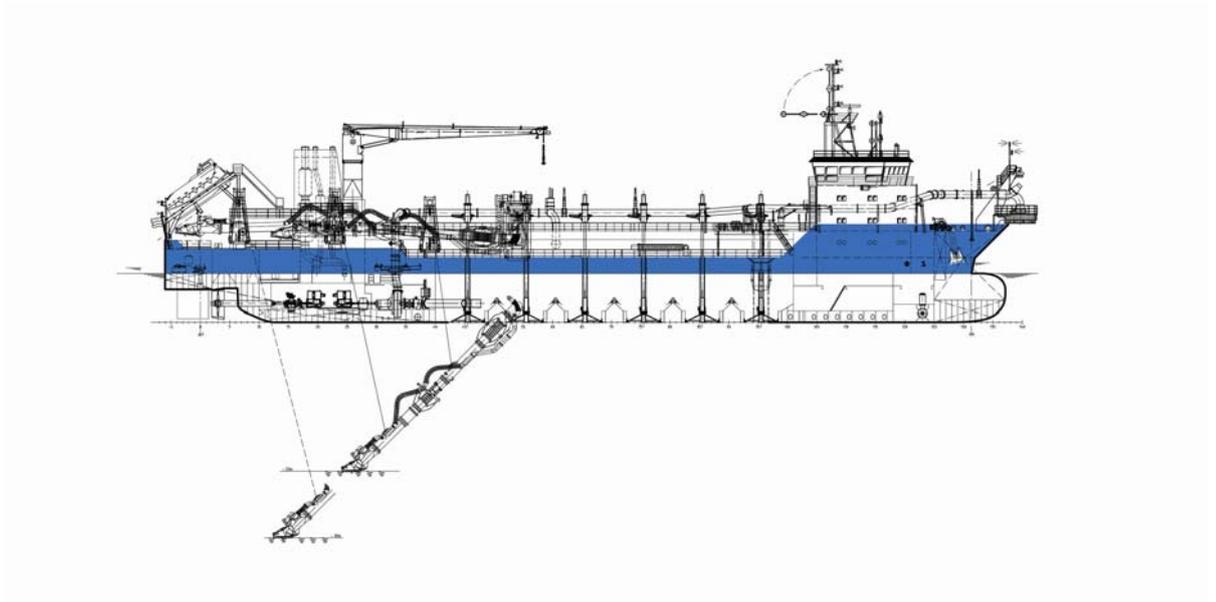
#### 1.2.1 Dragagem de areia média com draga autotransportadora tipo Hopper.

O sistema de dragagem pretendido pode ser categorizado como hidráulico (bombeamento).

Para engordamento de praias é mais típico a utilização de uma draga de sucção (hopper) tremonha de tipo hidráulico para remover os sedimentos de areia do fundo do mar. Dragagem hidráulica envolve o uso de uma plataforma tipo navio com cisterna e uma ou mais bombas centrífugas grandes para levantar lama/areia de água-sedimento do fundo do mar por meio de um tubo, descarregar o material em espera na cisterna do próprio navio e, em seguida, transportá-lo para um sítio específico de *dumping*.

Se a dragagem é composta principalmente de areias, ela pode ser utilizada como um material de construção para projetos de infra-estrutura ou de recomposição da faixa de areias de praia, aqui chamados de engordamento.

Os depósitos onde serão dispostos o material dragado não deve influenciar negativamente o ambiente ecológico. Facetas econômicas são importantes, como por exemplo, a jazida de material deve conter uma a composição dos sedimentos do fundo do mar semelhante ao do local de depósito e mais importante, as condições específicas de hidro-e morfodinâmicas no ambiente do local de despejo devem considerar granulometrias sedimentares que permanecem na área de depósito e, a distância entre a jazida dragada eo local especificado para o *dumping*, que deve ser tão curto quanto possível para minimizar os custos operacionais.

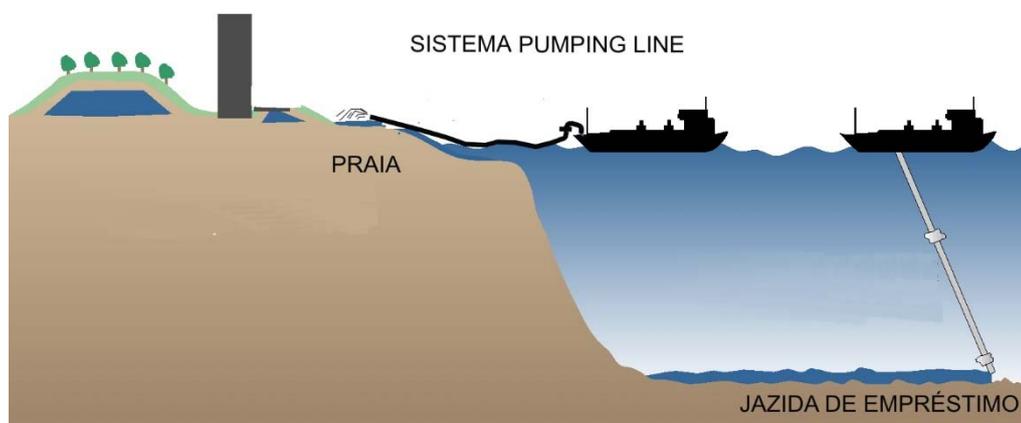


Draga autotransportadora Hopper

**Draga** – O equipamento escolhido para realizar o engordamento é a draga autotransportadora tipo Trailing Hopper de médio porte (capacidade da cisterna mínima de 2.500 m<sup>3</sup>) com bomba de recalque.

**Recalque e Depósito de Areia na Praia** – O sistema a ser utilizado pela draga Trailing Hopper deverá ser por meio de bombeamento para conduzir a areia da cisterna até a praia mediante linha de linha flutuante de tubos de aço ou, por meio de bombeamento do tipo *rainbowing*. Poderá ser utilizado os dois sistemas combinados se estes apresentarem o melhor rendimento final.

Bombeamento com linha

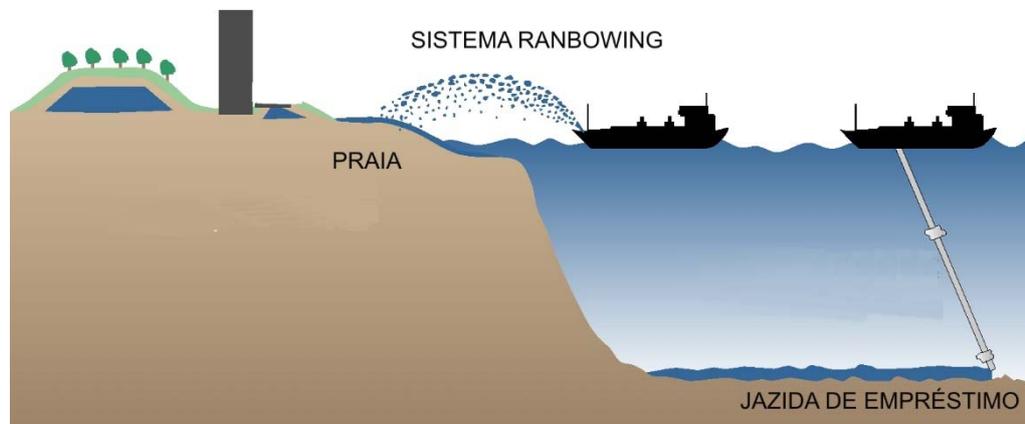


Dragagem e Bombeamento com Linha Flutuante de Tubos Metálicos

**SISTEMA DE PROTEÇÃO COSTEIRA – ORLA DE ITAPEMA**  
**Fixação das Barras do Rio Perequê, Rio Bela Cruz e Rio Taboleiro das Oliveiras**



Draga Hopper com bombeamento



Dragagem e Bombeamento Rainbowing



Draga Trailing Hopper para Rainbowing

Definição do sistema de depósito deverá ser o que demonstrar a melhor produtividade e menor perda.

As dragas deverão ser dotadas de equipamentos de posicionamento eletrônico (DGPS) e de equipamentos para registro de produção no corte, na cisterna e no bombeamento.

A jazida de empréstimo está localizada a uma distância de aproximadamente 11 km em relação à praia onde será disposto o material dragado.

A medição dos serviços de dragagem será pelo volume de material depositado na praia apropriado através de levantamentos topográficos e batimétricos, realizados após a execução dos serviços.

O serviços de aterro, para cada seção de trecho serão realizado com a criação de um depósito inicial para ser utilizado em trincheiras de contenção que deverão reterer a porção maior do volume de aterro necessário e, na medida que atinja a quantidade de maetrial necessária, será terraplanado no trecho aflorado do projeto. Para o trecho submerso, o controle será feito pela relção de volume depositado da ponta da linha ou do jato de areia, calculada na razão do volume de recalque por hora de bombeamento, afim de conformar a seção de fundo projetada.

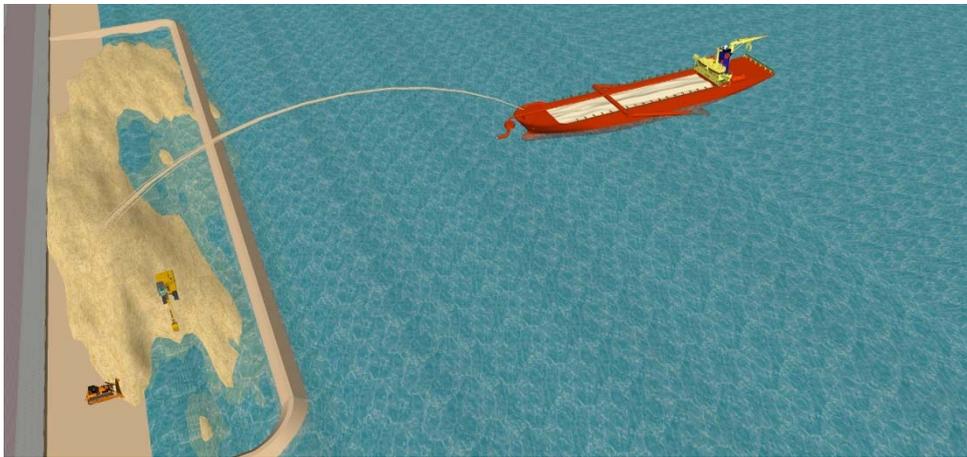
#### **Para aterro pelo sistema Rainbowing**

## SISTEMA DE PROTEÇÃO COSTEIRA – ORLA DE ITAPEMA

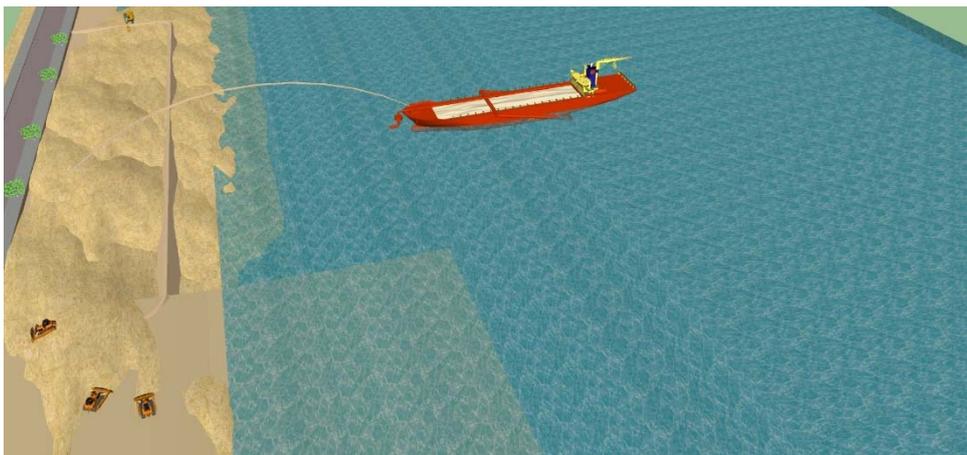
### Fixação das Barras do Rio Perequê, Rio Bela Cruz e Rio Taboleiro das Oliveiras



Etapa 1 – Bombeamento para reserva de materia na praia.



Etapa 2 – Execução de trincheiras de contenção.



Etapa 3 – Terraplenagem do Aterro Hidráulico.

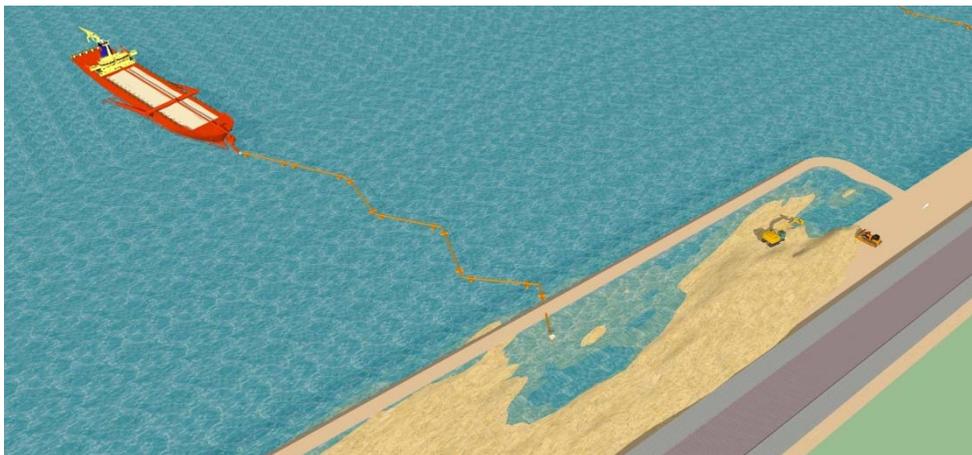
# SISTEMA DE PROTEÇÃO COSTEIRA – ORLA DE ITAPEMA

## Fixação das Barras do Rio Perequê, Rio Bela Cruz e Rio Taboleiro das Oliveiras

Para aterro pelo sistema com Linha Flutuante



Etapa 1 – Bombeamento para reserva de material na praia.



Etapa 2 – Execução de trincheiras de contenção.



Etapa 3 – Terraplenagem do Aterro Hidráulico.

### **1.2.2 Espalhamento de material de 1a categoria com trator de esteira e auxílio de escavadeira hidráulica**

O sedimento levado até o perfil praiar deverá ser distribuído (retrabalhamento) mecanicamente com o auxílio de trator de esteira e escavadeira hidráulica para o restabelecimento do ambiente praiar.

A medição dos serviços de espalhamento de material será pelo volume de material depositado na praia apropriado através de levantamentos topográficos e batimétricos, realizados após a execução dos serviços, considerando como limite a cota de preamar (conforme definido no projeto – seções transversais).

**9 REFERÊNCIAS CONSULTADAS**

ALFREDINI, Paolo; ARASAKI, Emília. **Obras e gestão de portos e costas**: A técnica aliada ao Enfoque logístico e ambiental. 2.ed. São Paulo: Edgar Blucher, 2009. p.776.

MASON, Jayme. **Obras Portuárias**. Rio de Janeiro: Campus; Brasília: Portobrás, 1981. p.282.

US ARMY COASTAL ENGINEERING RESEARCH CENTER. **Shore Protection Manual**: 2. 4.ed. Washington DC, 1984.

**10 ANEXOS**

**10.1 MONOGRAFIAS DOS MARCOS GEODÉSICOS DE APOIO AO LEVANTAMENTO TOPOBATIMÉTRICO**

**10.2 ESTUDOS COMO SUPORTE AO PROJETO EXECUTIVO DO SISTEMA INTEGRADO DE PROTEÇÃO DA MEIA PRAIA - ANÁLISE DAS CONDIÇÕES DE ONDAS E ESTABILIDADE DA LINHA DE COSTA**

**10.3 RELATÓRIO DE COLETA DE SEDIMENTOS**