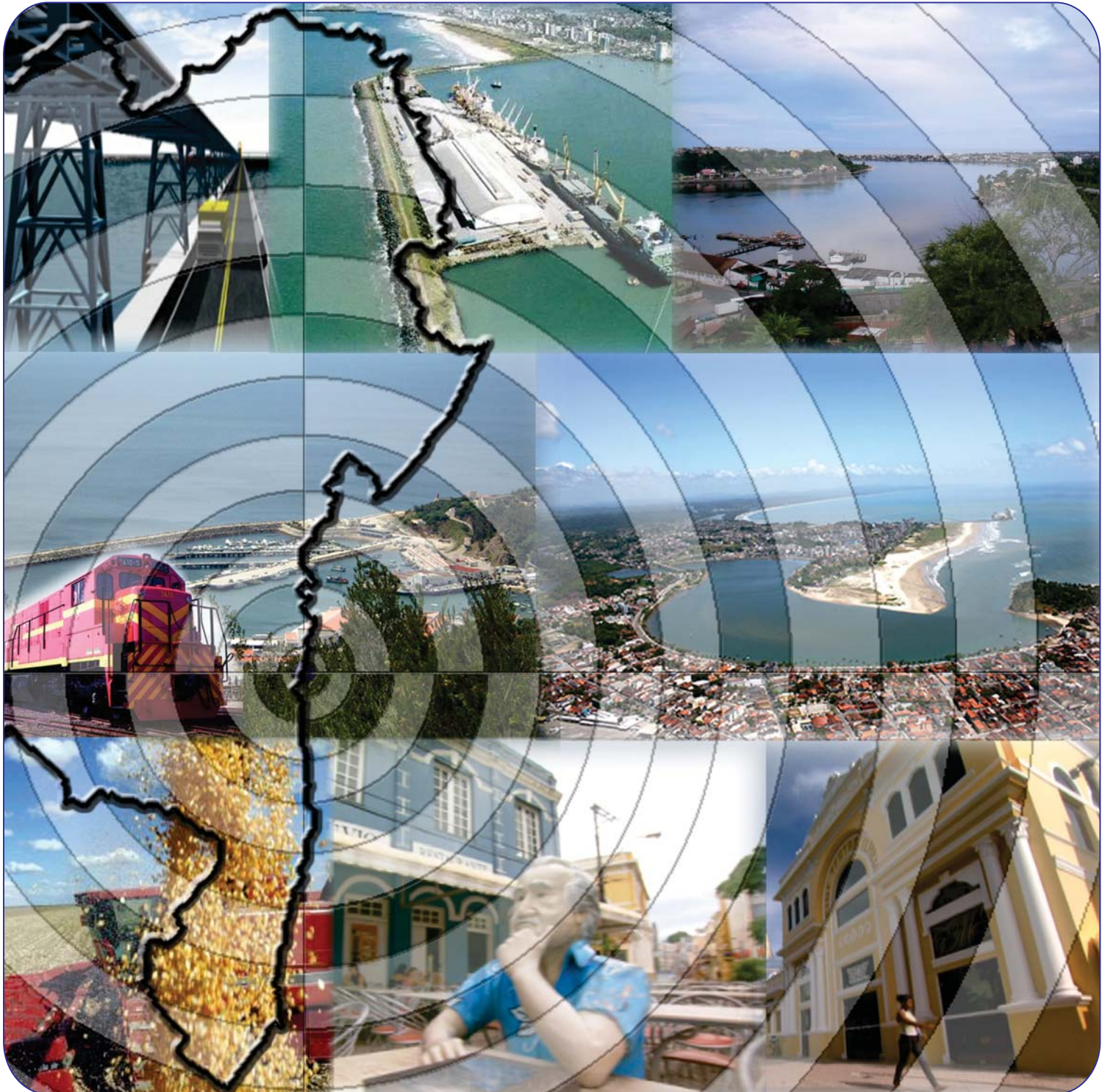


CONSÓRCIO

HYDROS **ORIENTA**



**ESTUDO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) E RELATÓRIO DE IMPACTO AMBIENTAL
(RIMA) PARA IMPLANTAÇÃO DO PORTO SUL EM ILHÉUS**

**TOMO VIII - APÊNDICE 7 - LINHA DE COSTA, DRAGAGEM E ROTAS MARÍTIMAS
VOLUME 1**

GOVERNO DO ESTADO DA BAHIA

SECRETARIA DE INFRAESTRUTURA

**DERBA - DEPARTAMENTO DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES DA
BAHIA**

DIRETOR GERAL

Saulo Filinto Pontes de Souza

DIRETOR DE PROJETOS E PROGRAMAS ESPECIAIS

Anna Christina Cruz Dias

HYDROS ENGENHARIA E PLANEJAMENTO LTDA

RESPONSÁVEL TÉCNICO

Engº Silvio Humberto Vieira Regis

COORDENAÇÃO GERAL

Engº Ulysses Fontes Lima

Engº José Jaques Coelho

GERENTE DE CONTRATO

Geol. Sandro Luiz de Camargo

**ESTUDO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) E RELATÓRIO DE IMPACTO
AMBIENTAL (RIMA) PARA IMPLANTAÇÃO DO PORTO SUL EM ILHÉUS**

**APÊNDICE 7 – LINHA DE COSTA, SEDIMENTOS DE DRAGAGEM E ROTAS
MARÍTIMAS**

VOLUME 1

APRESENTAÇÃO

O Consórcio **HYDROS/ORIENTA** apresenta o “CADERNO DE RESPOSTAS AO PARECER Nº 09/2012 – COPAH/CGTMO/DILIC/IBAMA” (0341-RT-00-MA-020 R-00), parte integrante do Contrato nº CC001 - CT 012/10, cujo objeto é a “Contratação de Consultoria de Engenharia para elaboração de Estudo de Impacto Ambiental - EIA e Relatório de Impacto Ambiental - RIMA para implantação do Porto Sul em Ilhéus”, firmado entre o CONSÓRCIO HYDROS/ORIENTA e o DEPARTAMENTO DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES DA BAHIA - DERBA. O Caderno de Respostas completo constitui-se de vinte Tomos, com a seguinte estrutura:

Tom I -	Documento-resposta
Tom II -	Apêndice 1 Caracterização do Empreendimento
Tom III -	Apêndice 2 – Justificativa do Empreendimento, Avaliação de Alternativas Tecnológicas e Locacionais e Definição da Área de Influência
Tom IV - Apêndice 3 -	Caracterização dos Acessos
Tom V - Apêndice 4 -	Caracterização da Pedreira
Tom VI - Apêndice 5 -	Qualidade do Ar
Tom VII - Apêndice 6 -	Ruídos e Vibrações
Tom VIII - Apêndice 7 -	Linha de Costa, Sedimentos de Dragagem e Rotas Marítimas
Tom IX - Apêndice 8 --	Dados Sismológicos e Espeleologia
Tom X - Apêndice 9 -	Qualidade da Água
Tom XI - Apêndice 10 -	Fauna Terrestre
Tom XII - Apêndice 11 -	Biota Aquática, Cetáceos e Quelônios
Tom XIII - Apêndice 12 -	Flora
Tom XIV - Apêndice 13 -	Estudo de Conectividade Hídrica
Tom XV - Apêndice 14 -	Bioindicadores, Unidades de Conservação e Anuências
Tom XVI - Apêndice 15 -	População, Turismo e Patrimônio Cultural e Arqueológico
Tom XVII - Apêndice 16 -	Atividade Pesqueira
Tom XVIII - Apêndice 17 -	Avaliação dos Impactos Ambientais
Tom XIX - Apêndice 18 -	Programas Ambientais
Tom XX - Apêndice 19 -	Caderno de Investimentos

O presente documento **Tom VIII** corresponde ao **Apêndice 7 – Linha de Costa, Sedimentos de Dragagem e Rotas Marítimas**. Este documento está apresentado em duas partes. A Parte I contém os comentários e suas respectivas respostas, e a Parte II contempla os estudos complementares: 7.A – Linha de Costa (7.A.1 - Aritaguá Terminal Privado-4400 Alternativas Porto Sul “Trade Off”, 7.A.2 - Estudo da Evolução da Linha de Costa para as Alternativas do Porto Sul e 7.A.3 - Análise do Comportamento da Linha de Costa nas Vizinhanças do Porto de Ilhéus – Bahia); e 7.B – Sedimentos de Dragagem.

O Tom VII está dividido em dois volumes:

- **Volume 1 - Parte I completa, o Estudo 7.A – Linha de Costa e o Estudo 7.B Sedimentos de Dragagem; e**
- **Volume 2 - Anexos deste Estudo.**

PARTE I – COMENTÁRIOS/RESPOSTA

TOMO VIII - APÊNDICE 7 – LINHA DE COSTA, DRAGAGEM E ROTAS MARÍTIMAS

7.A – LINHA DE COSTA

7.A.1 - ARITAGUÁ TERMINAL PRIVADO-4400 ALTERNATIVAS PORTO SUL “TRADE OFF”

7.A.2 - ESTUDO DA EVOLUÇÃO DA LINHA DE COSTA PARA AS ALTERNATIVAS DO PORTO SUL

7.A.3 - ANÁLISE DO COMPORTAMENTO DA LINHA DE COSTA NAS VIZINHANÇAS DO PORTO DE ILHÉUS - BAHIA

7.B – SEDIMENTOS DE DRAGAGEM

▪ **Comentário 40 – página 17, parágrafo 2.**

Apresentar caracterização e mapeamento do uso pretendido para a zona marítima, incluindo as rotas de navegação que poderão ser utilizadas pelas embarcações envolvidas nas atividades da instalação e operação (inclusive embarcações de apoio); para cada rota de navegação devem ser apresentadas, minimamente, informações sobre o número total e as principais características (tamanho, atividade a que se destina, periodicidade e velocidade de navegação) das embarcações que farão uso da mesma.

▪ **Resposta ao Comentário 40:**

O fluxo de embarcações previsto nas diferentes fases do empreendimento apresenta diferentes características: um caráter temporário no período de construção das estruturas marítimas; um cíclico relacionado às dragagens de aprofundamento e manutenção e um permanente relacionado com a movimentação de navios de carga e embarcações de apoio na fase de operação do Porto Sul.

Na fase de implantação diversos tipos de embarcação circularão na região por estarem envolvidas com as obras de instalação das estruturas marítimas e com as atividades de dragagem e apoio náutico. Considerou-se que todo o embarque de materiais para o quebra-mar e para a construção do píer de carregamento será realizado a partir do PEP (*Píer de Embarque Provisório*), conforme consta do EIA. Deve-se considerar ainda a movimentação da draga e das embarcações de apoio à construção, além das envolvidas na montagem do “*jack-up*” e as de transporte do carregador de navios. É importante destacar que o tráfego dessas embarcações, uma vez mobilizadas, será circunscrita ao local do empreendimento, à exceção da draga que apresenta uma movimentação entre os locais de dragagem e a área de descarte, e das embarcações de apoio que deverão transitar entre a área do Porto Sul e as bases de Ilhéus, incluindo o Porto do Malhado. Todas as embarcações poderão utilizar o porto de ilhéus para abastecimento e eventualmente troca de tripulação e manutenção.

Um detalhamento das rotas das embarcações na fase de implantação para o Porto Sul é apresentado no **Quadro 1** abaixo:

Quadro 1 - Rotas das Embarcações na Fase de Implantação para o Porto Sul

Tipo de Embarcação	Atividade desenvolvida e frequência	Rotas de Navegação
Plataforma Elevatória (Jack-up)	A plataforma elevatória (<i>Jack-up</i>) para a construção da plataforma de transição no píer, apesar de flutuante, é uma estrutura fixa e já vem montada ao local. Ela é utilizada como flutuante apenas para se posicionar para a cravação das estacas e, portanto, não transita na região. O guindaste sobre a plataforma pode já vir com a mesma até o local ou ser montado sobre a mesma com o auxílio de embarcações de apoio (barcaças, por exemplo), especificamente na mobilização. O tempo estimado para utilização da plataforma, conforme o PEP, é de 3 meses, com mais 1 mês de apoio para montagem do Cantitravel do píer.	Restrita ao local do Porto
Barcaças Planas	Para a construção da plataforma de transição e dos píeres, as frentes terão que ser abastecidas com as estacas tubulares metálicas, pré-moldados de	Entre o PEP e os píeres de atracação

Quadro 1 - Rotas das Embarcações na Fase de Implantação para o Porto Sul

Tipo de Embarcação	Atividade desenvolvida e frequência	Rotas de Navegação
	concreto, armação e concreto para moldagem “ <i>in-loco</i> ”. Esses materiais serão transportados por barcas planas no trajeto entre o PEP e o píer. Neste caso, deve-se prever no máximo 4 barcas para os elementos de fundação, pré-moldados e armaduras e 2 barcas adaptadas para levar concreto. O tempo estimado de construção é de 27 meses.	
Embarcações do tipo “ <i>Split barge</i> ”, “ <i>Side dump</i> ” e “ <i>Flat barge</i> ”	Para a construção do quebra-mar foram consideradas 3 embarcações: 1 do tipo “ <i>Split barge</i> ”, com lançamento pelo fundo (3.700 m ³), 1 do tipo “ <i>Side dump</i> ”, com lançamento lateral (3.700 m ³), e 1 do tipo “ <i>Flat barge</i> ”, para carregamento das rochas e descarga para a construção seca. O trajeto das embarcações é entre o PEP e o quebra-mar, sendo que as 3 embarcações compartilharão os 2 berços do PEP, com frentes em paralelo. O tempo estimado de construção é de 39 meses considerando a reposição de solo para a base e a construção do quebra-mar propriamente dita.	Entre o PEP e o quebra-mar
Draga Hopper auto-transportadora	Para a dragagem foi considerada uma embarcação do tipo TSHD (10.000 m ³). A movimentação da embarcação é realizada 8 vezes ao dia entre as áreas de dragagem (canal, bacias de evolução e berços de atracação) e a área de bota-fora do material (estimada a uma distância de 10 milhas náuticas). O tempo total estimado de dragagem da fundação do quebra-mar é de 7 meses para a substituição de solo e de 16,3 meses para as demais áreas. Pelo menos uma vez por mês a draga deverá ser abastecida e esporadicamente deverá paralisar para manutenção. Essas operações deverão ocorrer no Porto do Malhado ou em área próxima licenciada para tal.	Entre as áreas de dragagem e o bota-fora e a região de Ilhéus
Navio de Carga	Não há como definir sobre a embarcação que vai trazer o carregador de navios, pois é função de uma série de fatores. Essa embarcação, no entanto, não se movimenta no local, sendo apenas uma manobra de aproximação e atracação para descarregamento do equipamento, deixando o local após o descarregamento.	Exterior para Porto do Malhado
Embarcações de apoio	Existirão 1 ou 2 barcos de apoio adicionais para transporte de tripulação e operários. Essas embarcações transitarão entre a área das obras e a região de Ilhéus (incluindo o Porto do Malhado) cerca de 3 a 4 vezes por dia.	Entre as áreas de obras e a região de Ilhéus

Fonte: Fonte original Projeto BAMIN, modificado por CEPENAR.

O mapa apresentado na **Figura 1** consolida as rotas de navegação utilizadas pelas embarcações envolvidas na implantação do Porto Sul.

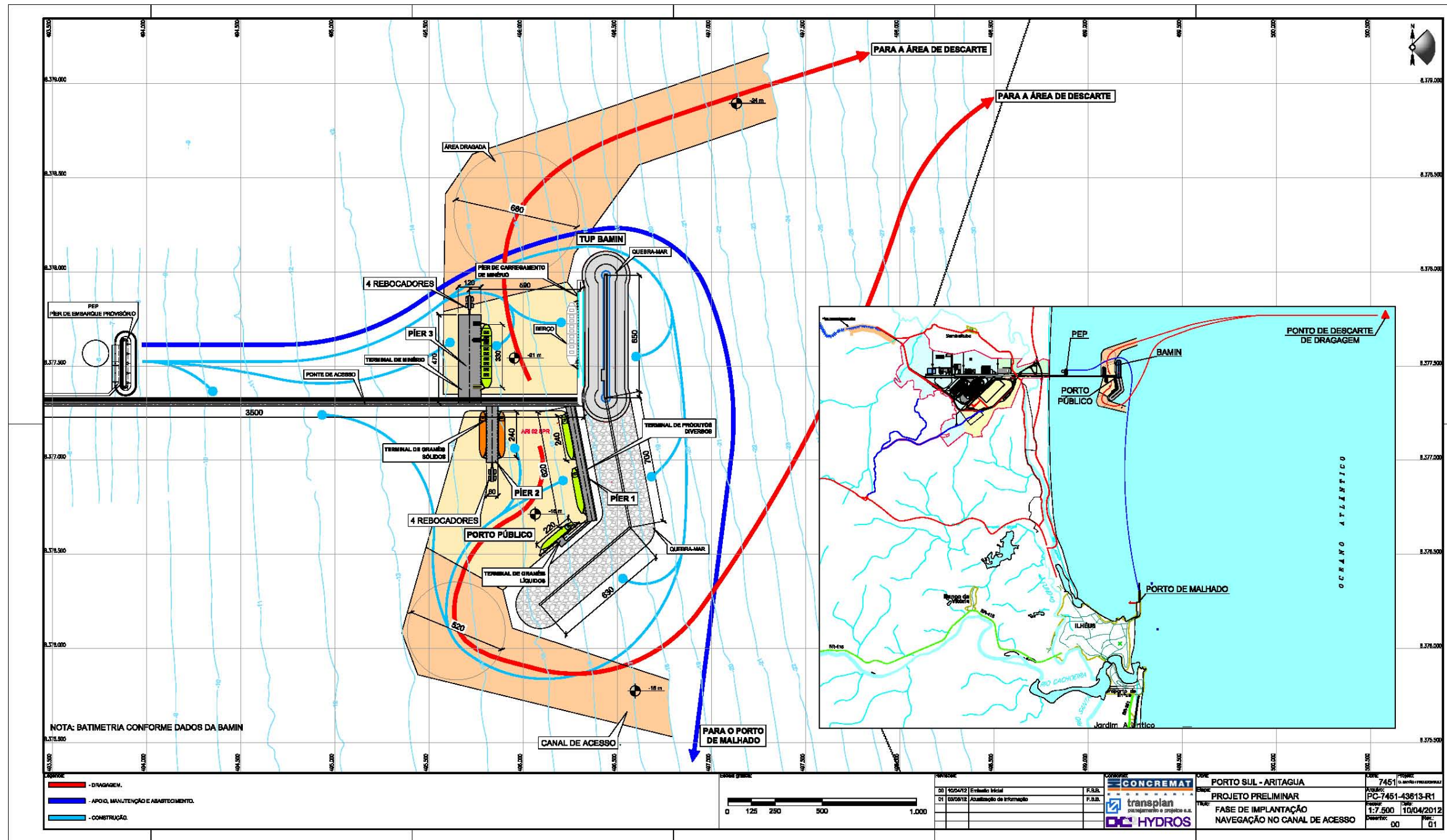


Figura 1 - Mapa de Rota das Embarcações na Fase de Implantação do Empreendimento

Quando o empreendimento entrar em operação, na região do Porto Sul basicamente circularão navios para escoamento de cargas diversas, além de embarcações para as atividades de apoio às operações (rebocadores, abastecimento e recolhimento de produtos e resíduos entre outros).

O fluxo de embarcações (navios) esperado para o Porto Sul na fase de operação é apresentado nos **Quadros 2 e 3** abaixo:

Quadro 2 - Fluxo de embarcações (navios) esperado para o Porto Sul na fase de operação – Porto Sul

Descrição	Min.Ferro (Porto Público)	Min. Ferro (TUP) – 1ª Fase	Min. Ferro (TUP) – 2ª Fase	Total (PP+TUP 2ª fase)
Capacidade Anual (Mtpa)	25	19,5 (base seca)	45 (base seca)	70
Navio médio (DWT)	135.000	167.500 (capacid) / 163.200 (carga efetiva)	167.500 (capacid) / 163.200 (carga efetiva)	302.500
Número navios/ano	185,2	129,9	299,6	485
Número navios/mês	15,4	10,7	24,6	40,0
Número navios/dia	1 a cada 2 dias	1 a cada 2,8 dia	1 a cada 1,2 dia	3 a cada 2 dias

Fonte: BAMIN (TUP) e PROJCONSULT

Quadro 3 - Fluxo de embarcações (navios) esperado para o Porto Sul na fase de operação – Porto Público

Descrição	Fertilizantes	Clinker	Granel S.	Etanol	Soja	Total
Capacidade Anual (Mtpa)	0,868	2	4,3	3,01	2,621	12,799
Navio médio (DWT)	32.000	38.000	60.000	70.000	70.000	32.000 a 70.000
Número navios/ano	27,1	52,6	71,7	43	37,4	231,9
Número navios/mês	2,3	4,4	6,0	3,6	3,1	19,3
Número navios/dia	1 a cada 13 dias	1 a cada 7 dias	1 a cada 5 dias	1 a cada 8 dias	1 a cada 10 dias	1,9 a cada 3 dias

Fonte: PROJCONSULT

As informações acima se restringem ao fluxo de navios envolvidos com o escoamento de cargas a partir do porto. A **Figura 2** apresenta o mapa com as principais rotas/destinos dos produtos escoados pelo Porto Sul.

Além do tráfego das embarcações principais (navios de carga), na ADA e na área até a região de Ilhéus haverá o trânsito de embarcações envolvidas no apoio às operações, tais como, rebocadores, embarcações para abastecimento e recolhimento de produtos dos navios, entre outras. A frequência dessas embarcações será determinada principalmente pelas demandas dos usuários do Porto que poderão ou não solicitar serviços de apoio. Portanto, o fluxo de embarcações nessas áreas é de difícil mensuração, pois são dependentes do fechamento de contratos com outras empresas, ainda a serem definidos.

A exceção é o tráfego dos rebocadores que são obrigatórios durante todas as manobras de atracação e desatracação dos navios e, por isso, será diário, mas restrito às áreas de manobra e do canal de navegação.

O natural aumento no tráfego de embarcações devido à instalação e operação do terminal deverá levar ao aumento das possibilidades de ocorrência de acidentes entre as embarcações.

Os acidentes são em sua maioria causados por uma combinação de eventos envolvendo falhas técnicas e/ou humana.

Hoje na região verifica-se o fluxo de embarcações que se destinam ao Porto do Malhado além de uma frota de pesca e de embarcações de lazer que circulam diariamente na região. Para que seja minimizado o risco de choque entre embarcações, é importante que se sigam as Normas da Autoridade Marítima (NORMAM), principalmente a referente ao tráfego e permanência de embarcações em águas jurisdicionais brasileiras (NORMAM-08/DPC), e também seguir o Regulamento Internacional para Evitar Abalroamento no Mar (RIPEAM-72).

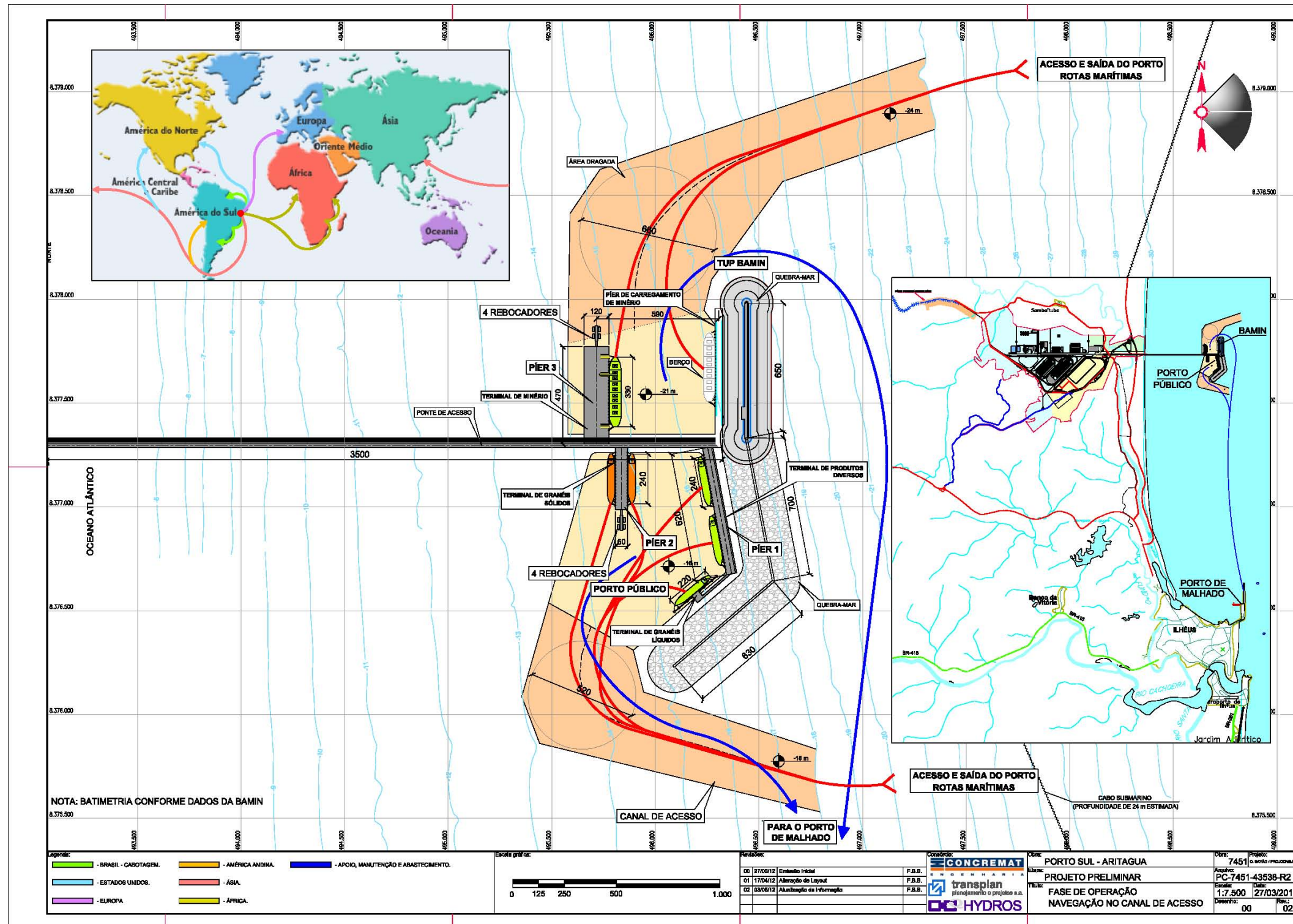


Figura 2 - Mapa de Rota das Embarcações na Fase de Operação do Empreendimento

As atividades inerentes a uma construção marítima, como as dragagens, a intensa movimentação de embarcações de grande porte e o estabelecimento de áreas de navegação (canal de acesso e bacia de evolução) faz com que seja necessária a definição de áreas de exclusão, principalmente por quesitos de segurança, com consequente restrição às atividades pesqueiras em algumas áreas.

No **Quadro 4** abaixo são apresentadas as normas que regulam a segurança à navegação:

Quadro 4 - Normas que Regulam a Segurança à Navegação

Lei nº 9.432, de 08/01/1997	Dispõe sobre a ordenação do transporte aquaviário e dá outras providências.
Lei nº 9.537, de 11/12/1997	Dispõe sobre a segurança do tráfego aquaviário em águas sob jurisdição nacional e dá outras providências.
Decreto nº 2.596, de 18/05/1998	Regulamenta a Lei nº 9.537, de 11 de dezembro de 1997, que dispõe sobre a segurança do tráfego aquaviário em águas sob jurisdição nacional.
NORMAM-08	Normas da autoridade marítima para tráfego e permanência de embarcações em águas sob jurisdição nacional. (Aprovada pela Portaria DPC nº 106/03)

Fonte: https://www.dpc.mar.mil.br/normam/N_08/N_08.htm, http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9432.htm,
<http://www.jusbrasil.com.br/legislacao/111719/decreto-2596-98>,
<http://www.antaq.gov.br/portal/pdf/Decreto2596.pdf>

Qualquer procedimento para operação do futuro Porto Sul terá que ser aprovado pela Autoridade Marítima da área, que no caso é a Capitania dos Portos da Bahia, em Salvador, apoiada pela Delegacia dos Portos em Ilhéus.

Toda Capitania dos Portos, no Brasil, publica para a sua área de jurisdição um documento chamado Normas e Procedimentos da Capitania dos Portos (NPCP). Nesse documento são regulados todos os procedimentos sobre a operação de um porto. No caso da Bahia, existem as NPCP-BA, que são divulgadas ao público através do site da DHN (https://www.dpc.mar.mil.br/npcp_npcf/cpba/npcp_ba.pdf).

As NPCP tratam inclusive das questões relacionadas à velocidade das embarcações determinando que ao trafegarem em áreas restritas e ao se cruzarem, deverão fazê-lo em velocidade compatível com o local, de forma que não façam marola (ondas) que ponham em risco a integridade dos demais barcos e do ecossistema. Normalmente para essas áreas de intenso tráfego são determinadas velocidades inferiores a 5 nós.

Assim, resumidamente, todas as características de operação do Porto Sul, quando ele estiver funcionando, passarão obrigatoriamente a constar da NPCP-BA.

▪ **Comentário 49 - página 24, parágrafo 5.**

Levantamento das propriedades, edificações/bens públicos ou privados, áreas de uso coletivo, potencialmente impactadas pela erosão e assoreamento na praia, decorrente do quebra-mar, considerando como AID da parte marítima.

Foi realizado Levantamento de Uso e Ocupação do Solo na área potencialmente impactada pela erosão apresentada no EIA. A área de abrangência definida foi dividida em trechos preliminarmente definidos e classificados como de cobertura vegetal ou ocupação antrópica. Todos aqueles classificados como de ocupação antrópica foram inspecionados, contemplando visita a toda a área e avaliação de cada unidade imobiliária.

Os resultados do Estudo são apresentados de forma comparativa para duas áreas de abrangência. A primeira se refere à área delimitada pela antiga linha de erosão costeira apresentada no EIA e definida pelos impactos decorrentes da implantação de um quebra-mar com 2.410m (dois mil quatrocentos e dez metros) de extensão. A segunda área delimitada pela nova linha de erosão costeira define-se pelos impactos decorrentes da implantação de um quebra-mar com dimensões reduzidas – 1.980m (mil novecentos e oitenta metros).

A redução do comprimento do quebra-mar possibilitou a redução do número de unidades imobiliárias para a metade do inicial, de acordo com a informação apresentada a seguir:

- **Área de abrangência 01** – antiga linha de erosão costeira (**quebra-mar de 2.410 m**): **33** unidades imobiliárias possivelmente impactadas;
- **Área de abrangência 02** – nova linha de erosão costeira (**quebra-mar de 1.980 m**): **16** unidades imobiliárias possivelmente impactadas.

O Estudo identificou o uso das construções, o padrão construtivo e a tipologia de cada unidade imobiliária. Observou-se na área estudada a predominância de construções de dimensões médias com até três pavimentos, destinadas à moradia (**Quadro 1**), com padrão construtivo predominantemente regular e bom, e densidade do solo baixa e média. Na área de estudo não foi observada oferta relevante de espaços de uso público.

Quadro 1 - Uso do Solo (Funções) – Área Possivelmente Afetada pela Nova Linha de Erosão Costeira

Residencial	7
Serviço (Restaurantes/barracas)	7
Misto	2
Total	16

Fonte: Hydros Engenharia

▪ **Comentário 50 – página 24, parágrafo 5.**

Apresentar as rotas de aproximação das embarcações a serem utilizadas nas fases de implantação e operação do porto, considerando-as como AID da parte marítima.

▪ **Resposta ao Comentário 50:**

A resposta a este comentário já foi contemplada pela resposta ao Comentário 40.

▪ **Comentário 203 – página 86, parágrafo 3.**

Tais impactos, caso decorridos das atividades ora mencionadas, devem ser sempre monitorados e ações corretivas tomadas sempre que previsto ou mesmo quando aconteçam fatos que possam causar danos não previstos, devendo o IBAMA ser imediatamente avisado sobre a ocorrência anômala e as ações de tratamento realizadas.

▪ **Resposta ao Comentário 203:**

O Programa de Monitoramento da Qualidade da Água e Sedimentos (**Apêndice 18**) prevê o acompanhamento dos impactos potenciais da atividade sobre os compartimentos água e sedimentos, com indicadores ecológicos, físico-químicos e químicos. Impactos agudos serão informados ao IBAMA imediatamente, bem como possíveis desvios de médio e longo prazo (crônicos) detectados a partir dos resultados dos monitoramentos, deverão ser relatados e propostas medidas corretivas para mitigá-los.

▪ **Comentário 204; página 86; parágrafo 4.**

Mas não ficou evidente se nas 3 áreas selecionadas como possíveis bota-fora há menção de que nelas se encontre organismos, estruturas ou comunidades de relevante interesse ecológico.

▪ **Resposta ao Comentário 204:**

Apesar da indicação de três possíveis áreas de descarte, optou-se por apenas uma área localizada na zona do talude médio (~200 m) especificamente num gradiente elevado associado à presença do cânion do rio Almada (**Figura 1** da resposta à questão 159). Conforme foi abordado na resposta à Pergunta 159, não há evidências nem expectativa de presença de áreas recifais ou de relevante interesse ecológico entre as áreas selecionadas de aproximadamente 200m de profundidade e nem para as áreas maiores que 200 m (isóbata de 500m), haja vista ser essa uma zona propícia à sedimentação tipicamente lamosa, equivalente ao material que deverá ser dragado na obra do Porto Sul. O afastamento da área de descarte para a profundidade acima de 200 metros, aproximadamente 500 m é sugerida no **Apêndice 16**, estudos sobre Atividade Pesqueira como medida mitigadora ao impacto sobre a pesca (pesqueiro Regão).

▪ **Comentário 205; página 87; parágrafo 4.**

Na análise dessa alternativa não ficou claro quantas dragas serão usadas, além de haver discrepância entre os tempos de operação das dragagens apresentados. Ou seja, apesar de se conhecer o número de ciclos aproximado que uma draga fará por dia (9 ciclos para a alternativa de escolha), haverá momentos que a mesma interromperá suas atividades por fins diversos, como abastecimento ou manutenção (atividades que podem durar vários dias), sendo pertinente uma revisão na estimativa do cronograma dessas operações.

▪ **Resposta ao Comentário 205:**

O cronograma foi revisado conforme recomendado, e um novo é apresentado a seguir (**Figura 1**):

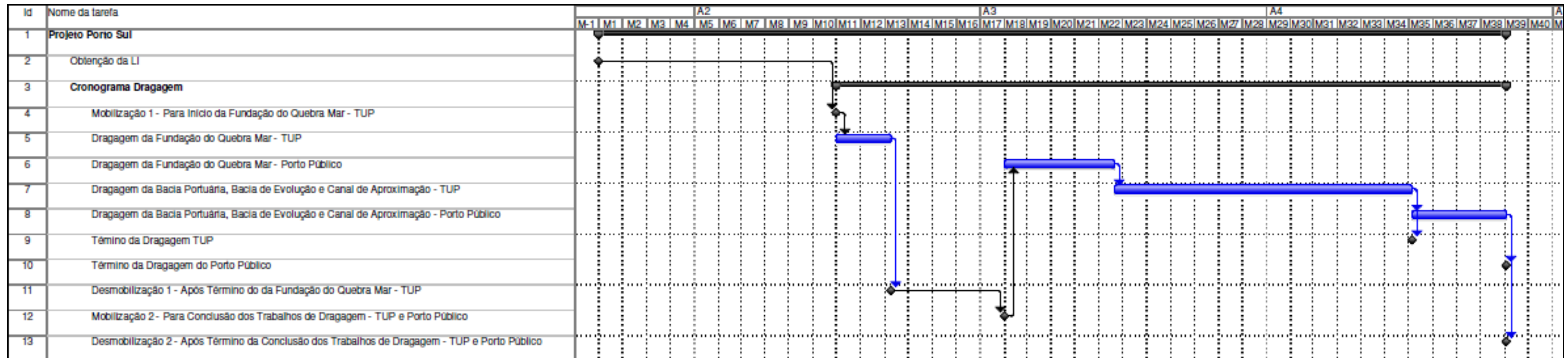


Figura 1 - Cronograma da Atividade de Dragagem para Aprofundamento das Vias Navegáveis, Áreas de Manobra, Berços de Atracção e Base do Enrocamento

- **Comentário 206; página 87; parágrafo 6.**

Dessa forma, o uso do overflow, caso pretendido, deve ser previamente solicitado e aprovado pelo Ibama para se ter maiores garantias que será ambientalmente seguro e não extrapolará as condições e extensão de impactos já estudados.

- **Resposta ao Comentário 206:**

O *overflow* não é será utilizado. Para isso, considerou-se um fator importante de redução da capacidade de utilização do *hopper* da draga para cerca de 40%.

- **Comentário 207; página 88; parágrafo 4.**

Sobre a caracterização dos sedimentos na área de dragagem, não ficou claro se todos os laboratórios que realizaram as análises possuem as certificações requeridas, visto não terem sido detectados no EIA esta documentação comprobatória. Portanto, há pendências quanto a esse esclarecimento do Laboratório LABMAR. Tal fato deve ser motivo de complementação, junto ao IBAMA. Por outro lado, o Laboratório Eurofins Innolab forneceu número de credenciamento junto ao INMETRO.

- **Resposta ao Comentário 207:**

O laboratório LABMAR, responsável pelas análises granulométricas e de composição dos sedimentos não possui Certificação do INMETRO. Ele é um laboratório que foi criado a partir do laboratório de Oceanografia Geológica da UFES com o qual a Cepemar sempre manteve parceria inclusive em diversos outros trabalhos de caracterização dos sedimentos conforme determina a Resolução Conama 344/04, sem que nunca houvesse contestação pelos órgãos ambientais.

Cabe salientar, que a RC 344/04 cita em seu Art. 6º que “As análises físicas, químicas e biológicas previstas nesta Resolução deverão ser realizadas em laboratórios que possuam esses processos de análises credenciados pelo Instituto Nacional de Metrologia-INMETRO, **ou em laboratório qualificados ou aceitos pelo órgão ambiental competente licenciador**”. Conforme mencionado acima, tendo o LABMAR já atuado em diversos processos de licenciamento de atividades de dragagem, considerou-se que o mesmo já tinha aceitação do órgão licenciador.

De qualquer forma, está sendo apresentado no **Apêndice 7, Parte II, Item 7.2.-Estudo de Caracterização de Sedimentos (RT 269-11)**, um Portifólio deste Laboratório. Destaca-se ainda que o mesmo já está buscando junto ao INMETRO a sua certificação.

Por fim, cabe informar que os métodos utilizados pelo laboratório são tradicionais nesse tipo de análise e uma das responsáveis técnicas pelo laboratório, a Dra. Jacqueline Albino (CV enviado junto com o Portifólio do LABMAR), validou as análises realizadas.

- **Comentário 208; página 88; parágrafo 6.**

Quanto à caracterização física dos sedimentos houve, no EIA, uma divergência clara entre os gráficos apresentados e as tabelas. Vê-se nos primeiros a fração lamosa é predominante, ao passo que as tabelas aparecem as areias como frações maiores. Será necessária a revisão destes dados e as complementações pertinentes ainda discutidas neste parecer.

- **Resposta ao Comentário 208:**

Essas divergências foram confirmadas (houve troca na legenda) e os gráficos e tabelas já foram revisados, sendo reapresentados no **Apêndice 7, Parte II, Item 7.B – Sedimentos de Dragagem** (RT 269-11).

- **Comentário 209; página 90; parágrafo 2.**

Esclarecer se nas 3 áreas selecionadas como possíveis áreas de disposição oceânica dos sedimentos de dragagens há ocorrência de recifes, estruturas naturais ou comunidades de interesse ecológico, expondo os meios utilizados e resultados alcançados.

- **Resposta ao Comentário 209:**

Essa questão foi abordada nas respostas aos **Comentários 159 e 204**. Dessa forma reforça-se que apenas uma área de descarte foi escolhida a aproximadamente 200m de profundidade (**figura 1 da resposta 159**). Além desta, foi sugerido como medida mitigadora da atividade pesqueira (devido à proximidade da área de descarte ao pesqueiro Regão), o afastamento para a isóbata de 500m (**Apêndice 16 - Atividade Pesqueira**). Nessa área, também não há evidências e nem é esperada a ocorrência de estruturas recifais tendo em vista ser uma área propícia a sedimentação lamosa.

- **Comentário 210 – página 90, parágrafo 2.**

Incluir, no Programa de Monitoramento da Qualidade da Água, em suas campanhas, proposição para o mapeamento in loco do alcance das plumas, a serem executadas durante o período de dragagens (especificando a velocidade e sentido de correntes marinhas).

- **Resposta ao Comentário 210:**

O monitoramento da pluma de material em suspensão será alvo do Programa de Monitoramento da Qualidade da Água e Sedimentos, sub-programa de Monitoramento da Pluma de Turbidez.

Este programa, descrito no **Apêndice 18**, tem seu início definido pela liberação da carga da cisterna da draga na área de descarte. A partir desse momento é lançado um derivador de meia profundidade, com um receptor de GPS portátil instalado, que indicará o deslocamento da massa d'água. Um barco acompanhará o deslocamento do derivador e em intervalos pré-determinados serão realizados perfis verticais de turbidez.

Sincronizado com a operação de lançamento do derivador, um segundo barco realizará seções transversais à sua trajetória de deslocamento para determinação da extensão espacial da pluma de turbidez, por meio do retroespalhamento acústico obtido por um perfilador acústico de correntes por efeito Doppler (sigla em inglês - ADCP). Amostras de água deverão ser

coletadas para avaliação da velocidade de decantação média com auxílio de um tubo de decantação e posterior análise gravimétrica.

Os resultados do derivador e dos perfis transversais da massa de água durante o lançamento serão integrados para estimar a dimensão real das plumas de turbidez, as quais serão lançadas em mapa, atendendo à recomendação específica do Parecer Técnico.

▪ **Comentário 212 – página 90, parágrafo 2.**

Esclarecer o cronograma de dragagens (TUP e Porto Público), se serão ou não concomitantes, enviando cronograma unificado.

▪ **Resposta ao Comentário 212:**

Para a definição do cronograma de dragagem do empreendimento Porto Sul como um todo, tendo em vista o novo layout *offshore* apresentado na **Parte II do Apêndice 1**, foram considerados os seguintes volumes finais de dragagem:

TUP BAMIN: 10.510.000 m³;

Porto Público: 5.980.000 m³;

Porto Sul - Total: 16.490.000 m³.

Será utilizada a draga TSHD com 10.000 m³ de *Hopper*, conforme já informado no EIA, a qual operará com sua capacidade efetiva de 4.335 m³ para não se ter *overflow*.

A área de descarte do material dragado se dará a uma profundidade abaixo de 200 m, localizada a 7,6 milhas náuticas, conforme também informado no EIA.

Tendo em vista o exposto, a produção mensal efetiva de dragagem foi assim calculada:

- Capacidade produtiva de carga da draga para solo mole (43,35%): 4.335 m³;
- Velocidade nominal: 16 nós;
- Velocidade efetiva (62%): 10 nós;
- Tempo de carregamento: 1 hora;
- Tempo de navegação: 1,6 horas;
- Tempo de descarga: 0,3 horas;
- Ciclo total: 2,9 horas = 174 minutos;
- Total de horas mensais (24 h x 30 d) = 720 h/Total de horas operacionais (65%) = 468 h/mês;
- Ciclos mensais (468 h / 2,9 h) = 161,4;

- Produção mensal efetiva ($161,4 \times 4.335 \text{ m}^3$) = 700.000 m^3 ;
- Cronograma de dragagem: $16.490.000 \text{ m}^3 / 700.000 \text{ m}^3 = 23,6$ meses.

A partir de então, definiu-se o cronograma de dragagem unificado, com duração de 23,6 meses, cujas atividades terão início no mês 11 e serão concluídas no mês 34, conforme ilustrado pela **Figura 1**.

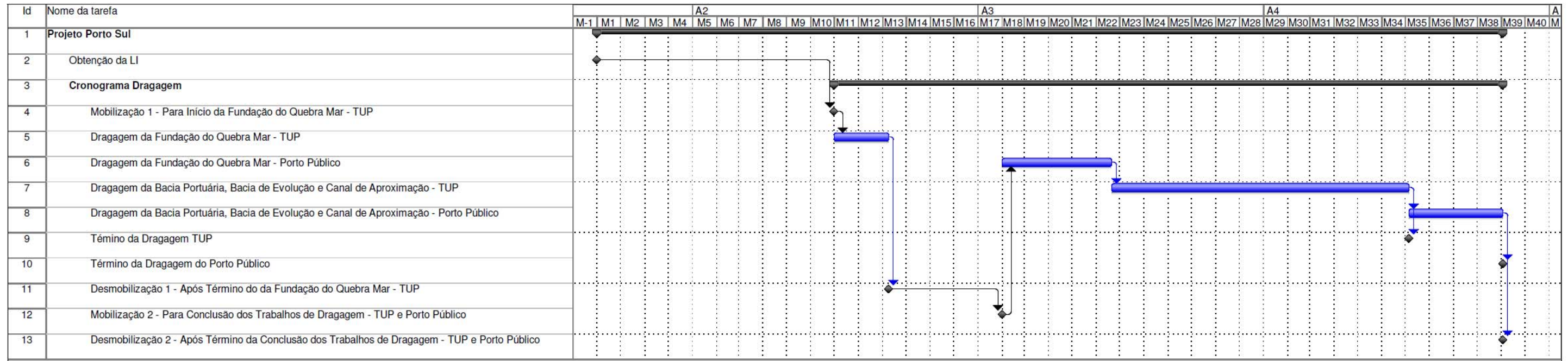


Figura 1 - Cronograma Integrado da Dragagem do Porto Sul – TUP BAMIN e Porto Público

- **Comentário 213; página 90; parágrafo 2.**

Esclarecer e definir, por setor do projeto, qual volume de sedimentos será dragado.

- **Resposta ao Comentário 213:**

Após definição do novo *layout* do Porto Sul e revisão dos cálculos pela engenharia, a estimativa do volume total a ser dragado é de 16.490.000,00 m³, sendo 10.510.000,00 m³ área norte (Bacia+Canal+Berço) e 5.980.000,00 m³ área ao sul (Bacia+Canal+Berço). Para o canal de acesso/ou canal de navegação e a bacia de evolução/ou de manobra, o aprofundamento é de 24 m (área norte). Na área de atracação/ou canal de acostagem, o aprofundamento é de 21m (área norte).

A profundidade necessária na área da bacia de evolução sul/ou de manobra para é de 18 m. Na área de atracação/ou canal de acostagem sul, o aprofundamento é de 16 m. A área do enrocamento permanece com 30 m.

Os volumes de sedimentos a serem dragados por setor do projeto são apresentados no **Quadro 1** abaixo:

Quadro 1 - Volumes de Sedimentos a Serem Dragados por Setor do Projeto

ALTERNATIVA 630 m		
BACIA + CANAL NORTE		
CANAL (COTA -24)	6.515.000	m ³
CANAL DE ATRACAÇÃO (COTA -21)	2.415.000	m ³
SUBTOTAL DRAGAGEM	8.930.000	m ³
BACIA + CANAL SUL		
CANAL (COTA -18)	2.125.000	m ³
CANAL DE ATRACAÇÃO (COTA -16)	660.000	m ³
SUBTOTAL DRAGAGEM	2.785.000	m ³
RESUMO		
VOLUME	11.715.000	m ³
AREA	2.538.246	m ²
H _{medio} DRAGAGEM	4,62	m
BERCO DE FUNDACAO NORTE		
DRAGAGEM DO BERCO/OU FUNDAÇÃO DO Q.M	1.580.000	m ³
ATERRO DE FINOS PEDREIRA	1.580.000	m ³
BERCO DE FUNDACAO SUL		
DRAGAGEM DO BERCO/OU FUNDAÇÃO DO Q.M	3.195.000	m ³
ATERRO DE FINOS PEDREIRA	3.195.000	m ³
RESUMO		
VOLUME DRAGAGEM BERCO	4.775.000	m ³
VOLUME ATERRO FINOS PEDREIRA	4.775.000	m ³
QUEBRA MAR		
ATERRO QUEBRA MAR NORTE	1.625.000	m ³
ATERRO QUEBRA MAR SUL	2.950.000	m ³
ATERRO QUEBRA MAR	4.575.000	m ³
TOTAL		
VOLUME DRAGAGEM	16.490.000	m ³
VOLUME DE ATERRO	9.350.000	m ³

Fonte: Projconsult

- **Comentário 214; página 90; parágrafo 2.**

Exibir as certificações e registros dos laboratórios que realizaram análises de sedimentos, conforme requer a RC n.º. 344/2004.

- **Resposta ao Comentário 214:**

Os Certificados dos laboratórios envolvidos nas análises dos sedimentos estão sendo apresentados no **Apêndice 7, Parte II, Item 7.B – Sedimentos de Dragagem** (RT 269-11).

- **Comentário 215; página 90; parágrafo 2.**

Esclarecer as coordenadas do P13 (ponto amostral de sedimento de dragagem).

- **Resposta ao Comentário 215:**

No primeiro levantamento houve um erro amostral tendo sido coletadas amostras duas vezes no Ponto 12 e enquanto não houve coleta no Ponto 13. Por isso, não foram apresentadas as coordenadas e os resultados do Ponto 13.

Uma nova amostragem foi realizada recentemente, para caracterização do material de máxima profundidade da dragagem, e o Ponto 13 foi um dos selecionados.

Os resultados dessa nova amostragem estão apresentados no **Apêndice 7, Parte II, Item 7.B – Sedimentos de Dragagem** (RT 269-11) reapresentada nesta resposta ao Parecer do IBAMA.

- **Comentário 216; página 90; parágrafo 2.**

Exibir os resultados das sondagens geotécnicas realizadas na área de dragagem.

- **Resposta ao Comentário 216:**

No estudo de Caracterização de Sedimento apresentado no EIA (Tomo II, Item 8) foram apresentados laudos geotécnicos. Como diversas outras sondagens já foram realizadas, estas, incorporadas aos novos resultados e estão apresentadas no **Apêndice 7, Parte II, Item 7.B - Sedimentos de Dragagem** (RT 269-11).

- **Comentário 217; página 90; parágrafo 2.**

Esclarecer as divergências de resultados da caracterização física dos sedimentos, entre os gráficos e as tabelas.

- **Resposta ao Comentário 217:**

Essas divergências foram confirmadas (houve troca na legenda) e os gráficos e tabelas já foram revisados, sendo reapresentados no **Apêndice 7, Parte II, Item 7.B – Sedimentos de Dragagem** (RT 269-11).

- **Comentário 218; página 90; parágrafo 2.**

Especificar e exibir os laudos de análises químicas de sedimentos de dragagem que necessitaram de adição de padrão, nos casos de ausência de analito na amostra.

- **Resposta ao Comentário 218:**

No **Apêndice 7, Parte II, Item 7.B - Sedimentos de Dragagem** (RT 269-11) foi apresentado um documento do laboratório Innolab esclarecendo essa questão.

- **Comentário 219; página 90; parágrafo 2.**

Apresentar os resultados para o 2-metilnaftaleno nos sedimentos de dragagem.

- **Resposta ao Comentário 219:**

Os laudos foram revisados e o parâmetro **2-metilnaftaleno** foi incluído. Os laudos estão sendo reapresentados no **Apêndice 7, Parte II, Item 7.B – Sedimentos de Dragagem** (RT 269-11). Os resultados desse parâmetro, da mesma forma que todos os outros HPAs, deram abaixo do limite de detecção.

- **Comentário 220; página 90; parágrafo 2.**

Apresentar os resultados dos testes Ecotoxicológicos em sedimentos marinhos.

- **Resposta ao Comentário 220:**

Os resultados dos testes ecotoxicológicos foram apresentados no **Apêndice 7, Parte II, Item 7.B - Sedimentos de Dragagem** (RT 269-11). Foram realizados testes crônicos em sedimento total e elutriato. Os resultados dos testes indicaram toxicidade nas amostras de sedimento total e baixa ou nenhuma toxicidade nas amostras de elutriato. Com base nesses resultados, pode-se concluir que os compostos com potencial toxicológico estão fortemente ligados aos sedimentos e, no caso de mudanças nas condições ambientais provocadas pela remobilização dos sedimentos do fundo do mar, esses compostos apresentam baixa biodisponibilidade.

- **Comentário 221; página 90; parágrafo 2.**

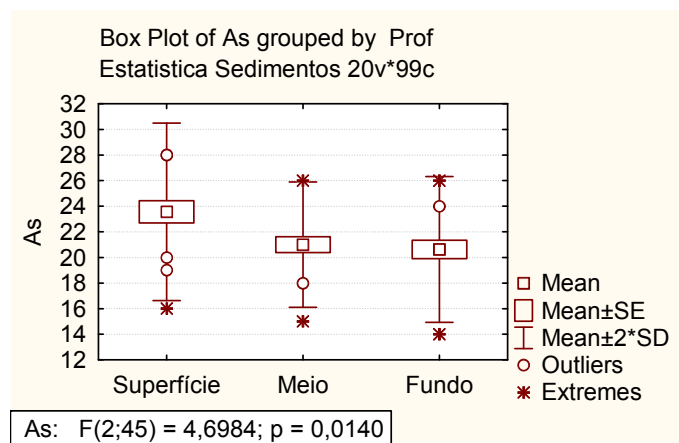
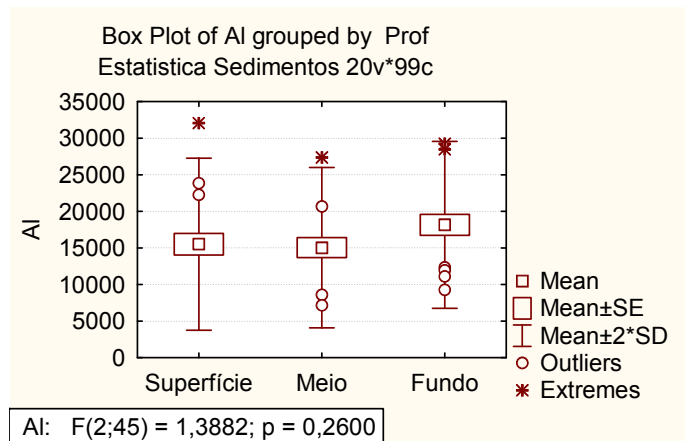
Esclarecer como serão caracterizadas as camadas de sedimentos não amostradas abaixo das cotas analisadas.

- **Resposta ao Comentário 221:**

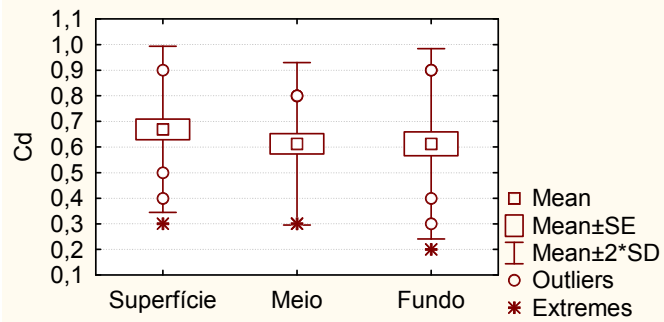
Inicialmente ficou acordado com o IBAMA a estratégia amostral para caracterização dos sedimentos marinhos que seriam dragados. No Plano Amostral, discutido e aprovado pelo IBAMA, definiu-se que as amostragens se estenderiam até a profundidade máxima de 2 m, haja vista não se esperar contaminação dos sedimentos abaixo dessa camada. Os resultados da caracterização indicaram uma distribuição homogênea dos contaminantes (metais pesados) além do carbono orgânico e nutrientes na área investigada como um todo (distribuição superficial) e nos perfis verticais, sendo que alguns padrões distintos de distribuição na área investigada foram associados principalmente à composição (lama x areia) dos sedimentos.

Os gráficos apresentado na **Figura 1** demonstram a grande homogeneidade dos metais pesados, carbono orgânico e nutrientes nos perfis verticais analisados. Esse comportamento reforça a expectativa de inexistência de contaminação antrópica nos níveis mais profundos das camadas sedimentares.

De qualquer forma, em fevereiro de 2012 foram realizadas seis sondagens complementares para coleta de amostras através do método *shelby* e caracterização dos sedimentos até a profundidade máxima da dragagem. Todas as sondagens foram dispostas ao longo da área do futuro enrocamento - onde serão atingidas as maiores profundidades de escavação □, à exceção da sondagem SA 102 que ficou localizada próximo à estação 13 que não foi amostrada no primeiro levantamento. Os resultados dessas análises confirmaram a inexistência de um padrão claro de enriquecimento dos parâmetros caracterizados ao longo do perfil. Esses resultados são apresentados no **Apêndice 7, Parte II, Item 7.B - Sedimentos de Dragagem** (RT 269-11).

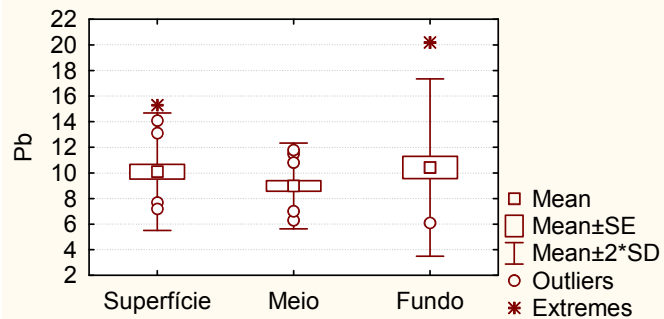


Box Plot of Cd grouped by Prof
Estatística Sedimentos 20v*99c



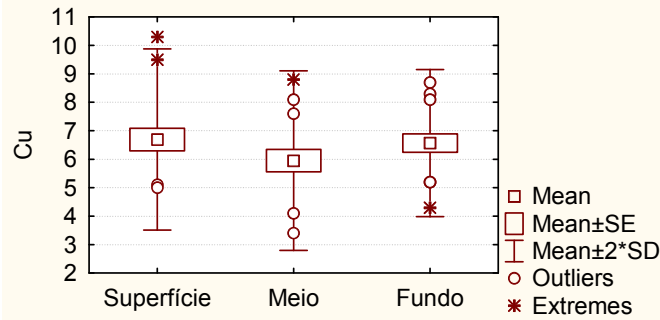
Cd: $F(2;45) = 0,5889$; $p = 0,5591$

Box Plot of Pb grouped by Prof
Estatística Sedimentos 20v*99c



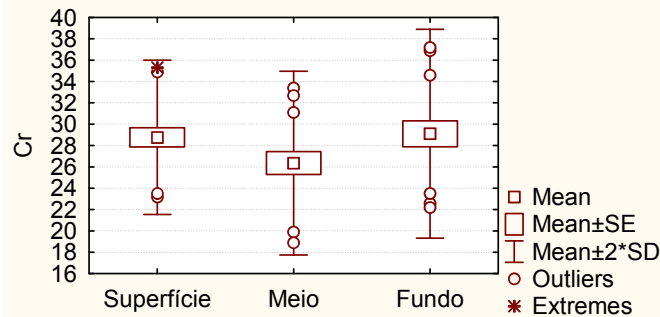
Pb: $F(2;45) = 1,3737$; $p = 0,2636$

Box Plot of Cu grouped by Prof
Estadística Sedimentos 20v*99c



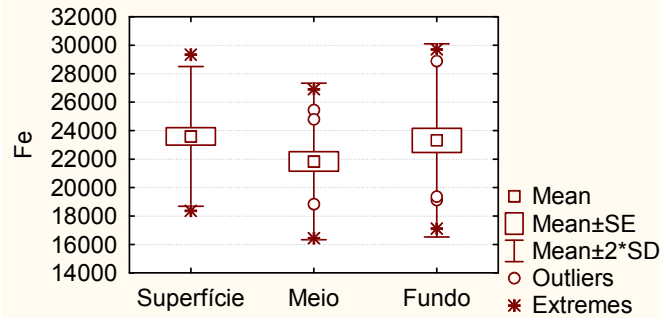
Cu: $F(2;45) = 1,1376$; $p = 0,3296$

Box Plot of Cr grouped by Prof
Estadística Sedimentos 20v*99c



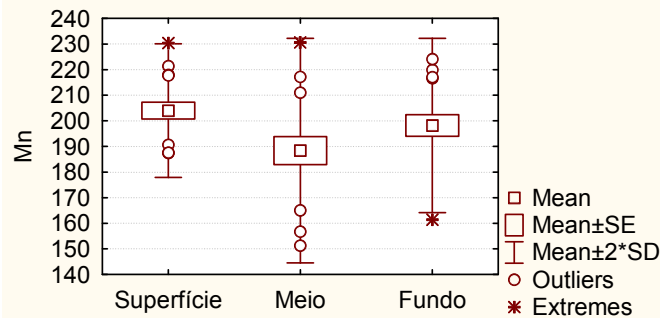
Cr: $F(2;45) = 1,9363$; $p = 0,1561$

Box Plot of Fe grouped by Prof
Estadística Sedimentos 20v*99c



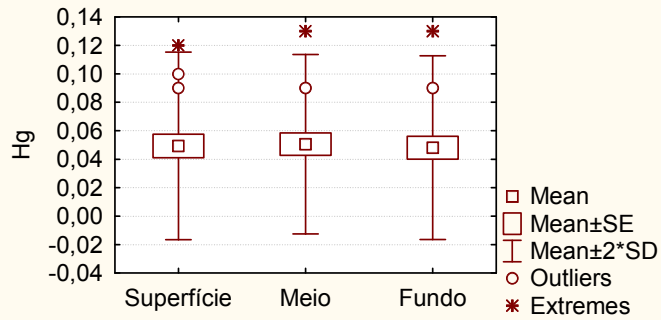
Fe: $F(2;45) = 1,7144$; $p = 0,1916$

Box Plot of Mn grouped by Prof
Estadística Sedimentos 20v*99c



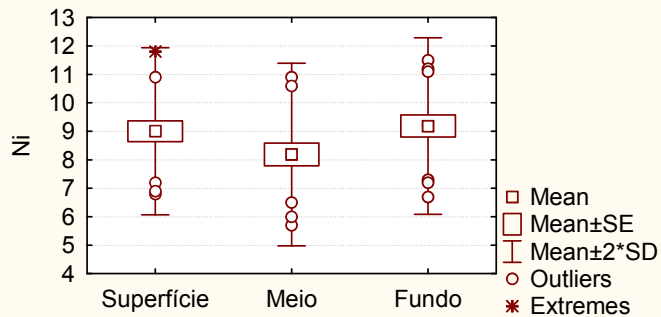
Mn: $F(2;45) = 3,1675$; $p = 0,0516$

Box Plot of Hg grouped by Prof
Estatística Sedimentos 20v*99c



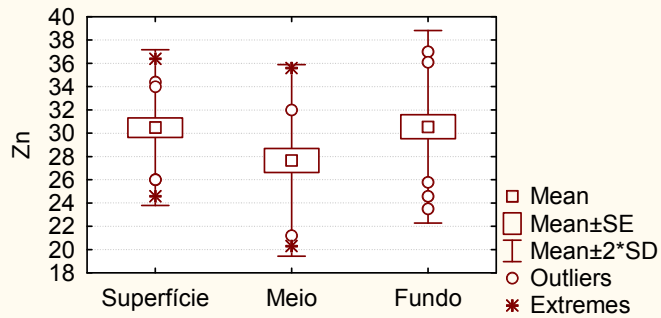
Hg: $F(2;45) = 0,024$; $p = 0,9763$

Box Plot of Ni grouped by Prof
Estatística Sedimentos 20v*99c



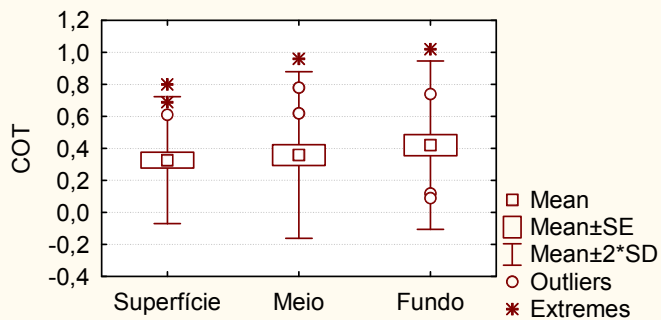
Ni: $F(2;45) = 1,9104$; $p = 0,1598$

Box Plot of Zn grouped by Prof
Estatística Sedimentos 20v*99c



Zn: $F(2;45) = 2,8881$; $p = 0,0661$

Box Plot of COT grouped by Prof
Estatística Sedimentos 20v*99c



COT: $F(2;45) = 0,619$; $p = 0,5430$

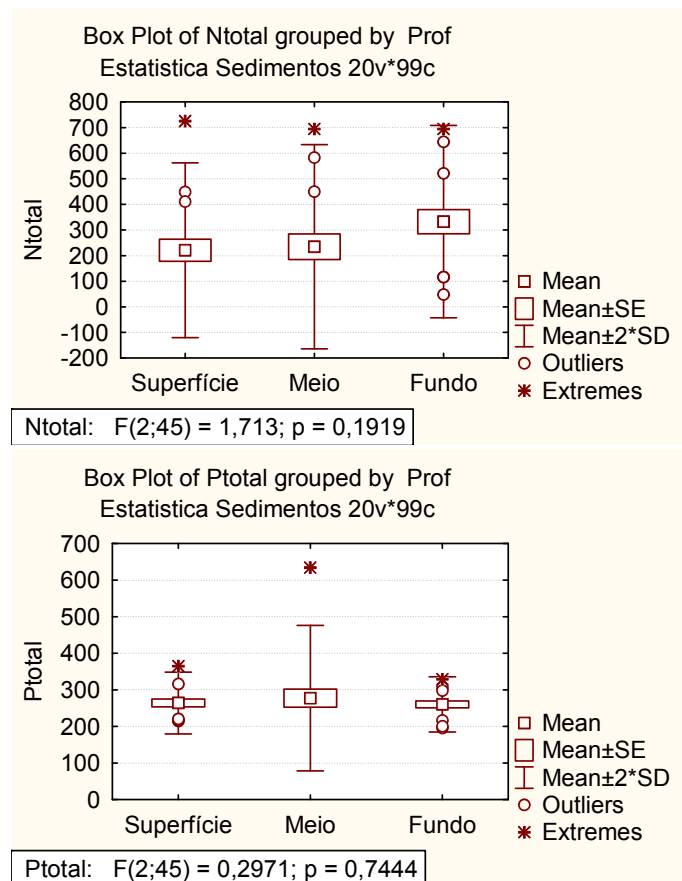


Figura 1 – Concentração de metais pesados, carbono orgânico e nutrientes nos perfis verticais analisados

▪ **Comentário 222 – página 90, parágrafo 2.**

Incluir na proposta do Programa de Monitoramento da Qualidade dos Sedimentos Marinhos as análises de contaminantes detectados (ou aqueles com os de maiores teores e outros que se saibam pertinentes para esse ambiente).

▪ **Resposta ao Comentário 222:**

Essa questão está contemplada no Programa de Monitoramento da Qualidade da Água e Sedimentos - Subprograma de monitoramento da qualidade dos sedimentos dos ambientes marinhos e continentais apresentada no **Apêndice 18** deste documento de resposta ao PT do IBAMA, incluindo os parâmetros pertinentes. Todos os elementos que apresentaram nas análises teores mais elevados ou que foram identificados como contaminantes potenciais serão monitorados.

▪ **Comentário 223 – página 96, parágrafo 1.**

O estudo informa que a batimetria foi extraída de cartas náuticas, porém não informa que cartas foram utilizadas.

▪ **Resposta ao Comentário 223:**

Foi utilizada a Carta Náutica número 1210 (DHN – Brasil), intitulada "Brasil - Costa Leste - Proximidades do Porto de Ilhéus".

▪ **Comentário 224 – página 96, parágrafo 3.**

Não foram fornecidos maiores detalhes sobre como foram obtidas as características dos sedimentos inseridas no modelo, mas infere-se que derivaram do estudo de perfis praias realizado pela Biodinâmica.

▪ **Resposta ao Comentário 224:**

O modelo de linha de costa foi criado com base nas características de amostras de sedimentos coletados em junho de 2011 pela pesquisa de campo realizada por equipe da Bamin. Três amostras foram obtidas ao longo de diversos perfis transversais à linha de costa em elevações correspondentes a maré baixa, maré média e maré alta. As amostras foram analisadas para determinar a distribuição do tamanho de partícula. A variabilidade do tamanho dos grãos pode assim ser avaliada ao longo do perfil de praia e as características adequadas do sedimento, incluídas em cada perfil do modelo. Dados de sedimento foram obtidos ao longo de cerca de 20 locais dentro da área modelada. Estas informações estão apresentadas com maiores detalhes no **Apêndice 7** deste documento de resposta ao PT do IBAMA.

▪ **Comentário 225 – página 96, parágrafo 5.**

Não ficou claro qual período de tempo foi utilizado na simulação com o Litdrift.

▪ **Resposta ao Comentário 225:**

O *LITDRIFT* calcula o transporte de sedimentos para perfis transversais determinados segundo o regime hidrodinâmico local e permite a representação do transporte litorâneo ao longo de um período de tempo específico. Dessa forma, o modelo foi ajustado para ser executado com um clima de ondas anual representativo aplicado a cada perfil de praia. Em cada caso, o clima de ondas foi derivado a partir de 12 anos completos de dados transformados de onda, próximos à costa, proporcionando assim um clima onda média anual. O modelo calcula as taxas líquidas determinadas pela deriva ao longo da costa de Aritaguá para a situação atual em conjunto com o projeto proposto do quebra-mar. Após a conclusão da modelagem utilizando o *LITDRIFT*, o *LITLINE* simula o caso proposto no que diz respeito à evolução da linha de costa. O modelo calcula a posição da linha de costa com base no clima de ondas e na própria orientação da linha de costa. Através de sucessivas iterações com o *LITDRIFT*, o módulo *LINTABL* calcula e lista taxas de transporte de sedimento em função do nível do mar, inclinação da superfície devido às correntes regionais e altura, período e direção das ondas. Todas as simulações foram realizadas para um período de 35 anos, prazo considerado como confiável na utilização desse modelo.

Detalhes sobre os dados de entrada e de configuração dos modelos são descritos no relatório de Estudos da Evolução da Linha de Costa para a Alternativa Porto Sul TN049 RL 4400 N306, **Apêndice 7**, item 7.1.

▪ **Comentário 226 – página 97, parágrafo 4.**

Caso o saliente se estenda até a região da Barra de Abelar, conforme indica o modelo, é possível que o maior volume de areia dificulte ou impeça a abertura natural da barra, fazendo com que sejam necessárias a adoção de medidas para a manutenção deste ciclo, como a abertura artificial da barra.

▪ **Resposta ao Comentário 226:**

De acordo com a análise apresentada no **Apêndice 7** deste documento de resposta ao PT do IBAMA, considerando o Layout Original e o PEP mantido durante os 5 anos de construção do porto e sua permanência por mais 30 anos, os resultados da modelagem mostraram que os efeitos na linha de costa estão relacionados à formação de um saliente atrás do quebra - mar e erosão a o norte do porto. Foi previsto que o saliente sobreponha-se à Barra do Abelar, dificultando o processo de abertura da barra por meios naturais. Quando da execução da transferência de areia de praia, medida intrínseca ao projeto, poderá ser realizada a abertura da barra do Abelar, caso se considere esta medida ambientalmente e socialmente desejável.

▪ **Comentário 227 – página 97, parágrafo 5.**

Estudo não esclarece qual seria o tempo previsto para que a linha de costa atingisse um novo equilíbrio sob os efeitos dos quebramares.

▪ **Resposta ao Comentário 227:**

O estudo apresentado no **Apêndice 7, item 7.A - Consolidação dos “Estudos de Evolução da Linha de Costa para as Alternativas do Porto Sul”** demonstrou que nos últimos 49 anos a linha de costa na região de Aritaguá e redondezas vem apresentado processos erosivos e de progradação em alguns trechos e até então não atingiu um equilíbrio. O estudo de evolução da linha de costa desenvolvido pela Scott Wilson, (RL-4400-N-306 Rev C) visando avaliar os impactos do Porto Sul, concluiu que, após os 35 anos considerados na modelagem, a erosão continuará ao longo dos anos e o efeito no futuro irá estender e aprofundar a área de erosão ao norte. A taxa de erosão deverá gradualmente reduzir-se ao longo do tempo, mas não cessar, ou seja, não se prevê num curto e médio prazo a estabilização da linha de costa

É possível, porém, reduzir a amplitude dos efeitos mediante a implementação de medidas de gestão costeira, sendo que o monitoramento de praia é essencial para ajudar a definição e o posterior refinamento de qualquer esquema de gestão costeira que seja adotado. A alternativa adotada é a reciclagem de mais de 150.000 m³ de material de praia numa base anual usando maquinário terrestre, sendo que o volume real a ser reciclado dependerá do fluxo líquido de sedimentos e do grau de passagem de sedimentos na região de sombra do quebra-mar. Este procedimento é considerado pelo empreendedor uma medida de controle intrínseco ao projeto.

- **Comentário 228 - página 98, parágrafo 2.**

O estudo não fornece maiores detalhes sobre quais seriam os terrenos potencialmente afetados e as imagens apresentadas não mostram uma resolução apropriada para tal avaliação. Diante desta situação e da significância do impacto de erosão praial, deve ser realizado um detalhamento dos efeitos do empreendimento sobre este trecho de praia, contemplando o mapeamento dos terrenos que podem vir a ser afetados, visando a inclusão no programa de desapropriação para que sejam indenizados.

- **Resposta ao Comentário 228:**

Foi realizado Levantamento de Uso e Ocupação do Solo na área potencialmente impactada pela erosão apresentada no EIA acrescida de 2 km (dois quilômetros) a norte. A área de abrangência definida foi dividida em trechos preliminarmente definidos e classificados como de cobertura vegetal ou áreas com ocupação. A área costeira a ser afetada pela erosão foi subdividida em 36 trechos (**Figura 3.6-1: Classificação Preliminar dos Trechos - Áreas de Cobertura Vegetal e Área de Ocupação do apêndice 7**), sendo que em oito destes foi verificada a predominância de cobertura vegetal e nos outros 28 trechos, há áreas ocupadas e/ou construções. Todos aqueles trechos onde foram identificadas ocupações foram inspecionados, contemplando visita a toda a área e avaliação de cada edificação. Os resultados deste estudo são apresentados no **Apêndice 7**.

Com a implantação das estruturas marítimas do Porto há a previsão de alteração na linha de costa apontada na modelagem da evolução da linha de costa, que indicou recuo máximo de 60 (+/- 20 m), sem considerar medidas para conter este impacto, situação que potencialmente afetaria um total de 16 edificações no período considerado (07 residências, 07 estabelecimentos de serviço - bares/restaurantes - e 02 edificações de uso misto).

Medidas intrínsecas ao empreendimento de transferência regular de areia, previstas na Caracterização do Empreendimento (**Apêndice 1**) reduziram essa alteração na linha de costa ao patamar máximo de 20 m. Dessa forma, o gerenciamento adequado desse processo deverá manter sob controle, reduzindo substancialmente o risco de afetação de imóveis, mesmo de terrenos fronteiros à praia, portanto, não se prevê a desapropriação nestas áreas.

- **Comentário 229 – página 99, parágrafo 1.**

Não houve um detalhamento em relação aos possíveis métodos de implementação de cada uma das medidas, nem foram calculados os custos ambientais, sociais e econômicos envolvidos.

- **Resposta ao Comentário 229:**

Em relação ao impacto na linha de costa, espera-se um efeito significativo para qualquer que seja a distância considerada para o quebra-mar. Isto significa que, de qualquer maneira, uma gestão costeira passa a se tornar necessária para reduzir a amplitude dos efeitos. Para mitigar os efeitos na linha de costa algumas opções foram avaliadas, sendo que duas destas foram descartadas sem a estimativa de custos, já que envolviam adicionalmente a necessidade de adoção em paralelo, da terceira opção:

- Espigões (groynes);
- Revestimentos (p.ex., muros de proteção);
- Reciclagem de Material de Praia (beach management).

A implementação de espigões requer grande intervenção na praia, com impacto ao turismo e na verdade transferindo os efeitos para outro local, além disso, a sua utilização não descarta a necessidade de realização de reciclagem de material de praia para a sua efetividade. O uso de revestimentos geralmente potencializa a erosão devido à energia de onda refletida, o que resulta na necessidade de estruturas robustas e também no requerimento de reciclagem do material de praia. Assim, entende-se que a reciclagem do material da praia é preferível ao revestimento e aos espigões, podendo direcionar o fluxo resultante de sedimentos das áreas de acreção às áreas de erosão. A erosão a norte da posição da ponte de acesso prevista sugere que a deriva litorânea do material de praia forneça uma quantidade limitada de sedimentos, que poderia ser compensada com os sedimentos que formam o saliente. Caso estas situações ocorram, a reciclagem do material de praia é mais econômica e mais viável do ponto de vista social e ambiental que as outras opções e por isso é a mais indicada para esse empreendimento. Alguns impactos associados a essa opção podem ser minimizados e estão recomendados no **apêndice 17**, como a escolha dos períodos de realização respeitando nidificação de tartarugas marinhas, época de temporada turística e períodos nos quais as medidas se mostrarem mais efetivas. Ressalta-se que o monitoramento da praia é essencial para ajudar a definição e o posterior refinamento de qualquer esquema de gestão costeira que seja adotado.

A opção de reciclagem de material de praia foi, portanto, a selecionada, já tendo sido incorporada ao projeto, conforme apresentado nos **apêndices 1 e 7**. Dos resultados obtidos pelo LitDrift sobre os efeitos do Porto Sul na linha de costa, considerando a opção do Porto Sul localizado a 3,5 km *off shore* (Relatório URS RL-4400-N-302 Rev. B), estima-se que haja um transporte líquido aproximado de sedimentos ao longo da linha de costa de cerca de 150.000 m³/ano, no sentido de sul para norte. Portanto, a fim de manter a linha de costa estável, poderá ser necessário o repasse de 150.000 m³/ano da área de acreção para a área propensa à erosão.

▪ **Comentário 230 - página 99, parágrafo 5.**

Detalhar os efeitos do empreendimento sobre o trecho de praia que o modelo indica ser mais susceptível à erosão (entre Juerana e a Barra de Joia do Atlântico), contemplando o mapeamento dos terrenos que podem vir a ser afetados, visando a inclusão no programa de desapropriação para que sejam indenizados.

▪ **Resposta ao Comentário 230:**

Foi realizado Levantamento de Uso e Ocupação do Solo na área potencialmente impactada pela erosão apresentada no EIA acrescida de 2 km (dois quilômetros) à norte. A área de abrangência definida foi dividida em trechos preliminarmente definidos e classificados como de cobertura vegetal ou áreas com ocupação. Todos aqueles trechos onde foram identificadas ocupações foram inspecionados, contemplando visita a toda a área e avaliação de cada edificação.

Na área entre Vila Juerana e Joia do Atlântico estão os trechos 01 a 20, onde estão localizadas construções possivelmente impactadas pelo efeito de erosão costeira. Para os efeitos gerados

pela implantação do quebra-mar apresentado no EIA (2.410 m) foram identificadas 33 (trinta e três) edificações possivelmente impactadas. Para os efeitos de erosão previstos para a implantação do novo quebra-mar (1.980 m) foram identificadas 16 (dezesesseis) edificações possivelmente impactadas.

O estudo identificou ainda que a maior parte dos terrenos mais próximos da praia não apresenta definições visíveis da parcela. Observaram-se ainda ocupações do solo predominantemente de baixa e/ou média densidade. Destaca-se que grande parte da área potencialmente impactada não é edificada. Nesse sentido, estimou-se o custo de desapropriação de toda a área prevista para erosão - 34 ha (trinta e quatro hectares).

O valor base adotado foi de R\$ 550.000,00/ha, que resultou em um valor estimado de R\$ 18.700.000,00 (dezoito milhões e setecentos mil reais).

Os valores para desapropriação das construções, estimado a partir de índices oficiais (CUB) alcança o valor de aproximadamente R\$ 20.000.000,00 (vinte milhões de reais). No entanto considera-se que deverá ser alvo de avaliação imobiliária específica, caso a caso, no momento da desapropriação, caso venha de fato a ocorrer. Deve-se destacar que medidas de controle podem evitar que as construções sejam de fato impactadas ao longo dos trinta anos do alcance do estudo.

O detalhamento das informações referentes às unidades imobiliárias possivelmente impactadas pela erosão estão apresentados no **Apêndice 15**, no estudo **15-H - Uso e Ocupação do Solo**.

No entanto, com a utilização das técnicas de reciclagem de areia propostas pelo empreendimento, a erosão e acresção devem ser muito reduzidas a um máximo de 20 m da linha de costa atual. Essa técnica consiste em retirar aproximadamente 150.000 m³ de areia por ano, a um custo aproximado de R\$ 10 milhões por ano.

▪ **Comentário 231 – página 99, parágrafo 6.**

Apresentar um estudo de alternativas locais (distância em relação à costa) do quebramar, tendo como referência os seguintes fatores: incidência de erosão praial prevista através das modelagens, custos de construção da ponte de acesso e do quebramar, volumes de rochas previstos de acordo com as características sedimentares dos locais, custos das dragagens de implantação e periódicas de manutenção, custos para mitigar os efeitos da erosão de acordo com os métodos que poderão ser empregados, custos de indenização dos terrenos impactados pela erosão. Por custos entendam-se custos ambientais, sociais e econômicos.

▪ **Resposta ao Comentário 231:**

No estudo de alternativas locais do quebra-mar desenvolvido pela Scott Wilson - RL-4400-G-325 Rev.C: Technical Note 044 Porto Sul Trade Off e apresentado do **Apêndice 7** deste documento de resposta, foram avaliadas sob o ponto de vista da viabilidade técnico-financeira as diferentes alternativas de microlocalização do Porto Sul, sobretudo considerando a distância do quebra-mar em relação à linha de costa. Esse estudo considerou basicamente 4 alternativas (**Figura 1**), a saber: 3,0 km; 3,5 km (layout proposto no EIA); 4,0 km e 4,5 km.

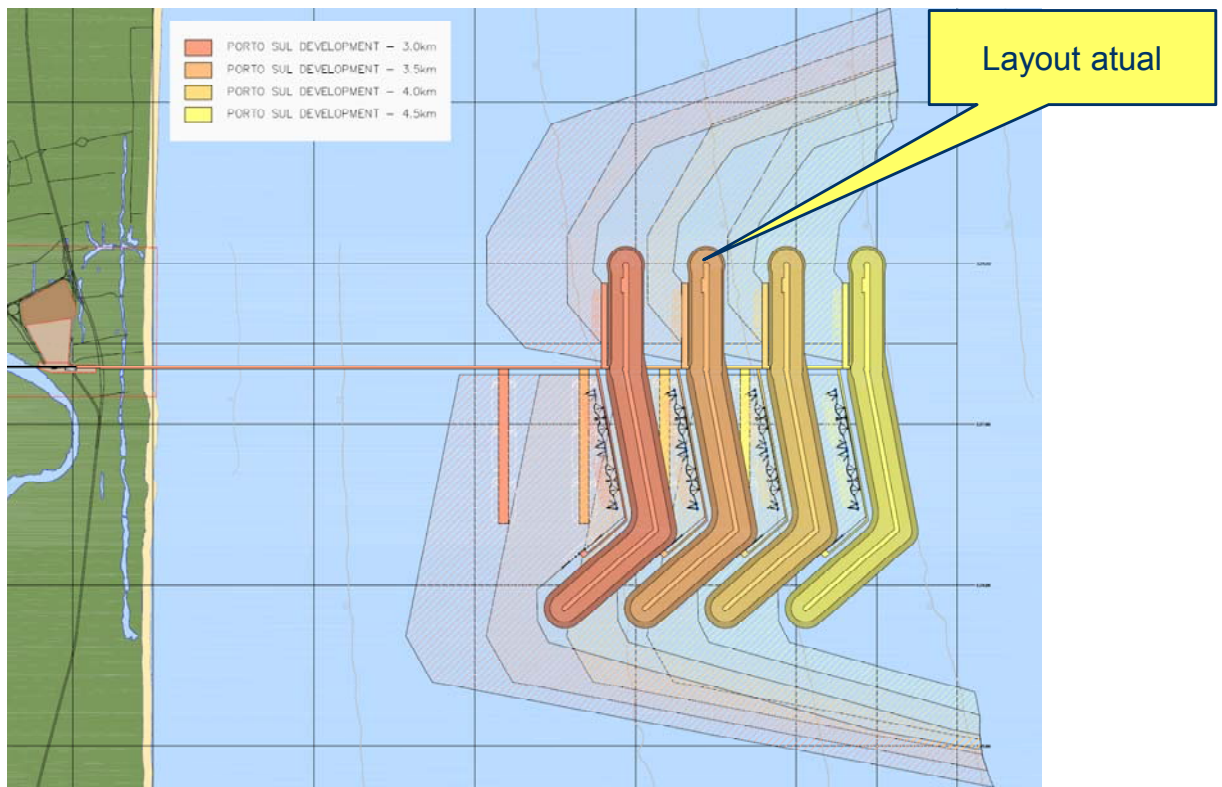


Figura 1 – Alternativas locais do quebra-mar do Porto Sul.

Os principais indicadores considerados nesse estudo foram:

- ✓ Volume de dragagem;
- ✓ Volume de enrocamento;
- ✓ Quantidades de materiais para as obras civis offshore;
- ✓ Tempo de instalação;
- ✓ Custo de instalação;
- ✓ Restrições Técnicas;
- ✓ Volume de Dragagem de Manutenção;
- ✓ Custos de Remediação de Impactos (medidas de controle de processos erosivos e indenizatórios).

A análise comparativa dos principais indicadores utilizados no processo de tomada de decisão da melhor alternativa é apresentada no **Apêndice 7** deste documento de resposta ao PT do IBAMA.

A partir dos dados apresentados neste **apêndice 7**, algumas considerações são feitas a seguir:

- A redução do volume na dragagem de navegação com relação à distância no sentido offshore é parcialmente compensada pelo aumento nos volumes na dragagem para a fundação do quebra-mar, mas, no contexto geral, há uma redução do volume global a ser dragado. As variações de volume implicam diretamente no tempo de operação da draga e conseqüentemente no custo da atividade, além dos desdobramentos socioambientais diretos e indiretos;
- A alternativa do quebra-mar ser construído mais longe da costa, prejudica a produtividade e o método construtivo. As principais razões para isso incluem: i) o

- aumento no volume de material para construção do quebra-mar; e ii) o aumento na distância de transporte do material do ponto de saída de carga para o quebra-mar;
- O aumento no volume de pedras para o quebra mar, com o afastamento da costa, implica no aumento de produção das pedreiras, na interferência com o sistema viário e no tempo de implantação da obra;
 - Verifica-se que os custos de construção a distâncias de 3,0 e 3,5 km são comparáveis. Conforme o empreendimento se afasta da costa há um aumento significativo nos custos.

Na sequência à esta análise técnica-financeira foi apresentada uma análise integrada qualitativa dos efeitos das obras, bem como das medidas de controle e/ou recuperação, sobre o ponto de vista técnico, econômico e socioambiental. Essa análise foi consolidada numa planilha de tomada de decisão (Apêndice 7), a qual permitiu visualizar a melhor opção construtiva do quebra-mar.

Para avaliar os impactos socioambientais das alternativas analisadas foram selecionados os seguintes indicadores:

- Impacto na linha de costa;
- Impacto nas comunidades aquáticas;
- Conflito com atividade pesqueira;
- Impacto no tráfego viário;
- Custos com indenizações e/ou desapropriações.

Na análise desses indicadores foram adotadas as seguintes premissas:

- Quanto maior o volume e o tempo de dragagem mais significativos serão os impactos sobre a biota aquática e os conflitos com a atividade pesqueira;
- Quanto maior o volume de enrocamento e o tempo de obra, maiores os impactos sobre os componentes ambientais prioritários: biota aquática, tráfego viário e pesca;
- Quanto maiores as dimensões das estruturas offshore, maior será o conflito pelo espaço marinho, sobretudo com a atividade pesqueira;
- Em relação ao impacto na linha de costa, espera-se um efeito significativo para qualquer que seja a distância de quebra-mar considerada. Isto significa que, de qualquer maneira, uma gestão costeira passa a se tornar necessária. De qualquer forma, quanto mais próximo da costa maiores os impactos de acreção/erosão e por conseguinte maiores as interferências na paisagem e no social (turismo e propriedade). Cabe salientar que alguns estudos específicos sobre o impacto das alternativas na linha de costa (*RL-4400-N-306 Rev C – Shoreline studies*) e os desdobramentos socioeconômicos são apresentados como apêndices deste documento resposta ao Parecer do IBAMA.

Em seguida, foi apresentada, ainda no **Apêndice 7**, uma planilha de decisão, onde todas as novas alternativas (3,0 km, 4,0 km, 4,5 km e 3,5 km com novo layout), são comparados à alternativa de 3,5 km apresentada no EIA.

Conforme apontado e no estudo da Scott Wilson e com base nas análises efetuadas, recomendou-se que o quebra mar do Porto Sul seja localizado à distância de 3,5 km da costa. As razões principais para essa recomendação são:

- Há um balanço entre as quantidades e os cronogramas das principais atividades de construção, particularmente para a dragagem e para o enrocamento do quebra-mar;
- Melhor cronograma de construção;
- Relativamente baixo custo total de dragagem, enrocamento e estruturas oceânicas do porto;
- Menores impactos socioambientais.

▪ **Comentário 279 - página 121, parágrafo 7.**

Mapeamento das áreas de pesca indicando as áreas de ocorrência de: a) conflitos com usos do porto, b) potenciais restrições à pesca devido aos usos temporários e contínuos do empreendimento.

▪ **Resposta ao Comentário 279:**

O mapeamento das áreas de pesca está apresentado nas **Figuras 2.1 e 2.2**. Os conflitos da pesca com os usos do empreendimento relacionam-se especialmente com os pesqueiros inseridos na ADA: Lama da Conceição, Lama da Juerana e Lama do Iguape (com barcos de arrasto durante a implantação e a operação): Proibição permanente de acesso a algumas áreas em função de limitações legais ou físicas; Restrição de acesso durante o período de implantação; Suspensão de sedimento, movimento de embarcações e excesso de ruído durante o período de implantação e execução de dragagens (inclusive de manutenção) afastando o recurso da região. Com relação à pesca marinha de linha, a implantação e a operação do porto nas áreas de pesca de linha poderão impactar as atividades das seguintes formas: Suspensão de sedimento, movimento de embarcações e excesso de ruído durante o período de implantação e execução de dragagens (inclusive de manutenção) afastando os recursos da região (Regão). A pesca na Coroa do Sobrado não se diferencia da pesca nos demais pesqueiros da região, consistindo em uma pesca pouco produtiva, complementar ou de subsistência e os impactos serão localizados para este pesqueiro.

As restrições principais à pesca serão durante a implantação e a dragagem (inclusive de manutenção). O pesqueiro Coroa do Sobrado será impactado devido à implantação e eventuais mudanças associadas à movimentação de sedimentos próximo à ponte sobre o rio Almada. A Barra do Abelar deverá ser impactada em função do saliente formado (**ver apêndice 7 - Linha de Costa, Sedimentos de Dragagem e Rotas Marítimas**) em função da construção da ponte sobre o mar e quebra-mar. O Regão (pesca marinha de linha) poderá ser impactado caso não se adote a medida mitigadora proposta, associada à alteração de local de disposição de material dragado de 200 m para 500 m de batimetria. Já o arrasto nas áreas das lamas (Juerana, Iguape e Conceição) será dificultado inclusive durante a operação, o que está associado à distância entre os pilares da ponte, que permitirá a passagem dos barcos, porém não permitindo a sua passagem durante o arrasto (as redes serão recolhidas).

- **Comentário 280 - página 122, parágrafo 6.**

Alterações devido às modificações da dinâmica dos sedimentos, distribuição de material orgânico e hidrodinâmica.

- **Resposta ao Comentário 280:**

A resposta a este comentário já foi contemplada pela resposta ao Comentário 279.

- **Comentário 292 - página 128, parágrafo 5.**

No tópico sobre o impacto de assoreamento e erosão, o estudo deve abordar os aspectos acerca da integridade ambiental, paisagística e acessos aos locais de embarque e atracação de embarcações pesqueiras, áreas de pesca nas barras de rios, como aquela conhecida como Barra de Abelar.

- **Resposta ao Comentário 292:**

A área conhecida como Barra do Abelar está localizada nas proximidades da poligonal da ADA e de Vila Juerana. Esta área não está incluída na área possivelmente impactada pelos efeitos da erosão costeira, de modo que não existem ali construções que possam ser subtraídas pelo impacto. Estão dimensionadas para a área apenas efeitos de progradação - acréscimo de praia (**Figura 1**). Considera-se que a progradação poderá gerar uma alteração da paisagem da localidade. Quanto aos impactos sobre a pesca entende-se que a Barra do Abelar é aberta uma vez por ano, presumivelmente devido às marés altas astronômicas que ocorrem próximas ao final de março. Segundo informações de fornecidas por moradores locais nas ocasiões em que isso não acontece naturalmente, é rompida artificialmente para permitir a inundação das áreas lagunares.

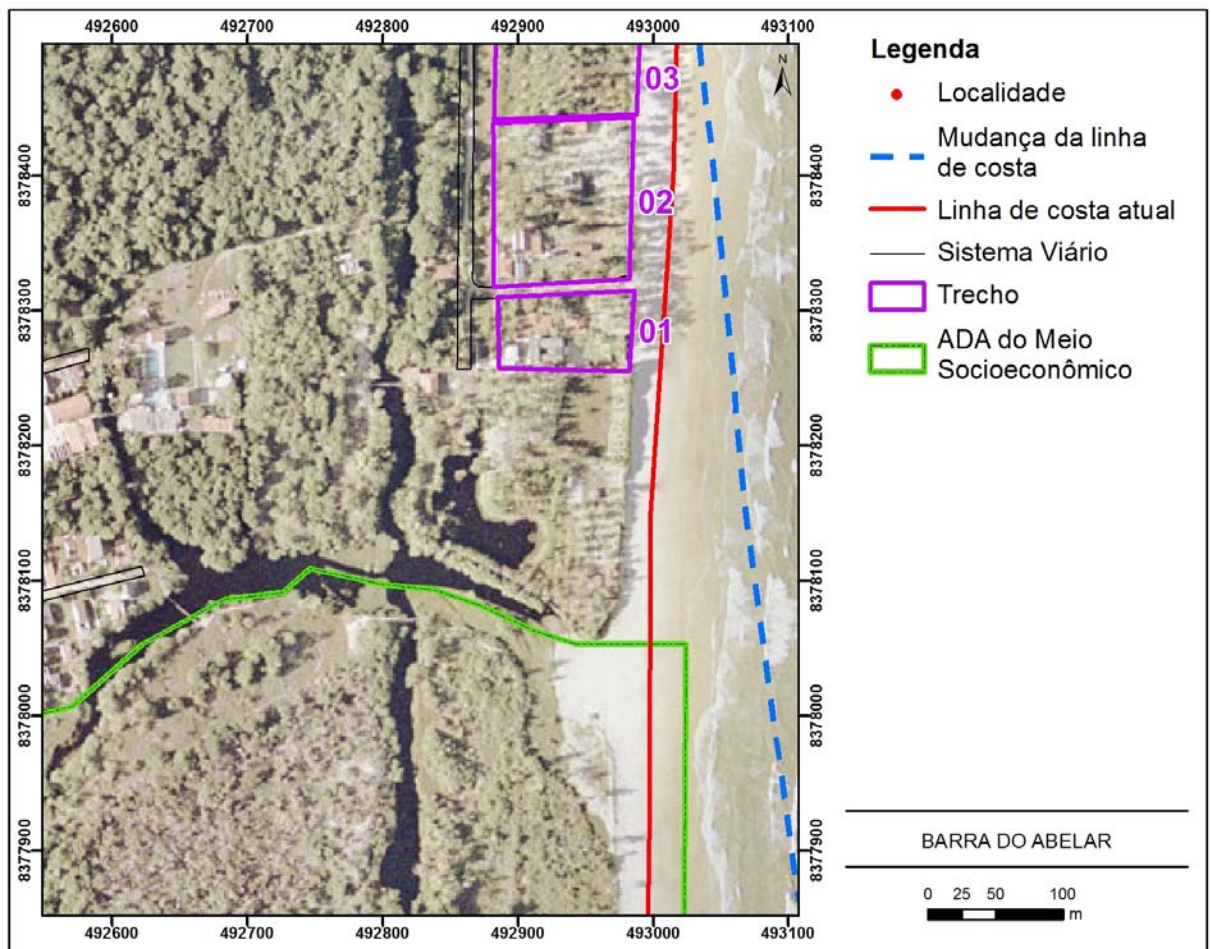


Figura 1 - Localização de Barra do Abelar

▪ **Comentário 299; página 131; parágrafo 2.**

No tocante ao impacto de risco de remobilização de sedimentos contaminados na área marinha (A.12 e A.25), as medidas mitigadoras apresentadas na AIA atendem apenas a uma problemática (mercúrio), o qual, inclusive, superficialmente não apresentou concentrações que demandassem atenção especial ou diferenciada em um primeiro momento. Portanto, deve ser reformulada e propostas medidas efetivamente mitigadoras a constar nesse campo, as quais englobem os casos diversos de remobilização que uma dragagem pode suscitar. No mesmo sentido, pela semelhança, o impacto A.25 deve ser consoante às alterações realizadas em A.12, levando em consideração os aportes possíveis característicos da operação do Porto Sul e entorno.

▪ **Resposta ao Comentário 299:**

No Apêndice 7, Parte II, Item 7.B – **Sedimentos de Dragagem** (RT 269-11) foram definidas medidas mitigadoras para os efeitos decorrentes da remobilização dos sedimentos, de forma a atender toda gama de poluentes identificados nos sedimentos. Como principais medidas estão a proibição de overflow em áreas dragadas onde predominam os sedimentos lamosos, e o descarte do material dragado em área afastada da costa e de grande profundidade (~500m). Cabe salientar que, na caracterização dos sedimentos que serão dragados, apenas alguns metais apresentaram concentrações acima do N1 da CONAMA 344/04 indicando um baixo risco de efeitos sobre a biota aquática, já que o ambiente apresenta uma grande

capacidade de suporte associada ao seu hidrodinamismo e a capacidade de diluição/dispersão dos poluentes. Ambos os impactos indicados pelo IBAMA foram revistos, mediante adequação dos metais que foram efetivamente detectados nos estudos e com a inserção de medidas mitigadoras para minimizar este impacto. Ambos os impactos indicados pelo IBAMA foram revistos, mediante adequação dos metais que foram efetivamente detectados nos estudos e com a inserção de medidas mitigadoras para minimizar este impacto.

▪ **Comentário 300 – página 131, parágrafo 3.**

Em relação ao impacto de alteração do regime de transporte de sedimentos costeiros (A.10 e A.22) provocado pela presença dos quebra-mares, faz-se necessária uma abordagem mais detalhada em relação às medidas que poderão ser utilizadas para mitigar os processos erosivos previstos na linha de costa.

▪ **Resposta ao Comentário 300:**

Para subsidiar a reavaliação destes impactos foi feito um estudo de alternativas de posições e dimensões do quebra-mar, incluindo o estudo de medidas de mitigação do impacto costeiro. Tal estudo é apresentado no Apêndice 7 desta resposta. Por conseguinte, foi selecionada como controle intrínseco do empreendimento, a medida recomendada por este estudo, que considera como técnica mais eficiente e menos impactante a transferência de cerca de 150.000 m³/ano de areia da zona de acúmulo (saliente) para a zona de erosão. Tal providência, aliada à revisão do *layout offshore* do empreendimento, resultou na redução do recuo máximo de linha de costa de 100 m (como apresentado no EIA/RIMA) para 20m em 30 anos.

Ressalta-se que este impacto deve ser acompanhado mediante o Programa de Gestão e Monitoramento da Linha de Costa aqui reapresentado, o qual também foi revisado de modo a promover a seleção de tecnologias menos impactantes na paisagem, e a escolha de períodos adequados para maximizar o transporte de sedimentos para a zona de erosão e seleção adequada de períodos de implantação desta medida visando evitar maiores interferências com a atividade turística e com a reprodução de tartarugas marinhas.

Ressalta-se ainda que este impacto será acompanhado mediante o monitoramento periódico de perfis de praia no trecho potencialmente afetado pelo empreendimento. Com base nestes novos dados foram revisados os impactos A.10 e A.22, os quais são apresentados em anexo.

▪ **Comentário 320 - página 139, parágrafo 5.**

Levantamento das propriedades, edificações/bens públicos ou privados, áreas de uso coletivo, potencialmente impactadas pela erosão e assoreamento na praia, decorrente do quebra-mar, considerando como AID da parte marítima e inserindo o debate e medidas cabíveis na avaliação dos impactos de desapropriações, pesca, turismo e paisagem.

▪ **Resposta ao Comentário 320:**

O levantamento solicitado pelo IBAMA foi feito e é apresentado no **Apêndice 15** deste documento de resposta, referente aos estudos socioeconômicos, bem como no **Apêndice 7**. Além disso, o levantamento realizado subsidiou a inclusão de um novo impacto referente à afetação de imóveis na linha de costa (**Apêndice 17**), com as devidas medidas mitigadoras e

programas ambientais. Ressalta-se que a medida de controle de transferência de areia de praia é considerada como intrínseca ao empreendimento.

▪ **Comentário 321 – página 139, parágrafo 6.**

Apresentar as rotas de aproximação das embarcações a serem utilizadas nas fases de implantação e operação do porto, considerando-as como AID da parte marítima.

▪ **Resposta ao Comentário 321:**

As rotas de aproximação das embarcações foram estudadas e são apresentadas no **Apêndice 7** deste documento de resposta. Tal estudo subsidiou a análise dos impactos do empreendimento sobre o tráfego marítimo (**Apêndice 17**), com as suas respectivas medidas mitigadoras e programas ambientais.

▪ **Comentário 340 - página 149, parágrafo 2.**

Este programa de monitoramento deve ser completamente reelaborado, visando a proposição de ações que permitam o efetivo acompanhamento dos impactos denominados A.12, A.20 e A.25, relacionados aos riscos de remobilização de sedimentos contaminados e a alterações na qualidade dos sedimentos marinhos.

- **Resposta ao Comentário 340:**

A solicitação foi atendida e o programa revisto é apresentado no **Apêndice 18** deste documento de resposta ao PT do IBAMA.

PARTE II - TEXTO REVISADO/ESTUDOS COMPLEMENTARES

TOMO VIII - APÊNDICE 7 – LINHA DE COSTA, SEDIMENTOS DE DRAGAGEM E ROTAS MARÍTIMAS

7.A – LINHA DE COSTA

7.A.1 - ARITAGUÁ TERMINAL PRIVADO-4400 ALTERNATIVAS PORTO SUL “TRADE OFF”

7.A.2 - ESTUDO DA EVOLUÇÃO DA LINHA DE COSTA PARA AS ALTERNATIVAS DO PORTO SUL




7.A.3 - ANÁLISE DO COMPORTAMENTO DA LINHA DE COSTA NAS VIZINHANÇAS DO PORTO DE ILHÉUS - BAHIA

7.B – SEDIMENTOS DE DRAGAGEM

PARTE II - TEXTO REVISADO/ESTUDOS COMPLEMENTARES




**TOMO VIII - APÊNDICE 7 – LINHA DE COSTA, SEDIMENTOS DE
DRAGAGEM E ROTAS MARÍTIMAS**

7.A – LINHA DE COSTA

 BAHIA MINERAÇÃO			
TÍTULO ESTUDO COMPLEMENTAR EIA DO PORTO SUL- ILHÉUS -BA RELATÓRIO CONSOLIDAÇÃO DOS “ESTUDOS DE EVOLUÇÃO DA LINHA DE COSTA PARA AS ALTERNATIVAS DO PORTO SUL”	Nº. BAMIN: 022.20.0005	PAGINA 1/42	
	Nº FORNECEDOR 110504 CPM RT 119/11	REV. A	

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	02
2	METODOLOGIA	03
2.1	ANÁLISE DAS ALTERNATIVAS LOCACIONAIS DO QUEBRA-MAR	03
2.2	AVALIAÇÃO DOS IMPACTOS NA LINHA DE COSTA.....	05
2.2.1	Evolução Histórica da Linha de Costa	05
2.2.2	Modelagem Morfodinâmica	09
2.2.2.1	Arranjo do Píer de Embarque Provisório (PEP)	10
2.2.2.2	Layouts do Porto Sul	11
3	RESULTADOS	14
3.1	ESTUDO DE ALTERNATIVAS	14
3.2	EVOLUÇÃO DA LINHA DE COSTA DURANTE OS ÚLTIMOS 49 ANOS	23
3.3	PROGNÓSTICO DA LINHA DE COSTA CONSIDERANDO AS DIFERENTES ALTERNATIVAS DE QUEBRA-MAR, SEM CONSIDERAR MEDIDAS DE CONTROLE	28
3.4	PROGNÓSTICO DA LINHA DE COSTA CONSIDERANDO AS DIFERENTES ALTERNATIVAS DE QUEBRA-MAR E MEDIDAS DE CONTROLE	30
3.5	GESTÃO COSTEIRA	33
3.5.1	Custos de Gerenciamento Costeiro	33
3.6	PROGNÓSTICO DOS IMPACTADOS SOBRE OS TERRENOS AFETADOS PELA EROSIÃO PREVISTA DA LINHA DE COSTA	34
3.7	EFEITOS DE LONGO PRAZO.....	36
4	ANÁLISE SINÉRGICA DOS IMPACTOS DO PORTO DE ILHÉUS E DO PORTO SUL NA LINHA DE COSTA	37
5	CONCLUSÕES	40
6.	EQUIPE TÉCNICA	42

 BAHIA MINERAÇÃO			
TÍTULO ESTUDO COMPLEMENTAR EIA DO PORTO SUL- ILHÉUS -BA RELATÓRIO CONSOLIDAÇÃO DOS “ESTUDOS DE EVOLUÇÃO DA LINHA DE COSTA PARA AS ALTERNATIVAS DO PORTO SUL”	Nº. BAMIN: 022.20.0005	PAGINA 2/42	
	Nº FORNECEDOR 110504 CPM RT 119/11	REV. A	





1. INTRODUÇÃO

Este relatório apresenta uma consolidação dos estudos que foram realizados pela URS/Scott Wilson e pelo Dr. José Maria Landim Dominguez, para definir as alternativas de microlocalização do Porto Sul, mais especificamente do seu quebra-mar, em termos de seu distanciamento da linha de costa. A partir da indicação da melhor alternativa de localização foi feito um estudo específico para avaliar os processos morfodinâmicos atuais (mudanças na linha de costa nos últimos 49 anos) e prever os efeitos potenciais na linha de costa, considerando um novo layout para o Porto Sul em Aritaguá. Os detalhes do plano, metodologia e resultados desses estudos estão presentes nos relatórios *URS SCOTT WILSON RL-4400-G-325 Rev.C – Aritaguá Terminal Privativo 4400 Porto Sul “ Trade off” Apêndice 7, item 7.A.1, URS SCOTT WILSON RL-4400-N-306 REV A - Estudo da Evolução da Linha de Costa para as Alternativas do Porto Sul, Apêndice 7, item 7.A.2, Análise do Comportamento da Linha de Costa nas Vizinhanças do Porto de Ilhéus – Bahia.complemento, Apêndice 7, item 7.A.3.*

Os objetivos desses estudos foram os seguintes:

- ✓ Realizar estudo de viabilidade técnico-financeira para avaliar diferentes alternativas locais do quebra-mar do Porto em relação ao seu distanciamento da costa.
- ✓ Realizar a quantificação e qualificação dos efeitos das obras, bem como das medidas de controle e/ou recuperação, sobre o ponto de vista técnico, econômico e socioambiental, e indicar a melhor alternativa.
- ✓ Avaliar os impactos na linha de costa e discutir as medidas de controle possíveis.

A conclusão pela melhor área para implantação ocorreu a partir de um processo contínuo de aprimoramento do grau de conhecimento, tanto do projeto de engenharia e de suas repercussões ambientais, como das questões ambientais e sociais mais relevantes a serem consideradas. Refletem-se nesta análise, os resultados de estudos revisados de engenharia abordando todos os aspectos importantes, sociais, ambientais e econômicos.

 BAHIA MINERAÇÃO		CONSÓRCIO  	
TÍTULO ESTUDO COMPLEMENTAR EIA DO PORTO SUL- ILHÉUS -BA RELATÓRIO CONSOLIDAÇÃO DOS “ESTUDOS DE EVOLUÇÃO DA LINHA DE COSTA PARA AS ALTERNATIVAS DO PORTO SUL”		Nº. BAMIN: 022.20.0005	PAGINA 3/42
		Nº FORNECEDOR 110504 CPM RT 119/11	REV. A

2. METODOLOGIA





2.1 ANÁLISE DAS ALTERNATIVAS LOCACIONAIS DO QUEBRA-MAR

Nesta etapa dos estudos procurou-se determinar através de um estudo de viabilidade técnico-financeira (*trade-off study*) a distância ótima entre porto e a costa, levando em consideração os efeitos na linha de costa e as restrições de engenharia. Essa análise foi contemplada ainda com uma avaliação qualitativa dos efeitos sobre alguns componentes socioambientais prioritários.

O cenário-base adotado para efeitos de comparação foi o Porto Sul construído à distância de 3,5 km, Figura 2.1-1, que se baseia no desenho intitulado '*Porto Sul Alternativa Aritaguá Layout Preliminar*' AT001, elaborado pela Concremat. Neste layout o comprimento efetivo do quebra-mar "offshore" é de 2.100 m.



Figura 2.1-1: Layout do projeto do Porto Sul (Concremat desenho AT001).

 BAHIA MINERAÇÃO		CONSÓRCIO  	
TÍTULO ESTUDO COMPLEMENTAR EIA DO PORTO SUL- ILHÉUS -BA RELATÓRIO CONSOLIDAÇÃO DOS “ESTUDOS DE EVOLUÇÃO DA LINHA DE COSTA PARA AS ALTERNATIVAS DO PORTO SUL”	Nº. BAMIN: 022.20.0005	PAGINA 4/42	
	Nº FORNECEDOR 110504 CPM RT 119/11	REV. A	

Assim foram consideradas as implicações de se construir o Porto Sul a 3,0 km, 3,5 km (proposta original do EIA), 4,0 km e 4,5 km da costa, Figura 2.1-2.

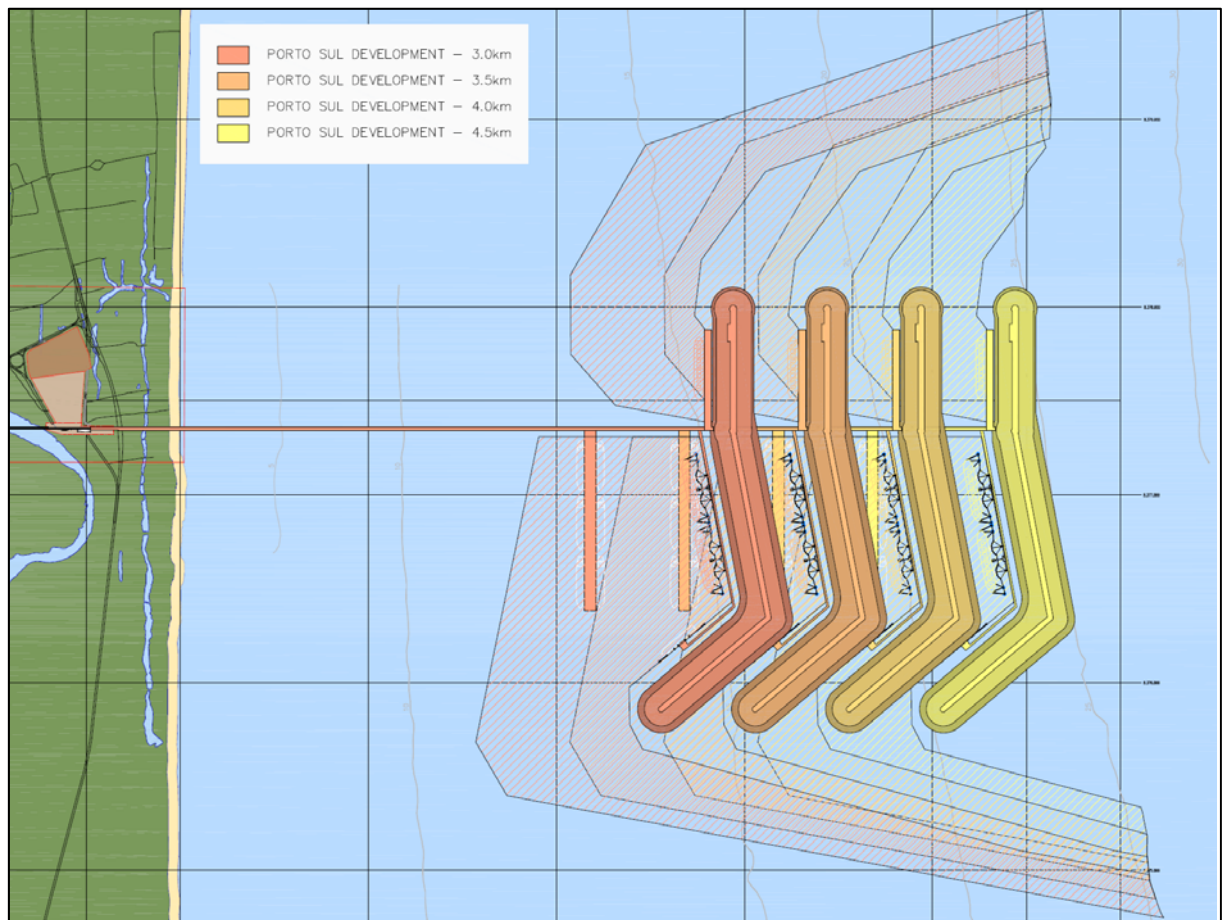






Figura 2.1-2: Layout do Porto Sul nos 4 locais considerados.

Os principais aspectos considerados neste estudo de viabilidade locacional são:

☐ ASPECTOS TÉCNICO-FINANCEIROS

- ✓ Volume de dragagem
- ✓ Volume de enrocamento
- ✓ Quantidades de materiais para as obras civis offshore
- ✓ Tempo de instalação
- ✓ Custo de instalação
- ✓ Restrições Técnicas
- ✓ Volume de Dragagem de Manutenção
- ✓ Custos de Remediação de Impactos (medidas de controle de processos erosivos e indenizatórios)

 BAHIA MINERAÇÃO		CONSÓRCIO  	
TÍTULO ESTUDO COMPLEMENTAR EIA DO PORTO SUL- ILHÉUS -BA RELATÓRIO CONSOLIDAÇÃO DOS “ESTUDOS DE EVOLUÇÃO DA LINHA DE COSTA PARA AS ALTERNATIVAS DO PORTO SUL”	Nº. BAMIN: 022.20.0005	PAGINA 5/42	
	Nº FORNECEDOR 110504 CPM RT 119/11	REV. A	

☐ ASPECTOS SOCIOAMBIENTAIS

- ✓ Impacto na linha de costa
- ✓ Impacto nas comunidades aquáticas
- ✓ Conflito com atividade pesqueira
- ✓ Tráfego Viário

Além do exposto acima, esta nota também inclui alguns comentários sobre as potenciais soluções de gerenciamento costeiro e fornece indicações dos custos associados com a implementação das soluções de gerenciamento da linha de costa.

2.2 AVALIAÇÃO DOS IMPACTOS NA LINHA DE COSTA

2.2.1 Evolução Histórica da Linha de Costa

O mapeamento da posição da linha de costa foi realizado utilizando-se fotografias aéreas verticais da área. Os seguintes documentos fotográficos foram utilizados:

- Fotos aéreas verticais pancromáticas para o ano de 1960.
- Fotografias aéreas coloridas para o ano de 2009, georreferenciadas, fornecidas pelo DERBA-BA.

Na ocasião do EIA/RIMA, quando foi apresentado estudo similar, utilizou-se como critério da posição da linha de costa o limite praia seca/praias molhadas, tendo em vista que o contato do início da vegetação com o prisma praias não estava bem definido em alguns trechos da área de estudo devido ao sombreamento excessivo da vegetação de pós-praias (Figura 2.2.1-1).

De outro lado o traçado do contato praia seca/praias molhadas embora bem visível nas fotos de 2009, foi dificultado nas fotos de 1960 principalmente na extremidade norte da área de estudo, pelo contraste excessivo nas fotos (Figura 2.2.1-2). Embora este trecho norte tenha menos importância para a análise dos efeitos do atual porto de Ilhéus, é, entretanto mais sensível aos efeitos do futuro porto de Aritaguá (Porto Sul).

Assim, neste estudo complementar foram traçadas duas linhas de costa: (i) o limite entre a praia seca/praias molhadas e (ii) a linha indicativa do início da vegetação do pós-praias. A verdadeira posição da linha de costa deve se situar entre estes dois extremos. A Figura 2.2.1-3 ilustra os dois critérios utilizados.

Ambos os métodos apresentam erros intrínsecos devido a: (i) problemas na identificação do início da vegetação do pós-praias, principalmente quando a linha de costa está em progradação e esta vegetação é mais rarefeita e (ii) variação do nível do mar local em função do comportamento das marés no dia em que as fotos foram adquiridas.

TÍTULO

**ESTUDO COMPLEMENTAR EIA DO PORTO SUL- ILHÉUS -BA
RELATÓRIO
CONSOLIDAÇÃO DOS “ESTUDOS DE EVOLUÇÃO DA LINHA
DE COSTA PARA AS ALTERNATIVAS DO PORTO SUL”**

Nº. BAMIN:

022.20.0005

PAGINA

6/42

Nº FORNECEDOR
110504

REV.

CPM RT 119/11

A



Figura 2.2.1-1: Exemplo de sombramento nas fotos do ano de 2009, que dificultam o traçado do contato prisma praial – vegetação do pós-praia.

TÍTULO
**ESTUDO COMPLEMENTAR EIA DO PORTO SUL- ILHÉUS -BA
RELATÓRIO
CONSOLIDAÇÃO DOS “ESTUDOS DE EVOLUÇÃO DA LINHA
DE COSTA PARA AS ALTERNATIVAS DO PORTO SUL”**

Nº. BAMIN:
022.20.0005

PAGINA
7/42

Nº FORNECEDOR
110504

REV.

CPM RT 119/11

A



Figura 2.2.1-2: Exemplo de contraste elevado nas fotos de 1960, dificultando o traçado do contato entre a praia seca e a praia molhada, principalmente no trecho norte da área de estudo.

TÍTULO
**ESTUDO COMPLEMENTAR EIA DO PORTO SUL- ILHÉUS -BA
RELATÓRIO
CONSOLIDAÇÃO DOS “ESTUDOS DE EVOLUÇÃO DA LINHA
DE COSTA PARA AS ALTERNATIVAS DO PORTO SUL”**

Nº. BAMIN:
022.20.0005

PAGINA
8/42

Nº FORNECEDOR
110504

REV.

CPM RT 119/11

A

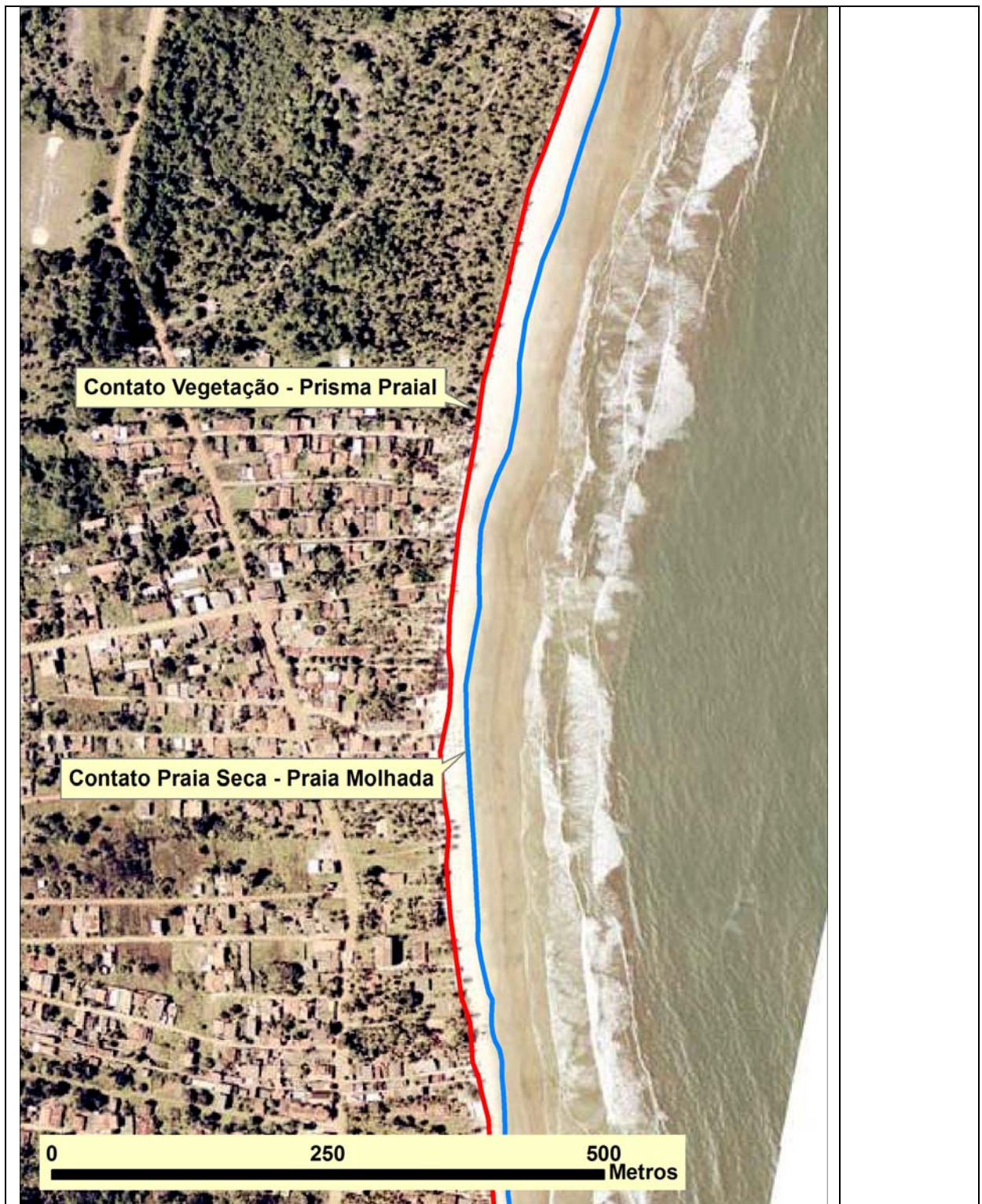





Figura 2.1-3: Exemplo dos dois critérios utilizados para o traçado da linha de costa.

			
TÍTULO ESTUDO COMPLEMENTAR EIA DO PORTO SUL- ILHÉUS -BA RELATÓRIO CONSOLIDAÇÃO DOS “ESTUDOS DE EVOLUÇÃO DA LINHA DE COSTA PARA AS ALTERNATIVAS DO PORTO SUL”		Nº. BAMIN: 022.20.0005	PAGINA 9/42
		Nº FORNECEDOR 110504 CPM RT 119/11	REV. A

Após traçadas as posições da linha de costa seguindo os dois critérios, foi utilizado o aplicativo *Digital Shoreline Analysis System (DSAS)* versão 4, criado por E. Robert Thieler do Serviço Geológico Americano através do seu Programa de Geologia Marinha e Costeira (USGS – Open-File Report 2005-1304).

Este aplicativo calcula os seguintes parâmetros estatísticos ao longo de transectos pré-estabelecidos, a partir das posições mapeadas da linha de costa:





- EPR = End Point Rate – é a razão da distância entre as posições mais antiga e mais recente ocupadas pela linha de costa, dividida pelo tempo transcorrido.
- NSM = Net Shoreline Movement – é a distância entre a linha de costa mais antiga e a mais recente ao longo de um transecto.

Nesta análise foi escolhido um espaçamento entre os transectos de 100 m. Um total de 303 transectos foi utilizado.

2.2.2 Modelagem Morfodinâmica

O modelo de linha de costa foi criado com base nas características de amostras de sedimentos coletados em junho de 2011, pela pesquisa de campo realizada por equipe da Bamin. Três amostras foram obtidas ao longo de diversos perfis transversais à linha de costa em elevações correspondentes a maré baixa, maré média e maré alta. As amostras foram analisadas para determinar a distribuição do tamanho de partícula. A variabilidade do tamanho dos grãos pode assim ser avaliada ao longo do perfil de praia e as características adequadas do sedimento, incluídas em cada perfil do modelo. Dados de sedimento foram obtidos ao longo de cerca de 20 locais dentro da área modelada. No modelo o sedimento de praia é caracterizado por um tamanho de grão médio (D50) e um coeficiente de classificação (D84/D16). Para o cálculo das taxas de transporte de sedimentos litorâneos ao longo da linha de costa adjacente ao empreendimento, foram utilizados os módulos LITDRIFT e LITLINE do conjunto de modelos LITPACK do Danish Hydraulics Institute (DHI).

O LITDRIFT calcula o transporte de sedimentos para perfis transversais determinados segundo o regime hidrodinâmico local e permite a representação do transporte litorâneo ao longo de um período de tempo específico. Dessa forma, o modelo foi ajustado para ser executado com um clima de ondas anual representativo aplicado a cada perfil de praia. Em cada caso, o clima de ondas foi derivado a partir de 12 anos completos de dados transformados de onda, próximos à costa, proporcionando assim um clima onda média anual. O modelo calcula as taxas líquidas determinadas pela deriva ao longo da costa de Aritaguá para a situação atual em conjunto com o projeto proposto do quebra-mar.

 BAHIA MINERAÇÃO		CONSÓRCIO  	
TÍTULO ESTUDO COMPLEMENTAR EIA DO PORTO SUL- ILHÉUS -BA RELATÓRIO CONSOLIDAÇÃO DOS “ESTUDOS DE EVOLUÇÃO DA LINHA DE COSTA PARA AS ALTERNATIVAS DO PORTO SUL”	Nº. BAMIN: 022.20.0005	PAGINA 10/42	
	Nº FORNECEDOR 110504 CPM RT 119/11	REV. A	

Após a conclusão da modelagem utilizando o LITDRIFT, o LITLINE simula o caso proposto no que diz respeito à evolução da linha de costa. O modelo calcula a posição da linha de costa com base no clima de ondas e na própria orientação da linha de costa.

Através de sucessivas iterações com o LITDRIFT, o módulo LINTABL calcula e lista taxas de transporte de sedimento em função do nível do mar, inclinação da superfície devido às correntes regionais e altura, período e direção das ondas.

Detalhes sobre os dados de entrada e de configuração dos modelos são descritos no relatório de Estudos da Evolução da Linha de Costa para a Alternativa Porto Sul TN049 RL 4400 N306, Apêndice 7, item 7.1.





2.2.2.1 Arranjo do *Pier de Embarque Provisório* (PEP)

Para demonstrar as diferenças devido à presença em longo prazo do PEP, a disposição original do Porto Sul também foi simulada com a presença do PEP apenas durante os 5 primeiros anos.

As seguintes configurações do quebra-mar *offshore* e do PEP foram simuladas:

- *Layout* Porto Sul Original – PEP e Porto Sul nos devidos locais por mais de 30 anos.
- *Layout* Porto Sul Original – Presença do PEP apenas nos primeiros 5 anos e, em seguida, removido. Porto Sul presente por mais de 30 anos.
- *Layout* Porto Sul Rev. 1 – Presença do PEP apenas nos primeiros 5 anos e, em seguida, removido. Porto Sul Rev. 1 presente por mais de 30 anos.
- *Layout* Porto Sul Rev. 3 – Presença do PEP apenas nos primeiros 5 anos e, em seguida, removido. Porto Sul Rev. 3 presente por mais de 30 anos.

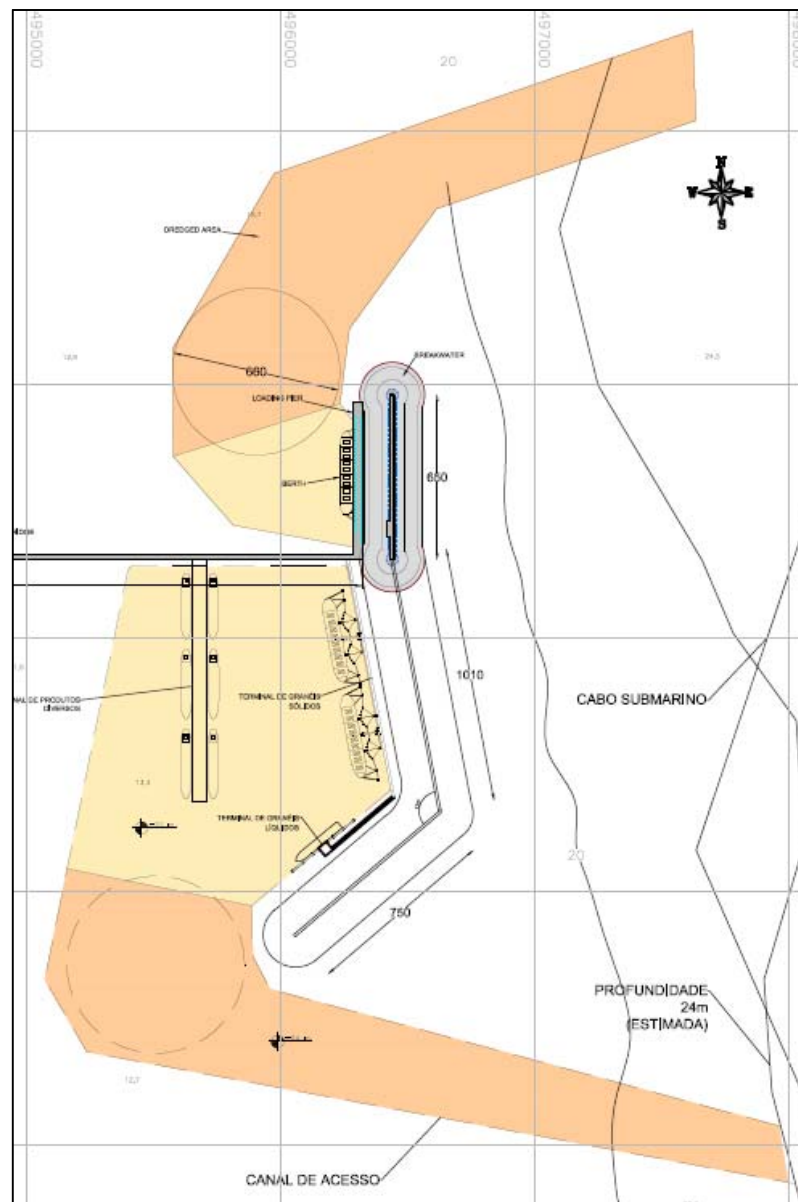
O *Layout* Porto Sul REV. 2 foi desconsiderado em virtude de haver-se constatado a inviabilidade técnica nos estudos de engenharia, ao não fornecer proteção suficiente para os navios a serem atracados.

 BAHIA MINERAÇÃO		CONSÓRCIO  	
TÍTULO ESTUDO COMPLEMENTAR EIA DO PORTO SUL- ILHÉUS -BA RELATÓRIO CONSOLIDAÇÃO DOS “ESTUDOS DE EVOLUÇÃO DA LINHA DE COSTA PARA AS ALTERNATIVAS DO PORTO SUL”	Nº. BAMIN: 022.20.0005	PAGINA 11/42	
	Nº FORNECEDOR 110504 CPM RT 119/11	REV. A	

2.2.2.2 Layouts do Porto Sul




- Layout Original

O *layout* original do Porto Sul foi definido a partir do desenho *Concremat AT-001 “Porto Sul Alternativa Aritaguá Layout Preliminar”* de 16 de maio de 2011 (**Figura 2.2.2.2-1**). Neste *layout* o comprimento efetivo do quebra-mar é de 2100 m, estando a 3,5 km da linha de costa. Este *layout* foi o considerado no EIA/Rima do Porto Sul.



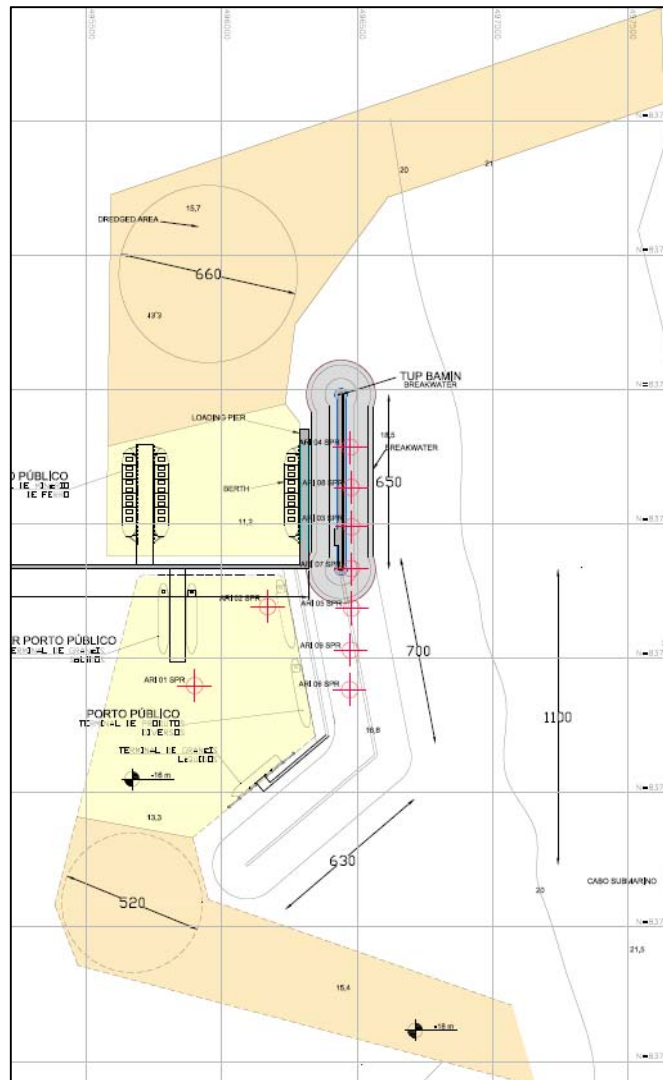
Fonte: Baseado em Concremat - Desenho AT-001

Figura 2.2.2.2-1 - Layout Porto Sul Original.

			
TÍTULO ESTUDO COMPLEMENTAR EIA DO PORTO SUL- ILHÉUS -BA RELATÓRIO CONSOLIDAÇÃO DOS “ESTUDOS DE EVOLUÇÃO DA LINHA DE COSTA PARA AS ALTERNATIVAS DO PORTO SUL”		Nº. BAMIN: 022.20.0005	PAGINA 12/42
		Nº FORNECEDOR 110504 CPM RT 119/11	REV. A




- Layout Porto Sul Rev. 1

O layout revisado ‘Porto Sul Rev. 1’ foi definido através do desenho *Concremat AT-003 Rev 0 “Porto Sul Alternativa Aritaguá Layout Preliminar”* datado 17 de fevereiro 2012 (**Figura 2.2.2-2**). Neste layout o comprimento efetivo do quebra-mar foi reduzido para 1800 m, estando a 3,5 km da linha de costa.



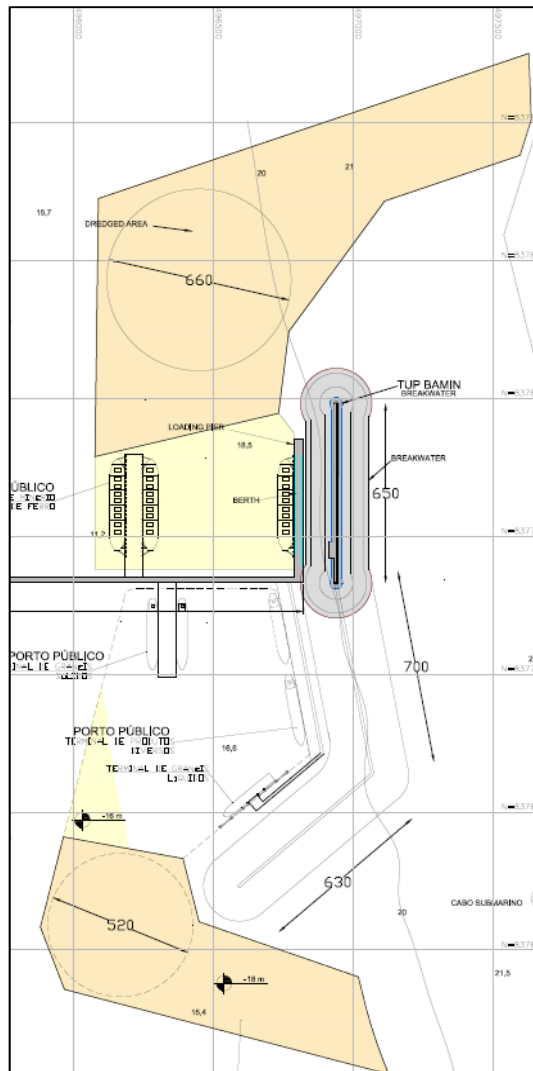
Fonte: Baseado em Concremat - Desenho AT-003

Figura 2.2.2-2 - Layout Porto Sul Rev. 1.

 BAHIA MINERAÇÃO			
TÍTULO ESTUDO COMPLEMENTAR EIA DO PORTO SUL- ILHÉUS -BA RELATÓRIO CONSOLIDAÇÃO DOS “ESTUDOS DE EVOLUÇÃO DA LINHA DE COSTA PARA AS ALTERNATIVAS DO PORTO SUL”		Nº. BAMIN: 022.20.0005	PAGINA 13/42
		Nº FORNECEDOR 110504 CPM RT 119/11	REV. A




- Layout Porto Sul Rev. 3

O layout revisado 'Porto Sul Rev. 3' é baseado no desenho *Concremat PC-7451-43059 Rev 0 “Offshore – Arranjo a Localização dos Berços”*. Neste layout o comprimento efetivo do quebra-mar é de 1800 m, estando a 4,0 km da linha de costa. Além disso, os canais dragados foram encurtados em função de a batimetria ser mais profunda (**Figura 2.2.2-3**).



Fonte: Baseado em Concremat – Desenho PC-7451-43059.

Figura 2.2.2.2-3 - Layout Porto Sul Rev. 3.

 BAHIA MINERAÇÃO			
TÍTULO ESTUDO COMPLEMENTAR EIA DO PORTO SUL- ILHÉUS -BA RELATÓRIO CONSOLIDAÇÃO DOS “ESTUDOS DE EVOLUÇÃO DA LINHA DE COSTA PARA AS ALTERNATIVAS DO PORTO SUL”	Nº. BAMIN: 022.20.0005	PAGINA 14/42	
	Nº FORNECEDOR 110504 CPM RT 119/11	REV. A	

3. RESULTADOS

3.1 ESTUDO DE ALTERNATIVAS




Conforme já mencionado na metodologia, os principais aspectos considerados neste estudo foram o volume de rocha para o enrocamento do quebra-mar, o volume de dragagem de aprofundamento, o aumento do tempo de obra civil, matéria prima, capital de investimento para cada cenário, a viabilidade técnica, ambiental e social para implantação do Projeto.

A implantação das estruturas marítimas do porto terá como consequência a redução da energia das ondas que chegam à costa, modificando a taxa de transporte de sedimento associada às mudanças na linha de costa.

A aplicação do Manual de Engenharia Costeira (*U.S. Army Corps of Engineers, 2002*), foi utilizada para fornecer uma estimativa preliminar qualitativa da provável redução dos efeitos sobre a linha de costa quando o quebra-mar é relocado para áreas mais distantes e profundas. Foi considerada que para a distância de 3,5km e 4,5km o valor de *Is* (relação entre comprimento efetivo da distância da costa sobre o comprimento efetivo do quebra-mar) varia de 4,1 a 4,5 respectivamente, o que coloca o Porto Sul na zona de “subdued salients”. Esses resultados indicam que o efeito na linha de costa é significativo e similar para quaisquer das distâncias de quebra-mar consideradas sendo uma gestão costeira necessária para qualquer caso. A modelagem matemática detalhada realizada para o *layout* de comprimento efetivo de 1800 m nas distâncias de 3,5 e 4,0 km indicou que os impactos sobre a linha de costa serão efetivamente similares.

Além de considerar este importante resultado, os estudos apontaram a opção 3,5 km como melhor cenário para a edificação do quebra-mar em virtude do menor volume de dragagem em relação à opção 3,0 Km, do menor volume de finos da pedra e pedras em relação aos cenários mais distantes (4,0km e 4,5 km), por manter um equilíbrio entre a quantidade e o tempo de duração das principais atividades para a construção.

Os estudos de engenharia reportam que o acréscimo da distância em relação à costa implica no aumento da profundidade. Haverá uma diminuição no que tange o volume total de material dragado (Figura 3.1-1 e Tabela 3.1-1). Quanto maior a profundidade menor o volume de dragagem para os canais de acesso. Em contrapartida haverá um aumento da área dragada para a fundação do quebra-mar. A Tabela 3.1-1 sumariza o volume total de dragagem aproximado para cada cenário e a variação em relação ao cenário original (3,5 km).

 BAHIA MINERAÇÃO			
TÍTULO ESTUDO COMPLEMENTAR EIA DO PORTO SUL- ILHÉUS -BA RELATÓRIO CONSOLIDAÇÃO DOS “ESTUDOS DE EVOLUÇÃO DA LINHA DE COSTA PARA AS ALTERNATIVAS DO PORTO SUL”		Nº. BAMIN: 022.20.0005	PAGINA 15/42
		Nº FORNECEDOR 110504 CPM RT 119/11	REV. A

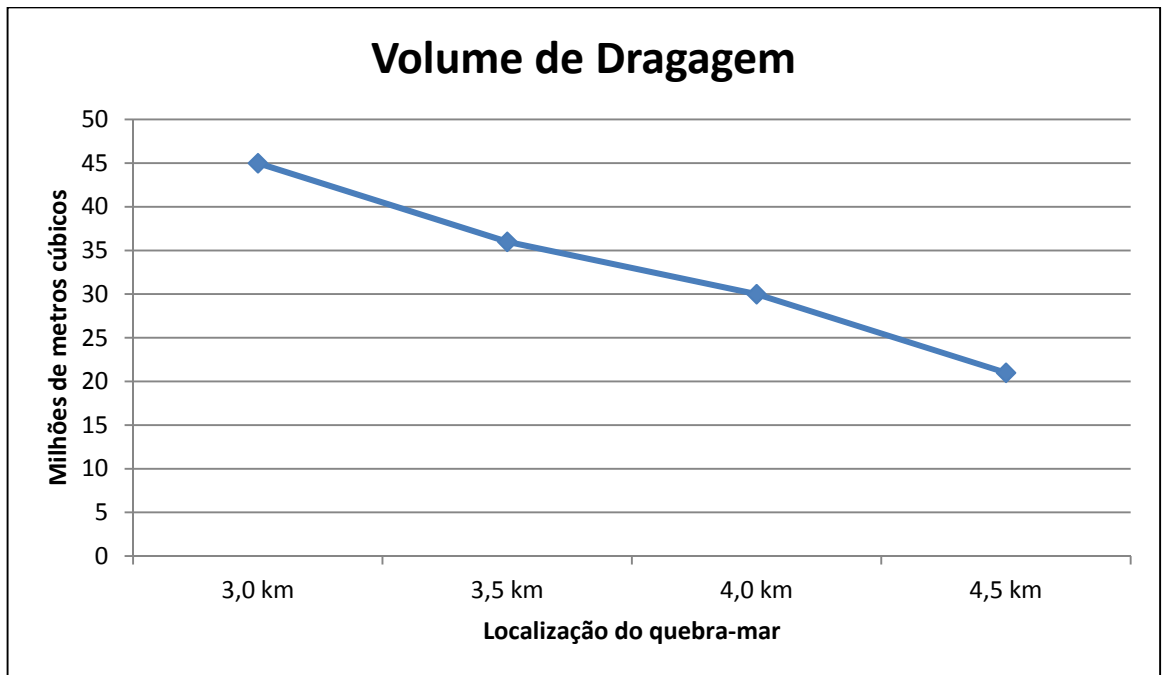






Figura 3.1-1: Variação do volume de dragagem em função da distância do quebra-mar em relação a linha de costa.

Tabela 3.1-1: Variação do volume de dragagem em função da distância do quebra-mar em relação a linha de costa e variação percentual em relação à alternativa de 3,5 km.

Quebra-mar (km)	Profundidade (m)	Volume aproximado de dragagem (m ³)	Variação em relação à localização 3.5km
3.0	-14 a -15	45,000,000	+ 25%
3.5	-17 a -18	36,000,000	0%
4.0	-20 a -21	30,000,000	- 17%
4.5	-23 a -24	21,000,000	- 42%

A dragagem de aprofundamento do canal de acessos (ou canal de navegação) e da fundação do quebra-mar permanecerá constante considerando os quatro cenários, com -24m DHN e -21m DHN respectivamente. Na alternativa de 3,0 km, por ser uma região mais rasa, o volume dragado aumenta em 25% comparado ao cenário de 3,5km. Em consequência prever-se alteração no tempo de duração para conclusão da dragagem de construção em mais 12 meses. A opção 3,0 km é de significativo impacto ambiental, pois fornece um aumento do volume de sedimento dragado refletindo em um tempo maior de operação de dragagem e descarte com reflexos

 BAHIA MINERAÇÃO		CONSÓRCIO  	
TÍTULO ESTUDO COMPLEMENTAR EIA DO PORTO SUL- ILHÉUS -BA RELATÓRIO CONSOLIDAÇÃO DOS “ESTUDOS DE EVOLUÇÃO DA LINHA DE COSTA PARA AS ALTERNATIVAS DO PORTO SUL”	Nº. BAMIN: 022.20.0005	PAGINA 16/42	
	Nº FORNECEDOR 110504 CPM RT 119/11	REV. A	

negativos na capacidade de recuperação das áreas afetadas pela dispersão da pluma de turbidez e pela sedimentação do material descartado. Da mesma forma, a movimentação dos equipamentos envolvidos na operação de dragagem por um período mais prolongado aumenta o risco de conflito com a atividade pesqueira pelo uso do espaço marítimo.

Outro parâmetro considerado nesta análise que varia em relação ao aumento da profundidade é o volume de pedras utilizado na fundação do quebra-mar. A estabilidade geotécnica do quebra-mar é essencialmente em função da altura, tendendo a redução à medida que a profundidade aumenta. A redução da estabilidade é compensada com o alargamento e ampliação da espessura da berma inferior que envolve o aumento no volume de pedras. Em resposta, a área de lavra da Pedreira Aninga será aumentada assim como o fornecimento de pedras via demais pedreiras. Além disso, haverá acréscimo no fluxo de cargas transportadas da pedreira ao píer de carregamento e maior pressão sobre as rodovias.

A Figura 3.1-2 e a Tabela 3.1-2 resume as mudanças ocorridas no volume de pedras para os quatro cenários.

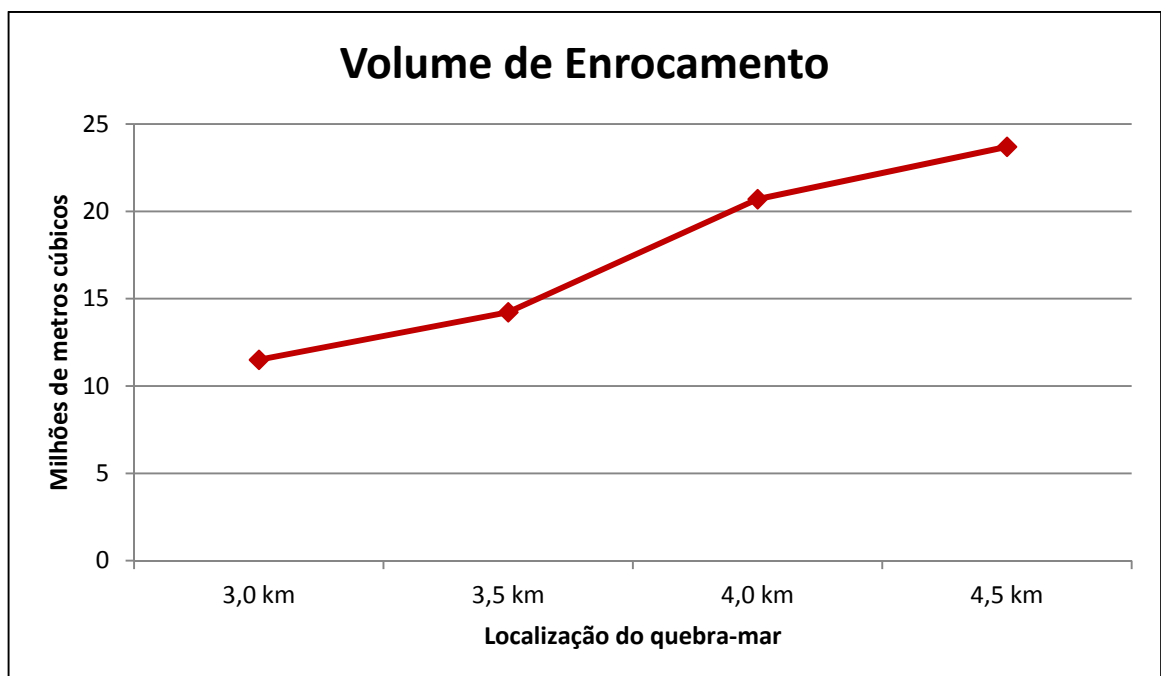


Figura 3.1-2: Variação do volume de enrocamento em função da distância do quebra-mar em relação a linha de costa.




			
TÍTULO ESTUDO COMPLEMENTAR EIA DO PORTO SUL- ILHÉUS -BA RELATÓRIO CONSOLIDAÇÃO DOS “ESTUDOS DE EVOLUÇÃO DA LINHA DE COSTA PARA AS ALTERNATIVAS DO PORTO SUL”		Nº. BAMIN: 022.20.0005	PAGINA 17/42
		Nº FORNECEDOR 110504 CPM RT 119/11	REV. A

Tabela 3.1-2: Variação do volume de enrocamento em função da distância do quebra-mar em relação a linha de costa e variação percentual em relação à alternativa de 3,5km.

Quebra-mar (km)	Profundidade (m)	Volume aproximado de enrocamento (m ³)	Variação em relação à localização 3.5km
3.0	-14 a -15	11,500,000	- 19%
3.5	-17 a -18	14,225,000	0%
4.0	-20 a -21	20,700,000	+ 46%
4.5	-23 a -24	23,700,000	+ 67%




O pior cenário é a opção 4,5 km onde se observam alterações mais severas no volume de pedra, na estrutura das pontes, no grau de complexidade da construção e nos riscos da operação. Além disso, a alternativa 4,5 km apresenta uma restrição técnica relacionada à possível interceptação do cabo submarino identificado em carta náutica, o que inviabilizaria o projeto.

Atentando as projeções feitas, a ponte de acesso torna-se mais extensa à medida que o porto se distancia da costa. Haverá um aumento progressivo no número de estruturas da ponte e do píer de carregamento. O detalhamento está exposto na Tabela 3.1-3.

Tabela 3.1-3: Variação do quantitativo de materiais gastos na construção das estruturas marítimas.

Localização do Porto (km)	Pilares de aço aprox. (ton)	Mudança relativa em relação a 3,5 km	Concreto (m ²)	Mudança relativa em relação a 3,5 km	Profundidade (m)
3,0	69.000	-9%	190.000	-7%	-14 a -15
3,5	76.000	0%	204.000	0%	-17 a -18
4,0	87.000	-14%	217.000	6%	-20 a -21
4,5	104.000	-37%	231.000	13%	-23 a -24

A estimativa do tempo e dos custos para a construção do quebra-mar, volume de dragagem e estruturas da ponte e do píer de carregamento, em comparação ao cenário atual, (3,5 km) está indicada nas figuras 3.1.3 e 3.1.4 e tabelas 3.1.4 e 3.1.5 apresentadas a seguir. Observa-se o aumento de tempo gasto na obra e de custo à medida que a profundidade aumenta, exceto para o volume de dragagem, porém o ponto de equilíbrio se dá na alternativa de 3,5 km.

 BAHIA MINERAÇÃO			
TÍTULO ESTUDO COMPLEMENTAR EIA DO PORTO SUL- ILHÉUS -BA RELATÓRIO CONSOLIDAÇÃO DOS “ESTUDOS DE EVOLUÇÃO DA LINHA DE COSTA PARA AS ALTERNATIVAS DO PORTO SUL”		Nº. BAMIN: 022.20.0005	PAGINA 18/42
		Nº FORNECEDOR 110504 CPM RT 119/11	REV. A

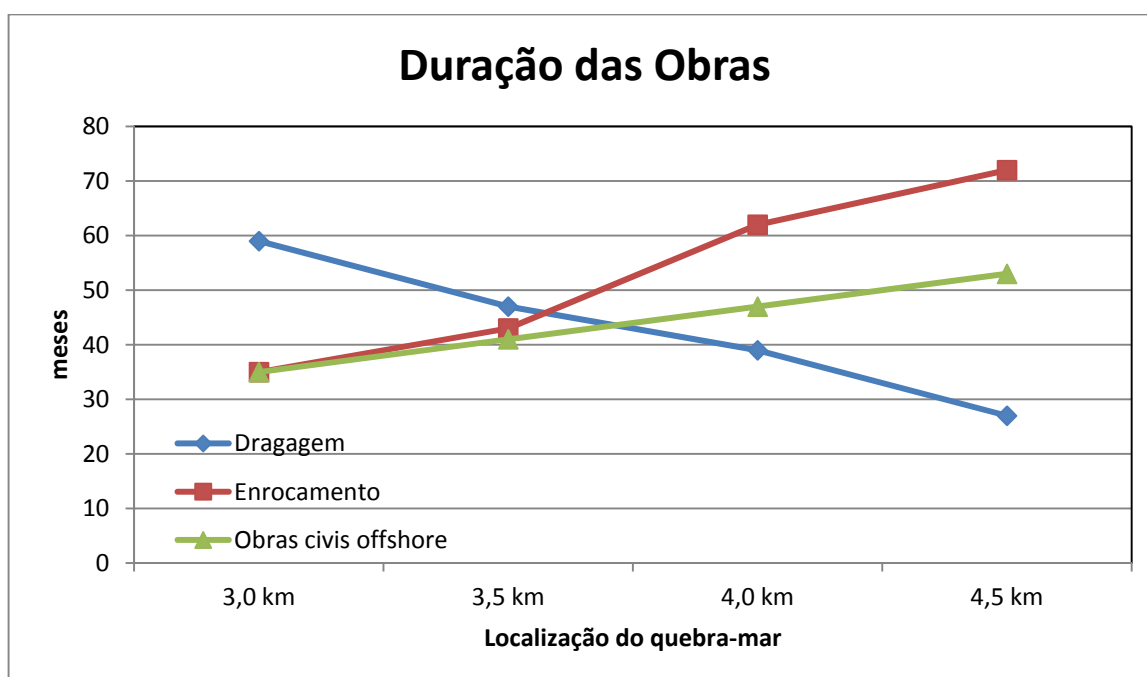


Figura 3.1-3: Variação do tempo gasto nas obras em função da distância do quebra-mar em relação a linha de costa.

Tabela 3.1-4: Variação do tempo de obra em função da distância do quebra-mar em relação a linha de costa.

Quebra-mar (km)	Dragagem (meses)	Enrocamento (meses)	Obras civis offshore (meses)
3.0	59	35	35
3.5	47	43	41
4.0	39	62	47
4.5	27	72	53

Com base nas informações da Tabela acima e mantendo-se as taxas de construção previstas para as atividades, a duração crítica e as atividades responsáveis para cada local de implantação do Porto Sul foram destacadas na tabela. Com base nesses programas de construção, é evidente que o desenvolvimento do Porto Sul a 3,5 offshore possui o programa de construção ideal.

TÍTULO
ESTUDO COMPLEMENTAR EIA DO PORTO SUL- ILHÉUS -BA
 RELATÓRIO
CONSOLIDAÇÃO DOS “ESTUDOS DE EVOLUÇÃO DA LINHA
DE COSTA PARA AS ALTERNATIVAS DO PORTO SUL”

Nº. BAMIN:
 022.20.0005

PAGINA
19/42

Nº FORNECEDOR
 110504
 CPM RT 119/11

REV.
A

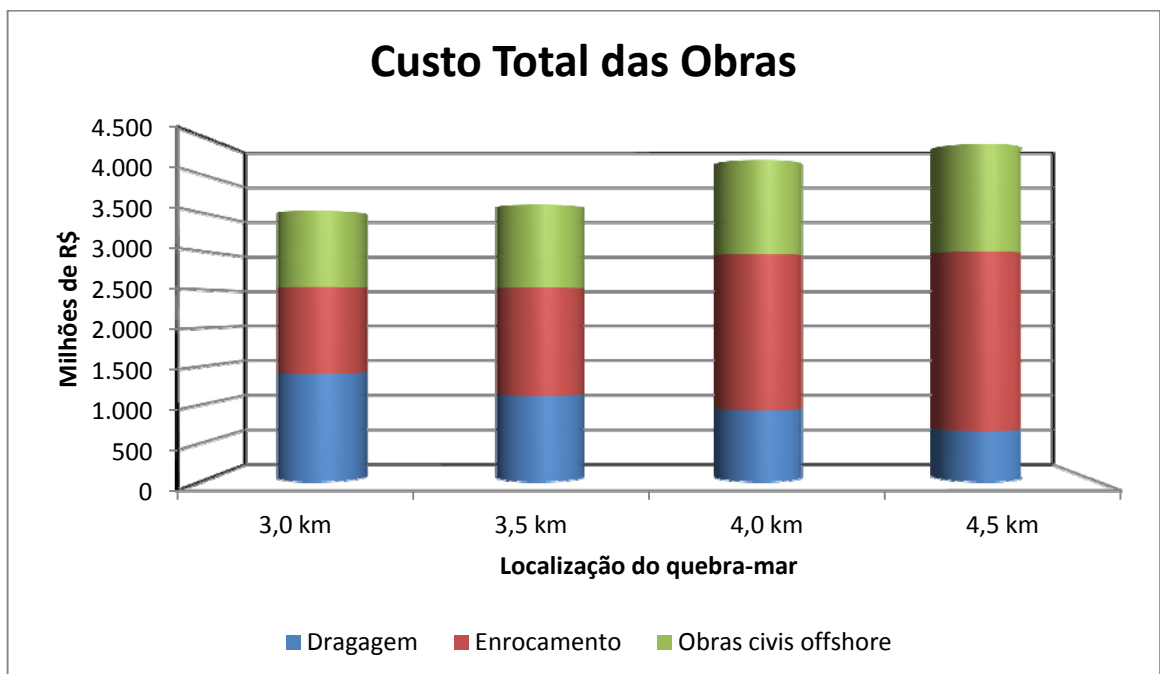
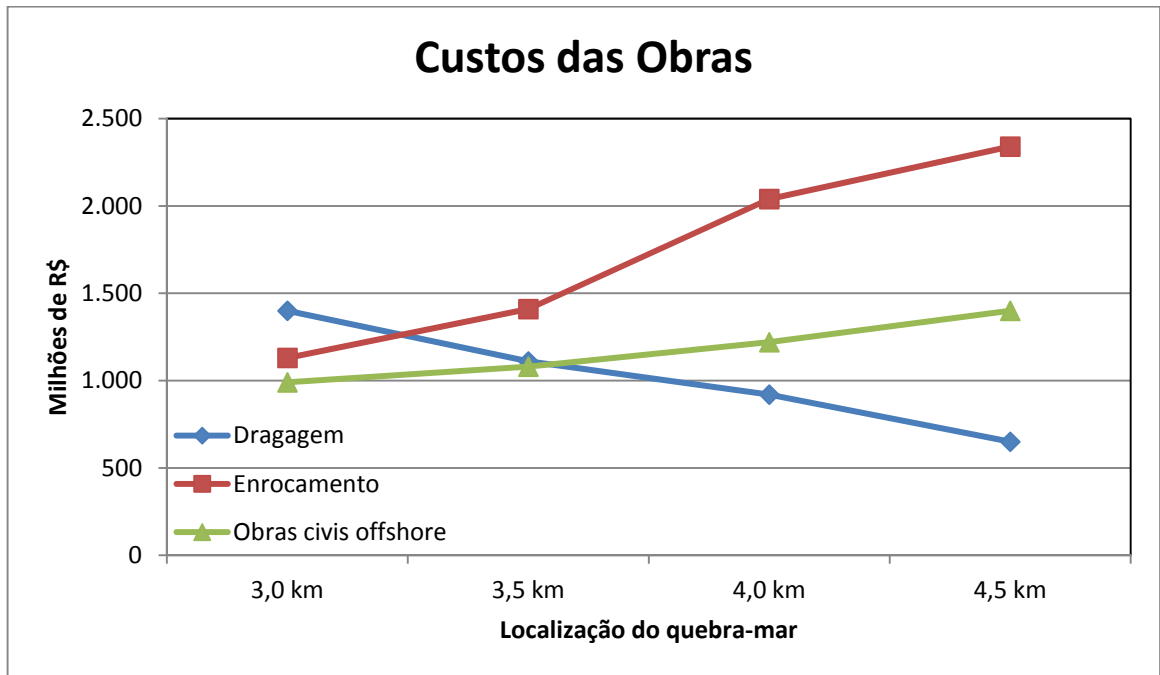


Figura 3.1-4: Variação dos custos das obras em função da distância do quebra-mar em relação a linha de costa.





 BAHIA MINERAÇÃO		CONSÓRCIO  	
TÍTULO ESTUDO COMPLEMENTAR EIA DO PORTO SUL- ILHÉUS -BA RELATÓRIO CONSOLIDAÇÃO DOS “ESTUDOS DE EVOLUÇÃO DA LINHA DE COSTA PARA AS ALTERNATIVAS DO PORTO SUL”		Nº. BAMIN: 022.20.0005	PAGINA 20/42
		Nº FORNECEDOR 110504 CPM RT 119/11	REV. A




Tabela 3.1-5: Variação dos custos das obras (específicos e total) em função da distância do quebra-mar em relação a linha de costa e variação percentual em relação à alternativa de 3,5km.

Quebra-mar (km)	Custo Total (MR\$)	Dragagem		Enrocamento		Obras civis offshore	
		MR\$	% em relação a 3,5km	MR\$	% em relação a 3,5km	MR\$	% em relação a 3,5km
3.0	3.520	1.400	25%	1.130	-20%	990	-10%
3.5	3.600	1.110	0%	1.410	0%	1.080	0%
4.0	4.180	920	-15%	2.040	45%	1.220	15%
4.5	4.390	650	-40%	2.340	65%	1.400	30%

A partir dos dados apresentados algumas considerações foram extraídas:

- A redução do volume na dragagem de navegação com relação à distância no sentido *offshore* é parcialmente compensada pelo aumento nos volumes na dragagem para a fundação do quebra-mar, mas, no contexto geral, há uma redução do volume global a ser dragado. As variações de volume implicam diretamente no tempo de operação da draga e conseqüentemente no custo da atividade, além dos desdobramentos socioambientais diretos e indiretos.
- A alternativa do quebra-mar ser construído mais longe da costa, prejudica a produtividade e o método construtivo. As principais razões para isso incluem: i) o aumento no volume de material para construção do quebra-mar; e ii) o aumento na distância de transporte do material do ponto de saída de carga para o quebra-mar.
- O aumento no volume de pedras para o quebra-mar, com o afastamento da costa, implica no aumento de produção das pedreiras, na interferência com o sistema viário e no tempo de implantação da obra.
- Verifica-se que os custos de construção a distâncias de 3,0 e 3,5 km são comparáveis. Conforme o empreendimento se afasta da costa há um aumento significativo nos custos.

Na sequência a esta análise técnica-financeira foi realizada uma análise integrada qualitativa dos efeitos das obras, bem como das medidas de controle e/ou recuperação, sobre o ponto de vista técnico, econômico e socioambiental. Essa análise foi consolidada numa planilha de tomada de decisão, a qual permitiu visualizar a melhor opção construtiva do quebra-mar. Cabe salientar que, como já havia uma forte indicação de que a alternativa a 3,5 km era a melhor do ponto de vista técnico-financeiro, buscou-se nessa análise complementar avaliar uma quinta alternativa considerando uma mudança do layout do quebra-mar. O novo layout revisado 'Porto Sul Rev. 1' foi definido através do desenho Concremat AT-003 Rev 0 "Porto Sul Alternativa Aritaguá Layout Preliminar" datado 17 de fevereiro 2012,

 BAHIA MINERAÇÃO			
TÍTULO ESTUDO COMPLEMENTAR EIA DO PORTO SUL- ILHÉUS -BA RELATÓRIO CONSOLIDAÇÃO DOS “ESTUDOS DE EVOLUÇÃO DA LINHA DE COSTA PARA AS ALTERNATIVAS DO PORTO SUL”	Nº. BAMIN: 022.20.0005	PAGINA 21/42	
	Nº FORNECEDOR 110504 CPM RT 119/11	REV. A	

conforme indicado na Figura 2.2.2.2-2 (pag. 13 deste relatório). Neste layout o comprimento efetivo do quebra-mar foi reduzido para 1800 m, mas mantido a 3,5 km da linha de costa.

Para a construção da planilha de tomada de decisão apresentada a seguir se adotou algumas premissas as quais são indicadas abaixo:




- Quanto maior o volume e o tempo de dragagem mais significativos serão os impactos sobre a biota aquática e os conflitos com a atividade pesqueira.
- Quanto maior o volume de enrocamento e o tempo de obra, maiores os impactos sobre os componentes ambientais prioritários: biota aquática, tráfego viário e pesca.
- Quanto maiores as dimensões das estruturas offshore, maior será o conflito pelo espaço marinho, sobretudo com a atividade pesqueira.
- Em relação ao impacto na linha de costa, espera-se um efeito significativo para qualquer que seja a distância de quebra-mar considerada. Isto significa que, de qualquer maneira, uma gestão costeira passa a se tornar necessária. A proximidade do quebra-mar em relação à linha de costa pode aumentar o impacto de acresção/erosão, apesar dos estudos de modelagem apontar para diferenças não significativas entre o quebra-mar a 3,5 km e 4,0 km da costa. Cabe salientar que alguns estudos específicos sobre o impacto das alternativas na linha de costa (RL-4400-N-306 Rev C – Shoreline studies) e os desdobramentos socioeconômicos são apresentados como apêndices deste documento resposta ao Parecer do IBAMA.

Apresenta-se a seguir a planilha de decisão, onde todas as novas alternativas (3,0 km, 4,0 km, 4,5 km e 3,5 km com novo layout) são comparados à alternativa de 3,5 km apresentada no EIA.

A partir da análise dessa planilha e como resultado dos estudos, tudo indica a opção de 3,5 km como melhor cenário para a edificação do quebra-mar em virtude do menor volume de dragagem em relação à opção 3,0Km, do menor volume de finos da pedreira e pedras em relação aos cenários mais profundos (4km e 4,5km), por manter um equilíbrio entre a quantidade e o tempo de duração das atividade principais para a construção e apresentar um baixo custo total de dragagem, volume de pedras e estruturas do porto.

CRITÉRIOS	ASPECTOS TÉCNICOS-FINANCEIROS - IMPACTOS NO CAPEX E OPEX E RESTRIÇÕES TÉCNICAS						ASPECTOS SOCIOAMBIENTAIS					
	VOLUME E TEMPO DE DRAGAGEM NA IMPLANTAÇÃO (APROFUNDAMENTO E BASE DO ENROCAMENTO)	VOLUME DE ENROCAMENTO E TEMPO DE CONSTRUÇÃO	QUANTIDADES ESTRUTURAIS PARA AS OBRAS CIVIS OFFSHORE E TEMPO DE OBRA	CUSTO GLOBAL E RESTRIÇÕES TÉCNICAS	VOLUME DE DRAGAGEM DE MANUTENÇÃO	CUSTOS COM MEDIDAS DE RECUPERAÇÃO DE PRAIAS	LINHA DE COSTA	CUSTOS COM INDENIZAÇÕES/ DESAPROPRIAÇÕES	COMUNIDADES AQUÁTICAS	TRÁFEGO VIÁRIO	CONFLITO COM ATIVIDADE PESQUEIRA	
ALTERNATIVAS	<p>À medida que o porto é deslocado em direção a offshore, a profundidade aumenta e um dos resultados disto é a redução do volume necessário para a dragagem de navegação. A redução do volume na dragagem de navegação com relação à distância no sentido offshore é parcialmente compensada pelo aumento nos volumes na dragagem para a fundação do quebra-mar, mas, no contexto geral, há uma redução do volume global a ser dragado. As variações de volume implicam diretamente no tempo de operação da draga e consequentemente no custo da atividade, além dos desdobramentos socioambientais diretos e indiretos.</p> <p>A mudança de layout do quebra-mar e da distribuição dos pieres de atracação, determinou uma diminuição significativa nos volumes de dragagem.</p>	<p>Os dois elementos principais de enrocamento do projeto do Porto Sul são a estrutura do quebra-mar de talude e o material de substituição do fundo para fazer a fundação do quebra-mar. O aumento da profundidade da água foi acompanhado por um aumento na espessura do manto e na base da estrutura. O fato do quebra-mar ser construído mais longe da costa, a produtividade e o método de construção são prejudicados. As razões para isso incluem: i) o aumento no volume de material para construção do quebra-mar; e ii) o aumento na distância de transporte do material do ponto de saída de carga para o quebra-mar.</p> <p>Secundariamente, a implantação dos quebra-mares mais offshore exige que o LOP (base de apoio para transferência de cargas) seja deixado no local (mar) por mais tempo, já que o volume de enrocamento aumentaria enquanto a taxa de transferência das rochas é limitada. Para manter a produtividade, seria necessário aumentar o LOP e o número de berços para operação de outras barcas, determinando uma maior importância nos processos de erosão e acreção da linha de costa</p>	<p>A ponte de acesso torna-se maior quanto maior a distância em relação à costa. Tal fato tem implicações diretas nas quantidades de elementos estruturais para construção da ponte de acesso, principalmente na profundidade dos pilares. Da mesma forma, estimativas iniciais indicam que os pilares de aço para os cais de atracação aumentam em comprimento, diâmetro e espessura conforme o porto é movido mar adentro. Este aumento no comprimento e reforço dos pilares afeta diretamente o custo de construção. As demandas por concreto não variam tanto com o aumento da profundidade.</p>	<p>A construção no ambiente marinho frequentemente requer conhecimentos especializados e utilização de métodos de construção também especializados. Para evitar quaisquer conflitos entre as estruturas do cais de atracação e o quebra-mar, a distância entre essas estruturas deve ser aumentada para os portos situados no sentido mais offshore, que podem exigir maior comprimento do quebra-mar para fornecer o mesmo nível de proteção ao cais. Ainda, a amarração e atracação nos dolphins colocam grandes desafios técnicos em águas mais profundas, visto que os momentos aumentam com a profundidade.</p> <p>Geralmente a construção marítima se torna algo cada vez mais desafiadora à medida que os trabalhos avançam em direção offshore. Isto se deve: i) Ao aumento na profundidade de água; ii) A uma maior exposição às condições de onda offshore e outras condições meteorológicas; iii) A uma maior distância da construção e ao apoio logístico em terra, e à necessidade de equipamentos e maquinário maiores e mais sofisticados que podem ter disponibilidade limitada. Por fim, uma questão de ordem técnica e que representa risco, sobretudo para a alternativa 4,5 km, é a indicação em carta náutica de um cabo submarino a aproximadamente 5,0 km da costa.</p>	<p>A siltação dos canais de navegação e áreas de manobra e acostagem dos navios reduzirão as profundidades nestas áreas. Dependendo da taxa de siltação e a profundidade necessária para manter uma navegação segura, poderão ser exigidas dragagens periódicas de manutenção. Como consequência do deslocamento sentido offshore é a diminuição da siltação nos canais de acesso e manobra e, consequentemente, diminuição das dragagens de manutenção.</p>	<p>Para mitigar os efeitos na linha de costa algumas opções foram discutidas: i) Transferência de Material de Praia; ii) Espigões (groynes); e iii) Revestimentos (p.ex., muros de proteção).</p> <p>A implementação de espigões requer grande trabalho realizado na praia e, ainda, pode ser necessária uma Transferência de material de praia para que esta opção seja efetiva.</p> <p>O uso de revestimentos geralmente potencializa a erosão devido à energia de onda refletida, o que resulta na necessidade de estruturas robustas e no requerimento de Transferência do material de praia. A Transferência do material da praia é preferível ao revestimento e aos espigões para proteger áreas sensíveis de erosão. A Transferência de material da praia pode direcionar o fluxo resultante de sedimentos das áreas de acreção às áreas de erosão, caso estas situações ocorram, e geralmente é mais econômica que as outras opções e por isso é a mais indicada para esse empreendimento.</p> <p>Mover o quebra-mar em direção offshore pode reduzir a necessidade de gestão costeira, no entanto, o benefício desta movimentação deve ainda ser avaliado. As análises iniciais induzem a uma necessidade de gestão costeira para qualquer posição do Porto Sul.</p>	Conforme indicado pelos estudos de modelagem, espera-se um efeito significativo para qualquer que seja a distância de quebra-mar considerada. De qualquer forma, quanto mais próximo da costa, os impactos de acreção/erosão tendem a ser maiores. Entretanto, cabe ressaltar que, o estudo de modelagem considerou como similar o impacto na linha de costa, entre as opções 3,5k m (Layout Rev. 1) e 4,0 km (Layout Rev.3).	Não analisado	Não analisado	<p>No diagnóstico da região marinha sob influência do Porto Sul foram encontradas diversas comunidades biológicas de interesse ecológico. As atividades de dragagem e descarte afetam diferentemente cada grupo biológico, mas os organismos sesséis do bentos e o plâncton tendem a ser os mais afetados principalmente por possuírem uma baixa capacidade de deslocamento, estando sujeitos à morte por soterramento e também pelo aumento da turbidez da água durante os descartes, o que reduz a qualidade do alimento disponível aos filtradores, afetando a taxa metabólica de filtração e respiração dos organismos marinhos.</p> <p>Dependendo da concentração do material em suspensão gerado pelo descarte, pode ocorrer a morte de organismos pela obliteração das brânquias, entretanto, as alterações de qualidade da água tendem a ser rapidamente recompostas, uma vez cessadas as operações. Diferentes monitoramentos ambientais evidenciam uma abrupta redução das espécies e densidade do bentos em locais sujeitos a constantes dragagens. Porém, outros estudos identificaram o restabelecimento das condições ambientais logo após a interrupção das atividades de dragagem e descarte. Nesse sentido, GRENNE (2002), através da compilação de diferentes estudos, conclui que áreas dragadas são rapidamente regeneradas em média após um ano do fim das dragagens. Fenômeno similar é identificado nas áreas de disposição, após o término das atividades, onde os organismos tendem a repovoar o novo ambiente paulatinamente através de uma sucessão ecológica que se processará nas comunidades, em busca de alcançar novamente o seu clima, fato este respaldado por exemplos encontrados na literatura internacional (LEWIS et al., 2001, SÁNCHEZ-MOYANO et al., 2004). Por outro, e como premissa para esta análise, considerou-se que períodos longos de dragagem tendem a prejudicar a recuperação das comunidades.</p>	<p>O uso de enrocamento na construção de um quebra-mar requer uma pedra com grande capacidade de fornecimento e vias de circulação a fim de transportar e entregar o enrocamento num terminal de apoio provisório (Load Out Point), tal que este material fique disponível para a construção do quebra-mar. Um cuidado especial precisa ser tomado quanto à localização e o projeto do quebra-mar para minimizar a necessidade de enrocamento e, portanto, minimizar a interrupção e potencial incômodo originado pelas pedreiras e pelas vias de circulação. Os quebra-mares mais distantes no mar exigem uma quantidade maior de enrocamento com aumento proporcional no tempo de operação da pedra e dos movimentos de caminhão, elevando os riscos de interrupção, incômodo, saúde e segurança. Da mesma forma, as implicações resultantes das posições do porto localizado mais à offshore e o aumento resultante da quantidade de pilares para construção da ponte e dos cais, resulta no aumento das demandas de transporte, p.ex., maior número de viagens de veículos pesados. Como premissa para essa análise adotou-se a capacidade de 12 m3 para cada caminhão e o impacto relativo exclusivamente ao transporte de rochas.</p>	<p>A presença de estruturas físicas no mar como o Porto faz com que sejam criadas áreas de exclusão no seu entorno visando a segurança à navegação. No caso do Porto Sul, quanto mais afastado da costa e maior for o quebra-mar, mais extensas serão as estruturas marítimas offshore e por conseguinte maiores as áreas de exclusão à pesca. Nesse sentido, considerou-se que maiores essas áreas de exclusão, mais intensos serão os conflitos com a atividade pesqueira que é desenvolvida na região.</p>
3,0 KM	45 Mm ³ (+25%) 59 meses (+12 meses) Custos em relação ao cenário-base: 125%	11,5 Mm ³ (-19%) 2 berços no LOP 35 meses (-8 meses) Custos em relação ao cenário-base: 80%	Aço: 69.000 t (-9%) Concreto: 190 m ³ (-7%) 35 meses (-6 meses) Custos em relação ao cenário-base: 90%	R\$ 3,52 Bilhões Custos em relação ao cenário-base: 98% restrições baixas	650 mil m ³ (+8,3%) R\$ 20,15 Milhões	Volume de material: 150.000 m ³ Custo: R\$ 10 milhões/ano	Não analisado	Não analisado	impacto elevado e baixa capacidade de recuperação	960 mil viagens (-19%)	área menor	
3,5 KM (layout do EIA)	36 Mm ³ (0%) 47 meses (0 meses) Custos em relação ao cenário-base: 100%	14,2 Mm ³ (0%) 2 berços no LOP 43 meses (0 meses) Custos em relação ao cenário-base: 100%	Aço: 76.000 t (0%) Concreto: 204 m ³ (0%) 41 meses (0 meses) Custos em relação ao cenário-base: 100%	R\$ 3,60 Bilhões restrições médias	600 mil m ³ (0%) R\$ 18,6 Milhões	Volume de material: 150.000 m ³ Custo: R\$ 10 milhões/ano	Acreção: 200 a 240 m (30 anos) Erosão: 60 a 100 m (30 anos)	Área total estimada de erosão: 40ha 33 edificações afetadas	impacto elevado e baixa capacidade de recuperação	1.183 mil viagens (0%)	-	
3,5 KM (layout novo)	16,49 Mm ³ (-54,2%) 23,3 meses (-23,7 meses) Custos em relação ao cenário-base: 46%	11,7 Mm ³ (-18%) 39 meses (-4 meses) Custos em relação ao cenário-base: 82%	Aço: 76.000 t (0%) Concreto: 204 m ³ (0%) 41 meses (0 meses) Custos em relação ao cenário-base: 100%	R\$ 2,75 Bilhões Custos em relação ao cenário-base: 76,4% restrições médias	Não analisado	Volume de material: 150.000 m ³ Custo: R\$ 10 milhões/ano	Acreção: 165 a 205 m (30 anos) Erosão: 40 a 80 m (30 anos) Obs: LOP retirado após 5 anos	Área total estimada de erosão: 34 ha 16 edificações afetadas Valor estimado de desapropriação dos terrenos: aproximadamente R\$ 18.150.000,00. Valor estimado de desapropriação das edificações: aproximadamente R\$ 20.000.000,00 Área total estimada de erosão: 34 ha 16 edificações afetadas Valor estimado de desapropriação dos terrenos: aproximadamente R\$ 18.150.000,00. Valor estimado de desapropriação das edificações: aproximadamente R\$ 20.000.000,00	impacto moderado e moderada capacidade de recuperação	975 mil viagens (-18%)	área menor	
4,0 KM	30 Mm ³ (-17%) 39 meses (-8 meses) Custos em relação ao cenário-base: 85%	20,7 Mm ³ (+46%) 3 berços no LOP 62 meses (+19 meses) Custos em relação ao cenário-base: 145%	Aço: 87.000 t (+14%) Concreto: 217 m ³ (+6%) 47 meses (+6 meses) Custos em relação ao cenário-base: 115%	R\$ 4,18 Bilhões Custos em relação ao cenário-base: 116% restrições altas	550 mil m ³ (-8,3%) R\$ 17,5 Milhões	Volume de material: 150.000 m ³ Custo: R\$ 10 milhões/ano	Acreção: 165 a 205 m (30 anos) Erosão: 40 a 80 m (30 anos) Obs: LOP retirado após 5 anos	Área total estimada de erosão: 34 ha 16 edificações afetadas Valor estimado de desapropriação dos terrenos: aproximadamente R\$ 18.150.000,00. Valor estimado de desapropriação das edificações: aproximadamente R\$ 20.000.000,00	impacto elevado e baixa capacidade de recuperação	1.725 mil viagens (+46%)	área maior	
4,5 KM	21 Mm ³ (-42%) 27 meses (-20 meses) Custos em relação ao cenário-base: 60%	23,7 Mm ³ (+67%) 4 berços no LOP 72 meses (+29 meses) Custos em relação ao cenário-base: 165%	Aço: 104.000 t (+37%) Concreto: 231 m ³ (+13%) 53 meses (+12 meses) Custos em relação ao cenário-base: 130%	R\$ 4,39 Bilhões Custos em relação ao cenário-base: 122% restrições altas	500 mil m ³ (16,7%) R\$ 16 Milhões	Volume de material: 150.000 m ³ Custo: R\$ 10 milhões/ano	Não analisado	Não analisado	impacto moderado e moderada capacidade de recuperação	1.927 mil viagens (+63%)	área maior	

Legenda:
Não há diferenças significativas entre as alternativas. Diferença entre os custos menores que 20% e impactos similares.
Custos menores que 20% em relação ao cenário base ou impactos socioambientais mais brandos
Custos maiores que 20% em relação ao cenário base ou impactos socioambientais mais severos




 BAHIA MINERAÇÃO			
TÍTULO ESTUDO COMPLEMENTAR EIA DO PORTO SUL- ILHÉUS -BA RELATÓRIO CONSOLIDAÇÃO DOS “ESTUDOS DE EVOLUÇÃO DA LINHA DE COSTA PARA AS ALTERNATIVAS DO PORTO SUL”	Nº. BAMIN: 022.20.0005	PAGINA 23/42	
	Nº FORNECEDOR 110504 CPM RT 119/11	REV. A	

3.2 EVOLUÇÃO DA LINHA DE COSTA DURANTE OS ÚLTIMOS 49 ANOS

As Figuras 3.2-1 e 3.2-2 mostram os resultados obtidos a partir do estudo evolutivo da linha de costa nos últimos 49 anos. Na Figura 3.2-1 está plotado o comportamento da linha de costa (média dos dois métodos utilizados) utilizando uma representação de símbolos proporcionais. Na Figura 3.2-2 estão plotados os resultados obtidos utilizando os dois métodos, assim como o valor médio.

Os resultados obtidos são bastante consistentes, percebendo-se claramente a acumulação acentuada de sedimentos à montante do enrocamento do porto de Ilhéus (Porto do Malhado) e o decaimento progressivo do efeito do porto na erosão da linha de costa a jusante do enrocamento.

É possível verificar que o efeito da construção do porto de Ilhéus estende-se até aproximadamente 16 km à norte do mesmo. A partir deste ponto a linha de costa mantém-se aproximadamente em equilíbrio à exceção da região em torno dos pontos A e B, onde dois pequenos cursos d'água desembocam. A migração lateral da desembocadura destes dois rios resulta no comportamento aparentemente anômalo verificado no entorno dos mesmos conforme ilustrado Figuras 3.2-3 e 3.2-4. A norte do ponto B verifica-se que a linha de costa experimentou uma pequena progradação nos últimos 49 anos (Figura 3.2-5).

 BAHIA MINERAÇÃO			
TÍTULO ESTUDO COMPLEMENTAR EIA DO PORTO SUL- ILHÉUS -BA RELATÓRIO CONSOLIDAÇÃO DOS “ESTUDOS DE EVOLUÇÃO DA LINHA DE COSTA PARA AS ALTERNATIVAS DO PORTO SUL”		Nº. BAMIN: 022.20.0005	PAGINA 24/42
		Nº FORNECEDOR 110504 CPM RT 119/11	REV. A

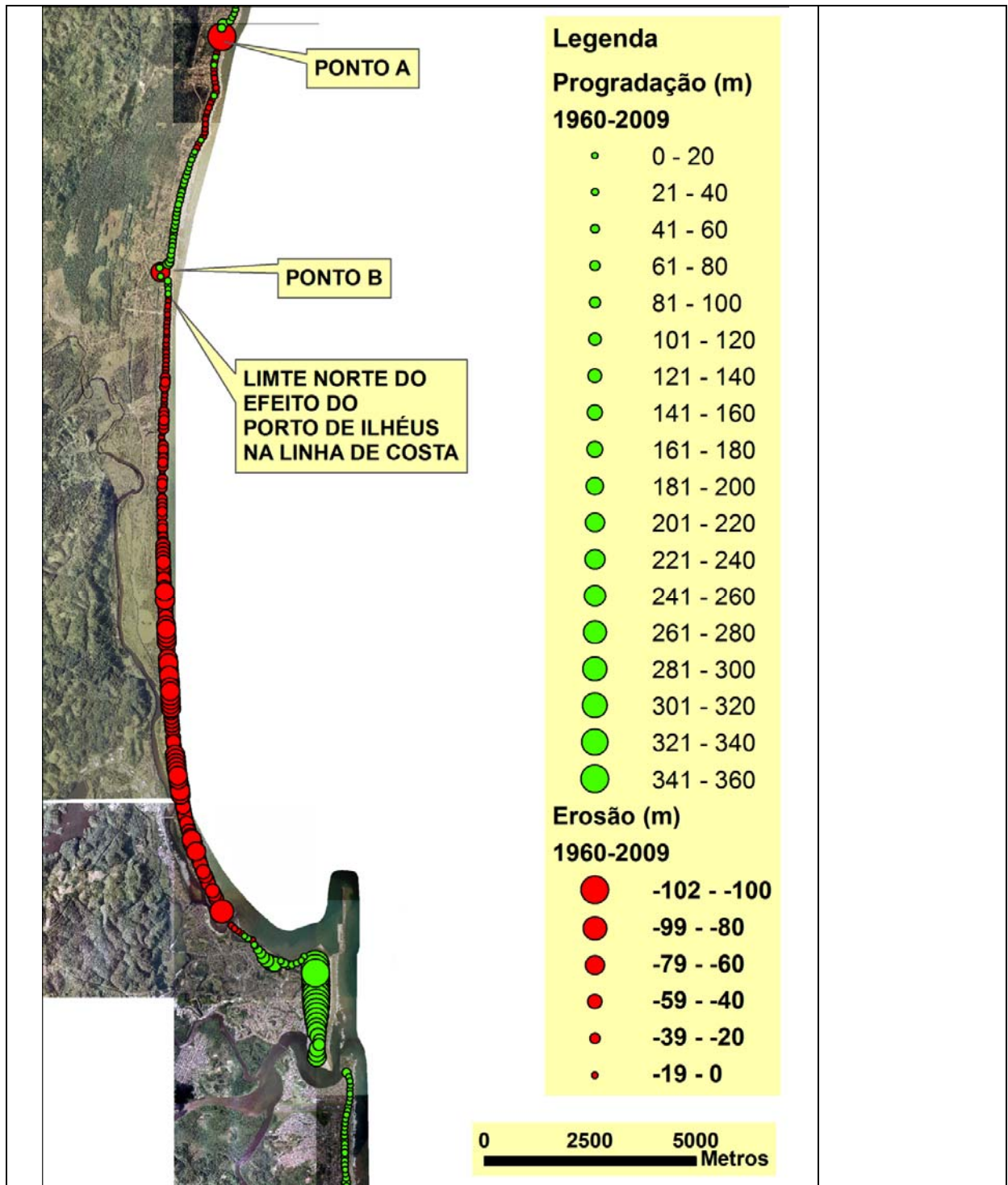





Figura 3.2-1: Mosaico de fotos aéreas verticais coloridas para o ano de 2009, mostrando o comportamento da linha de costa nos últimos 49 anos, representado por símbolos proporcionais. Encontra-se também indicado o provável limite norte do efeito do porto de Ilhéus no comportamento da linha de costa.

 BAHIA MINERAÇÃO			
TÍTULO ESTUDO COMPLEMENTAR EIA DO PORTO SUL- ILHÉUS -BA RELATÓRIO CONSOLIDAÇÃO DOS “ESTUDOS DE EVOLUÇÃO DA LINHA DE COSTA PARA AS ALTERNATIVAS DO PORTO SUL”		Nº. BAMIN: 022.20.0005	PAGINA 25/42
		Nº FORNECEDOR 110504 CPM RT 119/11	REV. A

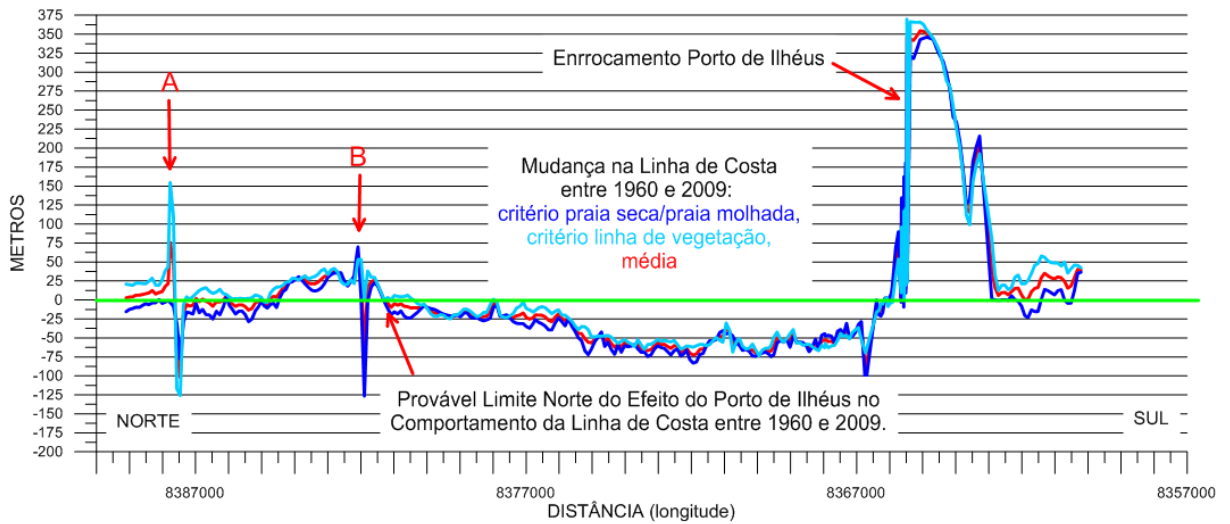


Figura 3.2-2: Resultados da Análise DSAS para a área de estudo. Encontra-se também indicado o provável limite norte do efeito do porto de Ilhéus no comportamento da linha de costa.

TÍTULO
ESTUDO COMPLEMENTAR EIA DO PORTO SUL- ILHÉUS -BA
RELATÓRIO
CONSOLIDAÇÃO DOS “ESTUDOS DE EVOLUÇÃO DA LINHA
DE COSTA PARA AS ALTERNATIVAS DO PORTO SUL”

Nº. BAMIN:
022.20.0005

PAGINA
26/42

Nº FORNECEDOR
110504

REV.

CPM RT 119/11

A



Figura 3.2-3: Mudança do comportamento da linha de costa no entorno do ponto A devido à migração para sul da desembocadura do pequeno curso d'água.

TÍTULO
ESTUDO COMPLEMENTAR EIA DO PORTO SUL- ILHÉUS -BA
 RELATÓRIO
CONSOLIDAÇÃO DOS “ESTUDOS DE EVOLUÇÃO DA LINHA
DE COSTA PARA AS ALTERNATIVAS DO PORTO SUL”

Nº. BAMIN:
 022.20.0005

PAGINA
27/42

Nº FORNECEDOR
 110504
 CPM RT 119/11

REV.
A

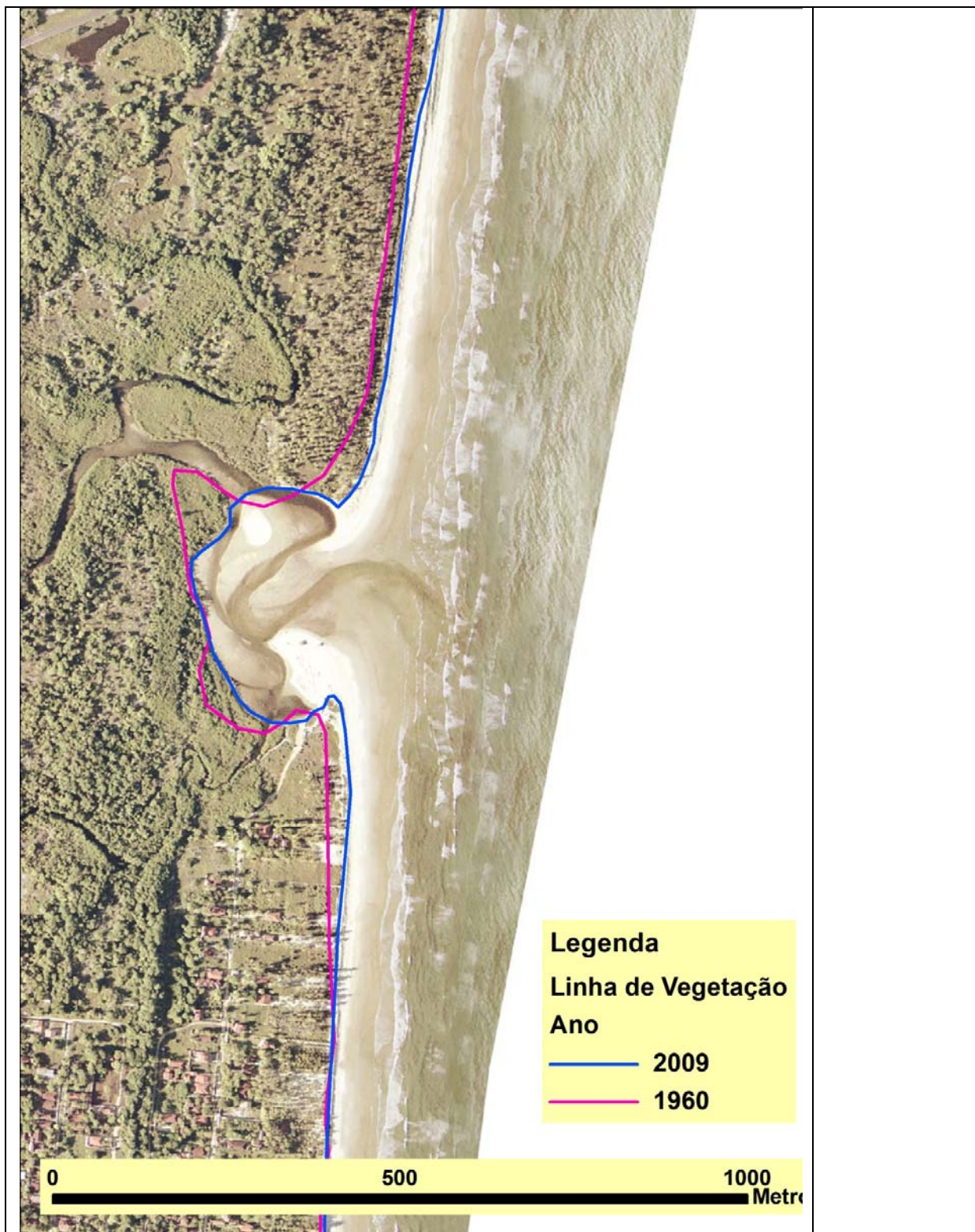






Figura 3.2-4: Mudança no comportamento da linha de costa no entorno do ponto B, resultado de mudanças na desembocadura do pequeno rio que ai deságua.

 BAHIA MINERAÇÃO		CONSÓRCIO  	
TÍTULO ESTUDO COMPLEMENTAR EIA DO PORTO SUL- ILHÉUS -BA RELATÓRIO CONSOLIDAÇÃO DOS “ESTUDOS DE EVOLUÇÃO DA LINHA DE COSTA PARA AS ALTERNATIVAS DO PORTO SUL”		Nº. BAMIN: 022.20.0005	PAGINA 28/42
		Nº FORNECEDOR 110504 CPM RT 119/11	REV. A

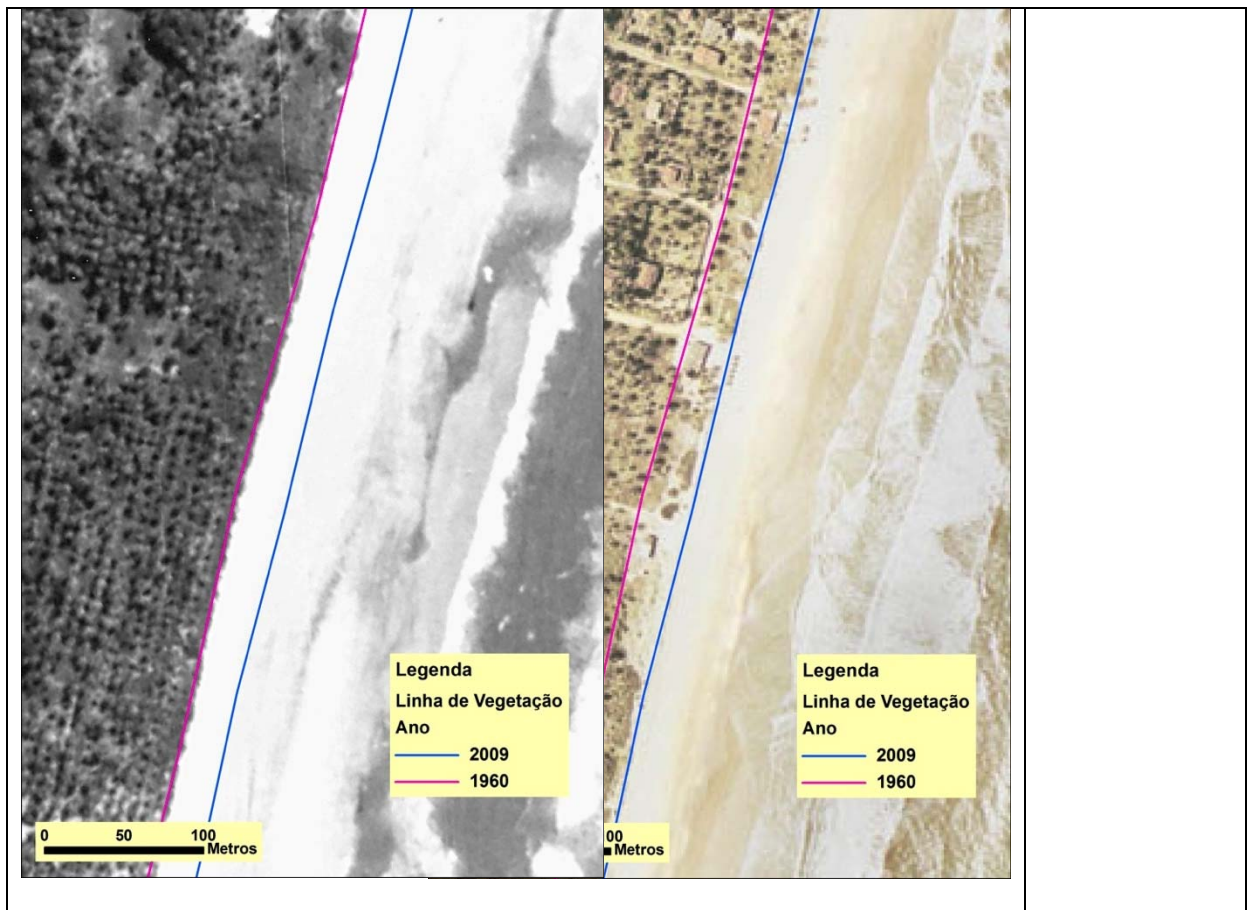





Figura 3.2-5: Fotos do trecho que experimentou progradação nos últimos 49 anos, situado à norte do ponto B. Esquerda: 1960. Direita: 2009.

3.3 PROGNÓSTICO DA LINHA DE COSTA CONSIDERANDO AS DIFERENTES ALTERNATIVAS DE QUEBRA-MAR, SEM CONSIDERAR MEDIDAS DE CONTROLE

Considerando o Layout Original e o PEP mantido durante os 5 anos de construção do porto e sua permanência por mais 30 anos, os resultados da modelagem mostraram que os efeitos na linha de costa estão relacionados à formação de um saliente atrás do quebra-mar e erosão ao norte do porto. Foi previsto que o saliente sobreponha-se à Barra do Abelar, dificultando o processo de abertura da barra por meios naturais, indicando a necessidade de ações para realizar essa abertura, se considerada ambientalmente desejável.

			
TÍTULO ESTUDO COMPLEMENTAR EIA DO PORTO SUL- ILHÉUS -BA RELATÓRIO CONSOLIDAÇÃO DOS “ESTUDOS DE EVOLUÇÃO DA LINHA DE COSTA PARA AS ALTERNATIVAS DO PORTO SUL”		Nº. BAMIN: 022.20.0005	PAGINA 29/42
		Nº FORNECEDOR 110504 CPM RT 119/11	REV. A

Considerando o Layout Original, mas retirando-se o PEP após 5 anos, os resultados da modelagem mostraram que houve significativa redução do saliente se comparada aos resultados considerando a presença do PEP por mais 30 anos.

Em relação aos demais layouts (Rev. 1 e Rev. 3), os resultados mostraram que mesmo com a presença do PEP por 5 anos ainda haverá formação de um saliente atrás do quebra-mar e erosão ao norte do porto. Além disso, a redução no tamanho do saliente formado e da erosão segundo a modelagem, não se mostrou significativa devido ao maior distanciamento do quebra-mar *offshore*, passando de 3,5 km para 4,0km (Layout Rev.1 x Layout Rev.3 respectivamente). No entanto, o tamanho da área erodida foi significativamente reduzida, aproximadamente 20%, se considerado o Layout Rev. 1 em relação ao Layout Original.

De acordo com as **Tabelas 3.3-1 e 3.3-2**, os *layouts* Rev. 1 e Rev. 3, nos quais se considera a remoção do PEP após 5 anos, demonstraram ser as opções com os maiores benefícios, pois resultam em uma menor erosão.

Tabela 3.3-1: Máxima erosão costeira estimada.

Erosão Costeira	Layout Porto Sul	Permanência do PEP	Erosão Máxima Estimada
Maior ↓ Menor	Porto Sul Original*	Completa (5 + 30 anos)	60 – 100m
	Porto Sul Original	5 anos iniciais	60 – 100m
	Porto Sul Rev. 1	5 anos iniciais	40 – 80m
	Porto Sul Rev. 3	5 anos iniciais	40 – 80m

* Apresentada no pedido de LP

Tabela 3.3-2: Máxima projeção estimada do saliente.

Acreção Costeira	Layout Porto Sul	Permanência do PEP	Projeção Máxima Estimada
Maior ↓ Menor	Porto Sul Original*	Completa (5 + 30 anos)	200 – 240m
	Porto Sul Original	5 anos iniciais	175 – 215m
	Porto Sul Rev. 1	5 anos iniciais	165 – 205m
	Porto Sul Rev. 3	5 anos iniciais	165 – 205m

* Apresentada no pedido de LP

As **Tabelas 3.3-3 e 3.3-4** resumem as áreas e volumes de sedimentos referentes à erosão costeira e à projeção do saliente. As tabelas mostram que os *layouts* Rev. 1 e Rev. 3 reduzem as áreas e volumes erodidos em relação ao *layout* Original.




			
TÍTULO ESTUDO COMPLEMENTAR EIA DO PORTO SUL- ILHÉUS -BA RELATÓRIO CONSOLIDAÇÃO DOS “ESTUDOS DE EVOLUÇÃO DA LINHA DE COSTA PARA AS ALTERNATIVAS DO PORTO SUL”		Nº. BAMIN: 022.20.0005	PAGINA 30/42
		Nº FORNECEDOR 110504 CPM RT 119/11	REV. A

Tabela 3.3-3: Áreas estimadas de erosão e de saliente.

Efeito na Costa	Layout Porto Sul	Permanência do PEP	Área Total Estimada de Erosão (Milhões de m ²)	Área Total Estimada para o Saliente (milhões de m ²)
Maior ↓ Menor	Porto Sul Original*	Completa (5 + 30 anos)	0.40	0.48
	Porto Sul Original	5 anos iniciais	0.38	0.46
	Porto Sul Rev. 1	5 anos iniciais	0.34	0.39
	Porto Sul Rev. 3	5 anos iniciais		

* Apresentada no pedido de LP

Tabela 3.3-4: Volumes estimados de erosão e saliente.

Efeitos na Costa	Porto Sul Layout	Permanência do PEP	Volume Estimado de Erosão (milhões de m ³)	Volume Estimado do Saliente (milhões de m ³)	Porcentagem do Volume em Relação ao Layout Original
Maior ↓ Menor	Porto Sul Original*	Completa (5 + 30 anos)	4.3	4.3	100%
	Porto Sul Original	5 anos iniciais	4.1	4.1	95%
	Porto Sul Rev. 1	5 anos iniciais	3.3	3.3	80%
	Porto Sul Rev. 3	5 anos iniciais			





* Apresentada no pedido de LP

3.4 PROGNÓSTICO DA LINHA DE COSTA CONSIDERANDO AS DIFERENTES ALTERNATIVAS DE QUEBRA-MAR E MEDIDAS DE CONTROLE

Os resultados anteriormente apresentados assumem que nenhuma ação é realizada para mitigar os efeitos do projeto sobre a linha de costa. No entanto, é possível reduzir a amplitude dos efeitos mediante a implementação de medidas de gestão costeira.

Mover o quebra-mar em direção offshore pode reduzir a necessidade de gestão costeira, no entanto, o benefício desta movimentação deve ainda ser avaliado, uma vez que não foi observada diferenças significativas em relação ao posicionamento do quebra-mar a 3,5 km e 4,0 km. As análises iniciais induzem a uma necessidade de gestão costeira para qualquer posição do Porto Sul.

O monitoramento de praia é essencial para ajudar a definição e o posterior refinamento de qualquer esquema de gestão costeira que seja adotado.

 BAHIA MINERAÇÃO		CONSÓRCIO  	
TÍTULO ESTUDO COMPLEMENTAR EIA DO PORTO SUL- ILHÉUS -BA RELATÓRIO CONSOLIDAÇÃO DOS “ESTUDOS DE EVOLUÇÃO DA LINHA DE COSTA PARA AS ALTERNATIVAS DO PORTO SUL”	Nº. BAMIN: 022.20.0005	PAGINA 31/42	
	Nº FORNECEDOR 110504 CPM RT 119/11	REV. A	




Para mitigar os efeitos na linha de costa algumas opções foram discutidas: i) Transferência de Areia de Praia (*beach management*); ii) Espigões (*groynes*); e iii) Revestimentos (p.ex., muros de proteção).

A implementação de espigões requer grande trabalho realizado na praia e ainda, pode ser necessária uma transferência de areia de praia para que esta opção seja efetiva. O uso de revestimentos geralmente potencializa a erosão devido à energia de onda refletida, o que resulta na necessidade de estruturas robustas e no requerimento de transferência de areia de praia. A transferência de areia de praia é preferível ao revestimento e aos espigões para proteger áreas sensíveis de erosão. A transferência de areia de praia pode direcionar o fluxo resultante de sedimentos das áreas de acresção às áreas de erosão. A erosão a norte da posição da ponte de acesso prevista sugere que a deriva litorânea do material de praia forneça uma quantidade limitada de sedimentos, que poderia ser compensada com os sedimentos que formam o saliente. Caso estas situações ocorram, a transferência de areia de praia é mais econômica que as outras opções e por isso é a mais indicada para esse empreendimento.

Para fins de comparação de viabilidade e custos assumiu-se a utilização da transferência de areia de praia utilizando maquinário apropriado (caminhões pesados e retroescavadeira). O uso de maquinário terrestre é uma solução comum e praticável que permite que áreas de erosão sejam alvos de remediação desde que haja uma área de acresção próxima.

Para o material de transferência e opções de alimentação de praia, recomenda-se um monitoramento sazonal acompanhado de um plano de gestão costeira para estabelecer níveis de emergência para provocar as operações de transferência. O monitoramento contínuo e o refinamento do esquema de transferência de areia poderão manter a linha de costa estável.

Dos resultados obtidos pelo LitDrift sobre os efeitos do Porto Sul na linha de costa, considerando a opção do Porto Sul localizado a 3,5 km offshore (*Relatório URS RL-4400-N-302 Rev. B*), estima-se que haja um transporte líquido aproximado de sedimentos ao longo da linha de costa de cerca de 150.000 m³/ano, no sentido de sul para norte. Portanto, a fim de manter a linha de costa estável, poderá ser necessário o repasse de 150.000m³/ano da área de acresção (saliente) para a área propensa à erosão.

 BAHIA MINERAÇÃO			
TÍTULO ESTUDO COMPLEMENTAR EIA DO PORTO SUL- ILHÉUS -BA RELATÓRIO CONSOLIDAÇÃO DOS “ESTUDOS DE EVOLUÇÃO DA LINHA DE COSTA PARA AS ALTERNATIVAS DO PORTO SUL”	Nº. BAMIN: 022.20.0005	PAGINA 32/42	
	Nº FORNECEDOR 110504 CPM RT 119/11	REV. A	

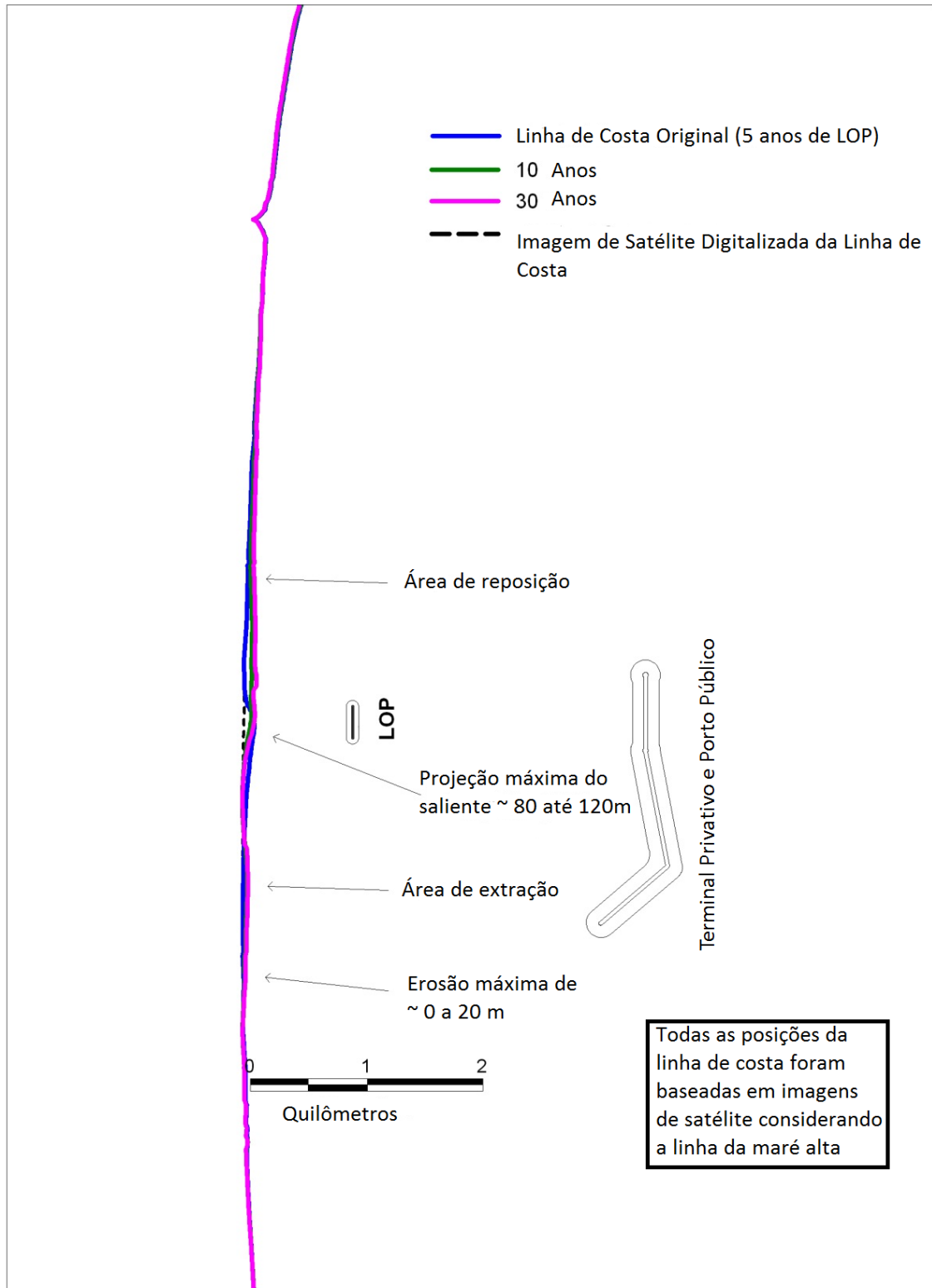





Figura 3.4.1 - Exemplo da técnica de transferência de areia de praia.

 BAHIA MINERAÇÃO			
TÍTULO ESTUDO COMPLEMENTAR EIA DO PORTO SUL- ILHÉUS -BA RELATÓRIO CONSOLIDAÇÃO DOS “ESTUDOS DE EVOLUÇÃO DA LINHA DE COSTA PARA AS ALTERNATIVAS DO PORTO SUL”	Nº. BAMIN: 022.20.0005	PAGINA 33/42	
	Nº FORNECEDOR 110504 CPM RT 119/11	REV. A	

3.5 GESTÃO COSTEIRA

Os comentários a seguir foram preparados com base no método do Manual de Engenharia Costeira, o qual sugere que os requisitos de gestão costeira para todos os locais offshore são semelhantes. Portanto, a gestão costeira indicada para a localização do Porto Sul a 3,0 km, 3,5 km, 4,0 km e 4,5 km engloba a transferência de mais de 150.000 m³ de material de praia numa base anual usando maquinário terrestre. O volume real a ser transferido dependerá do fluxo líquido de sedimentos e do grau de passagem de sedimentos na região de sombra do quebra-mar.

Mover o quebra-mar em direção offshore pode reduzir a necessidade de gestão costeira, no entanto, o benefício desta movimentação deve ainda ser avaliado. As análises iniciais induzem a uma necessidade de gestão costeira para qualquer posição do Porto Sul.

3.5.1 Custos de Gerenciamento Costeiro

Conforme descrito na seção anterior, este estudo foi baseado na mesma solução de gestão costeira adotada para o Porto Sul nas localizações de 3,0 km, 3,5 km, 4,0 km e 4,5 km. Sem um estudo de gestão costeira realizado para cada local considerado, assume-se que deverá haver uma transferência de aproximadamente 150.000 m³ de areia de praia a cada ano.





Estima-se que o custo para implementar um esquema para transferência de 150.000m³/ano de material de praia usando maquinário terrestre seja de aproximadamente R\$10.000.000 por ano.

Modelagens preliminares e estudos de viabilidade identificaram que um volume anual de 150.000 m³ precisa ser movido do sul para o norte para reduzir para 20 m a faixa de areia da praia a ser erodida. Estudos mais detalhados mostraram que esse volume pode ser reduzido com a escolha do Layout Rev. 1 em relação ao Layout Original (Tabela 3.5-1).

A **Tabela 3.5-1** mostra as áreas estimadas de erosão e do saliente considerando o Layout Rev. 1 com aplicação de medidas de gestão costeira.

Tabela 3.5-1: Área estimada de erosão e do saliente considerando o Layout Rev. 1 com a aplicação de medidas de gestão costeira.

Layout	Permanência do PEP	Área Estimada de Erosão (milhões de m ²)	Área Estimada do Saliente (milhões de m ²)
Porto Sul Rev. 1	5 anos	0.11	0.15

 BAHIA MINERAÇÃO		CONSÓRCIO  	
TÍTULO ESTUDO COMPLEMENTAR EIA DO PORTO SUL- ILHÉUS -BA RELATÓRIO CONSOLIDAÇÃO DOS “ESTUDOS DE EVOLUÇÃO DA LINHA DE COSTA PARA AS ALTERNATIVAS DO PORTO SUL”	Nº. BAMIN: 022.20.0005	PAGINA 34/42	
	Nº FORNECEDOR 110504 CPM RT 119/11	REV. A	

3.6 PROGNÓSTICO DOS IMPACTADOS SOBRE OS TERRENOS AFETADOS PELA EROÇÃO PREVISTA DA LINHA DE COSTA

Para a elaboração dos estudos e levantamentos de campo foram utilizadas a área possivelmente impactada pela erosão decorrente da implantação do quebra-mar de 2.100 m, apresentado no EIA/RIMA do Porto Sul (0,4 Mm², Layout Porto Sul Original) por ser uma área de abrangência de estudos mais conservadora e que permite a comparação entre os cenários da antiga e da nova linha de erosão costeira (Layout Porto sul Rev. 1).

Nesse sentido, os dados ora apresentados são fruto da divisão da antiga área de erosão costeira em 36 (trinta e seis) trechos. Dos 36 (trinta e seis) trechos preliminarmente definidos, foram identificados 08 (oito) com predominância de cobertura vegetal, nos quais não foram identificadas áreas ocupadas e/ou construções. Dessa forma, foram inspecionados 28 (vinte e oito) trechos ao longo da linha de costa.

Os trechos levantados foram aqueles avaliados preliminarmente como de ocupação e podem ser observados na figura abaixo.

TÍTULO
ESTUDO COMPLEMENTAR EIA DO PORTO SUL- ILHÉUS -BA
 RELATÓRIO
CONSOLIDAÇÃO DOS “ESTUDOS DE EVOLUÇÃO DA LINHA
DE COSTA PARA AS ALTERNATIVAS DO PORTO SUL”

Nº. BAMIN:
 022.20.0005

PAGINA
35/42

Nº FORNECEDOR
 110504

REV.

CPM RT 119/11

A

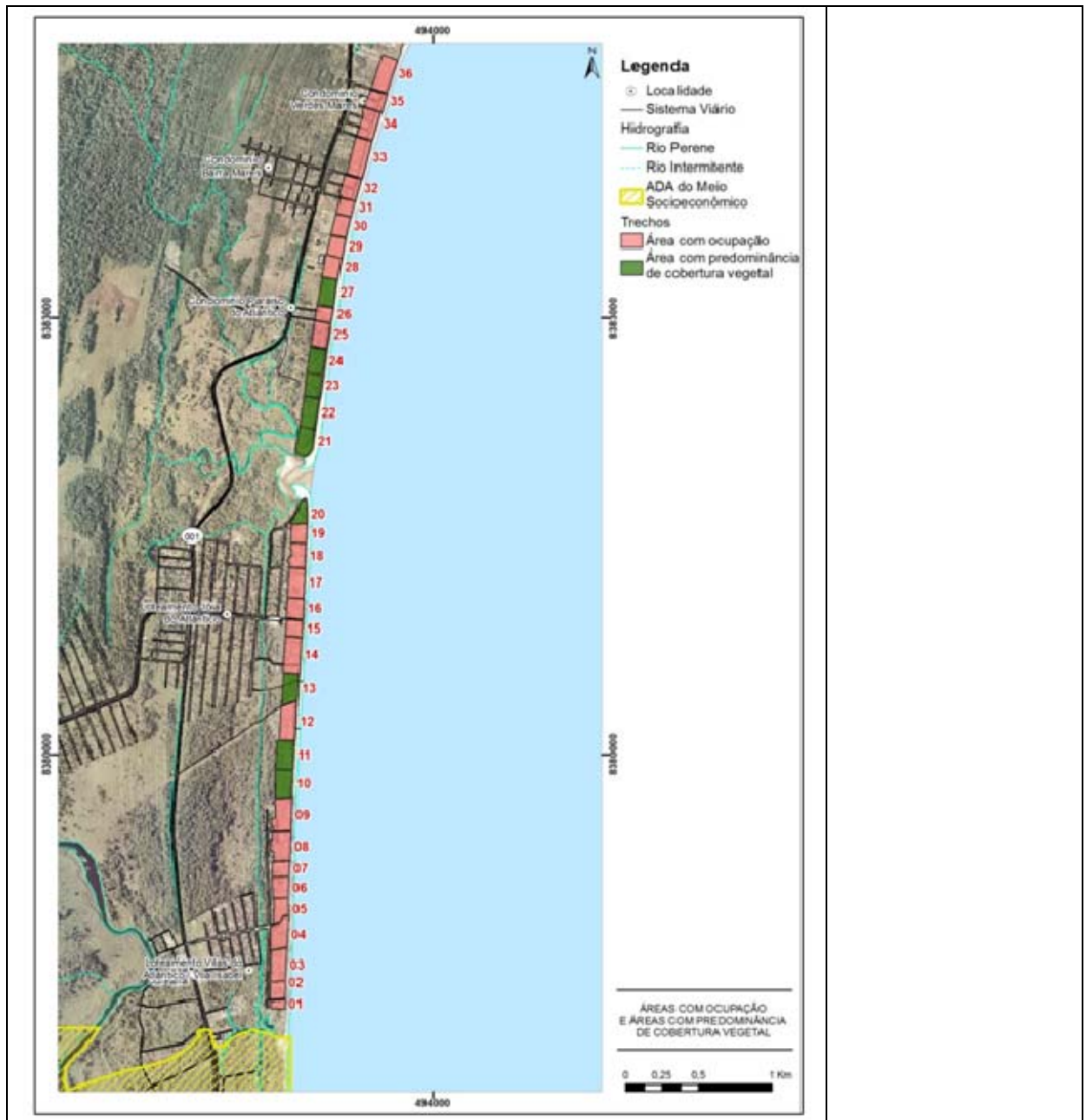






Figura 3.6-1: Classificação Preliminar dos Trechos - Áreas de Cobertura Vegetal e Área de Ocupação

Após a delimitação da área de estudo considerando o aspecto mais conservador, foi feita a comparação para os dois cenários, (i) Layout Porto Sul original e (ii) Layout Porto Sul Revisão 1.

 BAHIA MINERAÇÃO		CONSÓRCIO  	
TÍTULO ESTUDO COMPLEMENTAR EIA DO PORTO SUL- ILHÉUS -BA RELATÓRIO CONSOLIDAÇÃO DOS “ESTUDOS DE EVOLUÇÃO DA LINHA DE COSTA PARA AS ALTERNATIVAS DO PORTO SUL”	Nº. BAMIN: 022.20.0005	PAGINA 36/42	
	Nº FORNECEDOR 110504 CPM RT 119/11	REV. A	

A primeira área de abrangência supracitada apresentava possibilidade de impacto sobre 33 (trinta e três) unidades imobiliárias, enquanto a segunda área traz uma possibilidade de impacto equivalente a 50% da primeira - são apenas 16 (dezesseis) unidades imobiliárias. O detalhamento dessas informações segue apresentado.

Caso fosse mantido o quebra-mar de 2.100m apresentado no EIA a área de abrangência do impacto de erosão afetaria 12 (doze) dos 36 (trinta e seis) trechos estudados, são eles os trechos 01, 02, 03, 04, 05, 06, 07, 08, 09, 10, 11 e 12. Destes quatro não apresentariam impactos em edificações existentes, apresentando apenas perda de área de praia, são os trechos 01, 02, 10 e 11. Finalmente se mantido quebra-mar de 2.100m, 33 (trinta e três) unidades imobiliárias seriam possivelmente impactadas pelos efeitos da erosão costeira.

Adotando a nova linha de erosão costeira, quebra-mar com 1.800m (Layout Porto Sul Rev. 1), a área definida como possivelmente impactada pela erosão compreende um território de aproximadamente 25 ha. Para a nova linha de erosão. (Layout Porto Sul Rev. 1), apenas sete trechos apresentam construções que serão possivelmente impactadas pelos efeitos da erosão costeira, decorrentes da implantação do quebra-mar. São eles: 04, 08, 09, 14, 15, 16, 18 na figura abaixo. Nesta área foram identificadas 16 (dezesseis) unidades imobiliárias possivelmente impactadas (04C, 08K/J, 08H/I, 09K, 09M, 14E, 14I, 15E/N, 15L, 15M, 15O, 16D, 16E, 16F, 16G e 18F), além da estimativa de custo para as áreas afetadas, podem ser observadas no **Anexo II - Mapeamento de Uso e Ocupação do Solo - Identificação das Construções Possivelmente Impactadas (ver Apêndice 15 –USO DO SOLO)**.




Com o uso da técnica de Transferência de Areia de Praia não são esperados impactos significativos sobre unidades imobiliárias.

3.7 EFEITOS DE LONGO PRAZO

A avaliação a longo prazo dos efeitos da modificação na linha de costa (após os 35 anos considerados na modelagem) mostrou que a erosão continuará ao longo dos anos e o efeito no futuro irá estender e aprofundar a área de erosão ao norte. A taxa de erosão deverá gradualmente reduzir-se ao longo do tempo, mas não cessar.

A imprecisão do modelo para avaliar os efeitos da erosão a longo prazo (para mais de 35 anos) é elevada, dificultando uma análise consistente destes dados uma vez que os eventos naturais somam-se aos efeitos da componente do comportamento da linha de costa resultante da construção do porto.

Medidas de gestão costeira reduzirão significativamente o aumento do saliente e da erosão, sendo esta última mantida entre 0 m a 20 m tanto para o Layout Original quanto para o Layout Rev. 1.




 BAHIA MINERAÇÃO			
TÍTULO ESTUDO COMPLEMENTAR EIA DO PORTO SUL- ILHÉUS -BA RELATÓRIO CONSOLIDAÇÃO DOS “ESTUDOS DE EVOLUÇÃO DA LINHA DE COSTA PARA AS ALTERNATIVAS DO PORTO SUL”	Nº. BAMIN: 022.20.0005	PAGINA 37/42	
	Nº FORNECEDOR 110504 CPM RT 119/11	REV. A	

4. ANÁLISE SINÉRGICA DOS IMPACTOS DO PORTO DE ILHÉUS E DO PORTO SUL NA LINHA DE COSTA

A Figura 4-1 mostra o comportamento da linha de costa nos últimos 49 anos (média dos contatos (i) vegetação-prisma praial e (ii) praia seca-praia molhada) e os resultados da modelagem do comportamento da linha de costa para os próximos 30 anos, decorrentes da construção do porto de Aritaguá (Porto Sul), para os layouts original e modificado (Rev.1).

As Figuras 4-2 e 4-3 mostram um detalhe do comportamento da linha de costa para os últimos 49 anos, e as projeções de mudanças para os próximos 30 anos (obtidos através de modelagem), para os layouts original e modificado do Porto de Aritaguá (Porto Sul Rev. 1).

As modelagens dos efeitos do Porto de Aritaguá na linha de costa exibem um comportamento geométrico semelhante àquele observado como resultado da construção do porto de Ilhéus, ou seja, um decréscimo exponencial no recuo da linha de costa a norte da instalação portuária. Deste modo, se projetarmos o comportamento da parte final da curva da modelagem da linha de costa para os próximos 30 anos (layout modificado – linha tracejada na Figura 4-2) é possível verificar que este efeito se estende cerca de 6-7 quilômetros a norte do futuro Porto de Aritaguá (Porto Sul Rev. 1) (Figuras 4-2 e 4-3). A partir desta distância será muito difícil separar a componente do comportamento da linha de costa resultante da construção do porto, da variabilidade natural verificada para os últimos 49 anos. É interessante notar também que pelo menos metade do trecho a experimentar erosão a norte do futuro porto de Aritaguá, exibiu nos últimos 49 anos uma tendência para progradação da linha de costa, a qual se persistir no futuro, poderá mitigar nos próximos 30 anos o processo de erosão decorrente da construção do porto.

 BAHIA MINERAÇÃO			
TÍTULO ESTUDO COMPLEMENTAR EIA DO PORTO SUL- ILHÉUS -BA RELATÓRIO CONSOLIDAÇÃO DOS “ESTUDOS DE EVOLUÇÃO DA LINHA DE COSTA PARA AS ALTERNATIVAS DO PORTO SUL”	Nº. BAMIN: 022.20.0005	PAGINA 38/42	
	Nº FORNECEDOR 110504 CPM RT 119/11	REV. A	

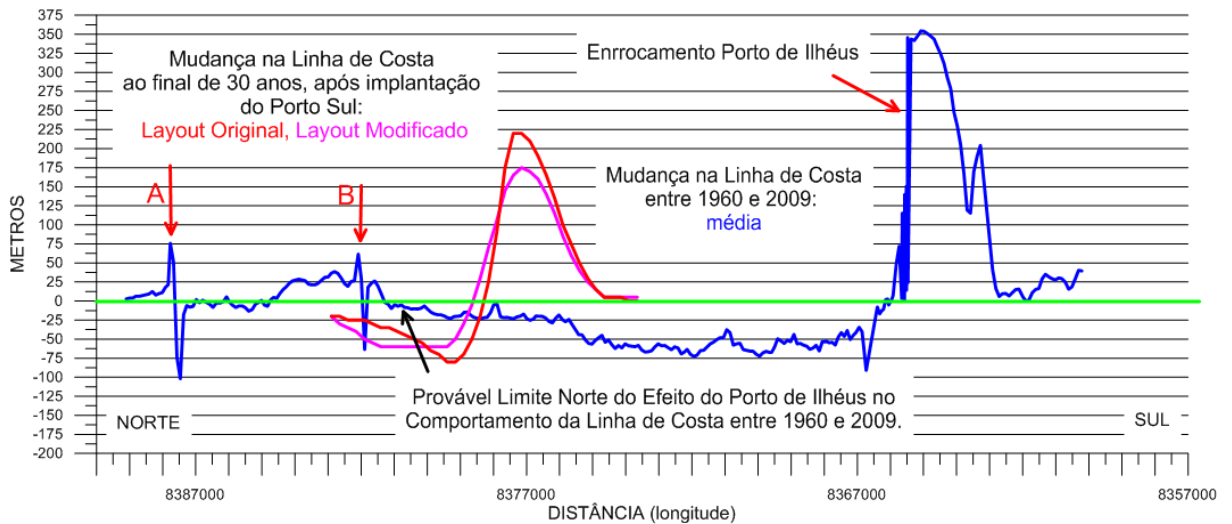


Figura 4-1: Resultados da Análise DSAS para a área de estudo. Encontra-se também indicado o provável limite norte do efeito do porto de Ilhéus no comportamento da linha de costa.

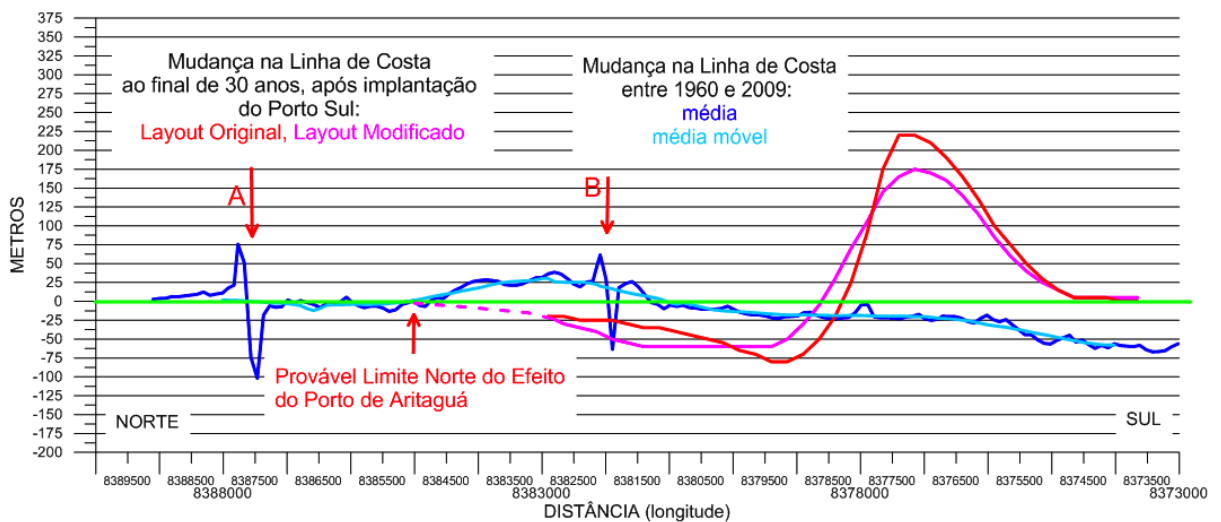


Figura 4-2: Detalhe do comportamento da linha de costa para os últimos 49 anos e as projeções de mudanças para os próximos 30 anos (obtidos através de modelagem), para os layouts original e modificado do Porto de Aritaguá. A linha tracejada mostra o provável limite norte do efeito da construção do porto na linha de costa.

TÍTULO
ESTUDO COMPLEMENTAR EIA DO PORTO SUL- ILHÉUS -BA
 RELATÓRIO
CONSOLIDAÇÃO DOS “ESTUDOS DE EVOLUÇÃO DA LINHA
DE COSTA PARA AS ALTERNATIVAS DO PORTO SUL”

Nº. BAMIN:
 022.20.0005

PAGINA
39/42

Nº FORNECEDOR
 110504

REV.

CPM RT 119/11

A

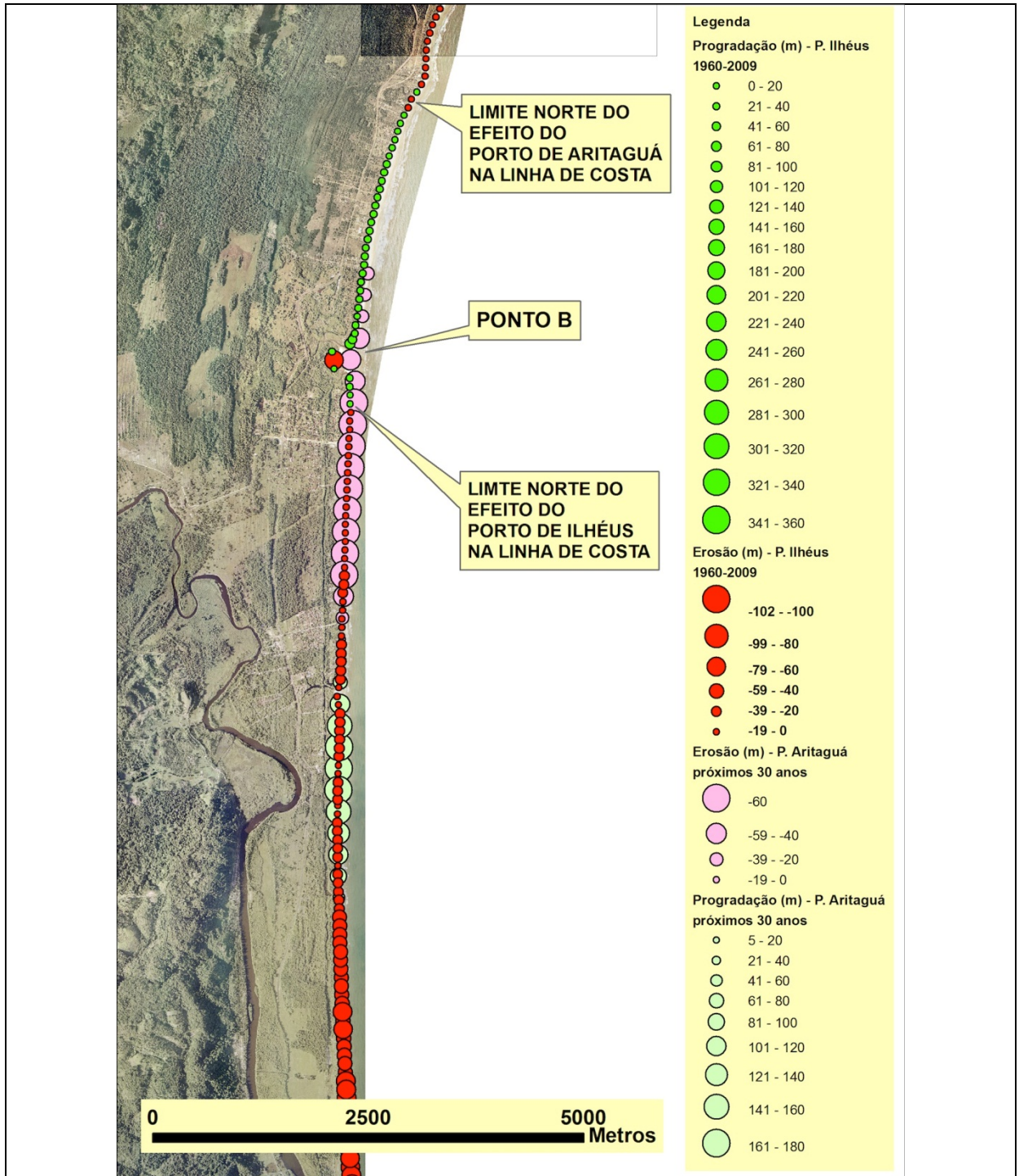










Figura 4-3: Detalhe do comportamento da linha de costa para os últimos 49 anos, e as projeções de mudanças para os próximos 30 anos (obtidos através de modelagem), para os layouts original e modificado do Porto de Aritaguá. Representação utilizando símbolos proporcionais.

 BAHIA MINERAÇÃO		CONSÓRCIO  	
TÍTULO ESTUDO COMPLEMENTAR EIA DO PORTO SUL- ILHÉUS -BA RELATÓRIO CONSOLIDAÇÃO DOS “ESTUDOS DE EVOLUÇÃO DA LINHA DE COSTA PARA AS ALTERNATIVAS DO PORTO SUL”		Nº. BAMIN: 022.20.0005	PAGINA 40/42
		Nº FORNECEDOR 110504 CPM RT 119/11	REV. A




5. CONCLUSÕES

- Recomenda-se que o Porto Sul seja localizado à distância de 3,5 km da costa. As razões principais para essa recomendação são:
 - Há um balanço entre as quantidades e os cronogramas das principais atividades de construção, particularmente para a dragagem e para o enrocamento do quebra-mar.
 - Melhor cronograma de construção.
 - Relativamente baixo custo total de dragagem, enrocamento e estruturas oceânicas do porto.
 - Menores impactos socioambientais.
- Tanto o PEP como o quebra-mar *offshore* influenciam a morfodinâmica da linha de costa. Embora o PEP seja muito mais curto do que o quebra-mar, ele está mais perto da costa e, assim, proporcionalmente ao seu comprimento ele possui um efeito maior.
- O quebra-mar *offshore* e o PEP reduzem significativamente o transporte de sedimentos ao longo da costa, levando a um acúmulo de areia (saliente) no abrigo dessas estruturas na praia adjacente (atrás do quebra-mar) e causam uma erosão ao norte do porto. Dentro dos prazos considerados neste relatório, o tombolo que ligaria o PEP à linha de costa não seria formado.
- A interação entre o quebra-mar *offshore* e o PEP é complexa, sendo seus efeitos somados.
- A retirada do PEP após 5 anos reduz a formação do saliente e a área de erosão que se forma na costa ao norte do quebra-mar.
- A redução no comprimento do Layout Rev. 1 unido à remoção do PEP após 5 anos produz uma redução significativa nos efeitos na linha de costa, com redução de cerca de 20% da área de erosão prevista.
- Reposicionar o quebra-mar *offshore* a uma distância de 4 km da costa (Layout Rev. 3) não produz nenhuma mudança significativa na erosão ou acreção em relação ao Layout Rev. 1, o qual se encontra localizado cerca de 3,5 km da costa.
- Concluindo, pode-se afirmar que a construção do novo porto resultará em erosão da linha de costa a norte do mesmo. É razoável supor, frente aos dados apresentados acima que este efeito se estenderá até

 BAHIA MINERAÇÃO		CONSÓRCIO  	
TÍTULO ESTUDO COMPLEMENTAR EIA DO PORTO SUL- ILHÉUS -BA RELATÓRIO CONSOLIDAÇÃO DOS “ESTUDOS DE EVOLUÇÃO DA LINHA DE COSTA PARA AS ALTERNATIVAS DO PORTO SUL”		Nº. BAMIN: 022.20.0005	PAGINA 41/42
		Nº FORNECEDOR 110504 CPM RT 119/11	REV. A

cerca de 8 quilômetros a norte do porto. A partir deste ponto será muito difícil separar os efeitos da construção do porto, da variabilidade natural da linha de costa. Adicionalmente cerca de metade do trecho que deverá ser afetado pela erosão causada pela construção do porto coincide com um segmento que nos últimos 49 anos experimentou uma pequena progradação da linha de costa, o que poderá ajudar a mitigar parte destes impactos.

- Por fim, a extensão e magnitude da erosão resultante da construção do quebra-mar *offshore* deverão ser reduzidas com a aplicação da medida de controle de transferência de areia (sand by pass) que consiste na remoção de areia da região do saliente para a região de erosão.

 BAHIA MINERAÇÃO			
TÍTULO ESTUDO COMPLEMENTAR EIA DO PORTO SUL- ILHÉUS -BA RELATÓRIO CONSOLIDAÇÃO DOS “ESTUDOS DE EVOLUÇÃO DA LINHA DE COSTA PARA AS ALTERNATIVAS DO PORTO SUL”		Nº. BAMIN: 022.20.0005	PAGINA 42/42
		Nº FORNECEDOR 110504 CPM RT 119/11	REV. A

6. EQUIPE TÉCNICA

Profissional	Marcelo Poças Travassos, Oceanógrafo, M.Sc.
Responsabilidade	Consolidação do Relatório
Conselho de Classe	AOCEANO 683
CTF-IBAMA	38793

Profissional	José Maria Landim Dominguez
Responsabilidade	Análise Evolutiva da Linha de Costa e Integração com Estudo de Modelagem Matemática
Conselho de Classe	CREA-BA 10143
CTF-IBAMA	288245



Empresa	Scott Wilson
Responsabilidade	Estudo de Modelagem do Transporte de Sedimentos - ALTERNATIVES SHORELINE STUDIES (Anexo 1)

PARTE II - TEXTO REVISADO/ESTUDOS COMPLEMENTARES

**TOMO VIII - APÊNDICE 7 – LINHA DE COSTA, SEDIMENTOS DE
DRAGAGEM E ROTAS MARÍTIMAS**

7.A – LINHA DE COSTA

**7.A.1 - ARITAGUÁ TERMINAL PRIVADO-4400 ALTERNATIVAS
PORTO SUL “TRADE OFF”**

 BAHIA MINERAÇÃO		PEDRA DE FERRO “NOVO CONCEITO” UNIDADE DE PROJETO DE PORTO F1001-4	
TÍTULO NOTA TÉCNICA – NT 044	BAMIN N°: RL-4400-G-325	PAGINA 1/55	
ARITAGUÁ TERMINAL PRIVADO-4400 PORTO SUL ‘TRADE OFF’	CONTRATANTE N°: 47050836/1400/TN 044	REV. C	

SUMÁRIO

<u>ITEM</u>	<u>DESCRIÇÃO</u>	<u>PÁGINA</u>
1.0	INTRODUÇÃO	2
2.0	AVALIAÇÃO DO LOCAL DE CONSTRUÇÃO DO PORTO SUL	6
3.0	DRAGAGEM	8
4.0	ENROCAMENTO	11
5.0	ESTRUTURAS PORTUÁRIAS OFFSHORE	15
6.0	CONSTRUÇÃO OFFSHORE	20
7.0	RESUMO DO CRONOGRAMA DE CONSTRUÇÃO	28
8.0	ATIVIDADE E OPERAÇÃO PORTUÁRIA	32
10.0	COMPARAÇÃO DE CUSTOS	39
11.0	CONCLUSÕES	44
12.0	RECOMENDAÇÕES	48
13.0	REFERÊNCIAS	48



ANEXOS

A – LAYOUT DO PORTO SUL PROPOSTO

B – LAYOUT DAS OPÇÕES DE QUEBRA-MAR

C – CRONOGRAMA DE CONSTRUÇÃO DO PORTO SUL

D – OPÇÕES PARA A GESTÃO DA LINHA DE COSTA

		PEDRA DE FERRO "NOVO CONCEITO" UNIDADE DE PROJETO DE PORTO F1001-4	
TÍTULO NOTA TÉCNICA – NT 044		BAMIN Nº: RL-4400-G-325	PAGINA 2/55
ARITAGUÁ TERMINAL PRIVADO-4400 PORTO SUL 'TRADE OFF'		CONTRATANTE Nº: 47050836/1400/TN 044	REV. C

1.0 INTRODUÇÃO

1.1 DESENVOLVIMENTO DO PORTO SUL

Um novo porto "offshore" está sendo proposto para ser construído em Aritaguá, na costa da Bahia, Brasil. O projeto combina um Terminal Privado para as operações da Bahia Mineração (BAMIN) e um Porto Público que, em conjunto, formam o terminal portuário denominado "Porto Sul".

O layout geral proposto para o Porto Sul compreende uma ponte de acesso proveniente da costa que se conecta aos berços "offshore" e que é protegido por um quebra-mar (Figura 1.1). O quebra-mar que protege a estrutura de cais está localizado cerca de 3,5 km da linha de costa. O cais do Terminal Privado da BAMIN situa-se a norte do final da ponte de acesso, enquanto o Porto Público está localizado a sul.

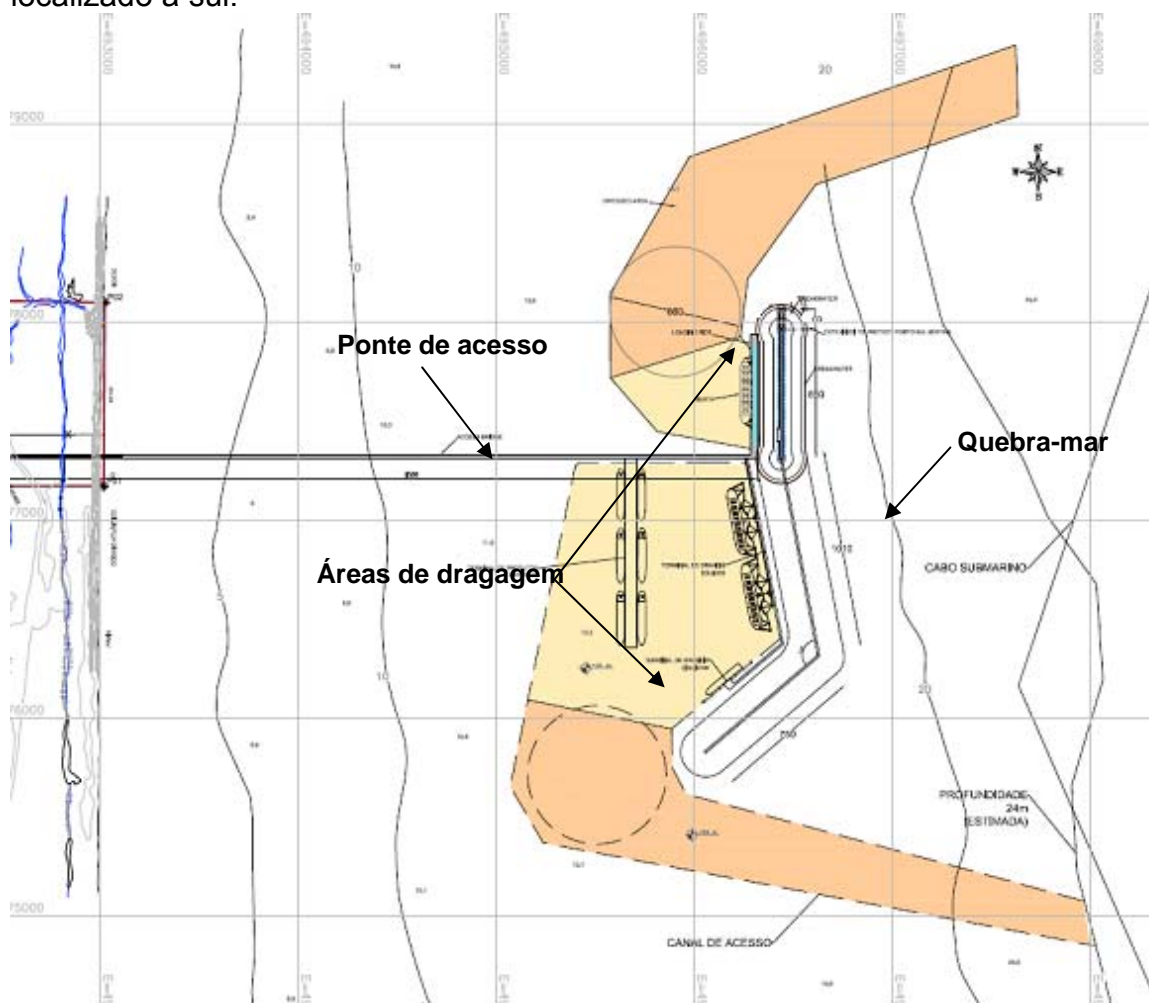




Figura 1.1 - Layout do projeto do Porto Sul (Concremat desenho AT001).

 BAHIA MINERAÇÃO		PEDRA DE FERRO “NOVO CONCEITO” UNIDADE DE PROJETO DE PORTO F1001-4	
TÍTULO NOTA TÉCNICA – NT 044 ARITAGUÁ TERMINAL PRIVADO-4400 PORTO SUL ‘TRADE OFF’	BAMIN Nº: RL-4400-G-325	PAGINA 3/55	
	CONTRATANTE Nº: 47050836/1400/TN 044	REV. C	

O comprimento total da crista do quebra-mar "offshore" no projeto do Porto Sul é de 2.410 m. Os canais de acesso (dragados para -24 m DHN) e áreas de atracação (dragados para -21 m DHN) estão previstos no projeto do Porto Sul tanto para o norte como para o sul da ponte de acesso.

1.2 ESCOPO DO TRABALHO

Após a apresentação da documentação necessária para obtenção da Licença Prévia (LP) do Porto Sul, o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA) levantou algumas de considerações sobre o projeto proposto.

Uma das solicitações está relacionada à otimização da distância entre porto e a costa, levando em consideração os efeitos na linha de costa e as restrições de engenharia. O IBAMA solicitou a realização de um estudo de viabilidade técnico-financeira (*trade-off study*) para avaliar o local proposto para o Porto Sul com relação à distância da costa. Esta nota técnica foi elaborada em resposta a esta solicitação do IBAMA.



Esta nota considera as implicações de se construir o Porto Sul a 3,0 km, 3,5 km, 4,0 km e 4,5 km da costa. O cenário-base adotado para efeitos de comparação foi o Porto Sul construído à distância de 3,5 km, Figura 1.1, que se baseia no desenho intitulado '*Porto Sul Alternativa Aritaguá Layout Preliminar*' AT001 (Anexo A), elaborado pela Concremat.

Os principais aspectos considerados neste estudo de viabilidade técnico-financeira são:

- Volume de enrocamento do quebra-mar
- Volumes de dragagem
- Quantidade de obras civis offshore (por exemplo, estacas de concreto e aço)
- CAPEX associado à construção em cada local
- Viabilidade técnica de implementação

Além do exposto acima, esta nota também inclui alguns comentários sobre as potenciais soluções de gerenciamento costeiro e fornece indicações dos custos associados com a implementação das soluções de gerenciamento da linha de costa.

As localizações para a construção do Porto Sul consideradas neste estudo são referidas como sendo 3,0 km, 3,5 km, 4,0 km e 4,5 km da linha de costa (Figura 1.2), no entanto, essas distâncias foram obtidas a partir um ponto que dista aproximadamente 175 metros da linha de costa em direção à terra (desenho AT001 no Anexo A).

		PEDRA DE FERRO “NOVO CONCEITO” UNIDADE DE PROJETO DE PORTO F1001-4	
		TÍTULO NOTA TÉCNICA – NT 044	BAMIN N°: RL-4400-G-325
ARITAGUÁ TERMINAL PRIVADO-4400 PORTO SUL ‘TRADE OFF’		CONTRATANTE N°: 47050836/1400/TN 044	REV. C

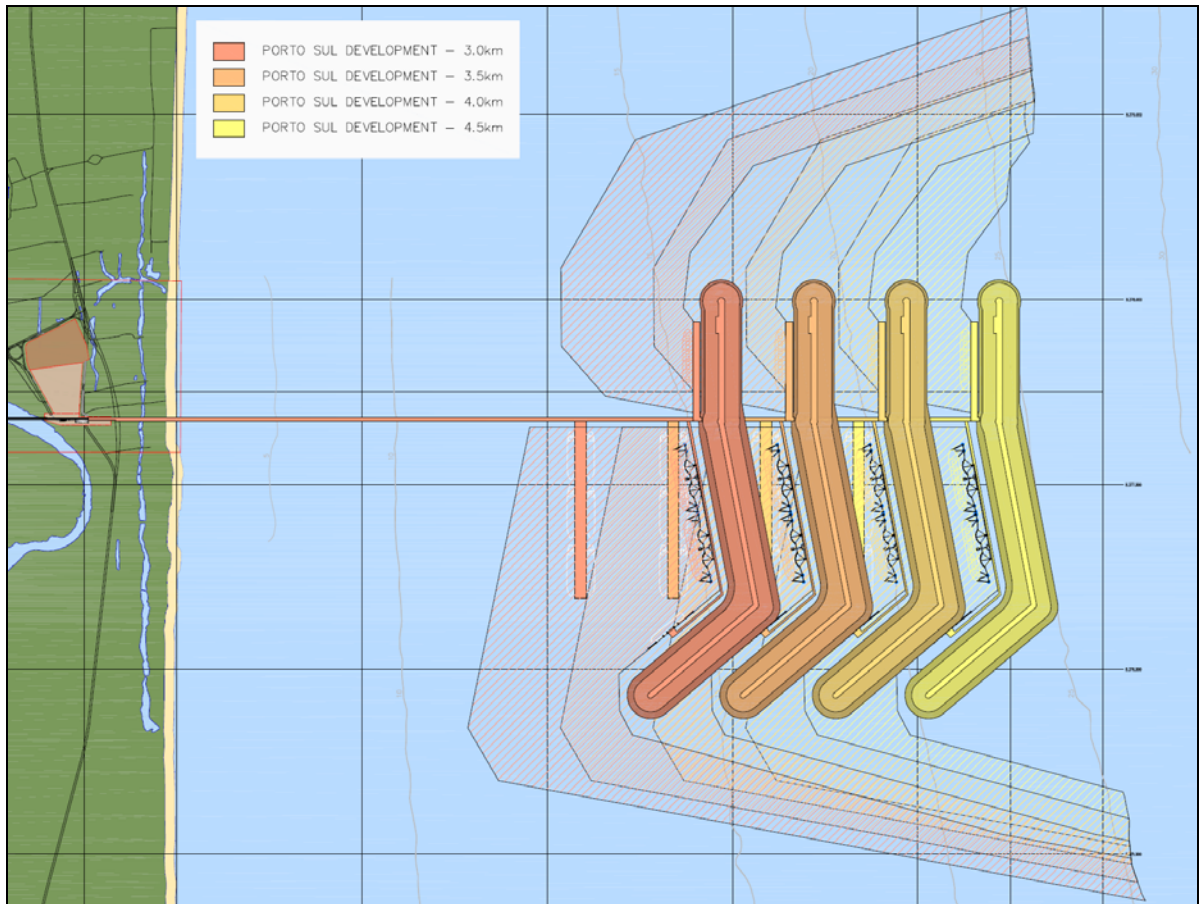


Figura 1.2 - Layout do Porto Sul nos 4 locais considerados.

1.3 INFORMAÇÕES BÁSICAS

A localização original do Porto Sul a 3,5 km da costa está apresentada na Figura 1.3, assim como as profundidades referidas ao nível de referência da DHN.

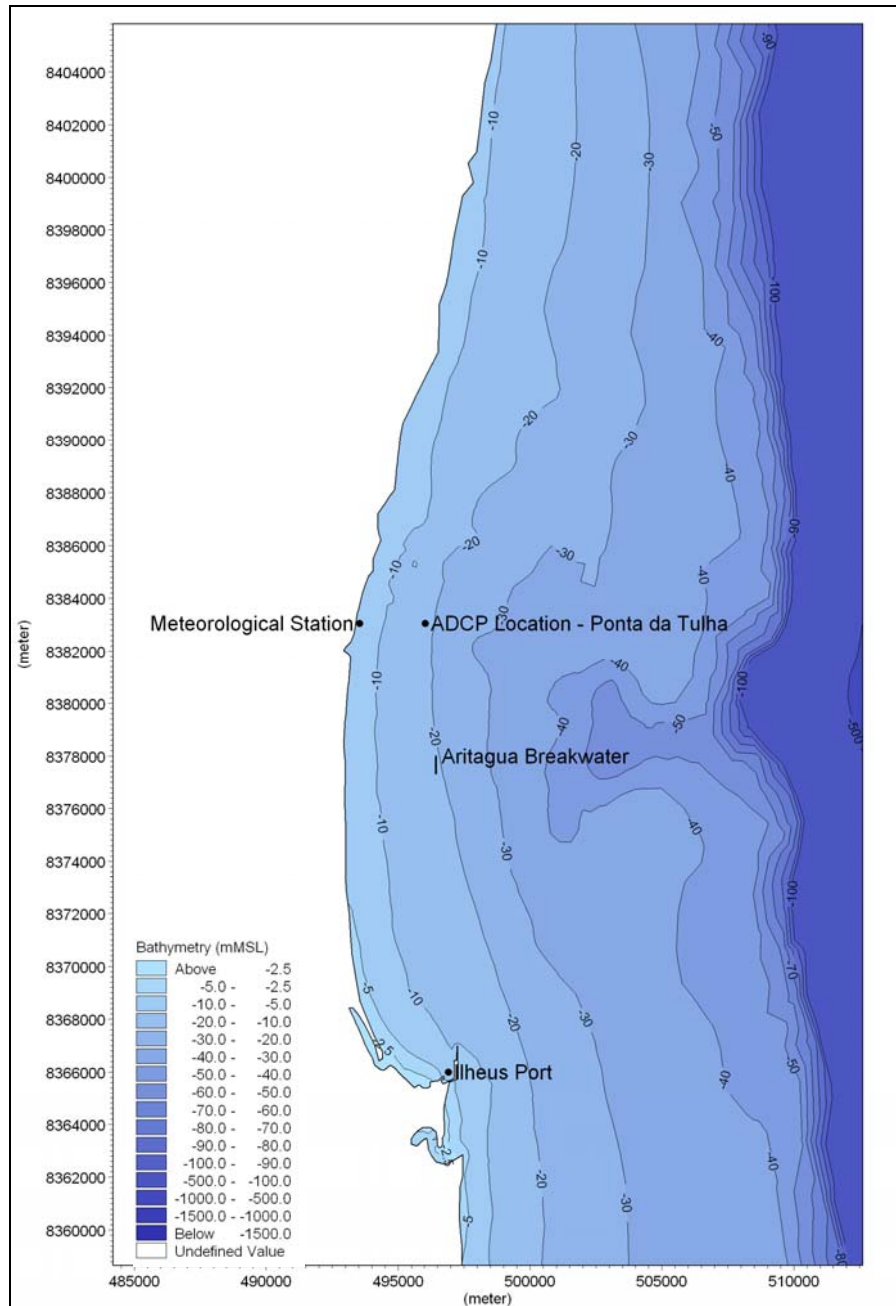


**TÍTULO
NOTA TÉCNICA – NT 044**
**BAMIN N°:
RL-4400-G-325**
**PAGINA
5/55**
**ARITAGUÁ TERMINAL PRIVADO-4400
PORTO SUL ‘TRADE OFF’**
**CONTRATANTE N°:
47050836/1400/TN 044**
**REV.
C**


Figura 1.3 - Quebra-mar proposto em Aritaguá (3,5 km no mar).

 BAHIA MINERAÇÃO		PEDRA DE FERRO “NOVO CONCEITO” UNIDADE DE PROJETO DE PORTO F1001-4	
TÍTULO NOTA TÉCNICA – NT 044 ARITAGUÁ TERMINAL PRIVADO-4400 PORTO SUL ‘TRADE OFF’	BAMIN Nº: RL-4400-G-325	PAGINA 6/55	
	CONTRATANTE Nº: 47050836/1400/TN 044	REV. C	

A função dos quebra-mares é fornecer abrigo das ondas. Isto resulta também numa diminuição da ação das ondas na costa, que leva a uma redução da deriva litorânea e, conseqüentemente, um acúmulo de sedimentos nessa área de sombreamento do quebramar. Caso não haja uma fonte externa, haverá erosão em outro(s) trecho(s) ao longo da costa.

Para o Porto Sul localizado a 3,5 km no mar, os efeitos previstos na linha de costa associados ao desenvolvimento do projeto foram apresentados nos relatórios da URS/Scott Wilson, combinando os terminais público e privado de Aritaguá (*Efeitos na Linha de Costa e Gerenciamento Costeiro, RL-4400-N-302 Rev b*).



2.0 AVALIAÇÃO DO LOCAL DE CONSTRUÇÃO DO PORTO SUL

2.1 OBJETIVO

O objetivo do presente documento é responder à solicitação do IBAMA para considerar as implicações relacionadas à dragagem, às estruturas offshore, ao quebra-mar e ao gerenciamento da linha de costa de acordo com a localização do Porto Sul em diferentes distâncias da costa. Os principais parâmetros que variam de acordo com a localização do Porto Sul em relação à costa incluem:

- Dragagem
 - Dragagem visando a navegação
 - Dragagem para a fundação do quebra-mar
- Enrocamento
 - Enrocamento da fundação do quebra-mar
 - Enrocamento da estrutura do quebra-mar
- Estruturas portuárias offshore
 - Ponte de acesso
 - Píeres de carga
- Operações e funções portuárias
- Gerenciamento costeiro dos efeitos na linha de costa

Este estudo é uma avaliação inicial, pois o projeto do Porto Sul deve ser objeto de detalhamento de engenharia e das avaliações técnicas (análises geotécnicas, projeto estrutural, estudos dos efeitos na linha costeira e avaliação de diferentes condições meteorológicas). Portanto, as conclusões devem ser consideradas como aproximações embora sejam adequadas para fins de comparação qualitativa.

		PEDRA DE FERRO "NOVO CONCEITO" UNIDADE DE PROJETO DE PORTO F1001-4	
TÍTULO NOTA TÉCNICA – NT 044		BAMIN N°: RL-4400-G-325	PAGINA 7/55
ARITAGUÁ TERMINAL PRIVADO-4400 PORTO SUL 'TRADE OFF'		CONTRATANTE N°: 47050836/1400/TN 044	REV. C

2.2 BASES PARA COMPARAÇÃO

Os estudos de projeto e de engenharia portuária estão bastante avançados para a localização do Porto Sul a 3,5 km. Na ausência de informações adicionais, as análises deste documento pressupõem que as condições locais e os principais critérios de projeto de engenharia permanecem os mesmos para os outros locais em questão.

Em algumas situações, as comparações foram realizadas por extrapolação linear dos parâmetros regidos pela:

- Profundidade
- Distância à costa

2.3 CARACTERÍSTICAS OFFSHORE

2.3.1 Profundidade da água

O fundo do mar aumenta em profundidade de acordo com a distância em direção *offshore*, como apresentado na Figura 1.2. As profundidades aproximadas de todos os locais considerados para o Porto Sul estão resumidas na Tabela 2.1.

Tabela 2.1 - Profundidade aproximada dos possíveis locais do Porto Sul



Localização "offshore" (km)	Profundidade (DHN)
3.0	14 a 15
3.5	17 a 18
4.0	20 a 21
4.5	23 a 24

2.3.2 Condições geotécnicas

Os estudos geotécnicos estão atualmente em andamento em Aritaguá, concentrando-se sobre a localização a 3,5 km da costa.

De modo geral, as seguintes camadas de solo foram identificadas durante os estudos em curso:

- Areia Superior: Essa camada varia em espessura e é encontrada na superfície do fundo do mar.
- Aluvião Superior (argila pouco consolidada): Esta camada é normalmente encontrada abaixo da areia superior e estende-se até aproximadamente 31 m (DHN).

 BAHIA MINERAÇÃO		PEDRA DE FERRO “NOVO CONCEITO” UNIDADE DE PROJETO DE PORTO F1001-4	
TÍTULO NOTA TÉCNICA – NT 044	BAMIN Nº: RL-4400-G-325	PAGINA 8/55	
ARITAGUÁ TERMINAL PRIVADO-4400 PORTO SUL ‘TRADE OFF’	CONTRATANTE Nº: 47050836/1400/TN 044	REV. C	

- Areia Bioclástica: Esta camada situa-se abaixo da camada de aluvião superior e possui cerca de 2.5 m de espessura. A camada de areia bioclástica frequentemente contém fragmentos de coral.
- Areia: Esta camada de areia siltosa fina a média está localizada abaixo da areia bioclástica. A espessura desta camada varia significativamente em toda a área de estudo.
- Argila Superior e Argila Inferior: estas camadas são geralmente encontradas abaixo das camadas arenosas, areia bioclástica e camada de areia.
- Areia Inferior: Esta camada é ocasionalmente encontrada abaixo da camada de argila.
- Argila Compactada / Lamito: Esta camada foi encontrada em alguns locais entre 35 e 50 m de profundidade.

Para os efeitos deste estudo, pressupõe-se que estas condições de solo são representativas para a área offshore de Aritaguá incluindo os quatro locais "offshore" considerados.

2.3.3 Cabo Submarino



Os mapas de navegação identificam a presença de um cabo submarino, que provavelmente é um cabo de comunicação de fibra óptica, e que está a cerca de 4,8 km da costa em uma profundidade de aproximadamente 22 m. A presença deste cabo limita a construção do Porto Sul em locais mais distantes (o máximo possível é a 4,5 km no mar) e, ao mesmo tempo, pode restringir as outras obras nas suas proximidades (dragagens e fundeadouros).

3.0 DRAGAGEM

A dragagem é necessária e fundamental para dois elementos do projeto proposto: a dragagem visando a futura segurança à navegação e a dragagem para a fundação do quebra-mar.

A dragagem para a navegação envolve a dragagem dos canais de acesso e das áreas de atracação para o porto, que são necessários para a navegação de navios que chegam e partem do berço de atracação. Os canais de acesso a Porto Sul deverão ser dragados para 24 m (DHN), e as áreas de atracação devem ser dragadas para 21 m (DHN).

As condições do solo marinho no local a 3,5 km offshore são tais que a camada superior de depósitos, composta por depósitos aluvionais abaixo do quebra-mar, deverá ser removida por dragagem para ser substituída por material de

 BAHIA MINERAÇÃO		PEDRA DE FERRO “NOVO CONCEITO” UNIDADE DE PROJETO DE PORTO F1001-4	
TÍTULO NOTA TÉCNICA – NT 044 ARITAGUÁ TERMINAL PRIVADO-4400 PORTO SUL ‘TRADE OFF’	BAMIN Nº: RL-4400-G-325	PAGINA 9/55	
	CONTRATANTE Nº: 47050836/1400/TN 044	REV. C	

preenchimento mais competente com o objetivo de fornecer uma base estável para a estrutura de quebra-mar.

3.1 DRAGAGEM DE NAVEGAÇÃO

À medida que o porto é deslocado em direção a offshore, a profundidade aumenta e um dos resultados disto é a redução do volume necessário para a dragagem de navegação. Outra consequência deste deslocamento sentido offshore é a diminuição da siltação nos canais de acesso e manobra e, conseqüentemente, diminuição das dragagens de manutenção.

3.2 DRAGAGEM PARA A FUNDAÇÃO DO QUEBRA-MAR



As regiões mais distantes da costa, de modo diferente da área proposta a 3,5 km para o Porto Sul, não foram objeto de investigação geotécnica. Para efeitos desta avaliação, assumiu-se que as condições do solo são coerentes entre 3,0 km e 4,5 km de distância à costa. Assim, presume-se que uma espessura constante de 12 m de material pouco consolidado é retirado debaixo do quebra-mar e é repostado com enrocamento adequado para fornecer a estabilidade necessária para fundação do quebra-mar.

A fundação é coberta por um manto de enrocamento. A espessura e a extensão do manto são em função da profundidade da água e, conseqüentemente, aumentam à medida que o quebra-mar se move no sentido offshore. Com um manto mais espesso, as encostas aumentam em extensão tanto na área plana de enrocamento como na trincheira da fundação. Disto resulta um aumento na dragagem para a fundação do quebra-mar à medida que o Porto Sul migra em direção offshore. A título indicativo, o volume estimado da dragagem de fundação do quebra-mar aumenta em cerca de 45% dos locais 3,5 km para o local a 4,0 km offshore.

A Figura 4401-C-390 no Anexo B fornece uma indicação da extensão da dragagem necessária para a fundação do quebra-mar de acordo com os quatro locais "offshore" considerados. Conforme identificado nessa figura, a espessura total de dragagem para a fundação do quebra-mar aumenta de 185 m para 270 m (aproximadamente) entre os locais 3,0 km e 4,5 km.

3.3 VOLUMES DE DRAGAGEM

A Figura 3.1 ilustra a variação dos volumes dragados em relação à distância offshore das alternativas do Porto Sul. Para efeitos de comparação, a dragagem de navegação e a dragagem de fundação do quebra-mar foram somadas. A redução do volume na dragagem de navegação com relação à distância no sentido offshore é

		PEDRA DE FERRO "NOVO CONCEITO" UNIDADE DE PROJETO DE PORTO F1001-4	
		TÍTULO NOTA TÉCNICA – NT 044 ARITAGUÁ TERMINAL PRIVADO-4400 PORTO SUL 'TRADE OFF'	BAMIN Nº: RL-4400-G-325
		CONTRATANTE Nº: 47050836/1400/TN 044	REV. C

parcialmente compensada pelo aumento nos volumes na dragagem para a fundação do quebra-mar, mas, no contexto geral, há uma redução do volume global a ser dragado.

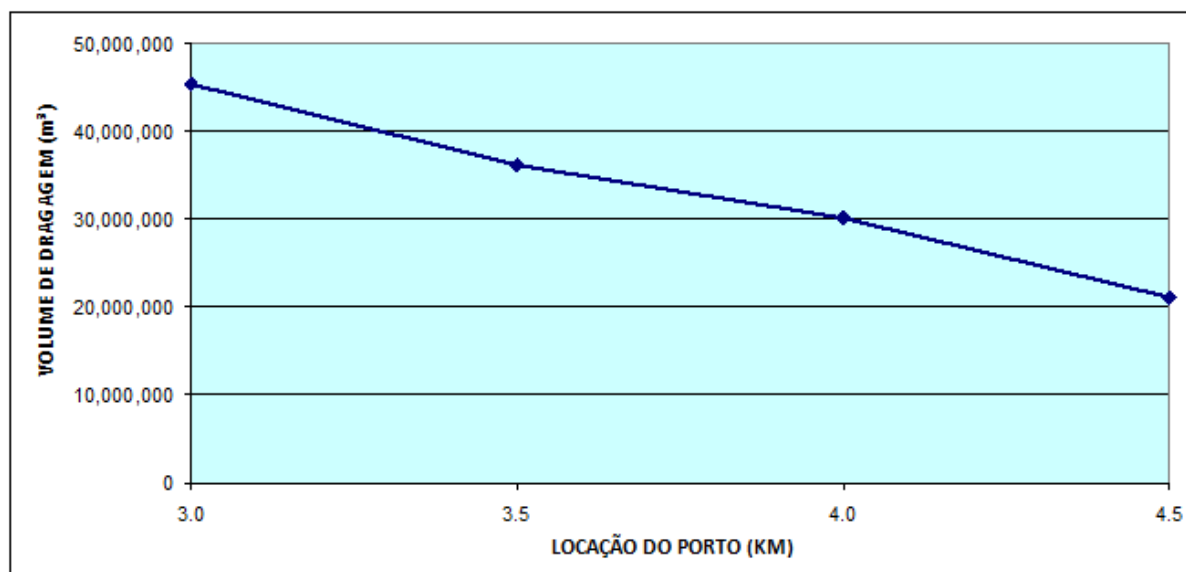


Figura 3.1 - Variação do volume de dragagem em relação aos locais do Porto Sul

A Tabela 3.1 resume os volumes de dragagem aproximados em cada local considerado e fornece uma indicação da variação de volume em comparação ao local proposto originalmente de 3,5 km.



Tabela 3.1 - Resumo dos volumes de dragagem de acordo com os locais considerados

Porta local (km)	Volume de dragagem de aprox. (m ³)	Varição em relação à localização 3.5km
3.0	45,000,000	+ 25%
3.5	36,000,000	0%
4.0	30,000,000	- 17%
4.5	21,000,000	- 42%

3.4 VOLUMES DE DRAGAGEM

A construção do quebra-mar e a dragagem do Porto Sul deverão resultar em alguma alteração local do clima de ondas e do regime de correntes de maré. Como resultado destas modificações, haverá uma redução nas velocidades próximas ao fundo que favorecerão a siltação.

A siltação dos canais de navegação e áreas de manobra e acostagem dos navios reduzirão as profundidades nestas áreas. Dependendo da taxa de siltação e a

		PEDRA DE FERRO “NOVO CONCEITO” UNIDADE DE PROJETO DE PORTO F1001-4	
TÍTULO NOTA TÉCNICA – NT 044		BAMIN N°: RL-4400-G-325	PAGINA 11/55
ARITAGUÁ TERMINAL PRIVADO-4400 PORTO SUL ‘TRADE OFF’		CONTRATANTE N°: 47050836/1400/TN 044	REV. C

profundidade necessária para manter uma navegação segura, poderão ser exigidas dragagens periódicas de manutenção.

Se as estimativas de siltação previstas para o Terminal Privado da BAMIN a 3,5 km foram aplicadas para todos os locais considerados, os resultados indicarão os volumes aproximados de material que podem se depositar em cada alternativa num ano típico. A tabela 3.2 apresenta um resumo dos valores encontrados.

Tabela 3.2 - Estimativas da siltação anual nas áreas dragadas

Localização do Porto (km)	Siltação anual (m ³)
3.0	650,000
3.5	600,000
4.0	550,000
4.5	500,000

A variação da siltação com relação à distância da costa e profundidade é complexa e não foram executados estudos específicos de siltação em todos os locais propostos. Para encontrar a variação de volume e realizar as comparações (Tabela 3.2), no entanto, considerou-se apenas a área de dragagem de navegação em cada local offshore.

O material não coesivo (areias e cascalhos) não fez parte das aproximações. Isto porque, devido às baixas concentrações deste material na água do mar da região de Aritaguá (5 a 10%), não se supõe encontrar uma diferença significativa nos resultados anuais.



Considerando todos os comentários acima sem fazer qualquer hipótese sobre a consolidação do material no fundo, é provável que as dragagens de manutenção devam ser realizadas a cada 4 ou 7 anos.

Estudos mais detalhados e uma modelagem da siltação devem ser realizados para confirmar as aproximações acima.

4.0 ENROCAMENTO

Os dois elementos principais de enrocamento do projeto do Porto Sul são a estrutura do quebra-mar de talude (*rubble mound breakwater*) e o material de substituição do fundo para fazer a fundação do quebra-mar.

A estrutura de um quebra-mar compreende uma gama de enrocamentos de várias classificações, variando de material para o núcleo, as subcamadas e as armaduras, que necessitam de rochas de 6t. A armadura mais pesada é a utilizada nos cabeços arredondados do quebramar. O enrocamento para realização da fundação do quebra-mar é geralmente menor do que 60 kg.

		PEDRA DE FERRO "NOVO CONCEITO" UNIDADE DE PROJETO DE PORTO F1001-4	
		TÍTULO NOTA TÉCNICA – NT 044	BAMIN N°: RL-4400-G-325
ARITAGUÁ TERMINAL PRIVADO-4400 PORTO SUL 'TRADE OFF'		CONTRATANTE N°: 47050836/1400/TN 044	REV. C

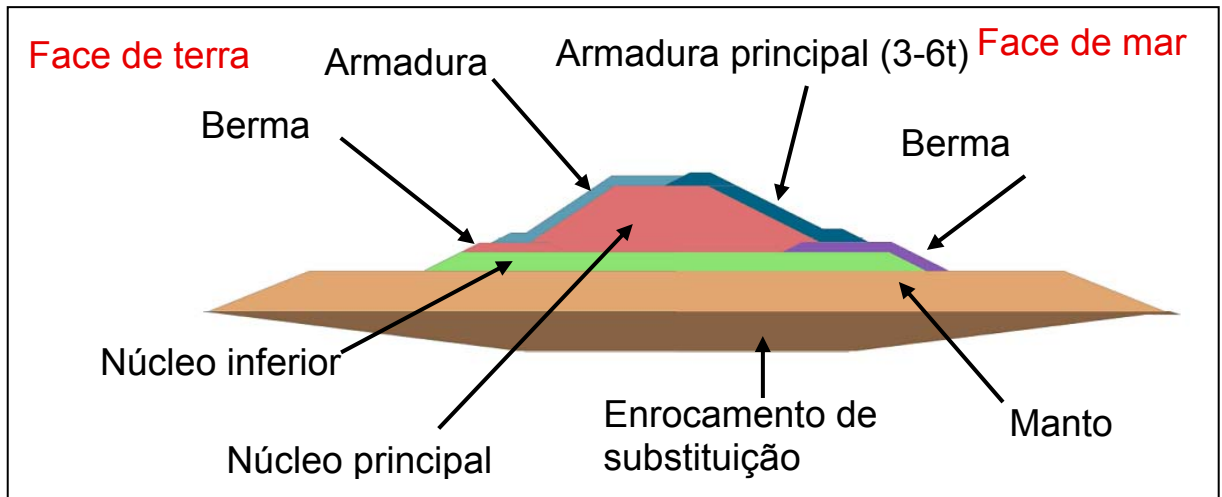


Figura 4.1 - Perfil típico do quebra-mar a 3,5 km no mar.

4.1 ESTABILIDADE DO QUEBRA-MAR

A estabilidade geotécnica de um quebra-mar é função da sua altura, de modo que esta estabilidade se reduz quando o quebra-mar é movido para águas mais profundas. A diminuição da estabilidade é resolvida aumentando-se a espessura e a largura do manto. As condições de onda nos quatro locais foram consideradas similares tal que as características do núcleo e das armaduras do quebra-mar permaneçam inalteradas com variação da distância à costa. O aumento da profundidade da água foi acompanhado por um aumento na espessura do manto e na base da estrutura.

As avaliações geotécnicas iniciais sugerem que a espessura máxima do manto seja de aproximadamente 9 m, a partir da qual torna-se improvável que a estrutura permaneça geotecnicamente estável. Por razões práticas e admitindo-se que os métodos de construção prováveis sejam adotados, assumiu-se uma espessura mínima para o manto de 4 m. Num projeto de quebra-mar usual, um manto de 4 m de espessura fornece a espessura mínima necessária para evitar a remoção excessiva de material para a fundação.

Levando em consideração estas limitações, as configurações dos mantos dos quebra-mares estimados para os quatro locais offshore deste estudo estão descritas na Tabela 4.1.



		PEDRA DE FERRO “NOVO CONCEITO” UNIDADE DE PROJETO DE PORTO F1001-4	
TÍTULO NOTA TÉCNICA – NT 044		BAMIN N°: RL-4400-G-325	PAGINA 13/55
ARITAGUÁ TERMINAL PRIVADO-4400 PORTO SUL ‘TRADE OFF’		CONTRATANTE N°: 47050836/1400/TN 044	REV. C

Tabela 4.1 - Variação da espessura do manto de quebra-mar

Localização offshore (km)	Profundidade aproximada (m)	Descrição do manto
3.0	15	1 terraço de 4m de espessura
3.5	18	1 terraço de 7m de espessura
4.0	21	2 terraços: 4m espessura (inferior) e 6m espessura (superior)
4.5	24	2 terraços: 4m espessura (inferior) e 9m espessura (superior)



A Figura 4401-C-390 no Anexo B mostra as seções típicas dos quebra-mares propostos para o Porto Sul nos diferentes locais offshore.

A espessura e, conseqüentemente, o volume do manto dos terraços são os principais fatores que afetam a variação de volume de enrocamento dos quebra-mares.

O aumento da quantidade de enrocamento para um quebra-mar e a espessura do manto do terraço adicional aumentam a superfície global do quebra-mar no fundo do mar. A título indicativo, a largura do manto do quebra-mar aumenta cerca de 50 m (33%) do local a 3,5 km para o local a 4,0 km da costa.

A maior altura da estrutura do quebra-mar nos locais mais profundos aumenta a tensão efetiva sobre os solos subjacentes, o que causa maior assentamento da estrutura. Isto deve ser compensado pela colocação de quantidades adicionais de enrocamento durante a construção e por um excedente de construção da crista de quebra-mar, de modo que o nível necessário da crista seja mantido durante toda a vida do quebra-mar mesmo após o acomodamento da sua estrutura. Como essas quantidades são difíceis de determinar sem dados geotécnicos, os volumes adicionais não estão incluídos neste estudo. Porém, o mais preocupante é o aumento dos riscos associados ao acomodamento. Quanto maior o quebra-mar, maior será o assentamento e maior será a probabilidade de desestabilização da estrutura global e de danos ao revestimento rochoso.

Para complementar as implicações ambientais do aumento do quebra-mar com a distância no mar, uma maior largura de enrocamento do quebra-mar ‘invade’ as estruturas do cais de atracação no abrigo quebra-mar. No local offshore a 3,5 km, a separação entre a crista do quebra-mar e o cais de carregamento mais próximo é aproximadamente 110 m. Para evitar quaisquer conflitos entre as estruturas do cais de atracação e o quebra-mar, esta distância deve ser aumentada para os portos situados no sentido mais offshore, que podem exigir maior comprimento do quebra-mar para fornecer o mesmo nível de proteção ao cais. Embora este comprimento adicional do quebra-mar deva ser necessário, o mesmo não foi considerado nesta avaliação.

		PEDRA DE FERRO “NOVO CONCEITO” UNIDADE DE PROJETO DE PORTO F1001-4	
		TÍTULO NOTA TÉCNICA – NT 044 ARITAGUÁ TERMINAL PRIVADO-4400 PORTO SUL ‘TRADE OFF’	BAMIN N°: RL-4400-G-325
		CONTRATANTE N°: 47050836/1400/TN 044	REV. C

4.2 ENROCAMENTO DE SUBSTITUIÇÃO PARA A FUNDAÇÃO DO QUEBRA-MAR

Tal como referido na seção, o volume de dragagem da fundação do quebra-mar aumenta conforme o projeto Porto Sul é movido em direção offshore. O volume de enrocamento de substituição de fundação também aumenta com a distância no mar, uma vez que está relacionado diretamente com a dragagem para a fundação do quebra-mar.

A Figura 4401-C-390 no Anexo B ilustra o aumento do enrocamento de substituição para a fundação do quebra-mar à medida que o Porto Sul move-se em direção offshore.

4.3 VOLUMES DE ENROCAMENTO

A Figura 4.2 mostra a variação das quantidades de enrocamento estimadas para a fundação do quebra-mar do Porto Sul em relação à distância da sua localização.

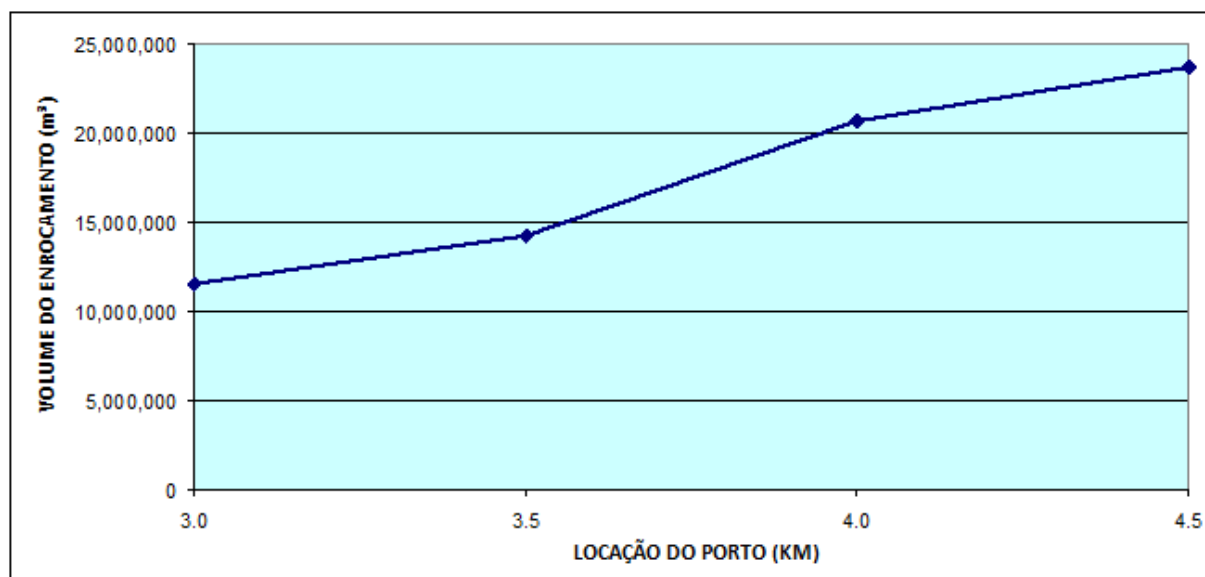


Figura 4.2 - Variação das quantidades de enrocamento em relação à localização do Porto Sul

A Tabela 4.2 resume o volume de enrocamento exigido em cada local estipulado para o Porto Sul e fornece uma indicação da alteração do volume de enrocamento quando comparado com o local original do projeto (3,5 km).



		PEDRA DE FERRO “NOVO CONCEITO” UNIDADE DE PROJETO DE PORTO F1001-4	
		TÍTULO NOTA TÉCNICA – NT 044	BAMIN N°: RL-4400-G-325
ARITAGUÁ TERMINAL PRIVADO-4400 PORTO SUL ‘TRADE OFF’	CONTRATANTE N°: 47050836/1400/TN 044	REV. C	

Tabela 4.2 - Resumo dos volumes de enrocamento dos quebra-mares segunda a localização do Porto Sul

Localização do Porto Sul (km)	Volume aproximado de enrocamento (m ³)	Variação em relação à localização 3.5km
3.0	11,500,000	- 19%
3.5	14,225,000	0%
4.0	20,700,000	+ 46%
4.5	23,700,000	+ 67%

5.0 ESTRUTURAS PORTUÁRIAS OFFSHORE

As estruturas portuárias offshore que foram consideradas neste estudo são a ponte de acesso e as várias correias transportadoras.

A ponte de acesso liga a costa ao porto e compreende uma subestrutura de aço suportando um pavimento de concreto armado. Os píeres de carregamento fornecem os berços para os navios que atracam no porto e também são formados por pilares de aço e concreto armado.

5.1 PONTE DE ACESSO

A ponte de acesso torna-se maior quanto maior a distância em relação à costa. Tal fato tem implicações diretas nas quantidades de elementos estruturais para construção da ponte de acesso. A Figura 5.1 apresenta a ponte de acesso do Porto Sul em seção transversal de acordo com a proposta da Concremat.

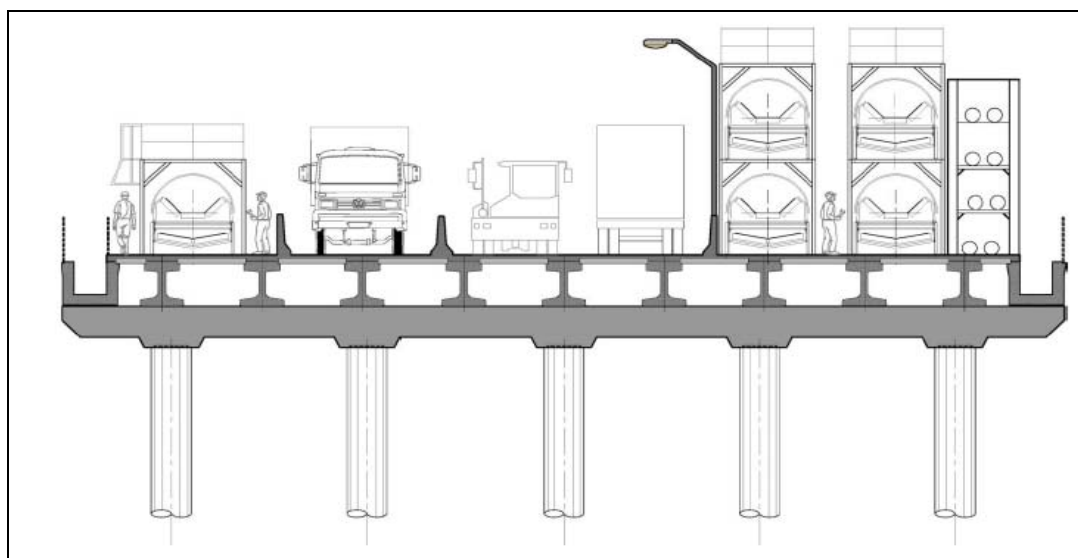




Figura 5.1 - Seção transversal da ponte de acesso ao Porto Sul (cortesia Concremat)

		PEDRA DE FERRO "NOVO CONCEITO" UNIDADE DE PROJETO DE PORTO F1001-4	
TÍTULO NOTA TÉCNICA – NT 044		BAMIN Nº: RL-4400-G-325	PAGINA 16/55
ARITAGUÁ TERMINAL PRIVADO-4400 PORTO SUL 'TRADE OFF'		CONTRATANTE Nº: 47050836/1400/TN 044	REV. C

É improvável que a forma do pavimento de concreto para a ponte de acesso varie significativamente entre os locais 3,0 km e 4,5 km. No entanto, os comprimentos dos pilares no local 3,5 km já estão perto de seu limite de trabalho seguro quanto à deformação elástica em termos da sua largura. Para águas mais profundas, há a necessidade de aumentar a largura do pilar para evitar justamente a sua deformação.

Este aumento no comprimento do pilar afeta diretamente o custo de construção, tanto em termos de materiais quanto da própria construção, pois diferentes metodologias de construção devem ser adotadas usando maquinário suficiente para a instalação de mais estacas em águas mais profundas.

Além disto, são necessários estudos de geotecnia e engenharia para assegurar que a solução dos pilares de aço é tecnicamente válida para situações de águas mais profundas do que a localização original de 3,5 km.

5.2 CAIS DE ATRACAÇÃO

O porto compreenderá cais e estruturas para carregamento do tipo quadrante típicos. Os cais de atracação são submetidos a esforços laterais elevados quando comparados com a ponte de acesso, pois as estruturas devem resistir a cargas laterais dos navios de atracação e sua amarração. Isso requer uma subestrutura sobre os pilares bastante robusta. Uma seção típica de um cais de atracação é apresentada na Figura 5.2.

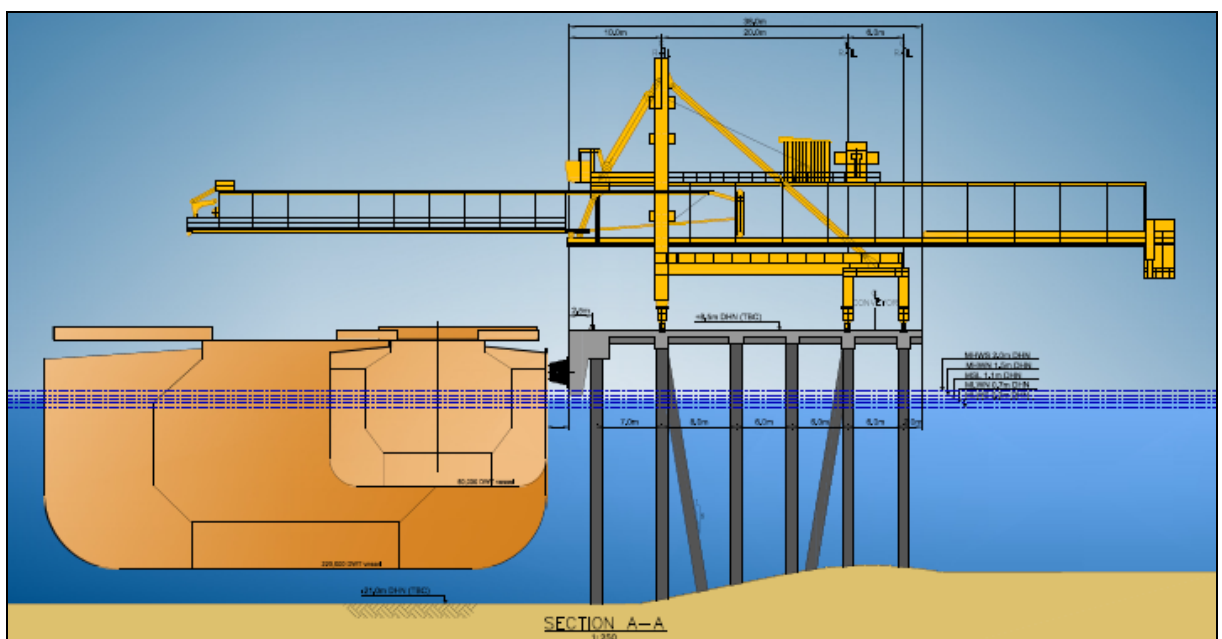




Figura 5.2 - Seção típica de um cais de atracação para o Porto Sul

 BAHIA MINERAÇÃO		PEDRA DE FERRO “NOVO CONCEITO” UNIDADE DE PROJETO DE PORTO F1001-4	
TÍTULO NOTA TÉCNICA – NT 044 ARITAGUÁ TERMINAL PRIVADO-4400 PORTO SUL ‘TRADE OFF’	BAMIN Nº: RL-4400-G-325	PAGINA 17/55	
	CONTRATANTE Nº: 47050836/1400/TN 044	REV. C	

Mover o porto em direção offshore não produzirá nenhum efeito significativo sobre o tamanho da plataforma do cais de atracação. Conseqüentemente, as quantidades de concreto necessário para a construção dos pavimentos do cais de atracação não irão aumentar significativamente com o aumento da distância offshore.



No entanto, o aumento da profundidade da água à medida que o porto se desloca no sentido offshore afeta a forma da subestrutura dos pilares de aço para os cais de atracação. Para o presente estudo, não foram executadas análises geotécnicas ou estruturais, mas as estimativas iniciais indicam que os pilares de aço para os cais de atracação aumentam em comprimento, diâmetro e espessura conforme o porto é movido mar adentro. A amarração e atracação nos dolphins colocam grandes desafios técnicos em águas mais profundas, visto que os momentos aumentam com a profundidade. No entanto, isto esta particularidade não foi considerada no presente documento.

Em resumo, tal como a ponte de acesso, mais estudos geotécnicos e de engenharia serão necessários para garantir que os pilares de aço projetados permaneçam tecnicamente viáveis para maiores profundidades além do local original de 3,5 km.

5.3 QUANTIDADES ESTRUTURAIS PORTO OFFSHORE

5.3.1 Pilares de aço

A Figura 5.3 mostra a variação das quantidades estimadas de estacas de aço para o projeto Porto Sul em relação à distância à costa. O aumento progressivo da tonelagem em relação à distância se deve à necessidade de aço adicional para suportar a maior profundidade e evitar deformação. A atracação e amarração nos dolphins podem, também, necessitar significativamente de mais aço em águas mais profundas para fornecer a resistência necessária.

		PEDRA DE FERRO “NOVO CONCEITO” UNIDADE DE PROJETO DE PORTO F1001-4	
		TÍTULO NOTA TÉCNICA – NT 044 ARITAGUÁ TERMINAL PRIVADO-4400 PORTO SUL ‘TRADE OFF’	BAMIN N°: RL-4400-G-325
		CONTRATANTE N°: 47050836/1400/TN 044	REV. C

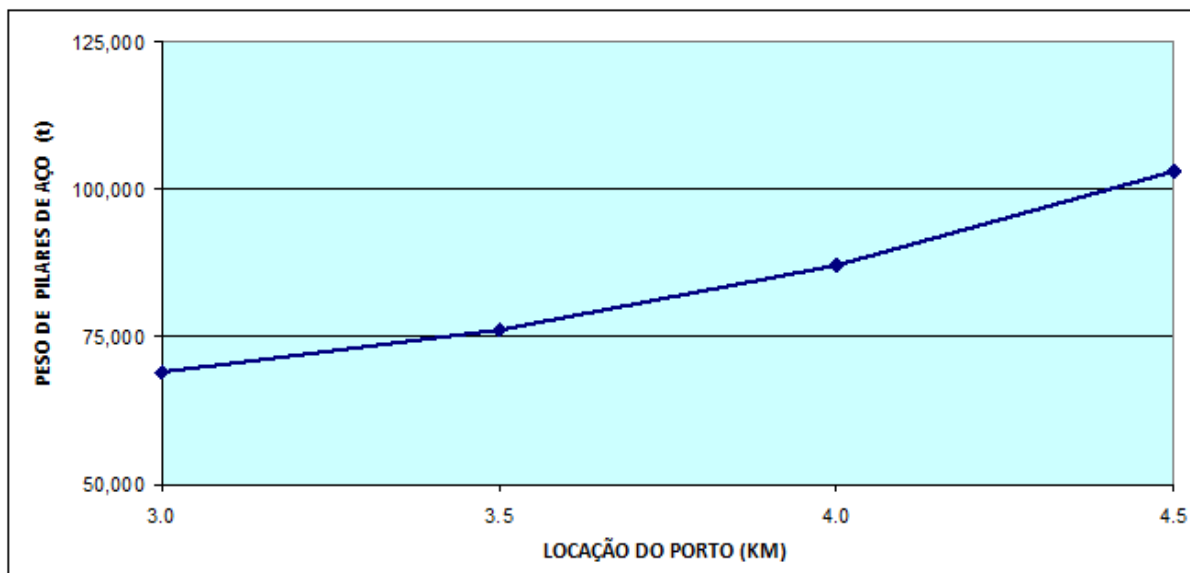


Figura 5.3 - Variação das quantidades de aço de acordo com a localização do Porto Sul



A Tabela 5.1 resume a tonelage aproximada de estacas de aço em cada local e fornece uma indicação da variação da tonelage em relação ao local original de 3,5 km.

Tabela 5.1 - Resumo das quantidade de aço necessária para cada alternativa

Localização do Porto (km)	Tonelage aproximada de aço (t)	Variação relativa à localização 3.5km
3.0	69,000	- 9%
3.5	76,000	0%
4.0	87,000	+ 14%
4.5	104,000	+ 37%

5.3.2 Concreto

A Figura 5.4 mostra a variação das quantidades de concreto de acordo com as quatro localizações do Porto Sul. Para realizar este estudo, assumiu-se a viabilidade do projeto do pavimento do cais e das estruturas de suporte de carga tipo quadrante em águas profundas.

		PEDRA DE FERRO “NOVO CONCEITO” UNIDADE DE PROJETO DE PORTO F1001-4	
		TÍTULO NOTA TÉCNICA – NT 044 ARITAGUÁ TERMINAL PRIVADO-4400 PORTO SUL ‘TRADE OFF’	BAMIN Nº: RL-4400-G-325
		CONTRATANTE Nº: 47050836/1400/TN 044	REV. C

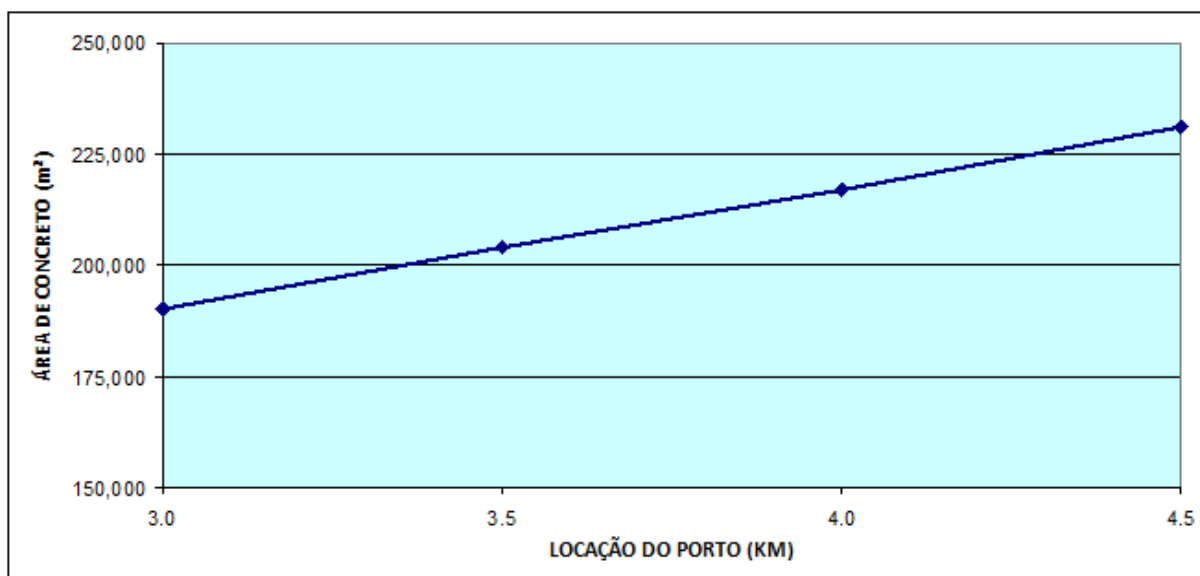





Figura 5.4 - Variação das áreas de concreto de acordo com a localização do Porto Sul

A Tabela 5.2 resume a área de concreto em cada local considerado e fornece uma indicação da variação destas áreas em comparação com o local original de 3,5 km.

Tabela 5.2 - Resumo dos volume de concreto de acordo com a alternativa considerada

Localização do Porto (km)	Área aproximada de concreto (m ²)	Varição relativa à localização 3,5km
3.0	190,000	- 7%
3.5	204,000	0%
4.0	217,000	+ 6%
4.5	231,000	+ 13%

Esta seção apresenta alguns comentários sobre os aspectos práticos e as questões-chave relativas à construção nos quatro locais offshore considerados neste relatório para a construção do Porto Sul.

 BAHIA MINERAÇÃO	 	PEDRA DE FERRO “NOVO CONCEITO” UNIDADE DE PROJETO DE PORTO F1001-4	
TÍTULO NOTA TÉCNICA – NT 044	BAMIN Nº: RL-4400-G-325	PAGINA 20/55	
ARITAGUÁ TERMINAL PRIVADO-4400 PORTO SUL ‘TRADE OFF’	CONTRATANTE Nº: 47050836/1400/TN 044	REV. C	

6.0 CONSTRUÇÃO OFFSHORE

6.1 GERAL

A construção no ambiente marinho frequentemente requer conhecimentos especializados e utilização de métodos de construção também especializados. A construção civil marítima é geralmente mais complexa do que a construção civil em terra e possui mais riscos inerentes, tanto tecnicamente quanto em termos de saúde e segurança.

Geralmente a construção marítima se torna algo cada vez mais desafiadora à medida que os trabalhos avançam em direção offshore. Isto se deve:

Ao aumento na profundidade de água.

A uma maior exposição às condições de onda offshore e outras condições meteoceanográficas.

A uma maior distância da construção e ao apoio logístico em terra.

À necessidade de equipamentos e maquinário maiores e mais sofisticados que podem ter disponibilidade limitada.

6.2 DRAGAGEM



São dois os elementos principais de dragagem para a construção e operação do Porto Sul: dragagem para a navegação e dragagem para a fundação do quebra-mar. Cada um destes elementos é discutido separadamente dentro desta seção.

6.2.1 Dragagem para Navegação

Como descrito na seção 3.1, o volume de dragagem para a navegação diminui conforme o local de implantação do porto avança para *offshore* porque a profundidade também aumenta.

Para cada um dos quatro locais considerados, as profundidades dos canais de acesso e áreas de atracação permanecem constantes em 24m e 21m (DHN), respectivamente. Como as profundidades a serem atingidas por dragagem permanecem constantes em todos os locais, o plano e o método de dragagem permanecem essencialmente os mesmos.

As áreas de dragagem para a navegação e manobra do Porto Sul localizado a 3,0 km são mais difíceis do que os locais de maior profundidade. Em águas mais rasas, particularmente na zona ocidental da área de navegação do Porto Público, pode haver uma baixa eficiência das operações de dragagem porque as dragas precisam manter uma distância segura ao fundo do mar, e, conseqüentemente, esta situação

 BAHIA MINERAÇÃO		PEDRA DE FERRO “NOVO CONCEITO” UNIDADE DE PROJETO DE PORTO F1001-4	
TÍTULO NOTA TÉCNICA – NT 044 ARITAGUÁ TERMINAL PRIVADO-4400 PORTO SUL ‘TRADE OFF’	BAMIN Nº: RL-4400-G-325	PAGINA 21/55	
	CONTRATANTE Nº: 47050836/1400/TN 044	REV. C	

pode impedir o preenchimento total da cisterna das dragas. Além disso, o longo e estreito canal de acesso para o porto público situado a 3,0 km pode limitar o tamanho e o número de dragas necessário para operações eficientes.

6.2.2 Dragagem para a fundação do quebra-mar

O volume de dragagem para a fundação do quebra-mar aumenta significativamente à medida que o quebra-mar avança para offshore, como descrito no capítulo 3.2. Na ausência de dados geotécnicos, assume-se uma espessura constante de 12 m de material não consolidado a ser dragado sob o quebra-mar em todos os locais considerados. Portanto, a profundidade de dragagem para a fundação do quebra-mar também aumenta à medida que o quebra-mar avança para offshore em águas mais profundas. Os valores de profundidade a ser atingida estão resumidos na Tabela 6.1.

Tabela 6.1 - Estimativa das profundidades a serem atingidas para a fundação do quebra-mar nas quatro alternativas

Localização do Porto Sul (km)	Profundidade aproximada no local do quebra-mar (m)	Profundidade a ser atingida (m)
3.0	-15	-27
3.5	-18	-30
4.0	-21	-33
4.5	-24	-36

O aumento da profundidade a ser atingida pela dragagem para a fundação do quebra-mar pode limitar a escolha da draga adequada para a implantação do Porto Sul, mas este fato não é considerado uma restrição importante.



6.3 CONSTRUÇÃO DO QUEBRA-MAR

A construção do quebra-mar de enrocamento do Porto Sul é uma operação complexa que exige o uso de equipamento especializado e implementação de medidas de controle rigorosas.

Esta seção aborda a construção da fundação do quebra-mar e da sua estrutura principal. A operação do Píer de Embarque Provisório (PEP) também faz parte dos comentários desta seção.

6.3.1 Fundação do quebra-mar

Após a dragagem para remover os 12 m de material pouco consolidado que está no local onde será construído o quebra-mar, o enrocamento (geralmente menor do que

 BAHIA MINERAÇÃO		PEDRA DE FERRO “NOVO CONCEITO” UNIDADE DE PROJETO DE PORTO F1001-4	
TÍTULO NOTA TÉCNICA – NT 044 ARITAGUÁ TERMINAL PRIVADO-4400 PORTO SUL ‘TRADE OFF’	BAMIN N°: RL-4400-G-325	PAGINA 22/55	
	CONTRATANTE N°: 47050836/1400/TN 044	REV. C	

60 kg) é colocado na trincheira formada pela dragagem para fornecer uma base estável para a estrutura do quebra-mar.

A programação e a coordenação da dragagem em relação à colocação do enrocamento para a fundação do quebra-mar são cruciais. O enrocamento da fundação do quebra-mar tem de ser colocado logo que possível após a dragagem para limitar:

- O tempo que a trincheira da fundação está apta à sedimentação.
- A deposição de sedimentos sobre trincheira.
- O risco de colapso do talude resultante da dragagem.
- O amolecimento do material formado pela dragagem.

É essencial que o enrocamento para a fundação do quebra-mar seja colocado de maneira cuidadosamente controlada para evitar:

- Perturbação do material dos fundos marinhos.
- Mistura do enrocamento com o material de base.
- Formação de ondas de lama.
- Danos aos taludes da trincheira dragada.
- Redução da estabilidade geotécnica da fundação do quebra-mar devido ao conjunto de fatores acima.

Prevê-se que o enrocamento da fundação do quebra-mar seja colocado em camadas. O enrocamento colocado por equipamento convencional em águas profundas, tal como uma barçaça tipo *split hopper*, acelera rapidamente após o lançamento e atinge o fundo do mar com considerável energia. Por esse motivo, a primeira camada de enrocamento tem de ser colocada com cuidado, utilizando métodos que reduzam a velocidade de queda e evitem perturbações excessivas e mistura com o material do fundo do mar.

A seleção de um padrão apropriado e de uma sequência de colocação do enrocamento é importante para alcançar a resistência necessária à fundação e evitar a formação de ondas e inclusões de lama. O aumento da extensão da área da fundação do quebra-mar de acordo com a distância offshore aumenta tanto a duração da colocação do enrocamento como o risco de inclusões de materiais impróprios. Ambas as situações implicam em aumento de custo e de planejamento.

A melhor situação é fazer a camada de enrocamento inicial logo após a profundidade de dragagem ser atingida. A presença desta camada reduz a perturbação do material não consolidado *in situ* ao colocar camadas subjacentes de enrocamento. Após a camada inicial, se podem utilizar equipamentos convencionais de transporte e disposição para as camadas subsequentes. O uso de barçaças de despejo lateral (*side dump barges*) está previsto para Porto Sul (Figura 6.1).



 BAHIA MINERAÇÃO		PEDRA DE FERRO “NOVO CONCEITO” UNIDADE DE PROJETO DE PORTO F1001-4	
TÍTULO NOTA TÉCNICA – NT 044 ARITAGUÁ TERMINAL PRIVADO-4400 PORTO SUL ‘TRADE OFF’	BAMIN Nº: RL-4400-G-325	PAGINA 23/55	
	CONTRATANTE Nº: 47050836/1400/TN 044	REV. C	





Figura 6.1 - Exemplo de barcaça de despejo lateral.

Os métodos alternativos para limitar a perturbação do material presente no fundo marinho pela colocação de enrocamento incluem o uso de navios com tubos flexíveis para a disposição e o uso de um ‘colchão de separação’ apropriado. Os navios de tubo flexível para disposição incorporam um tubo através do qual o enrocamento é dispensado da embarcação em direção ao fundo do mar. Esses navios são comumente usados onde o enrocamento precisa ser colocado com bastante precisão e de maneira controlada. Um colchão de separação, tal como uma esteira *geogrid* ou *fascine*, fornece um grau de proteção à obra quando colocado sobre o fundo do mar antes da disposição do enrocamento. Estes dois métodos não foram considerados na análise visto que as implicações de custo associado à adoção dos mesmos para um regime desta escala podem se tornar proibitivos.

Essencialmente, o aumento da área da base do quebra-mar quanto mais distante da costa combinado com a maior distância para o transporte de material implica numa redução da taxa de progresso construtivo quanto maior a distância à costa.

O risco e as incertezas também aumentam quanto maior a profundidade, pois são exigidos equipamentos maiores e mais especializados que podem não estar disponíveis no período requerido. Uma preocupação especial é sobre a cobertura do material pouco consolidado com o enrocamento e a remoção das inclusões ou ondas de lama caso isto aconteça. Ambas as operações tornam-se mais difíceis quanto maior a profundidade. A remoção de ondas de lama ou inclusões exigiria a dragagem das camadas de material misto e esta operação é mais bem efetuada por dragas de garra (*grab*). A disponibilidade destas dragas, caso sejam encontrados problemas na camada de fundo do quebra-mar, deve ser considerada ao serem tratadas as incertezas e os riscos de cada localização do Porto Sul.

 BAHIA MINERAÇÃO		PEDRA DE FERRO “NOVO CONCEITO” UNIDADE DE PROJETO DE PORTO F1001-4	
TÍTULO NOTA TÉCNICA – NT 044 ARITAGUÁ TERMINAL PRIVADO-4400 PORTO SUL ‘TRADE OFF’	BAMIN Nº: RL-4400-G-325	PAGINA 24/55	
	CONTRATANTE Nº: 47050836/1400/TN 044	REV. C	

6.3.2 Estrutura do quebra-mar

A estrutura do quebra-mar compreende o enrocamento acima da fundação. As principais partes da estrutura do quebra-mar incluem a crista, a armadura, o manto, o núcleo e as bermas.

Comparando-se a construção dos molhes nos locais a 3,0 km, 3,5 km, 4,0 km e 4,5 km, é pouco provável que haja uma diferença significativa em termos práticos e de viabilidade técnica entre os quatro locais. No entanto, ao quebra-mar ser construído mais longe da costa, a produtividade e o método de construção são prejudicados. As razões para isso incluem:

O aumento no volume de enrocamento do quebra-mar.

A distância de transporte de enrocamento adicional do ponto de saída de carga para o quebra-mar.

As implicações no plano de construção do quebra-mar são discutidas com mais detalhes na seção 7.0.



O uso de enrocamento na construção de um quebra-mar requer uma pedreira com grande capacidade de fornecimento e vias de circulação a fim de transportar e entregar o enrocamento num píer de embarque provisório (*PEP*), tal que este material fique disponível para a construção do quebra-mar. Um cuidado especial precisa ser tomado quanto à localização e o projeto do quebra-mar para minimizar a necessidade de enrocamento e, portanto, minimizar a interrupção e potencial incômodo originado pelas pedreiras e pelas vias de circulação. Os quebra-mares mais distantes no mar exigem uma quantidade maior de enrocamento com aumento proporcional no tempo de operação da pedreira e dos movimentos de caminhão, elevando os riscos de interrupção, incômodo, saúde e segurança.

6.3.3 Operação do Píer de Embarque provisório (PEP)

Um Píer de Embarque Provisório (*PEP*) foi proposto para auxiliar a construção do quebra-mar offshore e facilitar a transferência de enrocamento. Os veículos carregam o enrocamento a partir das pedreiras e as barcaças de transporte carregam o enrocamento do PEP para o quebra-mar.

Tal como proposto para a Licença Prévia, o PEP considerado irá apoiar a construção do quebra-mar do Porto Sul e compreende 2 berços de atracação para as barcaças de transporte.

A implantação dos quebra-mares mais offshore exige que o PEP seja deixado no local por mais tempo, já que o volume de enrocamento aumentaria enquanto a taxa de transferência das rochas é limitada.

 BAHIA MINERAÇÃO		PEDRA DE FERRO “NOVO CONCEITO” UNIDADE DE PROJETO DE PORTO F1001-4	
TÍTULO NOTA TÉCNICA – NT 044 ARITAGUÁ TERMINAL PRIVADO-4400 PORTO SUL ‘TRADE OFF’	BAMIN Nº: RL-4400-G-325	PAGINA 25/55	
	CONTRATANTE Nº: 47050836/1400/TN 044	REV. C	

Disponibilizar o enrocamento nos locais a 3,0km, 4,0km e 4,5km mantendo a mesma duração que a prevista para o quebra-mar do Porto Sul a 3,5km exige que a taxa de transferência seja ajustada em conformidade. Com base nisso, a Tabela 6.2 lista o número estimado de berços de barcaças requerido para o PEP para cada local considerado a fim de manter a mesma taxa de transferência de enrocamento por berço do projeto original a 3,5km offshore.

Tabela 6.2 - Número Estimado de Berços do PEP para cada local do Porto Sul

Local do Porto Sul (km)	Número de Berços para o PEP
3.0	2
3.5	2
4.0	3
4.5	4



Embora a quantidade total de enrocamento requerida para a construção do Porto Sul a 3,0 km offshore seja menor do que a quantidade para 3,5 km, mais de um berço de barcaça é necessário para manter a mesma taxa de transferência de enrocamento. Dois berços são considerados o número mínimo para o PEP neste caso.

Como detalhado na Seção 4.0, a quantidade de enrocamento para os quebra-mares a 4,0 km e 4,5 km offshore é significativamente maior do que a quantidade de enrocamento para o quebra-mar a 3,5 km. Mantendo a mesma taxa de transferência de enrocamento dos PEP para o quebra-mar, o aumento na quantidade de enrocamento exige três berços para a opção a 4,0 km e quatro berços para a opção a 4,5 km.

Aumentar o número de berços do PEP requer tanto um cais mais longo como um quebra-mar também mais comprido. Junto com o aumento dos materiais necessários à construção de um PEP maior, pode-se esperar que o quebra-mar cause uma influência maior na linha de costa em termos de acreção e erosão.

Caso a taxa de transferência do quebra-mar a 3,5 km deva ser mantida, a modelagem da linha de costa indicou que manter o PEP mais extenso para suprir os volumes do quebra-mar maior requerido em 4,0 km ou 4,5 km terá um efeito maior na linha de costa. Além disto, o efeito do PEP com 3 ou 4 berços (ao invés dos 2 berços originalmente previstos) passa a ter uma importância relevante nos processos de erosão e acreção da linha de costa.

É provável que o efeito de adotar um quebra-mar mais extenso para o PEP seja mais negativo do que o benefício de se ter o quebra-mar do Porto Sul mais longe da costa. No entanto, são necessários estudos adicionais para confirmar este comentário.

 BAHIA MINERAÇÃO		PEDRA DE FERRO “NOVO CONCEITO” UNIDADE DE PROJETO DE PORTO F1001-4	
TÍTULO NOTA TÉCNICA – NT 044 ARITAGUÁ TERMINAL PRIVADO-4400 PORTO SUL ‘TRADE OFF’	BAMIN Nº: RL-4400-G-325	PAGINA 26/55	
	CONTRATANTE Nº: 47050836/1400/TN 044	REV. C	

6.4 ESTRUTURAS DO PORTO OFFSHORE

Esta seção trata da praticidade e das questões sobre a construção das principais estruturas do porto offshore (ponte de acesso e píeres de carga) para a construção do Porto Sul nos quatro locais considerados.

6.4.1 Pilares



Prevê-se que a maioria das estruturas do porto offshore será construída usando a técnica *cantitravel*, por meio da qual a construção avança progressivamente em direção ao mar usando guindastes para guiar os pilares de aço e construir os decks estruturais (Figura 6.2). Em virtude do número e comprimento das estruturas, a construção da ponte de acesso e dos píeres de carga deve avançar simultaneamente num número de frentes de construção tal que atinja a duração total prevista para a construção do Porto Sul.



Figura 6.2 - Construção Cantitravel Típica.

A principal frente de construção da ponte de acesso avançará em direção ao mar a partir da costa. Os equipamentos e os materiais serão fornecidos pela ponte de acesso a partir das áreas de suporte na costa. Estão previstas frentes de construção em separado para os píeres de carga e, quando necessário, para auxiliar a construção da porção offshore da ponte de acesso. Essas frentes de construção separada deverão utilizar métodos tradicionais de construção marítima (por exemplo *jack-up barges* – barcas com jaquetas) e fornecer equipamentos e materiais via marítima.

A fabricação, preparação, manuseio, entrega e instalação dos pilares de aço para as estruturas offshore são uma parte importante dos trabalhos de construção.

 BAHIA MINERAÇÃO		PEDRA DE FERRO “NOVO CONCEITO” UNIDADE DE PROJETO DE PORTO F1001-4	
TÍTULO NOTA TÉCNICA – NT 044 ARITAGUÁ TERMINAL PRIVADO-4400 PORTO SUL ‘TRADE OFF’	BAMIN Nº: RL-4400-G-325	PAGINA 27/55	
	CONTRATANTE Nº: 47050836/1400/TN 044	REV. C	

Como identificado na Seção 5.3.1, à medida que a construção do Porto Sul se move em direção offshore, a quantidade total dos pilares de aço aumenta devido ao:

- Aumento do comprimento da ponte de acesso.
- Aumento da altura dos pilares devido ao aumento da profundidade.
- Aumento da espessura do pilar para evitar a deformação elástica dos pilares previstos.

A Tabela 6.3 indica a variação estimada para o diâmetro e para a espessura da parede dos pilares da ponte de acesso em relação à distância offshore dos locais considerados para a implantação do Porto Sul.



Tabela 6.3 - Diâmetro e espessura da parede estimados para os pilares da ponte de acesso.

Distâncias à costa (km)	Diâmetro do Pilar (mm)	Espessura da Parede (mm)
0 – 3.0	914.4	19
3.0 – 3.5	914.4	19
3.5 – 4.0	1016	19
4.0 – 4.5	1016	22

As implicações resultantes das posições do porto localizado mais á offshore e o aumento resultante da quantidade de pilares incluem:

- Aumento das demandas de transporte, p.ex., maior número de viagens de veículos pesados.
- Exigência de maior preparação e manuseio dos pilares, tanto em termos de número quanto em termos do peso dos pilares.
- Aumento do tamanho e capacidade da área de apoio à construção situada na costa (utilizada para preparação, estoque e transporte dos pilares).
- Exigência de guindastes de maior capacidade para manuseio e instalação dos pilares mais longos e mais pesados.
- Aumento da estrutura de apoio temporário para suportar guindastes maiores.
- Aumento do número e tamanho das barcaças de apoio marítimo para o fornecimento dos pilares para as frentes de trabalho offshore.
- O manuseio e instalação de pilares mais compridos e pesados geralmente aumentam os riscos técnicos e à saúde e segurança.
- Aumento dos custos de construção, como discutido anteriormente neste relatório.

Para a construção da ponte de acesso ao local a 3,5 km offshore, prevê-se a utilização de um guindaste com capacidade de 300 toneladas para o manuseio e instalação dos pilares de aço. Todavia, devido ao aumento do peso dos pilares

 BAHIA MINERAÇÃO		PEDRA DE FERRO “NOVO CONCEITO” UNIDADE DE PROJETO DE PORTO F1001-4	
TÍTULO NOTA TÉCNICA – NT 044 ARITAGUÁ TERMINAL PRIVADO-4400 PORTO SUL ‘TRADE OFF’	BAMIN Nº: RL-4400-G-325	PAGINA 28/55	
	CONTRATANTE Nº: 47050836/1400/TN 044	REV. C	

necessário para estender a ponte de acesso a 4,0km e a 4,5km offshore, estima-se que deva ser utilizado um guindaste com capacidade de 350 toneladas.

A mudança do quebra-mar em direção offshore para além da posição 3,5 km implica na transferência da ponte de acesso e os píeres de carga para uma faixa limite de utilização, com aumento do risco e incerteza associados, particularmente porque as condições do solo permanecem desconhecidas. Além disto, os equipamentos necessários à construção em águas mais profundas podem ter uma disponibilidade mais limitada.

6.4.2 Obras de Concretagem

A praticidade e a viabilidade técnica das obras de concretagem para as estruturas portuárias marítimas são consideradas similares para a construção do Porto Sul em 3,0km, 3,5km, 4,0km e 4,5km offshore.



O fornecimento de concreto para a porção terminal da ponte (que estará sempre em construção até alcançar o quebra-mar offshore) é relativamente direto, desde que haja um maquinário adequado e disponível nas proximidades do terminal. O suprimento de concreto para as frentes separadas de construção offshore, como os píeres de carga, exige um equipamento marítimo para este fim. A entrega de concreto em tempo adequado para a colocação offshore é mais desafiadora à medida que o local para a construção do Porto Sul se move em direção offshore, pois pode afetar a qualidade do concreto, a construção, o custo e o cronograma.

7.0 RESUMO DO CRONOGRAMA DE CONSTRUÇÃO

Este capítulo fornece uma visão geral dos cronogramas de construção do Porto Sul considerando as localidades a 3,0 km, 3,5 km, 4,0 km e 4,5 km offshore. As considerações a respeito de cada alternativa de localização são discutidas em relação ao cronograma de construção que foi proposto como parte da Licença Prévia original para o Porto Sul a 3,5km (Anexo C).

A duração das principais atividades de construção foi avaliada para cada localização e comparada às taxas de produtividade e construção de toda área marítima do local original a 3,5 km da costa. As principais atividades de construção selecionadas para comparação incluem:

- Operação de dragagem (quebra-mar e canal de navegação)
- Construção do quebra-mar (colocação do enrocamento)
- Construção da ponte de acesso

		PEDRA DE FERRO “NOVO CONCEITO” UNIDADE DE PROJETO DE PORTO F1001-4	
TÍTULO NOTA TÉCNICA – NT 044 ARITAGUÁ TERMINAL PRIVADO-4400 PORTO SUL ‘TRADE OFF’	BAMIN Nº: RL-4400-G-325	PAGINA 29/55	
	CONTRATANTE Nº: 47050836/1400/TN 044	REV. C	

- O plano de construção dos píeres de carga do Porto Sul foi considerado similar para os diferentes locais e, portanto, nenhuma comparação foi realizada.

Embora as atividades de construção do Terminal Privado da BAMIN e do Porto Público estejam separadas no pedido de Licença Prévia, para efeitos de comparação considerou-se a duração total conjunta das atividades de construção de ambos os terminais.

7.1 PORTO SUL 3.5 KM OFFSHORE

O cronograma de construção do Porto Sul a 3,5 km offshore serve de modelo para comparação dos outros locais considerados. A Tabela 7.1 apresenta a duração aproximada das principais atividades da obra, baseada nas informações contidas no Anexo C.

Tabela 7.1 - Duração estimada das operações para Porto Sul a 3,5 km offshore.

Descrição das Atividades	Duração (Meses)
Operação de Dragagem	47
Construção do Quebra-mar	43
Construção da Ponte de Acesso	41

Para a construção do Sul Porto no local a 3,5 km offshore, a duração das operações de dragagem define a data de conclusão da obra, uma vez que se prevê a utilização de uma única draga de sucção autotransportadora (*trailer suction hopper dredger*). A duração de construção do quebra-mar e da ponte de acesso, de qualquer forma, é também significativa.



7.2 PORTO SUL 3.0 km OFFSHORE

A Tabela 7.2 apresenta a duração aproximada das principais atividades de construção do Porto Sul a 3,0 km offshore. A tabela mostra a duração aproximada para cada atividade e inclui uma indicação da variação da duração das atividades em comparação ao projeto original a 3,5 km offshore.

Tabela 7.2 - Duração estimada das operações para o Porto Sul a 3,0 km offshore

Descrição das Atividades	Duração (Meses)	Mudança (Meses)
Operação de Dragagem	59	+12
Construção do Quebra-mar	35	- 8
Construção da Ponte de Acesso	35	- 6

Para a construção do Sul Porto no local a 3,0 km offshore, o volume a ser dragado aumenta e, por isto, a duração da operação de dragagem determina a data de

		PEDRA DE FERRO “NOVO CONCEITO” UNIDADE DE PROJETO DE PORTO F1001-4	
TÍTULO NOTA TÉCNICA – NT 044 ARITAGUÁ TERMINAL PRIVADO-4400 PORTO SUL ‘TRADE OFF’	BAMIN Nº: RL-4400-G-325	PAGINA 30/55	
	CONTRATANTE Nº: 47050836/1400/TN 044	REV. C	

conclusão. Considerando a mesma taxa de produção estimada para o local a 3,5 km offshore, a duração total para a operação de dragagem será de 59 meses, um aumento de 12 meses quando comparado com a opção do Porto Sul a 3,5 km.

Além da diminuição do tempo de construção, localizar o porto mais próximo à costa é mais vantajoso para construção do quebra-mar e da ponte de acesso, pois reduz o volume de materiais necessários para construção.

7.3 PORTO SUL 4.0 km OFFSHORE

A Tabela 7.3 apresenta a duração aproximada das principais atividades de construção do Porto Sul a 4,0 km offshore. A tabela mostra a duração aproximada para cada atividade e inclui uma indicação da variação da duração das atividades em comparação ao projeto original a 3,5 km offshore.

Tabela 7.3 - Duração estimada das operações para o Porto Sul a 4.0 km offshore

Descrição das Atividades	Duração (Meses)	Mudança (Meses)
Operação de Dragagem	39	- 8
Construção do Quebra-mar	62	+19
Construção da Ponte de Acesso	47	+6

Devido à quantidade adicional de enrocamento ser significativa, a operação de construção do quebra-mar torna-se a atividade mais importante para a opção do local a 4,0 km offshore. Com 62 meses, a duração da construção do quebra-mar terá uma duração de 19 meses a mais do que se for considerado o local a 3,5 km.

O acréscimo de 500 m na extensão total da ponte de acesso prolonga a sua construção por aproximadamente 6 meses se for comparada à construção da ponte para o local a 3,5 km.

À medida que a quantidade de dragagem diminui para o local a 4,0 km, há uma redução na duração de operações de dragagem quando comparada com o local a 3,5 km.

7.4 PORTO SUL 4.5 km OFFSHORE

A Tabela 7.4 apresenta a duração aproximada das principais atividades para construção do Porto Sul a 4,5 km offshore. A tabela mostra a duração aproximada para cada atividade e inclui uma indicação da variação da duração das atividades em comparação ao projeto original a 3,5 km offshore.



		PEDRA DE FERRO “NOVO CONCEITO” UNIDADE DE PROJETO DE PORTO F1001-4	
		TÍTULO NOTA TÉCNICA – NT 044 ARITAGUÁ TERMINAL PRIVADO-4400 PORTO SUL ‘TRADE OFF’	BAMIN N°: RL-4400-G-325
		CONTRATANTE N°: 47050836/1400/TN 044	REV. C

Tabela 7.4 - Duração estimada das operações para o Porto Sul a 4.5 km offshore

Descrição das Atividades	Duração (Meses)	Mudança (Meses)
Operação de Dragagem	27	-20
Construção do Quebra-mar	72	+29
Construção da Ponte de Acesso	53	+12

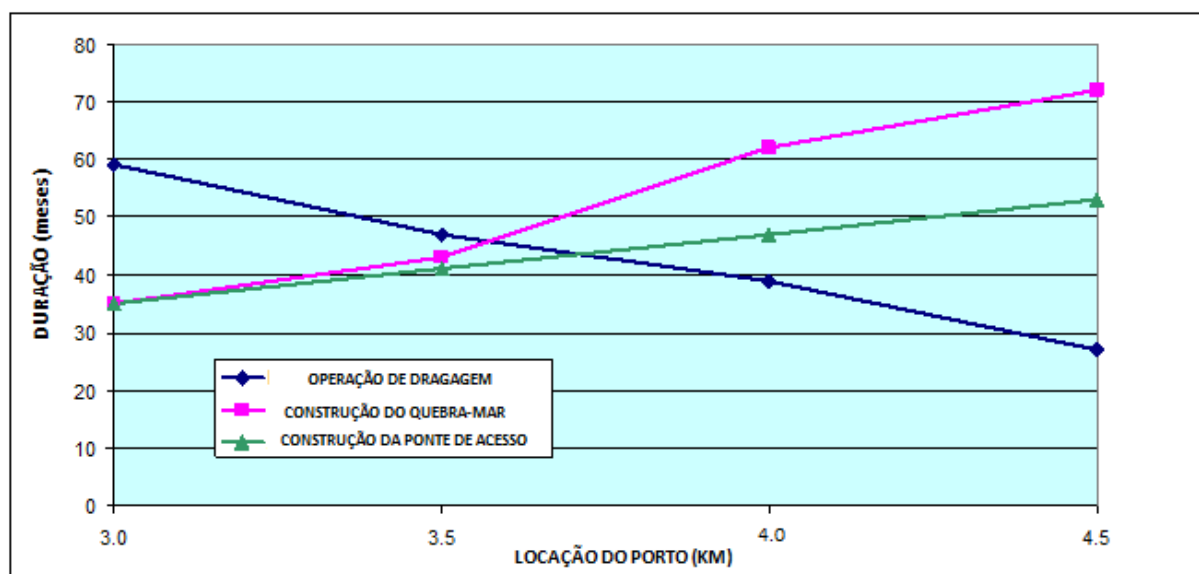
O acréscimo do volume de enrocamento necessário para o local a 4,5 km possui um impacto significativo no cronograma de construção. Assumindo a mesma taxa de produção do local a 3,5 km, a duração estimada da obra do quebra-mar é de aproximadamente 72 meses, ou seja, um acréscimo de 29 meses em relação ao local a 3,5 km.

A duração de construção da ponte de acesso na localidade a 4,5 km para a ter 12 meses a mais do que no local a 3,5 km.

A redução no volume a ser dragado resulta numa duração de operação de dragagem de 27 meses, uma redução de 20 meses do cronograma previsto para o local a 3,5 km.

7.5 COMPARAÇÃO ENTRE OS CRONOGRAMAS DE CONSTRUÇÃO

Este capítulo apresenta a comparação dos cronogramas de construção das principais atividades discutidas acima. A Figura 7.1 ilustra a variação da duração das atividades de dragagem, construção de quebra-mar e construção de ponte de acesso nas 4 opções de local do Porto Sul consideradas.





 BAHIA MINERAÇÃO		PEDRA DE FERRO “NOVO CONCEITO” UNIDADE DE PROJETO DE PORTO F1001-4	
TÍTULO NOTA TÉCNICA – NT 044 ARITAGUÁ TERMINAL PRIVADO-4400 PORTO SUL ‘TRADE OFF’	BAMIN Nº: RL-4400-G-325	PAGINA 32/55	
	CONTRATANTE Nº: 47050836/1400/TN 044	REV. C	

Figure 7.1 - Duração das principais atividades de construção de acordo com os locais considerados para o Porto Sul

Com base nas informações dos cronogramas do Anexo C e mantendo-se as taxas de construção previstas para as atividades, a duração crítica e as atividades responsáveis para cada local de implantação do Porto Sul estão listadas abaixo:



3,0km	Operação de Dragagem	59 meses
3,5km	Operação de Dragagem	47 meses
4,0km	Construção do Quebra-mar	62 meses
4,5km	Construção do Quebra-mar	72 meses

Com base nesses programas de construção, é evidente que o desenvolvimento do Porto Sul a 3,5 offshore possui o programa de construção ideal.

8.0 ATIVIDADE E OPERAÇÃO PORTUÁRIA

8.1 EXPOSIÇÃO ÀS ONDAS E PROTEÇÃO DO QUEBRA-MAR

Mover o porto para locais mais distantes da costa causa um acréscimo da exposição às ondas, tanto para navegação como para os berços de atracação. Esta situação está apresentada na Figura 8.1, que mostra a redução da amplitude das ondas quando mais próximo da costa. O comprimento necessário do quebra-mar para compensar a maior exposição às ondas não foi avaliado neste estudo e precisaria ser considerado para as opções de localização do porto além da região de 3,5 km.

		PEDRA DE FERRO "NOVO CONCEITO" UNIDADE DE PROJETO DE PORTO F1001-4	
		TÍTULO NOTA TÉCNICA – NT 044 ARITAGUÁ TERMINAL PRIVADO-4400 PORTO SUL 'TRADE OFF'	BAMIN Nº: RL-4400-G-325
		CONTRATANTE Nº: 47050836/1400/TN 044	REV. C

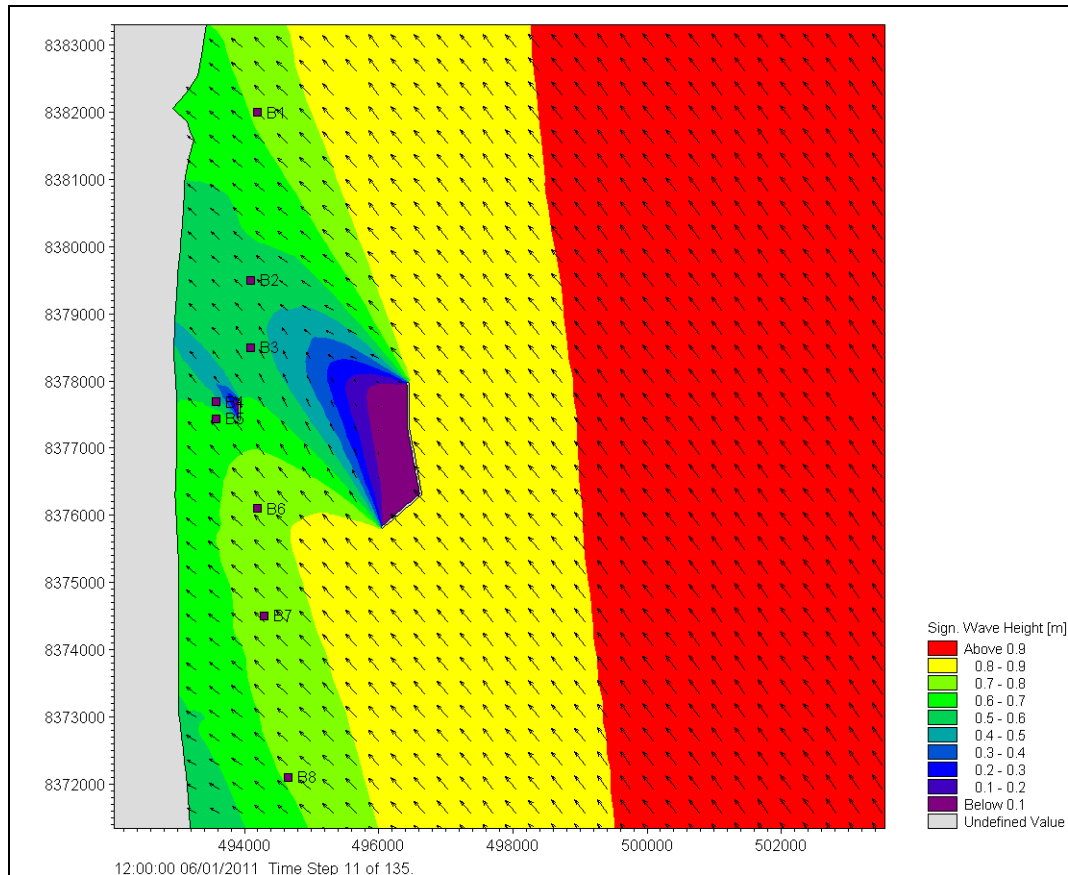


Figure 8.1 - Amplitude (cores) e direção (vetores) das ondas para uma situação com altura significativa de 1,0m



8.2 COMPRIMENTO DA PONTE DE ACESSO E DISTÂNCIAS PARA O SUPRIMENTO DO PORTO

O Porto Sul deverá ser abastecido a partir de um pátio de estocagem na costa, onde ficará o material que será exportado, p.ex., minério de ferro e grãos. Caso o porto seja movido para locais mais distantes da costa, isto pode adicionar alguma complexidade ao sistema de transporte de materiais. Por exemplo, se o comprimento máximo de uma correia transportadora for excedido, então deve-se aumentar o número de estruturas (torres) de transferência de material.

Outros fatores associados com o acréscimo do comprimento total de uma correia transportadora incluem:

Aumento da demanda de energia.

Acréscimo do tempo de inatividade do transporte devido à manutenção necessária, por exemplo, para reposição da correia.

 BAHIA MINERAÇÃO		PEDRA DE FERRO “NOVO CONCEITO” UNIDADE DE PROJETO DE PORTO F1001-4	
TÍTULO NOTA TÉCNICA – NT 044 ARITAGUÁ TERMINAL PRIVADO-4400 PORTO SUL ‘TRADE OFF’	BAMIN Nº: RL-4400-G-325	PAGINA 34/55	
	CONTRATANTE Nº: 47050836/1400/TN 044	REV. C	

Além disso, poderão ser necessários locais adicionais de passagem ou corredores de acesso rodoviário, mas estes elementos não foram levados em consideração neste estudo.

8.3 NAVEGAÇÃO LOCAL

A construção de um porto offshore influencia a navegação dos navios nesta área.

Embora a ponte de acesso possua vãos abaixo da estrutura que permitem a passagem de pequenas embarcações (barcos de pesca, por exemplo), os navios não são capazes de aproveitar esta característica devido às restrições de tamanho e às condições ambientais. Os navios poderão somente navegar em direção offshore e dar a volta por fora do quebra-mar do Porto Sul. Mover o porto para locais mais distantes da costa aumenta as distâncias de navegação dos navios para que estes possam contornar o Porto Sul.

Pode haver um impacto no trânsito dos navios que atracam no Porto de Ilhéus. Evidentemente o risco de colisão entre navios e a ponte de acesso é maior com o aumento da distância da costa e maior extensão da ponte de acesso. A ponte de acesso é mais vulnerável a impactos em profundidades maiores por causa do tamanho dos navios e dos cálculos de projeto que não preveem abalroamento deste nível.

9. EFEITOS NA LINHA DE COSTA E GESTÃO COSTEIRA

9.1 EFEITOS NA LINHA DE COSTA

As mudanças no clima de ondas na região costeira em virtude da construção do Porto Sul resultam na alteração das taxas de transporte de sedimentos e, conseqüentemente, na resposta da linha de costa a este efeito.

Como parte dos estudos técnicos realizados pela URS/Scott Wilson, foi realizado um estudo de modelagem costeira assumindo-se a construção do Porto Sul proposto a 3,5 km offshore (*Relatório RL-4400-N-302 Rev. B*). Presumindo que o suprimento de sedimento não é limitado, os resultados deste estudo indicaram que se espera a formação de um saliente de 200 m a 240 m de largura ao longo de um período de 30 anos após a construção do Porto Sul como um efeito direto devido ao sombreamento de onda resultante do Porto Sul. Verificou-se uma erosão potencial a norte da ponte de acesso na ordem de 60 m a 100 m, também durante um período de 30 anos após a construção do Porto Sul.



		PEDRA DE FERRO “NOVO CONCEITO” UNIDADE DE PROJETO DE PORTO F1001-4	
TÍTULO NOTA TÉCNICA – NT 044		BAMIN N°: RL-4400-G-325	PAGINA 35/55
ARITAGUÁ TERMINAL PRIVADO-4400 PORTO SUL ‘TRADE OFF’		CONTRATANTE N°: 47050836/1400/TN 044	REV. C

Tabela 9.1 - Síntese dos Efeitos de Linha de Costa Previstos.

	Extensão do Quebra-mar*	Projeção do Saliente
Quebra-mar do Porto Sul	~2.100m	200 a 240m

Nota:

* Extensão projetada

Essas previsões foram baseadas numa taxa anual de transporte de sedimento de sul para norte, variando de aproximadamente 110.000 a 190.000 m³/ano. A taxa estimada de transporte de sedimentos possui relação direta com a acurácia do modelo utilizado.

A modelagem mostra que a extensão da formação do saliente é em função do comprimento do quebra-mar e da sua distância à linha de costa.



O Manual de Engenharia Costeira (U.S. Army Corps of Engineers, 2002) pode ser usado para fornecer uma estimativa preliminar da provável redução nos efeitos na linha costeira ao mover o quebra-mar mais para offshore. O Manual fornece a seguinte descrição de um índice de resposta de praia (I_s):

Tômbolos permanentes,	$I_s = 1$
Tômbolos periódicos,	$I_s = 2$
Salientes bem desenvolvidos,	$I_s = 3$
Salientes subjugados	$I_s = 4$
Não sinuosidade	$I_s = 5$

Em Aritaguá o valor de I_s varia de 4,1 a 4,5 para quebra-mares em 3,5 km e 4,5 km da costa, respectivamente, o que coloca o Porto Sul na zona de “*subdued salients*”. Portanto, espera-se um efeito significativo na linha de costa para qualquer que seja a distância de quebra-mar considerada. Isto significa que, de qualquer maneira, uma gestão costeira passa a se tornar necessária

9.2 OPÇÕES DE GESTÃO COSTEIRA

Para um quebra-mar com extensão maior do que 2 km, a gestão costeira torna-se necessária para mitigar os efeitos na linha de costa. Uma estratégia de gestão costeira precisa ser desenvolvida a fim de fornecer uma solução ótima, que também pode ser uma combinação de várias opções de gestão costeira. O monitoramento de praia é essencial para ajudar a definição e o posterior refinamento de qualquer esquema de gestão costeira que seja adotado.

 BAHIA MINERAÇÃO		PEDRA DE FERRO “NOVO CONCEITO” UNIDADE DE PROJETO DE PORTO F1001-4	
TÍTULO NOTA TÉCNICA – NT 044	BAMIN Nº: RL-4400-G-325	PAGINA 36/55	
ARITAGUÁ TERMINAL PRIVADO-4400 PORTO SUL ‘TRADE OFF’	CONTRATANTE Nº: 47050836/1400/TN 044	REV. C	

Uma discussão das opções de gestão costeira é fornecida no anexo D e está baseada nas informações atualmente disponíveis. As opções discutidas são:

- Transferência de areia de Praia
- Espigões (*groyne*)
- Revestimentos (p.ex., muros de proteção)

9.2.1 Seleção das Opções de Gestão Costeira

A implementação de espigões requer grande trabalho realizado na praia e, ainda, pode ser necessária uma transferência de areia de praia para que esta opção seja efetiva.

O uso de revestimentos geralmente potencializa a erosão devido à energia de onda refletida, o que resulta na necessidade de estruturas robustas e no requerimento de transferência de areia de praia.



A transferência de areia de praia é preferível ao revestimento e aos espigões para proteger áreas sensíveis de erosão. A transferência de areia da praia pode direcionar o fluxo resultante de sedimentos das áreas de acreção às áreas de erosão, caso estas situações ocorram, e geralmente é mais econômica que as outras opções. A erosão a norte da posição da ponte de acesso prevista sugere que a deriva litorânea do material de praia forneça uma quantidade limitada de sedimentos, que poderia ser compensada com os sedimentos que formam o saliente.

O monitoramento de praia é recomendado para todas as opções a fim de permitir a avaliação e o aperfeiçoamento de qualquer estratégia de gestão costeira que for adotada.

9.3 SOLUÇÕES DE GESTÃO COSTEIRA PARA FINS DE COMPARAÇÃO

Até o momento, um estudo completo de gestão costeira para mitigar os efeitos da construção do Porto Sul proposto não foi realizado. Para fins de comparação de viabilidade e custos, no entanto, assumiu-se a utilização da transferência de areia de praia utilizando maquinário apropriado (caminhões pesados e retroescavadeira). O uso de maquinário terrestre é uma solução comum e praticável que permite que áreas de erosão sejam alvos de remediação desde que haja uma área de acreção próxima.

Para o material de transferência e opções de alimentação de praia, recomenda-se um monitoramento sazonal acompanhado de um plano de gestão costeira para estabelecer níveis de emergência para provocar as operações de transferência.

 BAHIA MINERAÇÃO		PEDRA DE FERRO “NOVO CONCEITO” UNIDADE DE PROJETO DE PORTO F1001-4	
TÍTULO NOTA TÉCNICA – NT 044 ARITAGUÁ TERMINAL PRIVADO-4400 PORTO SUL ‘TRADE OFF’	BAMIN Nº: RL-4400-G-325	PAGINA 37/55	
	CONTRATANTE Nº: 47050836/1400/TN 044	REV. C	



Dos resultados obtidos pelo LitDrift sobre os efeitos do Porto Sul na linha de costa, considerando a opção do Porto Sul localizado a 3,5 km offshore (*Relatório URS RL-4400-N-302 Rev. B*), estima-se que haja um transporte líquido aproximado de sedimentos ao longo da linha de costa de cerca de 150.000 m³/ano, no sentido de sul para norte. Portanto, a fim de manter a linha de costa estável, poderá ser necessário o repasse de 150.000m³/ano da área de acreção (saliente) para a área propensa à erosão.

Usar qualquer tipo de maquinário ou equipamento em terra para esta operação provavelmente requeira a construção de uma estrada de transporte atrás das dunas. O uso da estrada de transporte reduz o risco de acidentes com pessoas e no tráfego local.

9.3.1 Exemplo de Resultado do Modelo de Transferência de areia de Praia

Como parte do estudo dos efeitos do Porto Sul proposto na linha de costa, o modelo LitLine foi executado para simular a opção de transferência de areia de praia.

Um regime reproduzindo eficazmente o método de transferência de areia de praia foi implementado no modelo LitLine por meio da extração de 150.000m³/ano de material da área do saliente para a deposição na área de erosão ao norte. Os resultados estão apresentados na Figura 9.1. Tanto a formação do saliente como a erosão a norte foram limitadas pela técnica de transferência de areia de praia. O monitoramento contínuo e o refinamento do esquema de transferência de areia de praia poderão manter a linha de costa estável.

		PEDRA DE FERRO "NOVO CONCEITO" UNIDADE DE PROJETO DE PORTO F1001-4	
TÍTULO NOTA TÉCNICA – NT 044		BAMIN N°: RL-4400-G-325	PAGINA 38/55
ARITAGUÁ TERMINAL PRIVADO-4400 PORTO SUL 'TRADE OFF'		CONTRATANTE N°: 47050836/1400/TN 044	REV. C

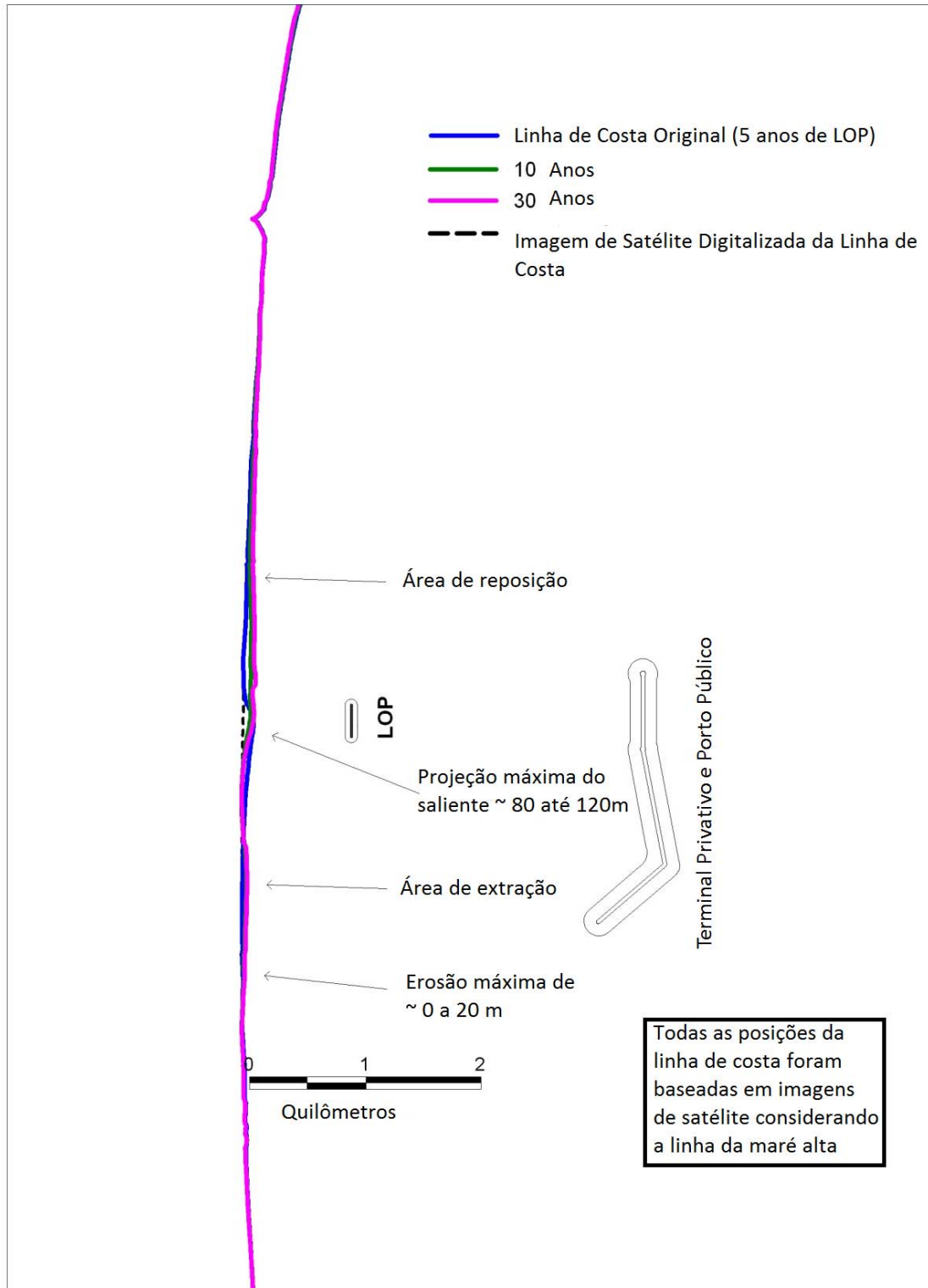




Figura 9.1 - Exemplo da técnica de transferência de areia de praia.

 BAHIA MINERAÇÃO		PEDRA DE FERRO “NOVO CONCEITO” UNIDADE DE PROJETO DE PORTO F1001-4	
TÍTULO NOTA TÉCNICA – NT 044 ARITAGUÁ TERMINAL PRIVADO-4400 PORTO SUL ‘TRADE OFF’	BAMIN Nº: RL-4400-G-325	PAGINA 39/55	
	CONTRATANTE Nº: 47050836/1400/TN 044	REV. C	

9.4 GESTÃO COSTEIRA

Na ausência de uma avaliação completa da evolução da linha de costa para os locais do Porto Sul a 3,0 km, 4,0 km e 4,5 km, os comentários a seguir foram preparados com base no método do Manual de Engenharia Costeira, o qual sugere que os requisitos de gestão costeira para todos os locais offshore são semelhantes. Portanto, a gestão costeira indicada para a localização do Porto Sul a 3,0 km, 3,5 km, 4,0 km e 4,5 km engloba a transferência de mais de 150.000 m³ de areia de praia numa base anual usando maquinário terrestre. O volume real a ser reciclado dependerá do fluxo líquido de sedimentos e do grau de passagem de sedimentos na região de sombra do quebra-mar.

Mover o quebra-mar em direção offshore pode reduzir a necessidade de gestão costeira, no entanto, o benefício desta movimentação deve ainda ser avaliado. As análises iniciais induzem a uma necessidade de gestão costeira para qualquer posição do Porto Sul.

9.4.1 Custos de Gerenciamento Costeiro

Conforme descrito na seção anterior, este estudo foi baseado na mesma solução de gestão costeira adotada para o Porto Sul nas localizações de 3,0 km, 3,5 km, 4,0 km e 4,5 km. Sem um estudo de gestão costeira realizado para cada local considerado, assume-se que deverá haver uma transferência de aproximadamente 150.000m³ de areia de praia a cada ano.




Estima-se que o custo para implementar um esquema para transferência de 150.000m³/ano de areia de praia usando maquinário terrestre seja de aproximadamente R\$10.000.000 por ano.

10.0 COMPARAÇÃO DE CUSTOS

10.1 INTRODUÇÃO

As discussões realizadas neste documento mostraram que as variações mais significativas dos custos com relação à distância da costa na construção do porto ocorrem nas seguintes etapas:

- Dragagem (dos canais de navegação e para a construção dos quebra-mares).
- Enrocamento (estrutura dos quebra-mares e substituição do material na base dos quebra-mares).
- Estruturas Oceânicas do Porto (Ponte de Acesso e Píeres de Atracação).

 BAHIA MINERAÇÃO	 	PEDRA DE FERRO “NOVO CONCEITO” UNIDADE DE PROJETO DE PORTO F1001-4	
TÍTULO NOTA TÉCNICA – NT 044 ARITAGUÁ TERMINAL PRIVADO-4400 PORTO SUL ‘TRADE OFF’	BAMIN Nº: RL-4400-G-325	PAGINA 40/55	
	CONTRATANTE Nº: 47050836/1400/TN 044	REV. C	

Esta seção estabelece uma avaliação dos custos estimados associados às etapas descritas acima.

10.2 ESTIMATIVAS DE CUSTO

As estimativas de custo apresentadas neste documento foram desenvolvidas baseadas nos projetos conceituais de engenharia para a construção do Porto Sul e as localizações oceânicas desse estudo. Apesar das estimativas de custo serem aproximadas, elas são robustas o suficiente para realizar a comparação entre as opções de localização do porto.

Esta seção fornece informações separadas dos custos dos trabalhos de construção (dragagem, enrocamento e estruturas oceânicas) e da estratégia para gestão costeira.

10.2.1 Bases para a Estimativa de Custos



As estimativas de custos apresentadas nesta seção são baseadas em valores aproximados. Dessa forma, comparações podem ser feitas entre os quatro locais que estão sendo consideradas. Os custos para cada atividade de construção foram aplicados a todas as opções dos locais considerados, por exemplo, assumindo os mesmos equipamentos utilizados para a construção em todas as alternativas.

Os custos foram baseados nas estimativas de custos do projeto básico de engenharia do Terminal Privado da BAMIN. Estes valores foram extrapolados para a construção do Porto Público com o intuito de fornecer os custos da construção completa do Porto Sul.

a) *Dragagem*

O custo estimado para os trabalhos de dragagem para o Porto Sul foi de R\$ 31,00/m³ de dragagem.

Essa taxa foi aplicada assumindo que todos os trabalhos de dragagem serão realizados por uma única draga de sucção autotransportadora (*Trailing Suction Hopper Dredger –THSD*) com capacidade de 10.000 m³. Essa taxa inclui a mobilização e desmobilização e também leva em consideração que o descarte será realizado em uma área a 10 milhas náuticas de distância do empreendimento. Não foram impostas tolerâncias para cobrir as variações do custo em função dos volumes de dragagem.

 BAHIA MINERAÇÃO		PEDRA DE FERRO “NOVO CONCEITO” UNIDADE DE PROJETO DE PORTO F1001-4	
TÍTULO NOTA TÉCNICA – NT 044 ARITAGUÁ TERMINAL PRIVADO-4400 PORTO SUL ‘TRADE OFF’	BAMIN N°: RL-4400-G-325	PAGINA 41/55	
	CONTRATANTE N°: 47050836/1400/TN 044	REV. C	

b) Enrocamento

A estimativa do custo dos trabalhos de enrocamento para o Porto Sul foi de R\$ 99,00/m³ de enrocamento.

Essa taxa exclui os custos das pedreiras, construção de estradas de escoamento e das áreas costeiras para apoio. Essa taxa foi utilizada assumindo o uso de pedreiras próximas com boa quantidade e qualidade de rochas para construção de quebra-mares.

c) Estruturas do Porto Offshore

As estimativas de custo para as estruturas portuárias foram baseadas em variações aproximadas das quantidades de pilares de aço e concreto necessários.

A taxa estimada do custo dos pilares de aço é de R\$ 10.190,00/tonelada e para o concreto é de R\$ 1.525,00/m² de área plana.



Essas taxas foram aplicadas a todas as alternativas de localização consideradas.

10.2.2 Custos de Construção Offshore

A Figura 10.1 apresenta as estimativas de custos das etapas de construção do Porto Sul com relação à distância nas categorias:

- Dragagem
- Enrocamento
- Estruturas Portuárias Offshore

Os custos são apresentados em relação a 100% dos custos para uma instalação a 3,5km da costa para cada etapa acima mencionada.

		PEDRA DE FERRO “NOVO CONCEITO” UNIDADE DE PROJETO DE PORTO F1001-4	
		TÍTULO NOTA TÉCNICA – NT 044	BAMIN N°: RL-4400-G-325
ARITAGUÁ TERMINAL PRIVADO-4400 PORTO SUL ‘TRADE OFF’		CONTRATANTE N°: 47050836/1400/TN 044	REV. C

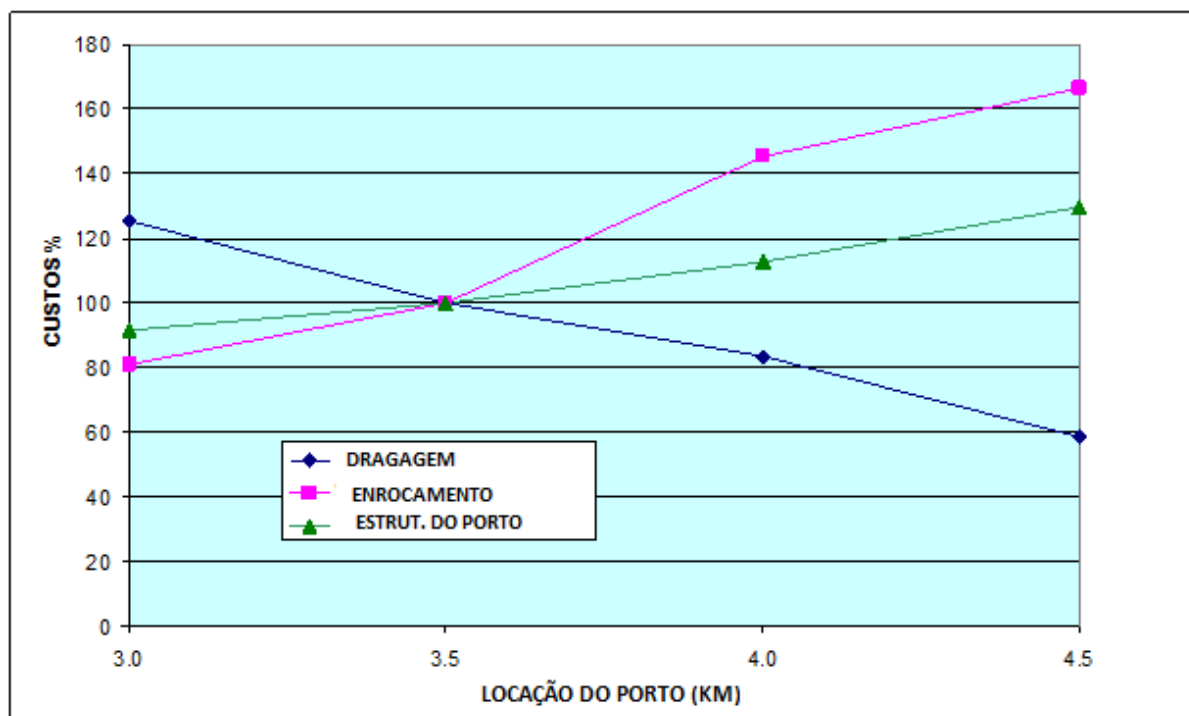




Figura 10.1– Custos de construção relativos à construção do Porto Sul a 3,5 km da costa.

Relativamente à localização a 3,5 km da costa, a Tabela 10.1 resume as variações das estimativas de custo associadas com a dragagem, enrocamento e estruturas portuárias offshore as alternativas consideradas.

Tabela 10.1 - Custos de construção aproximados relativos à construção a 3,5 km da costa

Localização do Porto (km)	Dragagem	Enrocamento	Estruturas Portuárias Offshore
3.0	125%	80%	90%
3.5	100%	100%	100%
4.0	85%	145%	115%
4.5	60%	165%	130%

A Figura 10.2 apresenta o custo aproximado total da construção associada à implementação do cenário proposto do Porto Sul em diferentes distâncias da costa. Os custos relacionam somente os gastos com enrocamento dos quebra-mares, dragagem e estruturas portuárias offshore. Outros custos associados, tais como utilidades, serviços gerais, estruturas de suporte à construção e equipamentos para manipulação e movimentação de materiais não foram considerados.

 BAHIA MINERAÇÃO		PEDRA DE FERRO "NOVO CONCEITO" UNIDADE DE PROJETO DE PORTO F1001-4	
		TÍTULO NOTA TÉCNICA – NT 044 ARITAGUÁ TERMINAL PRIVADO-4400 PORTO SUL 'TRADE OFF'	BAMIN Nº: RL-4400-G-325
		CONTRATANTE Nº: 47050836/1400/TN 044	REV. C

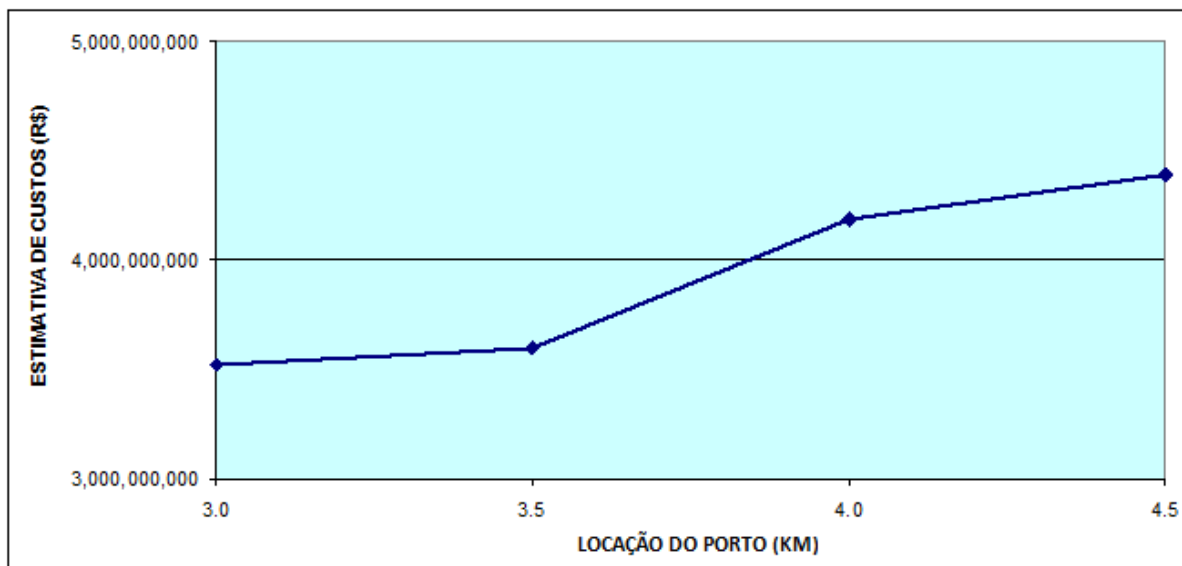


Figura 10.2 - Variação aproximada dos custos de construção em função da distância da costa.



A Tabela 10.2 resume os custos aproximados de construção (dragagem, enrocamento e estruturas oceânicas do porto) estimados nos quatro locais considerados. Custos associados com outras atividades da construção, item gerais, extensão do cronograma e uso de maquinário especializado foram excluídos.

Tabela 10.2 - Custos de construção aproximados para as diferentes alternativas do Porto Sul.

Distância da Costa (km)	Custo Aproximado (MR\$)
3.0	3,520
3.5	3,600
4.0	4,180
4.5	4,390

A partir da Tabela 10.2 verifica-se que os custos de construção a distâncias de 3,0 e 3,5 km são comparáveis. Conforme o empreendimento se afasta da costa há um aumento significativo nos custos.

Os custos para o desenvolvimento do Porto Sul entre 4,0 e 4,5 km de distância da costa podem estar subestimados, uma vez que se as mesmas estruturas foram assumidas como adequadas para distâncias maiores da costa. Na prática, são necessárias estruturas mais pesadas e onerosas, além de mudanças no projeto, para compensar o aumento do risco e dificuldades associadas com o trabalho em águas mais profundas.

 BAHIA MINERAÇÃO		PEDRA DE FERRO “NOVO CONCEITO” UNIDADE DE PROJETO DE PORTO F1001-4	
TÍTULO NOTA TÉCNICA – NT 044 ARITAGUÁ TERMINAL PRIVADO-4400 PORTO SUL ‘TRADE OFF’	BAMIN Nº: RL-4400-G-325	PAGINA 44/55	
	CONTRATANTE Nº: 47050836/1400/TN 044	REV. C	

Os custos devem ser utilizados com certo cuidado, uma vez que foram preparados apenas para mostrar os custos relativos para cada localização e não para estimar o orçamento definitivo do projeto.

10.2.3 Custos de Dragagem de Manutenção

Conforme mencionado na Seção 3.4, dragagens de manutenção serão necessárias de forma a manter a os canais de navegação e manobra do Porto Sul.

Baseando-se nas premissas aplicadas para a determinação dos volumes e frequência das dragagens de manutenção, estima-se que o custo anual da dragagem de manutenção irá variar de aproximadamente R\$ 21.000.000 por ano à distância de 3 km da costa até R\$ 16.000.000 por ano à distância de 4,5km da costa.

10.2.4 Custos de Manutenção da Praia

Estima-se que o custo de implementação de um programa que irá reciclar 150.000m³/ano de material de praia usando máquinas e equipamentos em terra será da ordem de R\$ 10.000.000 por ano.

Como não foi realizado um estudo completo dos efeitos da linha de costa para cada local previsto de localização do empreendimento, foi assumido que este custo se aplica para o projeto do Porto Sul qualquer que seja a distância escolhida (3,0 km, 3,5 km, 4,0 km ou 4,5km da linha de costa).



11.0 CONCLUSÕES

11.1 GERAL

Este documento tratou da análise da viabilidade técnica e econômica (*trade-off*) da construção do Porto Sul a distâncias de 3,0 km, 3,5 km, 4,0 km e 4,5 km da costa.

Verificou-se que, à medida que o Porto Sul se afasta da costa:

- O volume de dragagem e custos diminui.
- A quantidade de enrocamento para os quebra-mares e seus custos aumenta.
- As estruturas portuárias offshore (pilares de aço e concreto) e seus custos aumentam.
- Os efeitos na linha de costa resultantes do quebra-mar principal do Porto Sul são similares nas quatro localidades oceânicas consideradas.
- O aumento do tamanho do píer de embarque provisório (PEP) e extensão da sua permanência ou de seu serviço terá um grande efeito na linha de costa.

 BAHIA MINERAÇÃO		PEDRA DE FERRO “NOVO CONCEITO” UNIDADE DE PROJETO DE PORTO F1001-4	
TÍTULO NOTA TÉCNICA – NT 044 ARITAGUÁ TERMINAL PRIVADO-4400 PORTO SUL ‘TRADE OFF’	BAMIN Nº: RL-4400-G-325	PAGINA 45/55	
	CONTRATANTE Nº: 47050836/1400/TN 044	REV. C	

- A necessidade de gestão costeira continua essencial.

Dentre as diferenças encontradas entre as alternativas (por exemplo, de 4,0km para 4,5km da costa), a mais importante é o aumento da quantidade de enrocamento necessário para construção dos quebra-mares.

Devido ao grande número e à gravidade dos problemas identificados nas análises apresentadas neste documento, estudos mais aprofundados de engenharia são necessários para confirmar a viabilidade técnica da implementação do Porto Sul nos locais a 4,0 km e 4,5 km de distância da costa.

11.2 CONSTRUÇÃO

Na ausência de estudos geotécnicos nas áreas de todas as alternativas, a viabilidade técnica da construção do Porto Sul a distâncias superiores a 3,5 km de distância da costa é incerta. Pelas indicações iniciais, a construção a distâncias maiores que 3,5 km serão menos práticas e eficientes. As razões principais para esse fato são:



- A complexidade de construção geralmente aumenta à medida que se afasta da costa e alcança águas mais profundas e expostas.
- A disponibilidade reduzida de equipamentos especializados capazes de operar em águas profundas e em condições mais expostas.
- O aumento significativo do volume de enrocamento para os quebra-mares.
- A extensão do cronograma de construção.
- A necessidade de um maior PEP com mais píeres para apoiar o carregamento de enrocamento e minimizar a extensão de cronograma da construção de quebra-mares.

11.3 GESTÃO DA LINHA DE COSTA

Não se espera os custos associados à gestão costeira da linha de costa para os cenários considerados tenham variações significativas, especialmente quando comparados com a magnitude dos custos associados para instalar o porto mais distante da costa.

11.4 CONSIDERAÇÕES AMBIENTAIS

Apesar deste documento relacionar os volumes e quantidades de material para a construção, custos e viabilidade técnica de maneira geral, as seguintes implicações ambientais associadas com o empreendimento deveriam também ser consideradas:

 BAHIA MINERAÇÃO		PEDRA DE FERRO “NOVO CONCEITO” UNIDADE DE PROJETO DE PORTO F1001-4	
TÍTULO NOTA TÉCNICA – NT 044 ARITAGUÁ TERMINAL PRIVADO-4400 PORTO SUL ‘TRADE OFF’	BAMIN N°: RL-4400-G-325	PAGINA 46/55	
	CONTRATANTE N°: 47050836/1400/TN 044	REV. C	

- Redução da dragagem conforme o empreendimento se distancia da costa e, por exemplo, suas implicações no descarte do material dragado.
- O aumento na quantidade de enrocamento dos quebra-mares à medida que aumenta a distância da costa, por exemplo, afeta a produção das pedreiras e o transporte de material.
- A prolongada duração do PEP causa maior necessidade de gestão da linha de costa.
- O possível aumento do PEP (comprimento do quebra-mar para acomodar mais píeres de atracação) causará uma gestão costeira significativamente maior.
- O aumento da quantidade das estruturas portuárias offshore, tais como pilares de aço e concreto, por exemplo, afeta o transporte e uso de matéria-prima.
- O aumento da área em terra para pedreiras e construção.
- Aumento nas atividades de transporte e estradas de escoamento.

11.5 VANTAGENS E DESVANTAGENS NAS LOCALIZAÇÕES OCEÂNICAS

Baseando-se nas análises realizadas neste documento, a Tabela 11.1 resume as principais vantagens e desvantagens da localização do Porto Sul a distâncias de 3,0 km, 3,5 km, 4,0 km ou 4,5 km de distância da costa. As vantagens e desvantagens são resultantes da comparação entre as quatro localizações. Os fatores que variam marginalmente entre as localizações foram desconsiderados.




 BAHIA MINERAÇÃO		PEDRA DE FERRO “NOVO CONCEITO” UNIDADE DE PROJETO DE PORTO F1001-4	
TÍTULO NOTA TÉCNICA – NT 044	BAMIN Nº: RL-4400-G-325	PAGINA 47/55	
ARITAGUÁ TERMINAL PRIVADO-4400 PORTO SUL ‘TRADE OFF’	CONTRATANTE Nº: 47050836/1400/TN 044	REV. C	

Tabela 11.1 - Vantagens e Desvantagens Relativas das Localizações Oceânicas.

Localização a 3,0km de Distância da Costa	
VANTAGENS	REFERÊNCIA
<ul style="list-style-type: none"> ● Menor volume de enrocamento para quebra-mares. ● Menor distância da ponte de acesso. ● Menor custo total 	<ul style="list-style-type: none"> ● Seção 4.3 ● Figura 1.2 ● Figura 10.2
DESVANTAGENS <ul style="list-style-type: none"> ● Maior volume de dragagem. ● Quebra-mar mais próximo da costa – feitos na linha de costa. ● Provavelmente alta taxa de siltação nas áreas dragadas. ● Canal de acesso dragado longo e estreito. 	<ul style="list-style-type: none"> ● Seção 3.3 ● Seção 9.0 ● Seção 3.1 ● Figura 1.2
Localização a 3,5km de Distância da Costa	
VANTAGENS	REFERÊNCIA
<ul style="list-style-type: none"> ● Volumes de dragagem reduzidos. ● Menor cronograma de construção. ● Custos totais relativamente baixos 	<ul style="list-style-type: none"> ● Seção 3.3 ● Figura 7.1 ● Figura 10.2
DESVANTAGENS <ul style="list-style-type: none"> ● Aumento do volume de enrocamento para quebra-mar. 	<ul style="list-style-type: none"> ● Seção 4.3
Localização a 4,0km de Distância da Costa	
VANTAGENS	REFERÊNCIA
<ul style="list-style-type: none"> ● Volumes de dragagem reduzidos. 	<ul style="list-style-type: none"> ● Seção 3.3
DESVANTAGENS <ul style="list-style-type: none"> ● Aumento significativo do volume de enrocamento para quebra-mar. ● Aumento do período de construção. ● Aumento do custo total. ● Ponte de acesso longa. ● Viabilidade técnica incerta. 	<ul style="list-style-type: none"> ● Seção 4.3 ● Figura 7.1 ● Figura 10.2 ● Figura 1.2 ● Seção 6.0
Localização a 4,5km de Distância da Costa	
VANTAGENS	REFERÊNCIA
<ul style="list-style-type: none"> ● Menor volume de dragagem. ● Menor dragagem do canal de acesso. 	<ul style="list-style-type: none"> ● Seção 3.3 ● Figura 1.2
DESVANTAGENS <ul style="list-style-type: none"> ● Maior volume de enrocamento para quebra-mar ● Maior ponte de acesso ao porto. ● Maior cronograma de construção. ● Maior custo total. ● Maior exposição às ondas e condições meteoceanográficas. ● Viabilidade técnica incerta. 	<ul style="list-style-type: none"> ● Seção 4.3 ● Figura 1.2 ● Figura 7.1 ● Figura 10.2 ● Seção 6.1 ● Seção 6.0

 BAHIA MINERAÇÃO		PEDRA DE FERRO “NOVO CONCEITO” UNIDADE DE PROJETO DE PORTO F1001-4	
TÍTULO NOTA TÉCNICA – NT 044	BAMIN Nº: RL-4400-G-325	PAGINA 48/55	
ARITAGUÁ TERMINAL PRIVADO-4400 PORTO SUL ‘TRADE OFF’	CONTRATANTE Nº: 47050836/1400/TN 044	REV. C	

12.0 RECOMENDAÇÕES

Baseado nas análises efetuadas, recomenda-se que o Porto Sul seja localizado à distância de 3,5 km da costa. As razões principais para essa recomendação são:

- Há um balanço entre as quantidades e os cronogramas das principais atividades de construção, particularmente para a dragagem e para o enrocamento do quebra-mar.
- Melhor cronograma de construção.
- Relativamente baixo custo total de dragagem, enrocamento e estruturas oceânicas do porto.

Localizar o Porto Sul a uma distância de 3,0km da costa não é recomendado pelas seguintes razões:

- Necessidades de dragagem excessiva (incluindo dragagem de manutenção).
- Quebra-mar principal muito próximo da linha de costa.

Localizar o Porto Sul em localizações mais distantes da costa, 4,0km e 4,5km não é recomendado pelas seguintes razões:



- Aumento significativo dos volumes de enrocamento.
- Aumento no cronograma de construção.
- Aumento nos custos de construção.
- Maior exposição a ondas e condições meteoceanográficas.
- Aumento da complexidade de construção - riscos elevados de saúde, de segurança e técnicos e necessidade de equipamentos especializados.
- Viabilidade técnica incerta, por exemplo, construção em água profunda.
- O terminal provisório de apoio (PEP) precisa ser maior (com aumento do número de berços de atracação e quebra-mares maiores) ou haverá a necessidade de utilização dos mesmos por períodos maiores que os estimados e, por causa disto, aumentam as preocupações com os efeitos na linha de costa.

13.0 REFERÊNCIAS

URS Scott Wilson Report Construction Effects (Shoreline Effect & Beach Management) – Combined Public & Aritaguá Private Terminal, RL-4400-N-302 Rev B, July 2011



URS Scott Wilson Report Aritaguá Stage 2 Metocean Report, RL-4400-X-320 Rev A, November 2011

Coastal Engineering Manual, U.S. Army Corps of Engineers, 2002

 BAHIA MINERAÇÃO		PEDRA DE FERRO “NOVO CONCEITO” UNIDADE DE PROJETO DE PORTO F1001-4	
TÍTULO NOTA TÉCNICA – NT 044 ARITAGUÁ TERMINAL PRIVADO-4400 PORTO SUL ‘TRADE OFF’	BAMIN Nº: RL-4400-G-325	PAGINA 49/55	
	CONTRATANTE Nº: 47050836/1400/TN 044	REV. C	

ANEXOS

- A – Layout do Porto Sul Proposto
- B – Layout das Opções de Quebra-Mar
- C – Cronograma de Construção do Porto Sul
- D – Opções para a Gestão da Linha de Costa

 BAHIA MINERAÇÃO		PEDRA DE FERRO “NOVO CONCEITO” UNIDADE DE PROJETO DE PORTO F1001-4	
TÍTULO NOTA TÉCNICA – NT 044 ARITAGUÁ TERMINAL PRIVADO-4400 PORTO SUL ‘TRADE OFF’	BAMIN Nº: RL-4400-G-325	PAGINA 50/55	
	CONTRATANTE Nº: 47050836/1400/TN 044	REV. C	

A – LAYOUT DO PROJETO DO PORTO SUL PROPOSTO

NOTAS

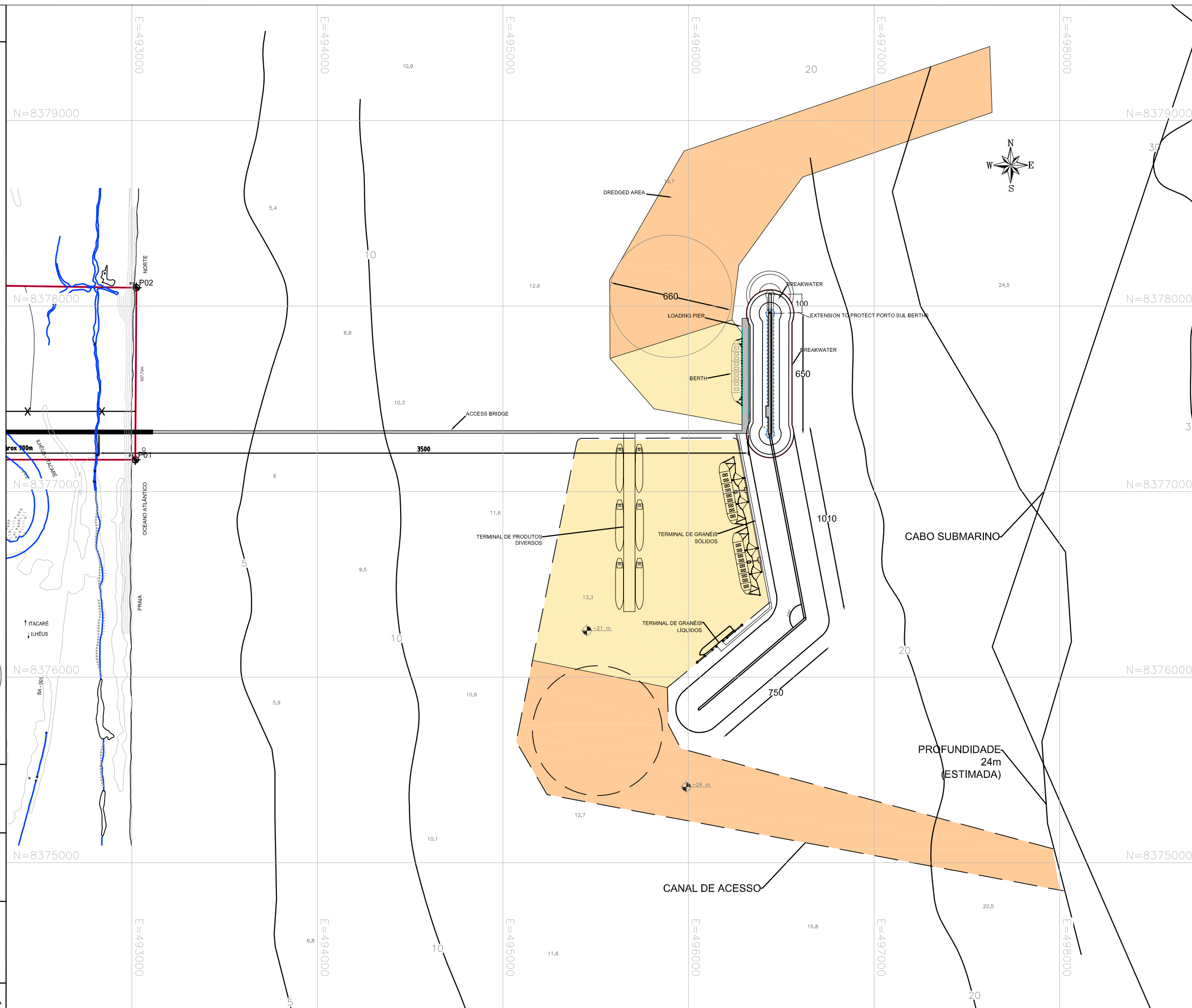
- 1 - PARA MODELAGEM COM LITPACK.
- 2 - MEDIDAS E COTAS EM METROS, SALVO INDICAÇÃO EM CONTRÁRIO.
- 3 - PROFUNDIDADES DE DRAGAGEM ASSUMIDA PARA O PORTO PÚBLICO:
ÁREA ABRIGADA: -21 m DHN.
CANAL DE ACESSO E BACIA: -24 m DHN.
- 4 - DRAGAGEM PARA O TUP DA BAMIN NÃO REPRESENTADA NO DESENHO
- 5 - PROJEÇÃO UNIVERSAL TRANSVERSE MERCATOR, DATUM WGS 84.
- 6 - CARTA NÁUTICA 1210 DHN.



PRELIMINAR



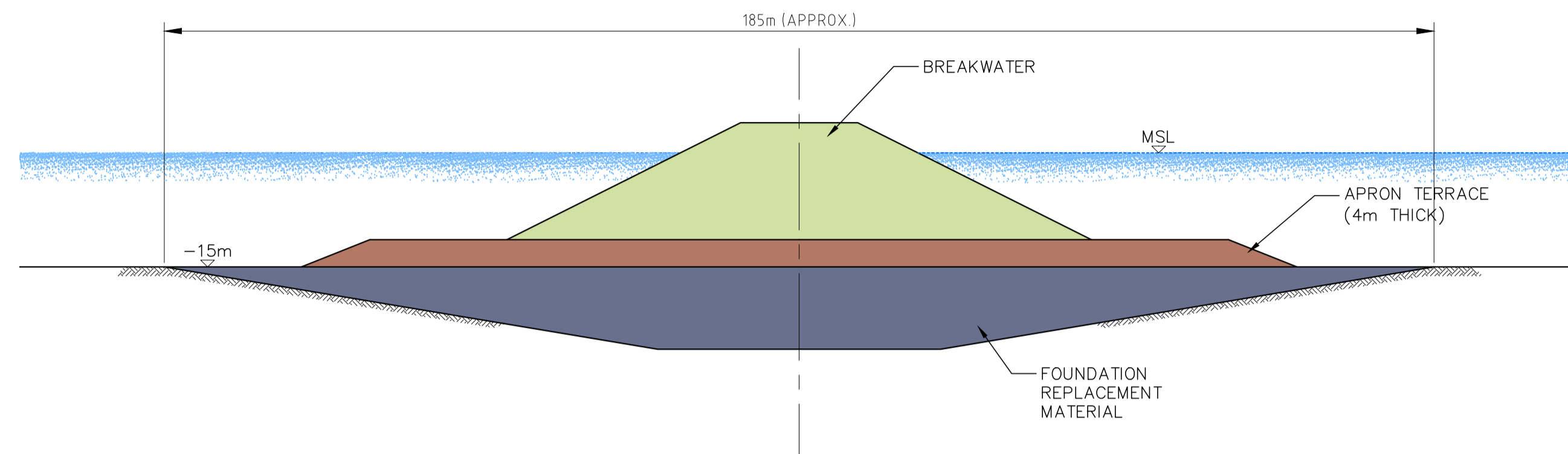
**PORTO SUL
ALTERNATIVA ARITAGUA
LAYOUT PRELIMINAR
AT001**

DATA: 16/05/2011 ESCALA: 1/20.000 EXEC. O. SAYÃO / G. OLIVEIRA

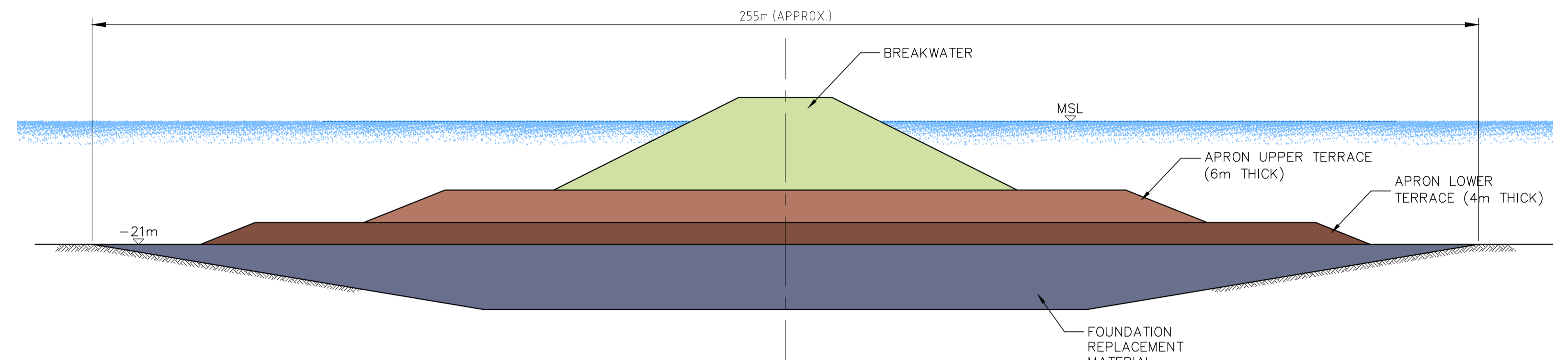


 BAHIA MINERAÇÃO		PEDRA DE FERRO “NOVO CONCEITO” UNIDADE DE PROJETO DE PORTO F1001-4	
TÍTULO NOTA TÉCNICA – NT 044 ARITAGUÁ TERMINAL PRIVADO-4400 PORTO SUL ‘TRADE OFF’	BAMIN Nº: RL-4400-G-325	PAGINA 51/55	
	CONTRATANTE Nº: 47050836/1400/TN 044	REV. C	

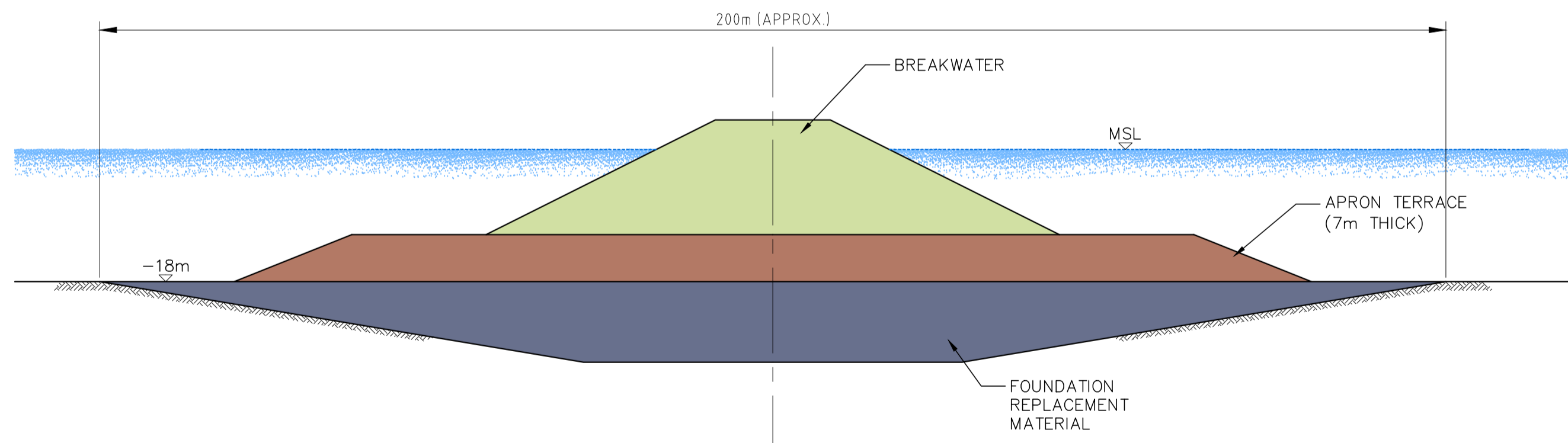
B – LAYOUT DAS OPÇÕES DE QUEBRA-MAR



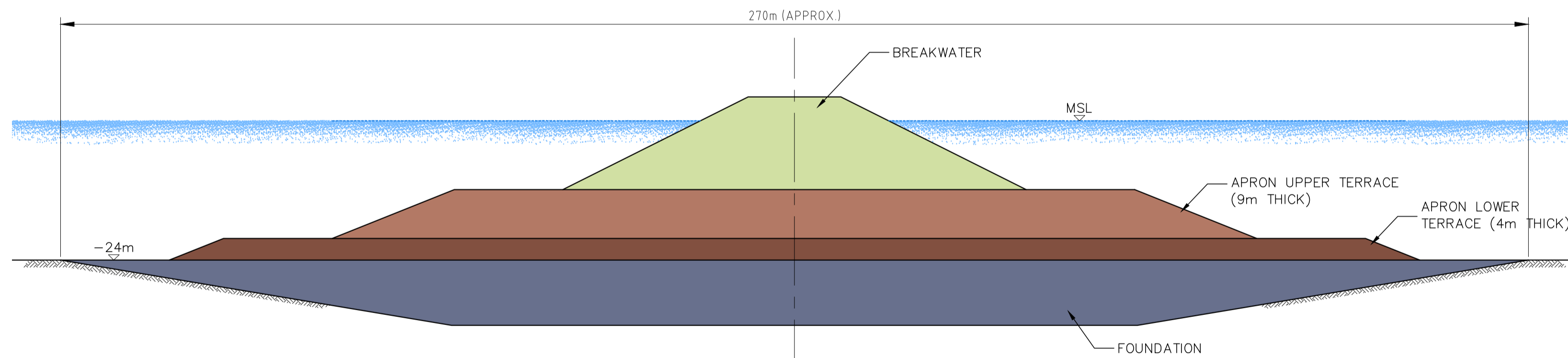
TYPICAL SECTION THROUGH
BREAKWATER 3.0 km OFFSHORE



TYPICAL SECTION THROUGH
BREAKWATER 4.0 km OFFSHORE



TYPICAL SECTION THROUGH
BREAKWATER 3.5 km OFFSHORE



TYPICAL SECTION THROUGH
BREAKWATER 4.5 km OFFSHORE

NOTES

1. This drawing is indicative and for illustrative purposes only.
2. All levels are relative to DHN datum.
3. Dimensions should not be scaled from this drawing.

REFERENCE DOCUMENTS

Technical Note 044 RL-4400-G-325.



URS Scott Wilson Ltd
Scott House
Alençon Link, Basingstoke
Hampshire, RG24 7FP
Telephone: (01256) 310200
Fax: (01256) 310201
www.urs-scottwilson.com



PROJECT:
PEDRA DE FERRO "NEW CONCEPT"
PORTO SUL
TRADE OFF
BREAKWATER
INDICATIVE CROSS SECTIONS

UNIT:
ARITAGUA PRIVATE TERMINAL

REV.	I.T.	DESCRIPTION	DSG	DRW	CHK	APP	DATE
B	C	FOR INFORMATION - SCALE BAR REMOVED	GM	RH	GM	PNJ	03.04.12
A	C	FOR INFORMATION	GM	PDV	GM	PNJ	20.03.12

REVISIONS




I.T.	(A) PRELIMINARY	(C) FOR INFORMATION	(E) FOR CONSTRUCTION	(G) AS BUILT
ISSUE TYPE	(B) FOR APPROVAL	(D) FOR QUOTATION	(F) AS PURCHASED	(H) CANCELED

SCALE: NTS	CONTRACTED N°: 47050836	BAMIN N°: 4401-C-390	REVISION B
----------------------	-----------------------------------	--------------------------------	----------------------

Plot Date: 04-Apr-12
 Plot Date: 08-02-12
 File Name: [7] 3307 - Porto Sul - Breakwater - BR - Aritagua Offshore Port 050 Drawings 4401-C-390_B.dwg (0.3x)

INSTRUCTIONS TO PLOT	COLOR	THICKNESS
COLOR IN R	0.05	
WHITE	0.1	
YELLOW	0.1	
GREEN	0.2	
CYAN	0.3	
BLUE	0.4	
RED	0.5	
MAGENTA	0.8	

This document has been prepared in accordance with the scope of Scott Wilson's appointment with its client and is subject to the terms of that appointment. Scott Wilson accepts no liability for any use of this document other than by its client and only for the purposes for which it was prepared and provided. Only written dimensions shall be used. © URS Scott Wilson Ltd 2011

 BAHIA MINERAÇÃO	 	PEDRA DE FERRO “NOVO CONCEITO” UNIDADE DE PROJETO DE PORTO F1001-4	
TÍTULO NOTA TÉCNICA – NT 044 ARITAGUÁ TERMINAL PRIVADO-4400 PORTO SUL ‘TRADE OFF’	BAMIN Nº: RL-4400-G-325	PAGINA 52/55	
	CONTRATANTE Nº: 47050836/1400/TN 044	REV. C	

C – CRONOGRAMA DE CONSTRUÇÃO DO PORTO SUL

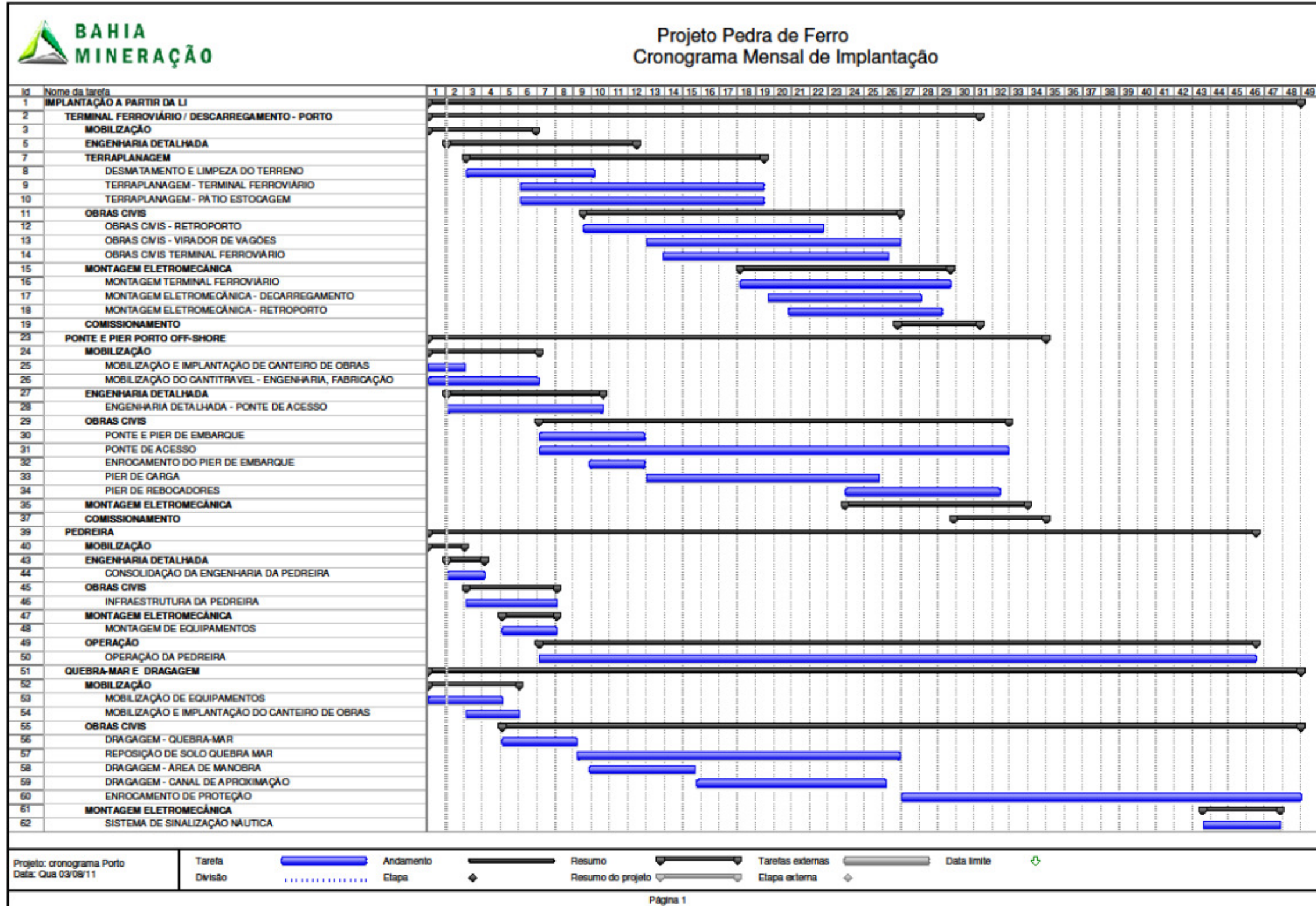
TITLE
**TECHNICAL NOTE – TN 044
ARITAGUÁ PRIVATE TERMINAL – 4400
PORTO SUL TRADE OFF
TECHNICAL NOTE**



BAMIN Nº:
RL-4400-G-325

PAGE
Attachment C

CONTRACTOR Nº:
47050836/1400/TN 044

REV.
D



 BAHIA MINERAÇÃO		PEDRA DE FERRO “NOVO CONCEITO” UNIDADE DE PROJETO DE PORTO F1001-4	
TÍTULO NOTA TÉCNICA – NT 044 ARITAGUÁ TERMINAL PRIVADO-4400 PORTO SUL ‘TRADE OFF’	BAMIN N°: RL-4400-G-325	PAGINA 53/55	
	CONTRATANTE N°: 47050836/1400/TN 044	REV. C	

D – OPÇÕES PARA A GESTÃO DA LINHA DE COSTA

D.1 INTRODUÇÃO

Este anexo discute as possíveis opções de gestão costeira que podem ser apropriadas para Aritaguá, com base em informação atualmente disponível. As opções possíveis incluem:

- Transferência de areia de Praia
- Espigões
- Revestimento

D.2 TRANSFERÊNCIA DE AREIA DE PRAIA



A areia de praia (sedimentos) pode ser transferida das áreas de deposição para áreas de erosão a fim de mitigar mudanças na linha de costa.

A transferência envolve monitoramento de níveis e de extensões de praia e determinação de níveis de ação e de emergência (p.ex.: uma queda no nível da praia de x metros sobre o comprimento da praia de y metros) que desencadeariam atividades de transferência. A areia da praia iria então ser movida ao longo da face de praia (foreshore) a partir de áreas de acreção para áreas de erosão. Há um número de métodos que poderiam ser adotados para mover a areia de praia, incluindo bombeamento por tubulação(s) e dragagem usando equipamento flutuante e usando maquinário terrestre.

Dependendo da taxa de erosão/acreção, pode ser necessária a realização desses trabalhos anualmente, mas estudos adicionais serão requeridos para determinar a frequência provável. Todavia, a frequência da necessidade de obras ainda pode ser altamente variável dependendo das condições anuais e de tempestade, um monitoramento e gestão cuidadosa da praia podem ser necessários.

Vantagens:

- Uma das opções mais “suaves” em termos de engenharia, sem necessidade de construção de defesas rígidas.
- Potencialmente a opção ambientalmente mais aceitável, já que mudanças “severas” na faixa de praia são minimizadas.
- Nenhuma despesa de grande capital no início do projeto.
- Potencialmente a opção mais sustentável no início do projeto, visto que permite que o monitoramento de efeitos na linha de praia ocorra antes de tomar uma decisão com relação a defesas rígidas.

 BAHIA MINERAÇÃO		PEDRA DE FERRO “NOVO CONCEITO” UNIDADE DE PROJETO DE PORTO F1001-4	
TÍTULO NOTA TÉCNICA – NT 044 ARITAGUÁ TERMINAL PRIVADO-4400 PORTO SUL ‘TRADE OFF’	BAMIN Nº: RL-4400-G-325	PAGINA 54/55	
	CONTRATANTE Nº: 47050836/1400/TN 044	REV. C	

- Garante que, em longo prazo, o balanço sedimentar total permanece o mesmo das condições atuais, limitando assim, efeitos adicionais ao longo da costa.

Desvantagens

- É difícil prever os custos com certeza.
- Compromisso com monitoramento e gestão de praia de longo prazo.
- Eventos extremos ainda podem causar rompimento nas dunas da praia. Um fator de segurança apropriado é necessário para evitar isto, que impacte na frequência de transferência e, conseqüentemente, nos custos.
- A transferência pode ser feita por uma série de métodos, como bombeamento, dragagem e por caminhões. Cada método tem seus efeitos ambientais característicos que precisam ser considerados.

D.3 ESPIGÕES

Espigões poderiam ser usados para diminuir as taxas de transporte longitudinais de sedimentos, aumentando assim a estabilidade da praia nas áreas críticas de erosão. A construção de espigões necessita ser cronometrada cuidadosamente em relação à construção de quebra-mar, e pode necessitar ser combinada com a alimentação da praia para garantir que as áreas mais a jusante não sejam privadas de sedimento.



No entanto, a área atrás do quebra-mar está sujeita a padrões complexos de transporte de sedimentos, e novos estudos são necessários para determinar se os espigões podem ser usados efetivamente para o controle da estabilidade da linha de praia.

Vantagens:

- Espigões aumentam a estabilidade da linha de costa por ‘segurar’ o material na praia.
- Espigões podem ser construídos a partir de uma variedade de materiais para atingir um equilíbrio entre o custo e o efeito ambiental.

Desvantagens:

- Perigos potenciais para banhistas e pequenos barcos.
- Requer a construção potencialmente extensa na praia.
- Eventos extremos podem ainda causar rompimento; fator de segurança será necessário para evitar isto, o que impacta nos custos.
- Os espigões requerem manutenção permanente.

 BAHIA MINERAÇÃO		PEDRA DE FERRO “NOVO CONCEITO” UNIDADE DE PROJETO DE PORTO F1001-4	
TÍTULO NOTA TÉCNICA – NT 044 ARITAGUÁ TERMINAL PRIVADO-4400 PORTO SUL ‘TRADE OFF’	BAMIN N°: RL-4400-G-325	PAGINA 55/55	
	CONTRATANTE N°: 47050836/1400/TN 044	REV. C	

- Ruptura da praia devido às atividades de construção.
- Construção na zona intemaré
- Efeito visual na praia e impedimento de acesso público.
- Dificuldade de prever com precisão o local necessário para o campo do espigão.

D.4 REVESTIMENTO

Um revestimento pode ser construído na parte de trás da praia em áreas onde a erosão é antecipada. Isto funcionaria como uma última linha de defesa durante eventos extremos para garantir que a erosão não rompa áreas sensíveis.

Vantagens:

- Proporciona segurança em termos de defesa padrão.
- Certeza de maior custo.
- Pode ser construído a partir de uma variedade de materiais para atingir um equilíbrio de custo e efeito ambiental.

Desvantagens

- Requer construção potencialmente extensiva na praia.
- Rompimento na praia devido a atividades de construção.
- Efeito visual na praia e impedimento de acesso público.
- Dificuldade de prever com precisão o local necessário para o campo do espigão.
- Não indica crescimento de saliente.

PARTE II - TEXTO REVISADO/ESTUDOS COMPLEMENTARES

**TOMO VIII - APÊNDICE 7 – LINHA DE COSTA, SEDIMENTOS DE
DRAGAGEM E ROTAS MARÍTIMAS**

7.A – LINHA DE COSTA

**7.A.2 - ESTUDO DA EVOLUÇÃO DA LINHA DE COSTA PARA AS
ALTERNATIVAS DO PORTO SUL**

 BAHIA MINERAÇÃO		PEDRA DE FERRO “NOVO CONCEITO” UNIDADE DE PROJETO DE PORTO F1001-40	
TÍTULO NOTA TÉCNICA – TN049 ESTUDO DA EVOLUÇÃO DA LINHA DE COSTA PARA AS ALTERNATIVAS DO PORTO SUL	BAMIN Nº: RL-4400-N-306	PAGINA 1/74	
	CONTRACTOR Nº: 47050836/1400/TN 049	REV. A	

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	03
2	METODOLOGIA.....	08
3	DADOS DE ENTRADA	10
4	CONFIGURAÇÃO DO MODELO	18
5	RESULTADOS DO TRANSPORTE DE SEDIMENTOS	19
6	OPÇÕES DE LAYOUT.....	20
7	LAYOUT 1: PORTO SUL ORIGINAL	21
8	LAYOUT 2: PORTO SUL REV. 1.....	23
9	LAYOUT 3: PORTO SUL REV. 3.....	25
10	DISCUSSÃO	27
11	CONCLUSÕES	37

ANEXO(S)

- 1. LAYOUT PORTO SUL ORIGINAL – EFEITOS PREVISTOS NA COSTA (PEP POR 5 + 30 ANOS DE DURAÇÃO)**
- 2. LAYOUT PORTO SUL ORIGINAL – EFEITOS PREVISTOS NA COSTA (PEP POR 5 ANOS)**
- 3. PORTO SUL REV. 1 LAYOUT – EFEITOS PREVISTOS NA COSTA (PEP POR 5 ANOS)**
- 4. PORTO SUL REV. 3 LAYOUT – EFEITOS PREVISTOS NA COSTA (PEP POR 5 ANOS)**
- 5. FIGURAS PARA COMPARAÇÃO – PORTO SUL ORIGINAL (PEP POR 5 + 30 ANOS DE DURAÇÃO) E PORTO SUL REV. 1 (PEP POR 5 ANOS)**
- 6. FIGURAS PARA COMPARAÇÃO – PORTO SUL REV. 1 (PEP POR 5 ANOS) E PORTO SUL REV. 3 (PEP POR 5 ANOS)**

 BAHIA MINERAÇÃO		PEDRA DE FERRO “NOVO CONCEITO” UNIDADE DE PROJETO DE PORTO F1001-40	
TÍTULO NOTA TÉCNICA – TN049 ESTUDO DA EVOLUÇÃO DA LINHA DE COSTA PARA AS ALTERNATIVAS DO PORTO SUL	BAMIN Nº: RL-4400-N-306	PAGINA 2/74	
	CONTRACTOR Nº: 47050836/1400/TN 049	REV. A	

1 INTRODUÇÃO

1.1 GERAL

A Bahia Mineração (BAMIN) tem como objetivo instalar um novo Terminal Offshore Privado em Aritaguá, Bahia, adjacente ao porto público do Governo da Bahia (Figura 1-1). O desenvolvimento combinado do Terminal Privado e do Porto Público é referido como "Porto Sul".

Uma das necessidades do processo de licenciamento ambiental é a investigação dos efeitos potenciais que o quebra-mar projetado para o Porto Sul pode causar na linha de costa local.

Esta Nota Técnica apresenta um resumo dos estudos que foram realizados pela URS/Scott Wilson para prever os efeitos potenciais no litoral, considerando três configurações (*layouts*) diferentes do Porto Sul em Aritaguá. Os três layouts do Porto Sul estão listados na Tabela 1.1.

Tabela 1.1: Layouts do Porto Sul e arranjos do quebra-mar.

Layouts	Nome	Comprimento da crista do quebra-mar (m)	Comprimento efetivo do quebra-mar (m) *
1	Porto Sul Original	2.410	2.100
2	Porto Sul Revisão 1	1.980	1.800
3	Porto Sul Revisão 3	1.980	1.800

*Comprimento efetivo do quebra-mar é a projeção paralela do comprimento do quebra-mar sobre a linha de costa.

 BAHIA MINERAÇÃO		PEDRA DE FERRO “NOVO CONCEITO” UNIDADE DE PROJETO DE PORTO F1001-40	
TÍTULO NOTA TÉCNICA – TN049 ESTUDO DA EVOLUÇÃO DA LINHA DE COSTA PARA AS ALTERNATIVAS DO PORTO SUL	BAMIN Nº: RL-4400-N-306	PAGINA 3/74	
	CONTRACTOR Nº: 47050836/1400/TN 049	REV. A	

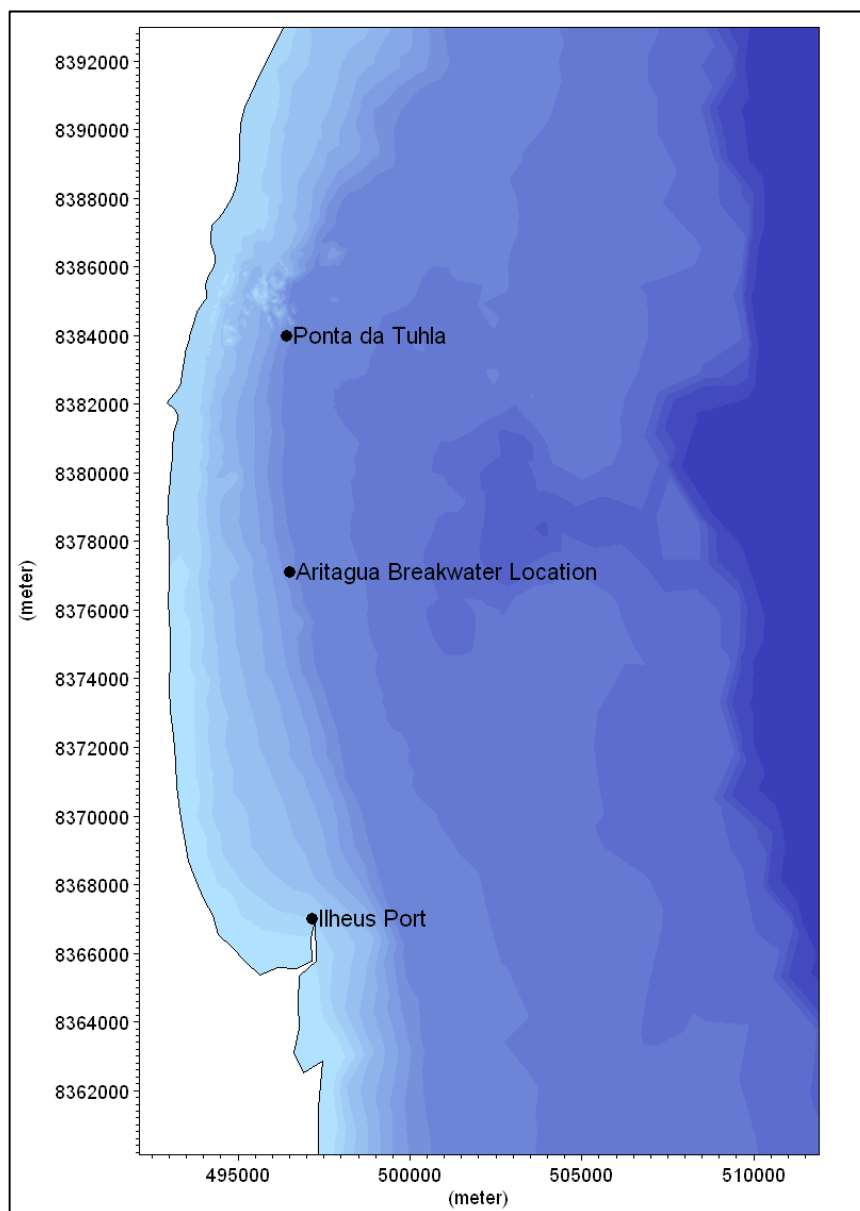


Figura 1-1: Localização do quebra mar de Aritaguá.

O layout do porto proposto em Aritaguá consiste de uma ponte de acesso que se conecta a um cais offshore e que é protegido por um quebra mar localizado a aproximadamente 3,5 km da costa (Figura 1-2).

 BAHIA MINERAÇÃO		PEDRA DE FERRO “NOVO CONCEITO” UNIDADE DE PROJETO DE PORTO F1001-40	
TÍTULO NOTA TÉCNICA – TN049 ESTUDO DA EVOLUÇÃO DA LINHA DE COSTA PARA AS ALTERNATIVAS DO PORTO SUL	BAMIN Nº: RL-4400-N-306	PAGINA 4/74	
	CONTRACTOR Nº: 47050836/1400/TN 049	REV. A	

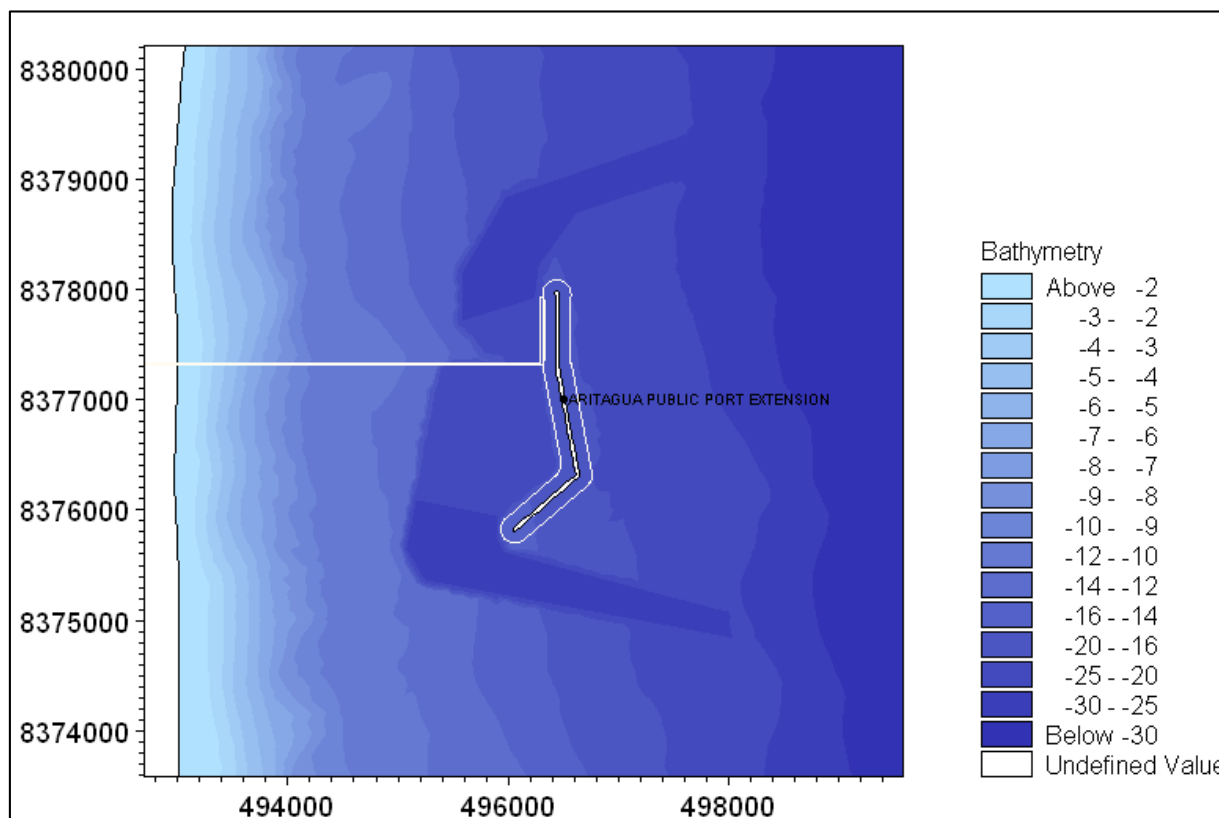


Figura 1-2: Projeto do Porto sul – Layout Original.

O comprimento do quebra-mar "offshore" do Porto Sul ao nível médio do mar (~ 1.1m DHN) é 2.410m, e o comprimento efetivo paralelo à costa é de 2.100 m. Os canais de acesso dragados (-24 m DHN) e as áreas de atracação (-21 m DHN) foram incluídos no projeto do porto a Sul e a Norte da ponte de acesso, respectivamente.

A construção do Porto Sul conta com um Píer de Embarque Provisório (PEP). A localização do PEP em relação ao quebramar do Porto Sul é exibida na Figura 1-3. O quebramar do PEP tem 270 m de comprimento, medidos ao nível do mar, e localizados, aproximadamente, a 860 m offshore.

		PEDRA DE FERRO “NOVO CONCEITO” UNIDADE DE PROJETO DE PORTO F1001-40	
TÍTULO NOTA TÉCNICA – TN049 ESTUDO DA EVOLUÇÃO DA LINHA DE COSTA PARA AS ALTERNATIVAS DO PORTO SUL	BAMIN Nº: RL-4400-N-306	PAGINA 5/74	
	CONTRACTOR Nº: 47050836/1400/TN 049	REV. A	

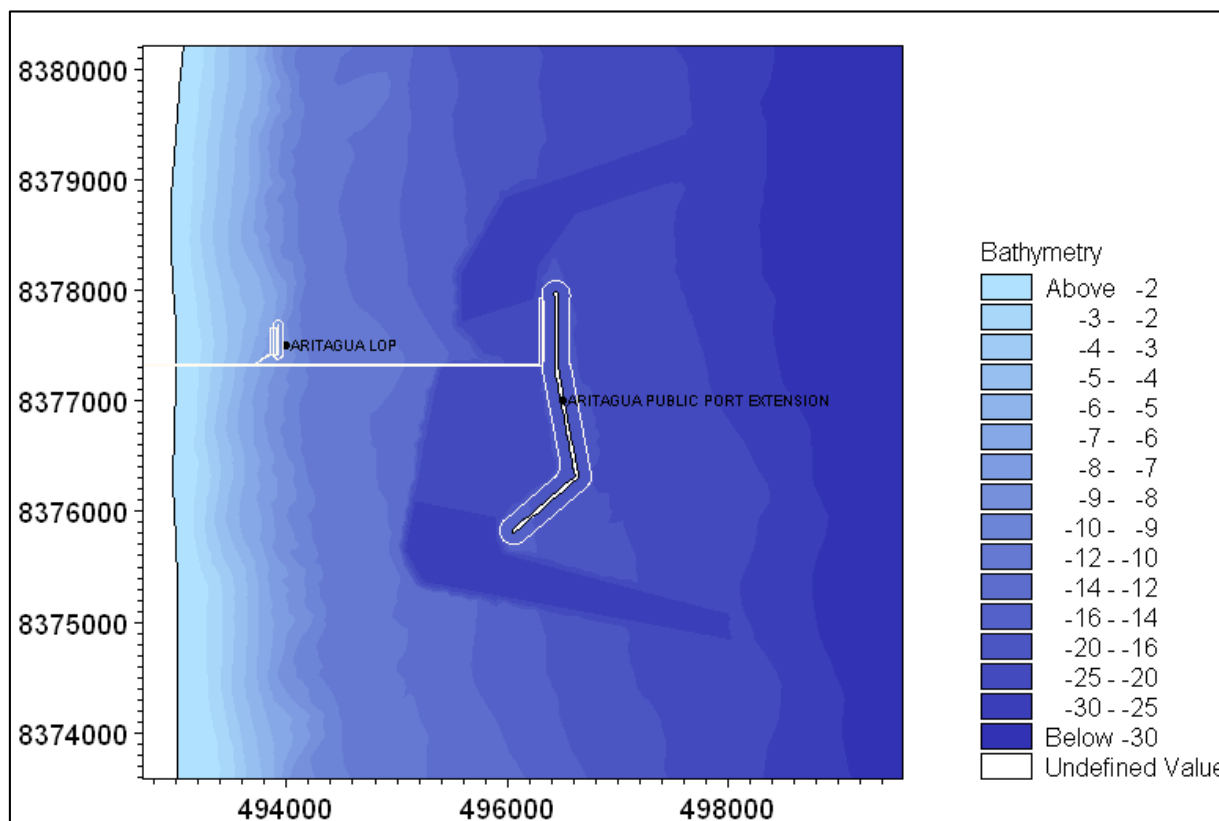


Figura 1-3: Projeto do Porto Sul ilustrando a localização do Píer de Embarque Provisório (PEP) – Layout Original.

1.2 INFORMAÇÕES BÁSICAS

A construção de quebra-mares na região offshore possui o objetivo de fornecer abrigo das ondas incidentes. A consequência deste tipo de construção é uma eventual redução na deriva litorânea de sedimentos e um acréscimo de material na região de praia mais próxima ao quebra-mar. Por causa desses efeitos, muitos quebra-mares são construídos para fornecer proteção em áreas onde a costa é também vulnerável.

Os quebra-mares tipicamente produzem um dos seguintes efeitos no litoral (Figura 1-4):

- Formação de um saliente. Um saliente é uma faixa de areia que se forma atrás do quebra-mar com largura maior do que a praia adjacente.

 BAHIA MINERAÇÃO		PEDRA DE FERRO “NOVO CONCEITO” UNIDADE DE PROJETO DE PORTO F1001-40	
TÍTULO NOTA TÉCNICA – TN049 ESTUDO DA EVOLUÇÃO DA LINHA DE COSTA PARA AS ALTERNATIVAS DO PORTO SUL	BAMIN Nº: RL-4400-N-306	PAGINA 6/74	
	CONTRACTOR Nº: 47050836/1400/TN 049	REV. A	

- Formação de um tómbolo. Um tómbolo é um saliente que se estende até o quebra-mar.

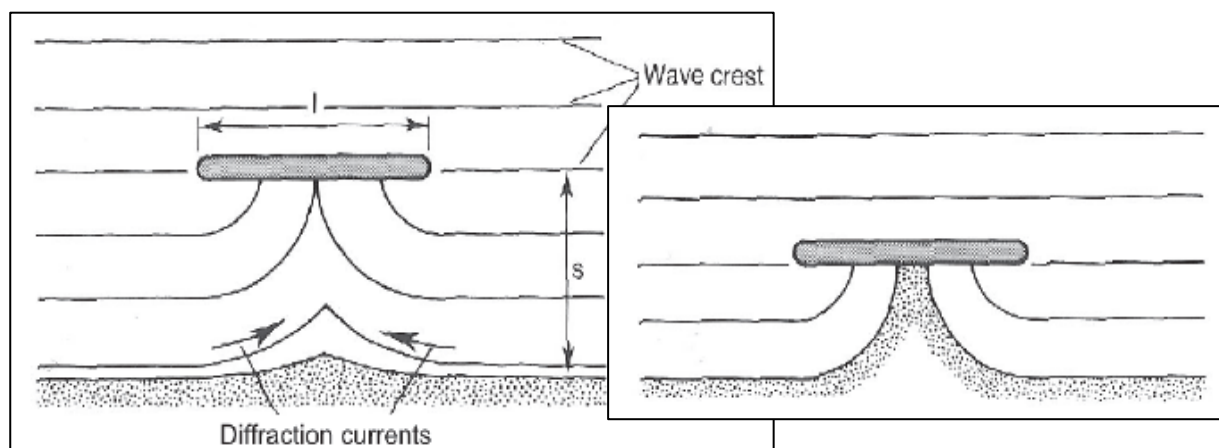


Figura 1-4: Ilustração de um saliente (esquerda) e um tómbolo (direita).
Fonte: CIRIA (2007).

A acumulação de areia na região de praia mais próxima ao quebra-mar pode resultar na ocorrência de erosão em regiões adjacentes da praia, uma vez que há uma redução local do transporte de sedimentos. Essa erosão é a justificativa dos estudos sobre os efeitos que os quebra-mares offshore podem causar no litoral, de tal modo que se possa modificar o seu projeto ou mesmo considerar medidas de mitigação para combater quaisquer efeitos adversos resultantes da sua implantação.

		PEDRA DE FERRO “NOVO CONCEITO” UNIDADE DE PROJETO DE PORTO F1001-40	
TÍTULO NOTA TÉCNICA – TN049 ESTUDO DA EVOLUÇÃO DA LINHA DE COSTA PARA AS ALTERNATIVAS DO PORTO SUL	BAMIN Nº: RL-4400-N-306	PAGINA 7/74	
	CONTRACTOR Nº: 47050836/1400/TN 049	REV. A	

2 METODOLOGIA

2.1 GERAL

A fim de simular o transporte de sedimentos ao longo da costa adjacente ao empreendimento proposto, os módulos LITDRIFT e LITLINE do conjunto de modelos LITPACK do Danish Hydraulics Institute (DHI) foram utilizados.

O LITDRIFT calcula o transporte de sedimentos para perfis transversais determinados segundo o regime hidrodinâmico local e permite a representação do transporte litorâneo ao longo de um período de tempo específico. O modelo LITDRIFT calcula as taxas líquidas determinados de deriva ao longo da costa de Aritaguá para a situação atual em conjunto com o projeto proposto de quebra-mar.

Os principais dados de entrada do LITDRIFT são:

- Dados de perfil transversal de praia (*cross-shore*)
- Dados de sedimentos
- Dados de ondas

LITDRIFT é um modelo numérico determinístico abrangente que consiste em duas partes principais:

- Modelo hidrodinâmico
- Modelo de transporte de sedimentos (STP)

O modelo hidrodinâmico fornece uma caracterização da propagação, empolamento e quebra das ondas, cálculo das forças devido aos gradientes de tensão de radiação, balanço de momentum nas direções transversal e longitudinal à praia e as velocidades de corrente de deriva litorânea. As ondas podem ser regulares ou irregulares, e a propagação direcional pode ser incluída. Supõe-se no modelo que as condições são uniformes ao longo de toda a linha de costa.

Uma vez calculada a corrente de deriva litorânea pelo módulo hidrodinâmico, são selecionados pontos representativos da deriva litoral ao longo da costa. Os cálculos de transporte de sedimentos realizados pelo módulo STP são feitos para refletir as condições locais no que diz respeito à dissipação de energia, ao percentual de ondas que não quebram e à raiz quadrática média (*rms*) das alturas de onda. O transporte de sedimentos total é dominado pela contribuição de transporte proveniente das áreas onde ocorre a quebra da onda.

		PEDRA DE FERRO “NOVO CONCEITO” UNIDADE DE PROJETO DE PORTO F1001-40	
TÍTULO NOTA TÉCNICA – TN049 ESTUDO DA EVOLUÇÃO DA LINHA DE COSTA PARA AS ALTERNATIVAS DO PORTO SUL		BAMIN Nº: RL-4400-N-306	PAGINA 8/74
		CONTRACTOR Nº: 47050836/1400/TN 049	REV. A

O processo de seleção de pontos representativos, portanto, dá preferência a pontos nessas áreas, proporcionando assim a distribuição de transporte de sedimentos ao longo do perfil e que é integrada para obter a taxa total de transporte longitudinal de sedimentos.

Ao considerar a variação do regime hidrodinâmico, é possível determinar os regimes líquido e bruto em um local específico, visando ao balanço de sedimentos. Interações importantes, tais como o equilíbrio do perfil perante o clima de ondas e a variação das propriedades sedimentares ao longo do perfil também estão incluídas.

Após a conclusão da modelagem utilizando o LITDRIFT, o LITLINE simula o caso proposto no que diz respeito à evolução da costa. O LITLINE calcula a posição da linha de costa com base no clima de ondas e na própria orientação da linha de costa.

Os principais dados de entrada do LITLINE são:

- Dados do perfil transversal de praia (*cross-shore*)
- Dados de posição da linha de costa
- Dados de sedimentos
- Dados de onda

O LITLINE calcula a posição da costa com base no clima de ondas na forma de uma série temporal. O modelo é, com pequenas modificações, baseado na teoria de uma linha, em que se supõe que o perfil transversal permanece inalterado durante a erosão ou acresção. Assim, a morfologia costeira resultante é unicamente descrita pela modificação da posição da linha costa (direção transversal) segundo um perfil costeiro fixo naquela posição da costa.

Através de sucessivas iterações com o LITDRIFT, o modulo LINTABL calcula e lista taxas de transporte de sedimentos em função do nível do mar, inclinação da superfície devido às correntes regionais e altura, período e direção das ondas.

O transporte de sedimentos também pode ser calculado para diferentes perfis na direção longitudinal, considerando as estruturas costeiras como fontes e sumidouros de sedimentos, permitindo assim a simulação das opções de gerenciamento costeiro consideradas.

Deve ser notado que os resultados da modelagem numérica fornecem um meio de avaliar o provável grau e a escala dos potenciais efeitos que o quebra-mar pode causar sobre os processos físicos existentes no local. Os estudos de modelagem são baseados nos dados disponíveis, e as previsões são comparadas com as informações disponíveis, geralmente de natureza qualitativa. Embora existam

 BAHIA MINERAÇÃO		PEDRA DE FERRO “NOVO CONCEITO” UNIDADE DE PROJETO DE PORTO F1001-40	
TÍTULO NOTA TÉCNICA – TN049 ESTUDO DA EVOLUÇÃO DA LINHA DE COSTA PARA AS ALTERNATIVAS DO PORTO SUL	BAMIN Nº: RL-4400-N-306	PAGINA 9/74	
	CONTRACTOR Nº: 47050836/1400/TN 049	REV. A	

incertezas inerentes associadas à precisão do cálculo das taxas de transporte de sedimentos, os modelos fornecem uma previsão representativa das alterações das taxas de deriva litorânea e da resposta ao quebra-mar em relação às condições originais.

Mais detalhes sobre os dados de entrada e de configuração do modelo são descritos no relatório URS Scott Wilson "*Efeitos de Construção (Shoreline Effect and Beach Management) – Combined Public & Aritaguá Private Terminal*" RL-4400-N-302 Rev B datado de julho 2011. Sugere-se a leitura desta Nota Técnica em conjunto com o Relatório RL-4400-N-302 Rev B.

3. DADOS DE ENTRADA

3.1 LINHA DE COSTA ATUAL

A linha de costa atual na região de Aritaguá possui um alinhamento uniforme norte-sul com alguns pequenos desvios (Figura 3-1). Para o propósito deste estudo, adotou-se uma linha de costa uniforme com orientação norte-sul.

3.2 BATIMETRIA

A Figura 3-1 mostra o modelo batimétrico na vizinhança do Terminal Privado e do Porto Público de Aritaguá juntamente com as posições dos pontos de obtenção dos dados de ondas dos modelos de *hindcast*, descritos na seção seguinte. Para consistência com a modelagem da linha de costa do layout Original, utilizou-se a batimetria gerada a partir de dados batimétricos da Carta Náutica mais atual.

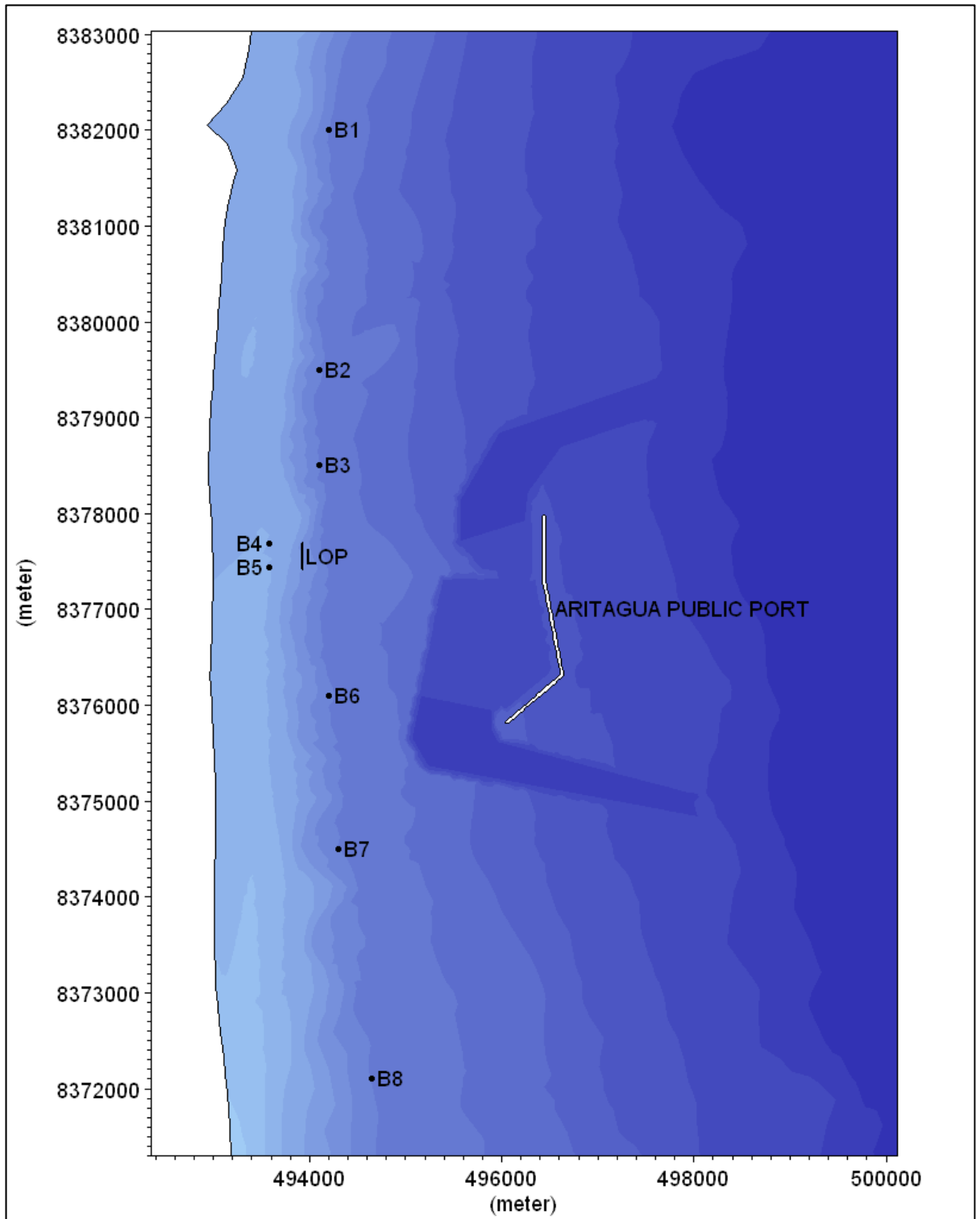
**TÍTULO
NOTA TÉCNICA – TN049
ESTUDO DA EVOLUÇÃO DA LINHA DE COSTA
PARA AS ALTERNATIVAS DO PORTO SUL**
**BAMIN Nº:
RL-4400-N-306**
**PAGINA
10/74**
**CONTRACTOR Nº:
47050836/1400/TN 049**
**REV.
A**


Figura 3-1: Batimetria e localização dos pontos de obtenção dos dados de onda.

		PEDRA DE FERRO “NOVO CONCEITO” UNIDADE DE PROJETO DE PORTO F1001-40	
TÍTULO NOTA TÉCNICA – TN049 ESTUDO DA EVOLUÇÃO DA LINHA DE COSTA PARA AS ALTERNATIVAS DO PORTO SUL		BAMIN Nº: RL-4400-N-306	PAGINA 11/74
		CONTRACTOR Nº: 47050836/1400/TN 049	REV. A

3.3 REGIME DE ONDAS

O regime de ondas costeiro (*nearshore*) foi gerado a partir da transferência do regime de ondas offshore, sendo utilizadas como a principal forçante na modelagem do transporte de sedimentos. A modelagem de ondas considerou eventos discretos de ondas, que inclui um espectro completo de períodos e direções de ondas usando uma altura de onda unitária. Os resultados foram utilizados para gerar uma série temporal (a cada 3 horas) das condições de ondas costeiras a partir de um registro de 13 anos de dados de *hindcast* offshore do US National Oceanic And atmospheric Administration (NOAA).

A modelagem de ondas foi realizada usando o modelo MIKE21-SW (Spectral Waves) desenvolvido pela DHI. O modelo foi calibrado com as condições de ondas medidas por um ADCP (Acoustic Doppler Current Profiler), fundeado em Ponta da Tulha, 7 km ao norte de Aritaguá, numa profundidade de 17m. Um exemplo do nível de calibração atingido pelo modelo ao longo de um período de 21 dias é apresentado na Figura 3-2. Detalhes adicionais sobre a calibração do modelo de ondas são apresentados no relatório de condições meteoceanográficas (URS Scott Wilson, 2010).

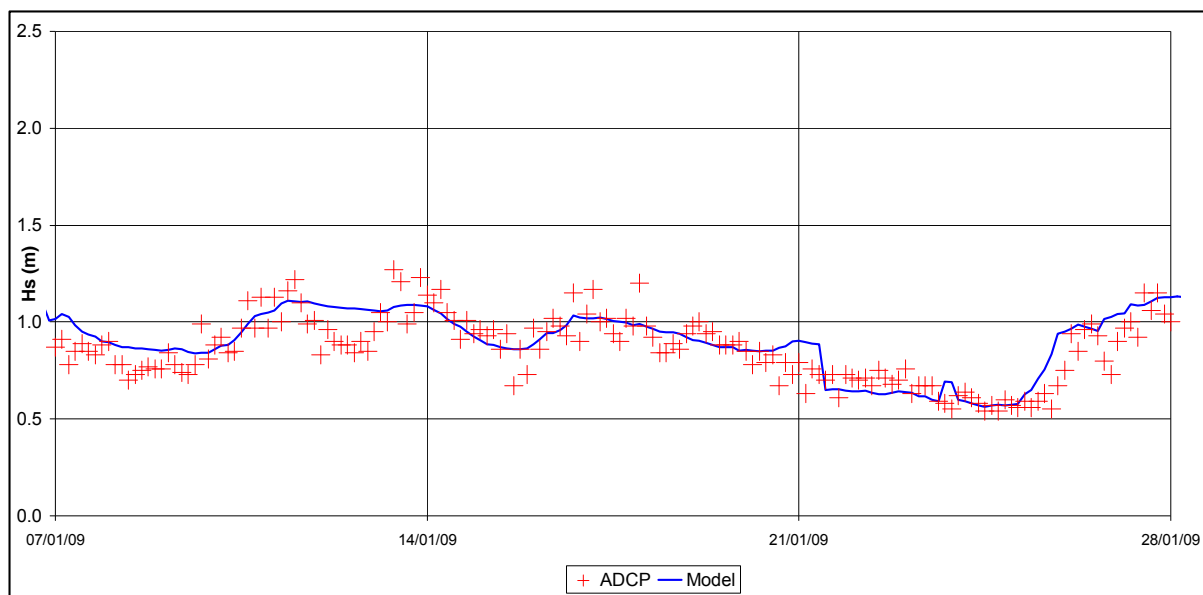


Figure 3-2: Exemplo da calibração da altura significativa de onda (HS) na localização do ADCP (Ponta da Tulha).

As condições de onda são posteriormente transformadas ao longo dos perfis definidos, usando a teoria de ondas de alta-ordem do software LITPACK. A variação na taxa de transporte de sedimentos ao longo de cada perfil é calculada e somada para obter uma taxa bruta para o perfil como um todo.

 BAHIA MINERAÇÃO		PEDRA DE FERRO “NOVO CONCEITO” UNIDADE DE PROJETO DE PORTO F1001-40	
TÍTULO NOTA TÉCNICA – TN049 ESTUDO DA EVOLUÇÃO DA LINHA DE COSTA PARA AS ALTERNATIVAS DO PORTO SUL	BAMIN Nº: RL-4400-N-306	PAGINA 12/74	
	CONTRACTOR Nº: 47050836/1400/TN 049	REV. A	

A Figura 3-3 mostra a posição dos pontos de obtenção dos dados de ondas em relação ao Terminal Privativo, Porto Público de Aritaguá e ao quebra-mar do PEP propostos. À medida que os estudos foram desenvolvidos e novas versões do software LITPACK tornaram-se disponíveis, alguns pontos adicionais foram introduzidos para otimizar a modelagem dos layouts alternativos.

Tabela 3-1: Localização dos pontos de extração dos dados de onda (Posição Geográfica: SAD_1969_UTM Zone 24S).

Ponto de extração dos dados de onda	Leste (m)	Norte (m)
B1	494200	8382000
B2	494100	8379500
B3	494100	8378500
B4	493850	8377690
B5	493580	8377550
B6	494100	8376100
B7	494300	8374500
B8	494650	8372100

Exemplo dos resultados de saída do modelo de ondas estão exibidos nas Figuras 3-3 e Figura 3-4, que mostram os contornos das alturas de ondas significativas e vetores de direção para um evento de onda típico, para a condição atual existente e para o layout proposto, respectivamente.

Como pode ser visto a partir da comparação entre as Figuras 3-3 e Figura 3-4, tanto as estruturas de quebra-mar do PEP e do Porto Sul provem abrigo significativo do regime de ondas costeiro. A Figura 3-4 mostra que para este regime de ondas a altura de ondas nos Pontos B2 e B3 são reduzidas de cerca de 0,8m para 0,5 a 0,6m e nos pontos B5 e B4 de cerca de 0,7m para 0,5 a 0,7m.

São essas mudanças no clima de ondas que resultam na modificação das taxas de transporte de sedimento associadas à resposta da linha de costa.

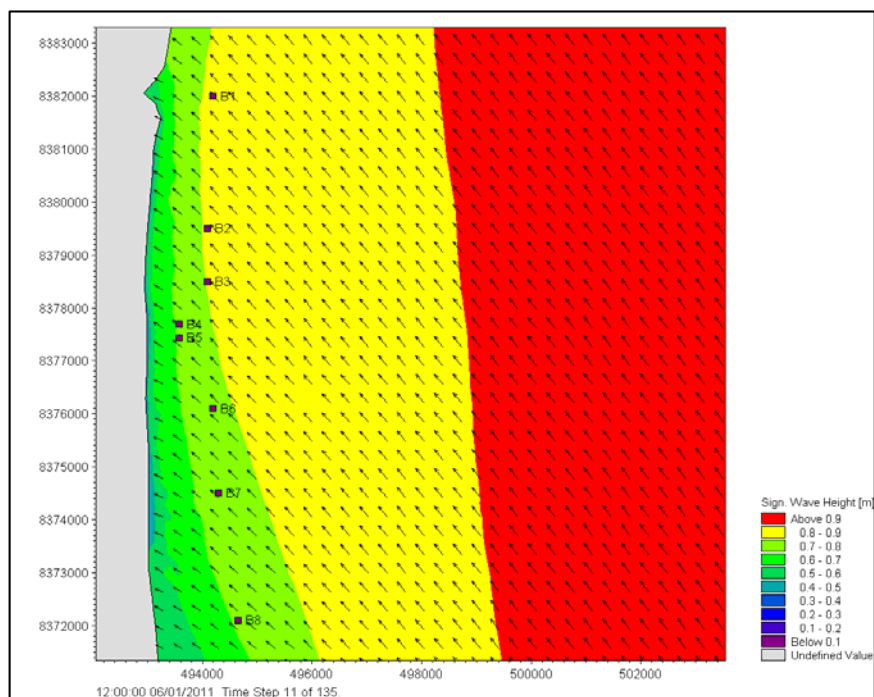
**TÍTULO
NOTA TÉCNICA – TN049
ESTUDO DA EVOLUÇÃO DA LINHA DE COSTA
PARA AS ALTERNATIVAS DO PORTO SUL**
**BAMIN Nº:
RL-4400-N-306**
**PAGINA
13/74**
**CONTRACTOR Nº:
47050836/1400/TN 049**
**REV.
A**


Figura 3-3: Resultados da modelagem de onda para um evento de ondas típico na linha de costa atual.

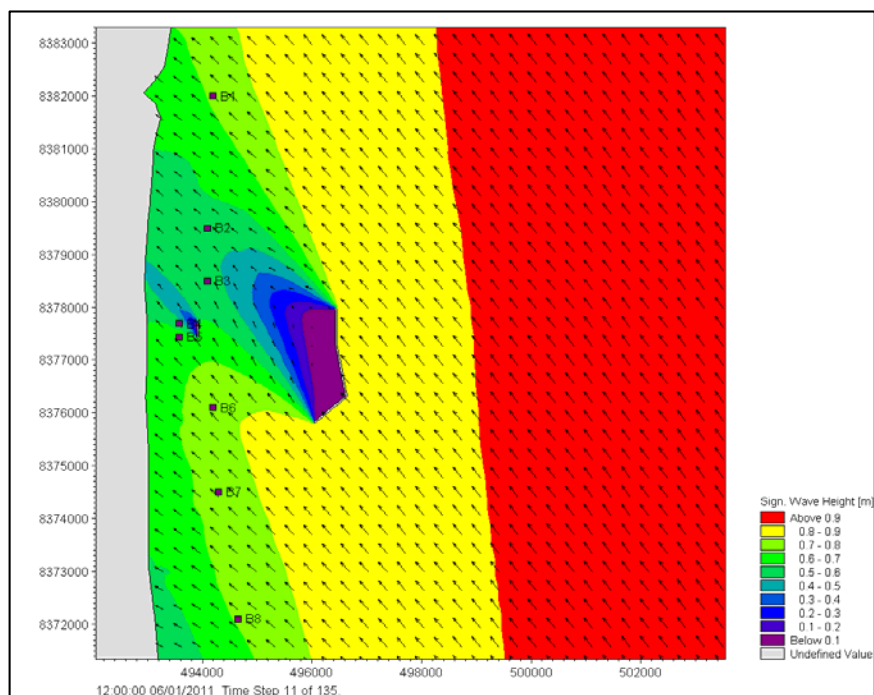


Figura 3-4: Resultados da modelagem de onda para um evento de ondas típico para o layout proposto.

 BAHIA MINERAÇÃO		PEDRA DE FERRO “NOVO CONCEITO” UNIDADE DE PROJETO DE PORTO F1001-40	
TÍTULO NOTA TÉCNICA – TN049 ESTUDO DA EVOLUÇÃO DA LINHA DE COSTA PARA AS ALTERNATIVAS DO PORTO SUL	BAMIN Nº: RL-4400-N-306	PAGINA 14/74	
	CONTRACTOR Nº: 47050836/1400/TN 049	REV. A	

3.4 PERFIS DE PRAIA

Quatro perfis médios de praia foram gerados utilizando os dados medidos e foram aplicados ao longo das áreas frontais de A à D, como mostra a Figura 3-5.

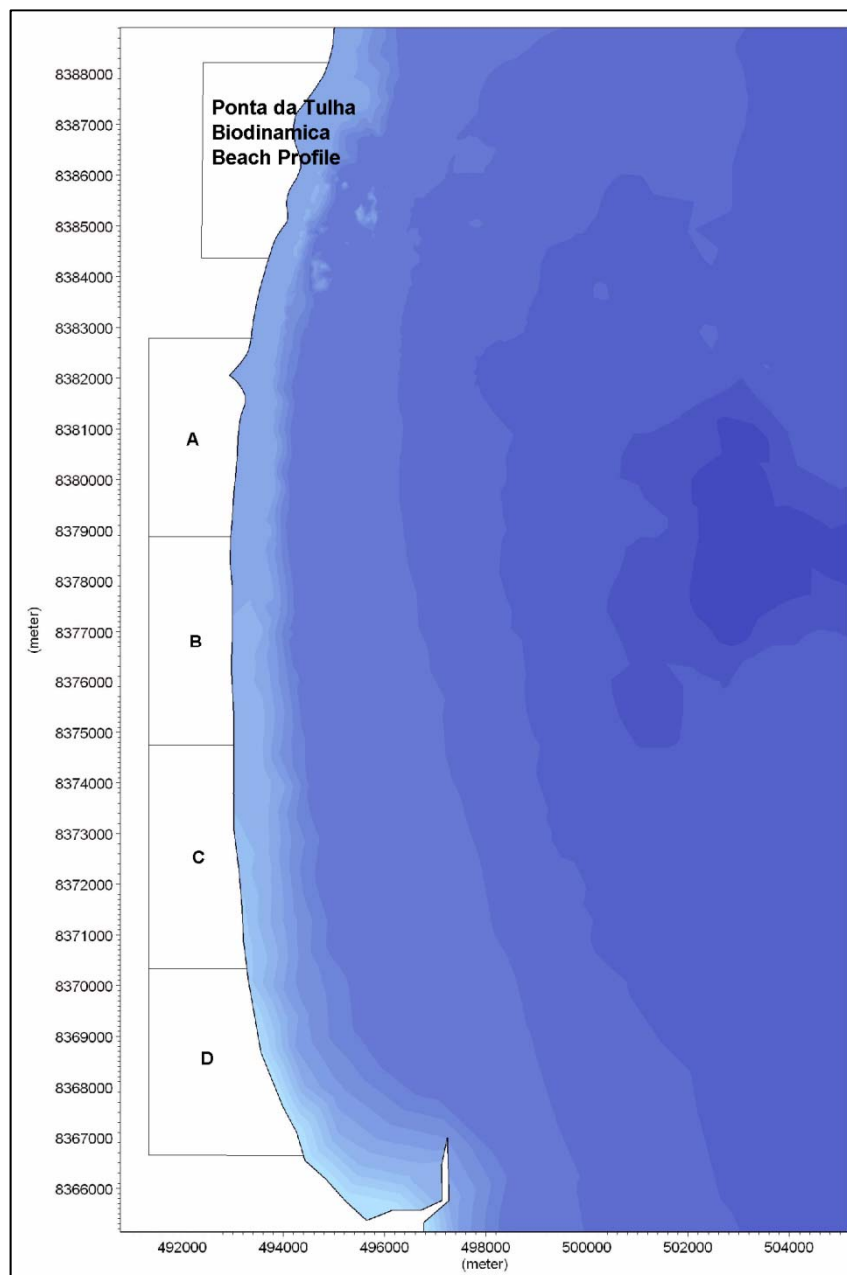


Figura 3-5: Localização das áreas dos perfis de praia ao longo da linha de costa em Aritaguá (A – D) e localização dos dados dos perfis de praia da Biodinâmica em Ponta da Tulha.

		PEDRA DE FERRO “NOVO CONCEITO” UNIDADE DE PROJETO DE PORTO F1001-40	
		TÍTULO NOTA TÉCNICA – TN049 ESTUDO DA EVOLUÇÃO DA LINHA DE COSTA PARA AS ALTERNATIVAS DO PORTO SUL	BAMIN Nº: RL-4400-N-306
		CONTRACTOR Nº: 47050836/1400/TN 049	REV. A

A Figura 3-5 também mostra a área onde a Biodinâmica executou medições de perfis de praia, de Dezembro de 2008 a Dezembro de 2010, para três pontos ao longo da praia de Ponta da Tulha (aproximadamente 7 km ao norte de Aritaguá).

Uma vez que os dados dos perfis de praia foram disponibilizados, quatro perfis transversais à costa foram criados para serem representativos de quatro trechos da linha de costa de Aritaguá com base nos dados medidos (Figura 3-6). Os perfis de praia ao longo da linha de costa de Aritaguá prolongam-se até a MLWS. Devido à cobertura limitada dos dados batimétricos na zona mais próxima à linha de costa (*nearshore zone*) não ser contemplada pelas Cartas Náuticas nem por estudos realizados localmente, uma declividade uniforme foi aplicada a partir do final dos perfis de praia disponíveis estendendo-se até a isóbata de -10.0m MSL, como mostra a Figura 3-6.

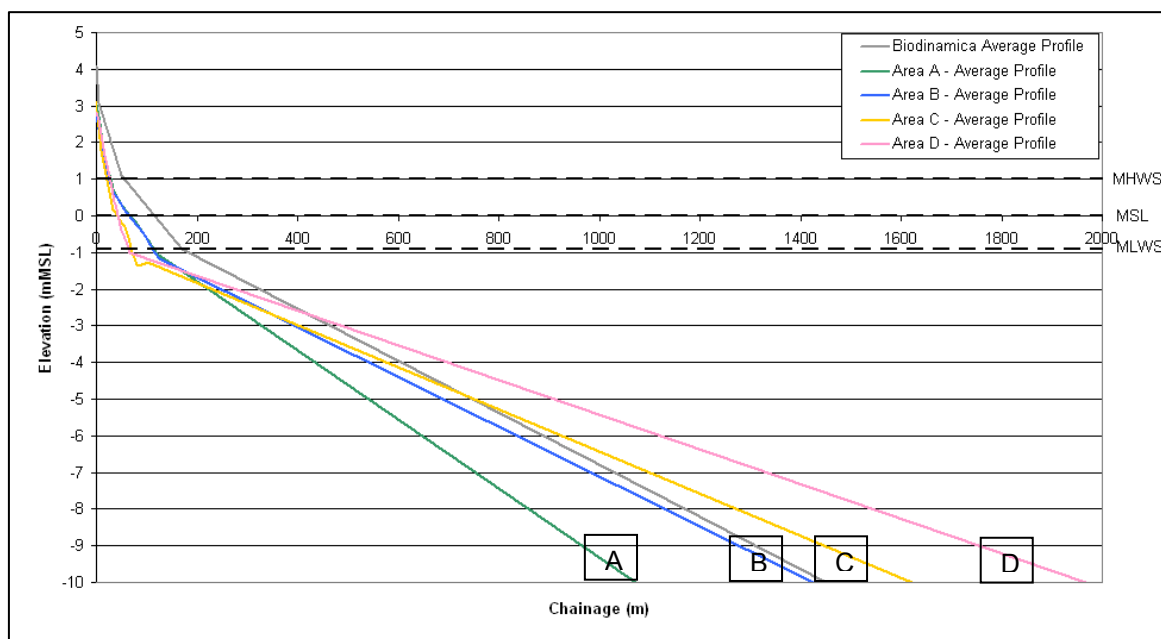


Figura 3-6: Perfis de praia e batimetria utilizados nos modelos LITDRIFT e LITLINE.

3.5 CARACTERÍSTICAS DOS SEDIMENTOS

Amostras de sedimento foram coletadas em junho de 2011 pela BAMIN. Três amostras foram obtidas ao longo dos perfis transversais, em elevações correspondentes à baixa-mar, maré media e preamar. As amostras foram analisadas para determinar a distribuição granulométrica das partículas. A variabilidade do tamanho dos grãos ao longo do perfil pode então ser avaliada e características apropriadas dos sedimentos incluídos em cada perfil do modelo. Foram obtidos dados de sedimentos para aproximadamente 20 pontos amostrais dentro da área modelada. Os dados foram resumidos nas curvas de distribuição granulométrica na Figura 3-7, abaixo.

		PEDRA DE FERRO “NOVO CONCEITO” UNIDADE DE PROJETO DE PORTO F1001-40	
TÍTULO NOTA TÉCNICA – TN049 ESTUDO DA EVOLUÇÃO DA LINHA DE COSTA PARA AS ALTERNATIVAS DO PORTO SUL		BAMIN Nº: RL-4400-N-306	PAGINA 16/74
		CONTRACTOR Nº: 47050836/1400/TN 049	REV. A

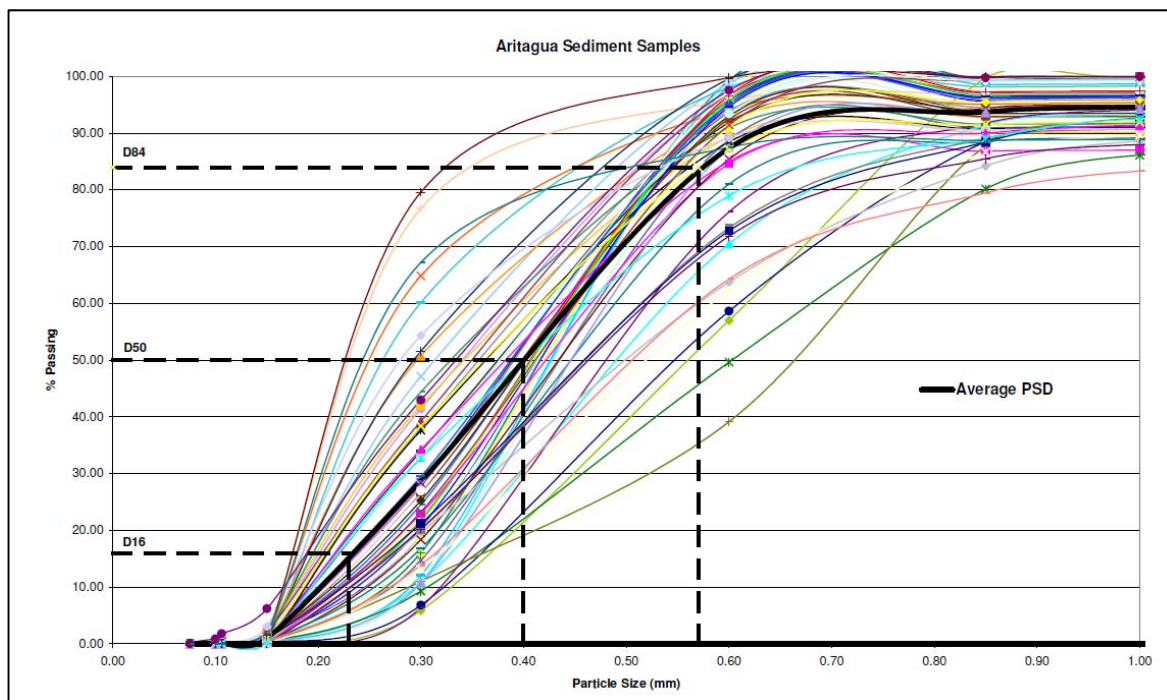


Figura 3-7: Resumo da distribuição granulométrica das amostras obtidas ao longo da praia de Aritaguá pela BAMIN.

A distribuição do tamanho médio dos grãos foi calculada para a série de dados de Aritaguá para interpretar os parâmetros granulométricos adequados para inclusão nos modelos LITDRIFT e LITLINE. Na versão atualizada dos modelos foi adotado $D_{50} = 0.4\text{mm}$, $D_{84} = 0.57\text{mm}$ e $D_{16} = 0.23\text{mm}$. É interessante ressaltar que o sedimento é mais grosseiro do que aquele encontrado em Ponta da Tulha nos estudos preliminares.

 BAHIA MINERAÇÃO		PEDRA DE FERRO “NOVO CONCEITO” UNIDADE DE PROJETO DE PORTO F1001-40	
TÍTULO NOTA TÉCNICA – TN049 ESTUDO DA EVOLUÇÃO DA LINHA DE COSTA PARA AS ALTERNATIVAS DO PORTO SUL	BAMIN Nº: RL-4400-N-306	PAGINA 17/74	
	CONTRACTOR Nº: 47050836/1400/TN 049	REV. A	

4. CONFIGURAÇÃO DO MODELO

4.1 LITDRIFT

Quatro perfis médios foram gerados utilizando os dados medidos e aplicados ao longo das áreas A à D, como mostrado na Figura 3-5.

Usando as condições de ondas extraídas a partir das séries temporais transformadas (locais indicados na Tabela 3-1), foram produzidos climas de ondas anuais para cada um destes locais para a condição inicial existente e para a configuração do quebra-mar do Porto sul e do quebra-mar do PEP, permitindo que sejam determinadas as taxas e direções de transporte anual líquido ao longo da costa.

A influência das correntes de maré foi excluída do modelo, uma vez que o local é dominado por ondas e a influência das correntes de maré é relativamente fraca. Isto foi confirmado pela análise dos dados atuais de ADCP, conforme informado anteriormente no relatório meteo-oceanográfico (URS Scott Wilson, 2010).

4.2 LITLINE – CENÁRIOS PARA O PORTO SUL E PEP

Para a proposição dos cenários da modelagem é assumido que o quebra-mar do PEP estará no local durante 5 anos durante a fase de construção do Porto Sul. Os efeitos do quebra-mar do PEP na linha de costa durante este período de 5 anos fornecem uma linha de costa base de entrada no modelo LITLINE, combinando os quebra-mares do PEP e do Porto Sul.

Os 13 anos de séries temporais de dados gerados a partir da modelagem de ondas foi extraído nos mesmos pontos usados no LITDRIFT para a condição inicial existente e para o projeto do quebra-mar proposto. No modelo LITLINE este clima de ondas foi utilizado para conduzir o cálculo das taxas de transporte e os efeitos resultantes na linha de costa.

Os perfis medidos ao longo da costa de Aritaguá recebidos pela BAMIN foram usados para criar quatro perfis representativos de praia ao longo da costa (Seção 3.4). Os parâmetros de sedimentos aplicados no modelo foram baseados nos ajustes do modelo LitDrift

A ponte necessária para prover o acesso ao berço de atracação dos navios no quebra-mar não foi incluída na modelagem do LITDRIFT ou LITLINE, já que a influencia dos pilares de sustentação do projeto terão um efeito mínimo em longo prazo no transporte de sedimentos e evolução da linha de costa. Isto terá de ser reavaliado, após confirmação do projeto final da estrutura da ponte de acesso.

		PEDRA DE FERRO “NOVO CONCEITO” UNIDADE DE PROJETO DE PORTO F1001-40	
		TÍTULO NOTA TÉCNICA – TN049 ESTUDO DA EVOLUÇÃO DA LINHA DE COSTA PARA AS ALTERNATIVAS DO PORTO SUL	BAMIN Nº: RL-4400-N-306
		CONTRACTOR Nº: 47050836/1400/TN 049	REV. A

5. RESULTADOS DO TRANSPORTE DE SEDIMENTOS

Deve ser observado que os resultados da modelagem numérica fornecem um meio de avaliar a extensão e escala provável dos potenciais efeitos que o projeto do quebra-mar pode ter sobre os processos físicos existentes no local. Os estudos de modelagem relatados aqui são baseados nos dados disponíveis e as previsões foram comparadas com as informações disponíveis, geralmente de natureza qualitativa. Embora existam incertezas inerentes associadas com a precisão das taxas de transporte de sedimentos previstas, os modelos devem fornecer uma previsão representativa das alterações nas taxas de deriva e resposta da linha de costa ao projeto do quebra-mar em relação às condições iniciais existentes.

5.1 TRANSPORTE DE SEDIMENTOS AO LONGO DA COSTA - LITDRIFT

Deve-se ressaltar que sem dados calibrados de transporte de sedimentos ao longo da costa de Aritaguá o transporte líquido estimado para a condição inicial não pode ser validado em termos quantitativos. A validação foi, portanto, avaliada por comparação com as taxas de transporte previstas de estudos de modelagens independentes. A aplicação de valores de transporte líquido para as condições existentes foi usada como comparação, para avaliar os efeitos relativos do layout proposto.

5.1.1 Perfis de Praia Medidos

As taxas de transporte calculadas usando o LITDRIFT com os perfis de praia medidos ao longo da costa de Aritaguá são exibidos abaixo, na Tabela 5-1:

Tabela 5-1: Resumo das taxas de transporte de sedimentos anuais baseadas nos perfis de praia medidos ao longo da Costa de Aritaguá.

Perfil	Configuração Inicial				Layout Proposto			
	Deriva Líquida (m ³ /ano)	Deriva Bruta (m ³ /ano)	Deriva Norte para Sul (m ³ /ano)	Deriva Sul para Norte (m ³ /ano)	Deriva Líquida (m ³ /ano)	Deriva Bruta (m ³ /ano)	Deriva Norte para Sul (m ³ /ano)	Deriva Sul para Norte (m ³ /ano)
B1	-190.300	199.100	4.400	194.700	-192.200	201.000	4.400	196.600
B2	-160.500	173.000	6.250	166.750	-86.420	100.200	6.890	93.310
B3	-136.300	148.800	6.250	142.550	-3.272	36.430	16.579	19.851
B4	-173.700	185.400	5.850	179.550	-917	54.130	26.607	27.523
B5	-174.600	185.000	5.200	179.800	-86.940	93.320	3.190	90.130
B6	-140.400	153.900	6.750	147.150	-139.500	143.500	2.000	141.500
B7	-113.900	129.600	7.850	121.750	-88.110	98.930	5.410	93.520
B8	-117.700	133.900	8.100	125.800	-116.600	133.000	8.200	124.800

-ve=Transporte de sedimentos Sul-Norte

+ve= Transporte de sedimentos Norte-Sul

 BAHIA MINERAÇÃO		PEDRA DE FERRO “NOVO CONCEITO” UNIDADE DE PROJETO DE PORTO F1001-40	
TÍTULO NOTA TÉCNICA – TN049 ESTUDO DA EVOLUÇÃO DA LINHA DE COSTA PARA AS ALTERNATIVAS DO PORTO SUL	BAMIN Nº: RL-4400-N-306	PAGINA 19/74	
	CONTRACTOR Nº: 47050836/1400/TN 049	REV. A	

Os resultados da modelagem do LITDRIFT indicam que para o layout da condição inicial existente, a direção de transporte líquido anual de sedimentos ao longo de todos os perfis é de sul para norte, variando aproximadamente de 110.000 a 190.000 m³/ano. Estes números são consistentes com a estimativa da deriva litorânea potencial fornecida no relatório "Análise do comportamento da Linha de Costa nas proximidades do Porto de Ilhéus", do Professor José Maria Landim Dominguez (13 de Julho de 2011).

6. OPÇÕES DE LAYOUT

6.1 ARRANJO DO PEP (PÍER DE EMBARQUE PROVISÓRIO)

A presença do Píer de Embarque Provisório (PEP) causa certa influência na morfodinâmica, além do projeto proposto para o Porto Sul.

Os efeitos litorâneos associados ao projeto original do Porto Sul, que foram avaliados como parte do pedido de Licença Prévia, foram baseados na hipótese de que o PEP seria mantido durante todo o período útil do empreendimento.

Para demonstrar as diferenças devido à presença de longo prazo do PEP, a disposição original do Porto Sul também foi simulada com a presença do PEP apenas durante os 5 primeiros anos.

As seguintes configurações do quebra-mar offshore e do PEP foram simuladas:

- Layout Porto Sul Original – PEP e Porto Sul nos devidos locais por mais de 30 anos.
- Layout Porto Sul Original – Presença do PEP apenas nos primeiros 5 anos e, em seguida, removido. Porto Sul presente por mais de 30 anos.
- Layout Porto Sul Rev. 1 – Presença do PEP apenas nos primeiros 5 anos e, em seguida, removido. Porto Sul Rev. 1 presente por mais de 30 anos.
- Layout Porto Sul Rev. 3 – Presença do PEP apenas nos primeiros 5 anos e, em seguida, removido. Porto Sul Rev. 3 presente por mais de 30 anos.

O Layout Porto Sul REV. 2 não foi apresentado em virtude da inviabilidade técnica indicada nos estudos de engenharia.

 BAHIA MINERAÇÃO		PEDRA DE FERRO “NOVO CONCEITO” UNIDADE DE PROJETO DE PORTO F1001-40	
TÍTULO NOTA TÉCNICA – TN049 ESTUDO DA EVOLUÇÃO DA LINHA DE COSTA PARA AS ALTERNATIVAS DO PORTO SUL		BAMIN Nº: RL-4400-N-306	PAGINA 20/74
		CONTRACTOR Nº: 47050836/1400/TN 049	REV. A

7. LAYOUT 1: PORTO SUL ORIGINAL

7.1 GERAL

O *layout* original do Porto Sul foi definido a partir do desenho *Concremat AT-001 “Porto Sul Alternativa Aritagua Layout Preliminar”* de 16 de maio de 2011. O comprimento efetivo do quebra mar é de aproximadamente 2.100m (Figura 7-1).

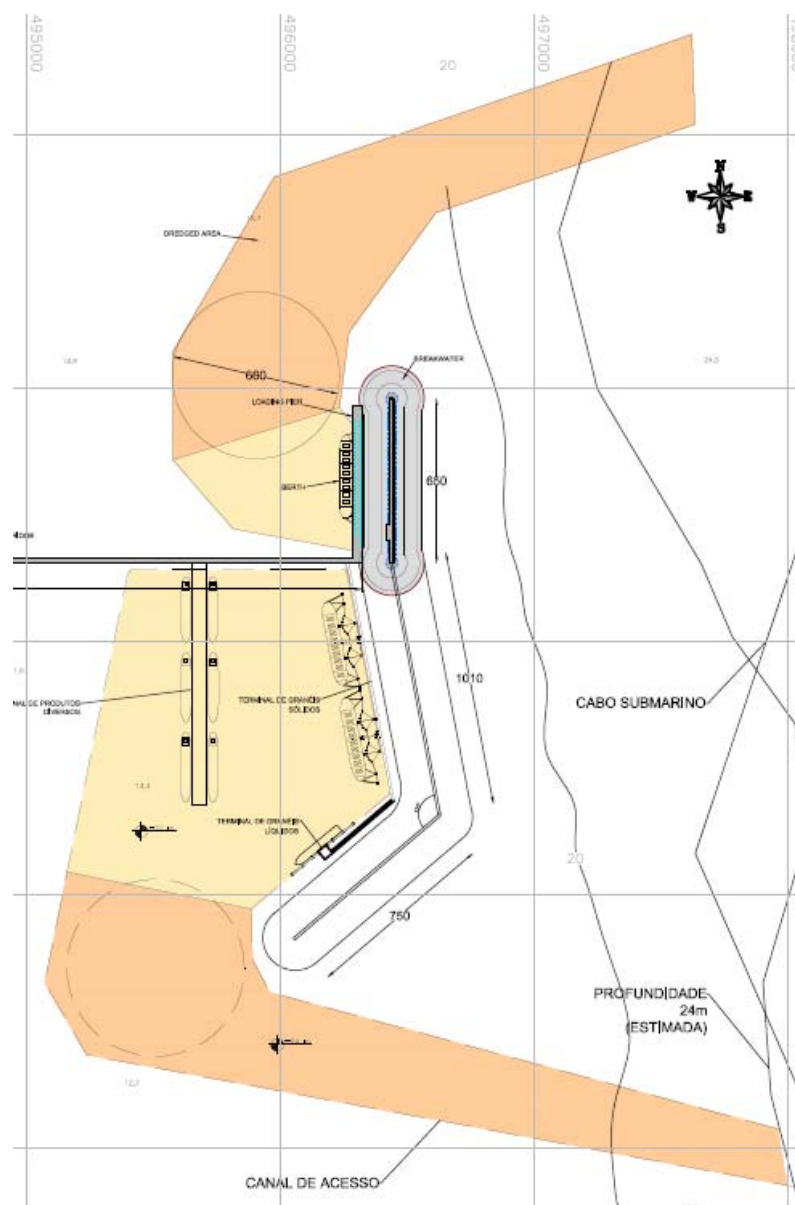


Figura 7-1: Porto Sul Original.
Fonte: Concremat Desenho AT-001.

 BAHIA MINERAÇÃO		PEDRA DE FERRO “NOVO CONCEITO” UNIDADE DE PROJETO DE PORTO F1001-40	
TÍTULO NOTA TÉCNICA – TN049 ESTUDO DA EVOLUÇÃO DA LINHA DE COSTA PARA AS ALTERNATIVAS DO PORTO SUL	BAMIN Nº: RL-4400-N-306	PAGINA 21/74	
	CONTRACTOR Nº: 47050836/1400/TN 049	REV. A	

Os efeitos na costa associados ao *layout* Original do Porto Sul foram avaliados como parte do estudo para a Licença Prévia (LP). Esse estudo foi realizado na premissa de que o quebra-mar PEP estará presente por 5 anos até a conclusão da fase de construção do quebra-mar do Porto Sul. O efeito do PEP na costa ao longo de um período de 5 anos gera o cenário de base para o modelo dos efeitos na linha de costa, incluindo o desenvolvimento do empreendimento. Para a finalidade da modelagem dos efeitos na costa para a LP, a estrutura do quebra-mar do PEP foi mantida no lugar após a conclusão do quebra-mar principal.

Os detalhes do plano, metodologia e resultados deste estudo estão presentes no relatório *URS Scott Wilson RL-4400-N-302 Rev B*.

7.2 RESULTADOS DA MODELAGEM DOS EFEITOS NA LINHA DE COSTA - LAYOUT ORIGINAL

7.2.1 PEP existente durante todo período de modelagem (5 + 30 anos)

As figuras incluídas no Anexo 1 ilustram as mudanças previstas para a linha de costa como resultado da interação do PEP existente durante toda a construção e operação do Porto Sul. Os resultados são apresentados ao final de 30 anos após a conclusão do quebra-mar offshore e são comparados com a linha de costa original (atual).

7.2.2 PEP existente somente durante os 5 anos iniciais

As figuras incluídas no Anexo 2 ilustram as mudanças previstas para a linha de costa como resultado da interação do PEP até um período de 5 anos, após o qual será removido. Os resultados são apresentados ao final de 30 anos, após a conclusão do quebra-mar offshore, e so comparados com a linha de costa original (atual).

		PEDRA DE FERRO “NOVO CONCEITO” UNIDADE DE PROJETO DE PORTO F1001-40	
TÍTULO NOTA TÉCNICA – TN049 ESTUDO DA EVOLUÇÃO DA LINHA DE COSTA PARA AS ALTERNATIVAS DO PORTO SUL		BAMIN Nº: RL-4400-N-306	PAGINA 22/74
		CONTRACTOR Nº: 47050836/1400/TN 049	REV. A

8. LAYOUT 2: PORTO SUL REV. 1

8.1 GERAL

O layout revisado ‘Porto Sul Rev. 1’ foi definido através do desenho *Concremat AT-003 Rev 0 “Porto Sul Alternativa Aritagua Layout Preliminar”* datado 17 de fevereiro 2012 (Figura 8-1). O comprimento efetivo do quebra-mar é de aproximadamente 1.800m.

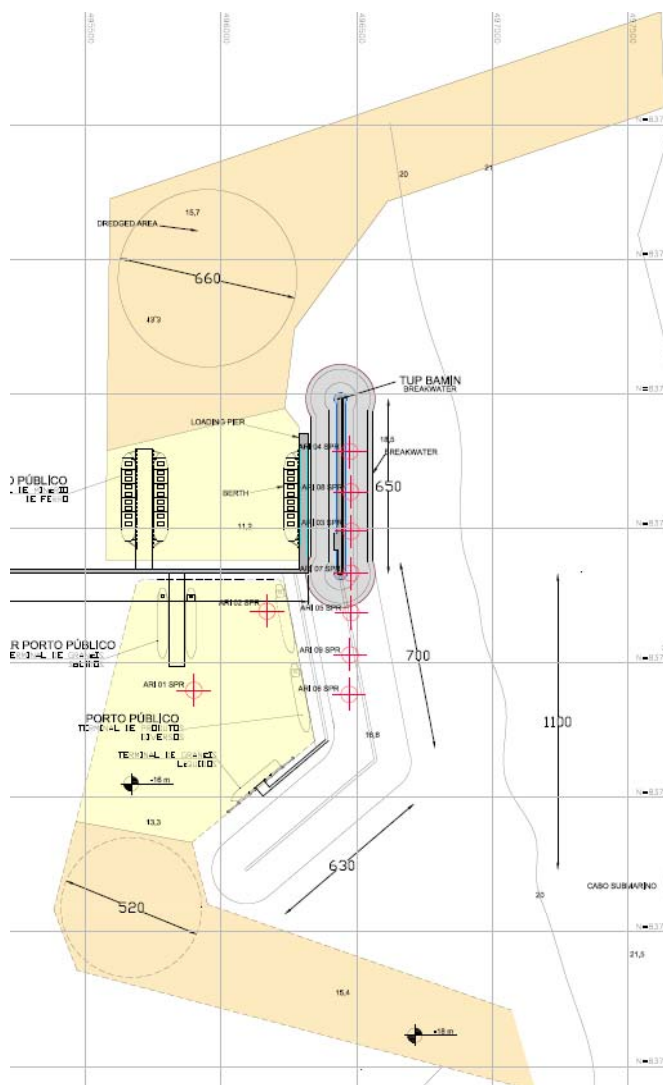


Figura 8-1: Porto Sul Rev. 1.
 Fonte: Concremat Figura AT-003.

 BAHIA MINERAÇÃO		PEDRA DE FERRO “NOVO CONCEITO” UNIDADE DE PROJETO DE PORTO F1001-40	
TÍTULO NOTA TÉCNICA – TN049 ESTUDO DA EVOLUÇÃO DA LINHA DE COSTA PARA AS ALTERNATIVAS DO PORTO SUL	BAMIN Nº: RL-4400-N-306	PAGINA 23/74	
	CONTRACTOR Nº: 47050836/1400/TN 049	REV. A	

8.2 RESULTADOS DA MODELAGEM DOS EFEITOS NA LINHA DE COSTA - REV. 1 LAYOUT

8.2.1 PEP existente somente durante os 5 anos iniciais

As figuras incluídas no Anexo 3 ilustram as mudanças previstas para a linha de costa local como resultado da interação da estrutura do layout Porto Sul Rev. 1 com o PEP existente apenas por um período de 5 anos. Os resultados são apresentados ao final de 30 anos, após a conclusão do quebra-mar offshore, e são comparados com a linha de costa original (atual).

 BAHIA MINERAÇÃO		PEDRA DE FERRO “NOVO CONCEITO” UNIDADE DE PROJETO DE PORTO F1001-40	
TÍTULO NOTA TÉCNICA – TN049 ESTUDO DA EVOLUÇÃO DA LINHA DE COSTA PARA AS ALTERNATIVAS DO PORTO SUL		BAMIN Nº: RL-4400-N-306	PAGINA 24/74
		CONTRACTOR Nº: 47050836/1400/TN 049	REV. A

9. LAYOUT 3: PORTO SUL REV. 3

9.1 GERAL

O layout revisado ‘Porto Sul Rev. 3’ é baseado no desenho *Concremat PC-7451-43059 Rev 0 “Offshore – Arranjo a Localização dos Berços”*, sendo movido a 0,5 km em direção offshore (Figura 9-1). O layout do quebra-mar e berços permanece inalterado. No entanto, os canais dragados foram encurtados em função de a batimetria ser mais profunda. O comprimento efetivo do quebra-mar é de aproximadamente 1.800m.

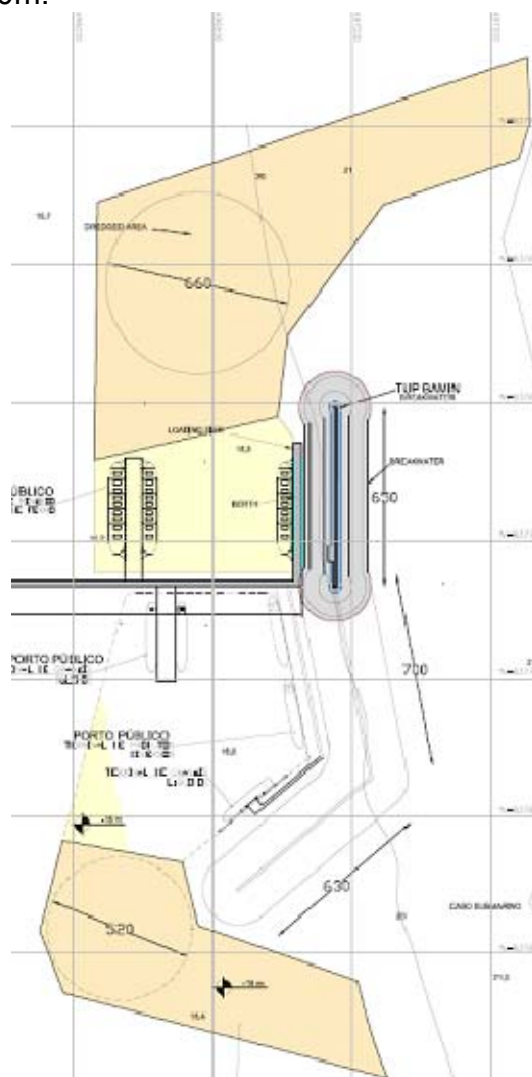


Figura 9-1: Porto Sul Rev. 3

Fonte: Baseado em Concremat Drawing PC-7451-43059.

 BAHIA MINERAÇÃO		PEDRA DE FERRO “NOVO CONCEITO” UNIDADE DE PROJETO DE PORTO F1001-40	
TÍTULO NOTA TÉCNICA – TN049 ESTUDO DA EVOLUÇÃO DA LINHA DE COSTA PARA AS ALTERNATIVAS DO PORTO SUL	BAMIN Nº: RL-4400-N-306	PAGINA 25/74	
	CONTRACTOR Nº: 47050836/1400/TN 049	REV. A	

9.2 RESULTADOS DA MODELAGEM DOS EFEITOS NA LINHA DE COSTA – REV. 3 LAYOUT

9.2.1 PEP existente somente durante os 5 anos iniciais

As figuras incluídas no Anexo 4 ilustram as mudanças previstas para a linha de costa como resultado da interação do Porto Sul Rev. 3 e o PEP existente por um período de 5 anos apenas. Os resultados são apresentados ao final de 30 anos após a conclusão do quebra-mar offshore e são comparados com a linha de costa original (atual).

		PEDRA DE FERRO “NOVO CONCEITO” UNIDADE DE PROJETO DE PORTO F1001-40	
TÍTULO NOTA TÉCNICA – TN049 ESTUDO DA EVOLUÇÃO DA LINHA DE COSTA PARA AS ALTERNATIVAS DO PORTO SUL		BAMIN Nº: RL-4400-N-306	PAGINA 26/74
		CONTRACTOR Nº: 47050836/1400/TN 049	REV. A

10. DISCUSSÃO

As figuras no Anexo 5 ilustram a comparação das mudanças previstas na linha de costa para os *layouts* 1 e 2. As figuras apresentadas no Anexo 6 ilustram a comparação das mudanças previstas na linha de costa para os *layouts* 2 e 3. Os resultados apresentados são referentes a 30 anos após o término da construção do quebra-mar *offshore* e são comparados com a linha de costa original (atual).

10.1 RESULTADOS COM PEP MANTIDO POR 30 ANOS

Os estudos realizados para o pedido da LP (Porto Sul Layout Original) indicam os seguintes efeitos na linha de costa (considerado que a estrutura PEP será mantida por 30 anos):

- Forma um saliente atrás do quebra-mar.
- Erosão ocorre a barlamar (ao norte da estrutura), mais próxima à área do quebra-mar e reduzindo em direção ao norte.
- A erosão que ocorre a barlamar da estrutura é temporária e diferentes hipóteses na realização das modelagens podem levar a variações significativas da erosão ao longo da costa. No entanto, o volume total da erosão integrado ao longo da costa é robusto.

É previsto que o saliente se estenda para norte, resultando em um alargamento da praia em frente a feição costeira da Barra do Abelar. Sabe-se que a Barra do Abelar é aberta uma vez por ano por volta do final de março, presumivelmente devido às marés astronômicas altas nesta época do ano. Nas ocasiões em que isso não acontece naturalmente, é rompida artificialmente para permitir a inundação das áreas lagunares. A extensão do saliente poderá tornar esse processo mais difícil.

10.2 RESULTADOS COM PEP REMOVIDO APÓS 5 ANOS – SEM GESTÃO COSTEIRA

A partir dos resultados da modelagem do *layout* original do Porto Sul e considerando os resultados obtidos dos *layouts* Rev.1 e Rev. 3, ambos considerando a remoção do PEP após 5 anos iniciais, puderam-se extrair as seguintes conclusões:

- Um saliente é formado na praia atrás do quebra-mar.
- Ocorre uma erosão a barlamar (ao norte da estrutura), em maior escala nas proximidades do quebra-mar e com redução gradual para o norte.
- A erosão que ocorre a barlamar da estrutura é temporária e diferentes hipóteses na realização das modelagens podem levar a

 BAHIA MINERAÇÃO		PEDRA DE FERRO “NOVO CONCEITO” UNIDADE DE PROJETO DE PORTO F1001-40	
TÍTULO NOTA TÉCNICA – TN049 ESTUDO DA EVOLUÇÃO DA LINHA DE COSTA PARA AS ALTERNATIVAS DO PORTO SUL		BAMIN Nº: RL-4400-N-306	PAGINA 27/74
		CONTRACTOR Nº: 47050836/1400/TN 049	REV. A

variações significativas da erosão ao longo da costa. No entanto, o volume total da erosão integrado ao longo da costa é robusto.

- A projeção máxima do saliente é menor para o layout Original com o PEP removido após 5 anos do que em relação com o PEP mantido durante 35 anos. A redução é significativa.
- A projeção máxima do saliente não é significativamente alterada pela modificação do comprimento do quebra-mar offshore (2100m para 1800m).
- Não há diferença significativa entre os layouts Rev. 1 e Rev. 3 em relação à erosão ou à acresção. O Anexo 6 ilustra a similaridade entre a variação estimada da linha de costa.
- O tamanho da area erodida é reduzido significativamente comparando-se o layout proposto no pedido de LP e o layout Rev. 1. Essa redução representa aproximadamente 20%.

10.3 EXTENSÃO DOS EFEITOS DOS LAYOUTS NA LINHA DE COSTA

As Tabelas 10-1 e 10-2 resumem a extensão da erosão costeira e a projeção do saliente derivados dos resultados dos modelos. A Tabela 6.1 mostra que todos os *layouts* reduzem a extensão da erosão em relação ao *layout* original apresentado no pedido de Licença Prévia.

Os *layouts* Rev. 1 e Rev. 3, nos quais se considera a remoção da PEP após 5 anos, demonstram ser as opções com os maiores benefícios.

A projeção máxima do saliente é maior no layout Original, no qual se considera que o PEP será mantido no lugar durante 5 + 30 anos.

Tabela 10-1: Máxima erosão costeira estimada

Erosão Costeira	Layout Porto Sul	Permanência do PEP	Erosão Máxima Estimada
Maior ↓ Menor	Porto Sul Original*	Completa (5 + 30 anos)	60 – 100m
	Porto Sul Original	5 anos iniciais	60 – 100m
	Porto Sul Rev. 1	5 anos iniciais	40 – 80m
	Porto Sul Rev. 3	5 anos iniciais	40 – 80m

* Apresentada no pedido de LP

		PEDRA DE FERRO “NOVO CONCEITO” UNIDADE DE PROJETO DE PORTO F1001-40	
		TÍTULO NOTA TÉCNICA – TN049 ESTUDO DA EVOLUÇÃO DA LINHA DE COSTA PARA AS ALTERNATIVAS DO PORTO SUL	BAMIN Nº: RL-4400-N-306
		CONTRACTOR Nº: 47050836/1400/TN 049	REV. A

Tabela 10-2: Máxima projeção estimada do saliente

Acresção Costeira	Layout Porto Sul	Permanência do PEP	Projeção Máxima Estimada
Maior ↓ Menor	Porto Sul Original*	Completa (5 + 30 anos)	200 – 240m
	Porto Sul Original	5 anos iniciais	175 – 215m
	Porto Sul Rev. 1	5 anos iniciais	165 – 205m
	Porto Sul Rev. 3	5 anos iniciais	165 – 205m

* Apresentada no pedido de LP

As Tabelas 10-3 e 10-4 resumem as áreas e volumes de erosão costeira e projeção do saliente derivados dos resultados dos modelos. As tabelas mostram que todos os *layouts* modelados novamente reduzem as áreas e volumes erodidos em relação ao *layout* Original.

A redução na área afetada e no volume é de aproximadamente 20%, que pode ser considerada significativa. A modelagem indica que a diferença entre os layouts Rev. 1 e Rev. 3 não é significativa. A diferença na erosão não chega a mais de 10m em qualquer ponto, e menos que 5m no ponto de erosão máxima.

Tabela 10-3: Áreas estimadas de erosão e de saliente.

Efeito na Costa	Layout Porto Sul	Permanência do PEP	Área total estimada de erosão (milhões de m ²)	Área total estimada para o saliente (milhões de m ²)
Maior ↓ Menor	Porto Sul Original*	Completa (5 + 30 anos)	0.40	0.48
	Porto Sul Original	5 anos iniciais	0.38	0.46
	Porto Sul Rev. 1	5 anos iniciais	0.34	0.39
	Porto Sul Rev. 3	5 anos iniciais		

* Apresentada no pedido de LP

Tabela 10-4: Volumes estimados de erosão e saliente

Shoreline Effect	Porto Sul Layout	Permanência do PEP	Volume estimado de erosão (milhões de m ³)	Volume estimado do saliente (milhões de m ³)	Porcentagem do volume em relação ao layout Original
Maior ↓ Menor	Porto Sul Original*	Completa (5 + 30 anos)	4.3	4.3	100%
	Porto Sul Original	5 anos iniciais	4.1	4.1	95%
	Porto Sul Rev. 1	5 anos iniciais	3.3	3.3	80%
	Porto Sul Rev. 3	5 anos iniciais			

* Apresentada no pedido de LP

 BAHIA MINERAÇÃO		PEDRA DE FERRO “NOVO CONCEITO” UNIDADE DE PROJETO DE PORTO F1001-40	
TÍTULO NOTA TÉCNICA – TN049 ESTUDO DA EVOLUÇÃO DA LINHA DE COSTA PARA AS ALTERNATIVAS DO PORTO SUL	BAMIN Nº: RL-4400-N-306	PAGINA 29/74	
	CONTRACTOR Nº: 47050836/1400/TN 049	REV. A	

10.4 EFEITOS DOS DIVERSOS LAYOUTS NA LINHA DE COSTA CONSIDERANDO A GESTÃO COSTEIRA

Os resultados anteriormente apresentados nas Tabelas 10.1 a 10.4 assumem que nenhuma ação é realizada para mitigar os efeitos do projeto sobre o litoral. É possível reduzir a gravidade dos efeitos mediante a implantação de medidas de gerenciamento costeiro. Existem diversas maneiras por meio das quais estas ações podem ser executadas, a exemplo:

1. Uso de caminhões para mover areia do sul (área de acresção) para o norte (área de erosão).
2. Uso de tubulação e estação de bombeamento para mover areia do sul (área de acresção) para o norte (área de erosão).
3. Uso de um sistema transportador por correia.
4. Construção de espigões.

As opções 1, 2 e 3 reduziram a quantidade total de erosão para o norte. A opção 4 passaria a controlar a erosão localizada em áreas menos críticas, mas não vai reduzi-la no geral. As opções 1 a 3 também possuem a vantagem da flexibilidade em se adaptar às respostas variáveis da largura de praia, de forma que a areia de realimentação poderia ser armazenada *a priori* para que a erosão seja prevenida em vez de corrigida.

A opção proposta escolhida é a opção 1 – utilização de caminhões. As razões principais são:

- As operações e a manutenção deste sistema são simples, não há risco de falha total sem controle e é completamente flexível, de modo que o esforço pode ser administrado de acordo com as variações sazonais, efeitos de tempestades, erosões localizadas, etc.
- A localização precisa da extração e deposição pode ser administrada e revisada continuamente para garantir que o objetivo será atingido, isto é, evitar a erosão seja maior que um limite definido previamente.
- Os trabalhos de gestão costeira podem começar imediatamente após o início da construção durante do PEP, sem qualquer atraso por causa da eventual implementação de uma estrutura mais complexa.
- Os trabalhos de gestão costeira podem começar com o esforço necessário para reduzir a erosão causada pelo PEP e,

 BAHIA MINERAÇÃO		PEDRA DE FERRO “NOVO CONCEITO” UNIDADE DE PROJETO DE PORTO F1001-40	
TÍTULO NOTA TÉCNICA – TN049 ESTUDO DA EVOLUÇÃO DA LINHA DE COSTA PARA AS ALTERNATIVAS DO PORTO SUL	BAMIN Nº: RL-4400-N-306	PAGINA 30/74	
	CONTRACTOR Nº: 47050836/1400/TN 049	REV. A	

posteriormente, adequar este esforço para a situação após a construção do quebra-mar do Porto Sul.

- Esta opção possui o menor custo dentre todas as opções

Os trabalhos de modelagem identificaram que será necessário mover um volume médio anual de 150.000 m³ do sul para o norte para que se atinja um limite máximo de 20 m de erosão. Estes cálculos se aplicam ao layout do Porto Sul Original mas também se adequariam para o layout Rev. 1. Estudos mais detalhados devem mostrar que este volume ou será reduzido para o layout Rev. 1 ou se manterá na mesma ordem de grandeza. Os resultados indicaram que os sedimentos da praia precisam ser transferidos por aproximadamente 5 km de distância.

Variações sazonais do clima de ondas e o impacto de tempestades necessitam de uma abordagem mais flexível, na qual o volume anual pode ser aumentado em anos com mais tempestades e reduzido em anos mais calmos. Uma vez em operação, o modelo de acreção e erosão deve ser monitorado e a abordagem pode ser otimizada.

As Figuras 10-1 e 10-2 apresentam as posições aproximadas da linha de costa que resultariam da adoção da gestão costeira e os locais aproximados de pontos de retirada e deposição dos sedimentos de praia.

A Tabela 10-5 apresenta os resultados que podem ser alcançados utilizando a gestão costeira. Não há diferença no efeito final, já que a erosão resultante seria controlada para se manter num limiar determinado independentemente do layout do Porto Sul.

Tabela 10-5: Erosão máxima na costa considerando a gestão costeira.

Layout do Porto Sul	Duração do PEP	Erosão Máxima / Limite Máximo
Porto Sul Original *	Duração total (5+ 30 anos)	0-20m
Porto Sul Original	5 anos iniciais	0-20m
Porto Sul Rev. 1	5 anos iniciais	0-20m
Porto Sul Rev. 3	5 anos iniciais	0-20m

* Projeto do Porto Sul proposto para LP.

No entanto, a quantidade de esforço necessária está ligada ao limite de erosão estabelecido. Aceitando um limite maior, por exemplo, 0 a 40 m, é provável que haja uma redução de custo, visto que seria necessário mover menos areia e haveria um tempo maior de resposta para grandes eventos de tempestade, pois o trabalho de transferência de sedimentos poderia ser feito a uma taxa mais uniforme, também reduzindo custo. O limite de erosão deve ser considerado durante a preparação do plano detalhado de gestão costeira e ajustado a um valor-limite de acordo com o melhor equilíbrio entre custo e impacto de erosão.

 BAHIA MINERAÇÃO		PEDRA DE FERRO “NOVO CONCEITO” UNIDADE DE PROJETO DE PORTO F1001-40	
TÍTULO NOTA TÉCNICA – TN049 ESTUDO DA EVOLUÇÃO DA LINHA DE COSTA PARA AS ALTERNATIVAS DO PORTO SUL	BAMIN Nº: RL-4400-N-306	PAGINA 31/74	
	CONTRACTOR Nº: 47050836/1400/TN 049	REV. A	

O plano de gestão costeira abordaria também o melhor método para garantir a continuação do funcionamento da Barra do Abelar e, caso necessário, poderia se propor que as escavadeiras e os caminhões que realizam a transferência do sedimento de sul para norte sejam também utilizados para romper a barra a fim de permitir a comunicação da lagoa com o mar.

A Tabela 10-6 apresenta as áreas estimadas de erosão e acreção para o layout Porto Sul Rev. 1 considerando a gestão costeira local.

Tabela 10-6: Áreas estimadas do saliente e da erosão para o layout do Porto Sul Rev. 1 considerando a gestão costeira.

Layout do Porto Sul	Duração do PEP	Área Total Estimada de Erosão (milhão de m²)	Área Total Estimada de Saliente (milhão de m²)
Porto Sul Rev. 1	5 anos iniciais	0.11	0.15

		PEDRA DE FERRO “NOVO CONCEITO” UNIDADE DE PROJETO DE PORTO F1001-40	
TÍTULO NOTA TÉCNICA – TN049 ESTUDO DA EVOLUÇÃO DA LINHA DE COSTA PARA AS ALTERNATIVAS DO PORTO SUL	BAMIN Nº: RL-4400-N-306	PAGINA 32/74	
	CONTRACTOR Nº: 47050836/1400/TN 049	REV. A	

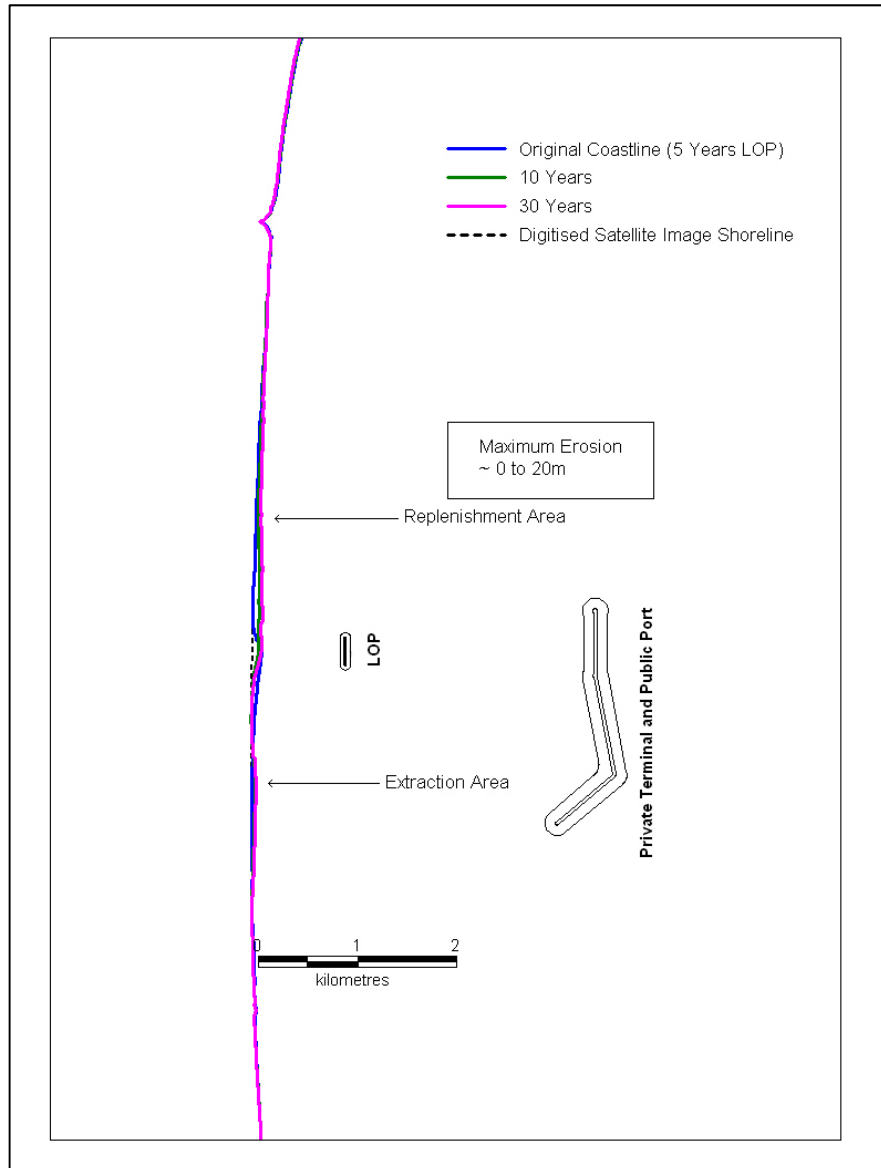


Figura 10-1: Linha de costa prevista para o layout do Porto Sul Original considerando a adoção da gestão costeira.

 BAHIA MINERAÇÃO		PEDRA DE FERRO “NOVO CONCEITO” UNIDADE DE PROJETO DE PORTO F1001-40	
TÍTULO NOTA TÉCNICA – TN049 ESTUDO DA EVOLUÇÃO DA LINHA DE COSTA PARA AS ALTERNATIVAS DO PORTO SUL	BAMIN Nº: RL-4400-N-306	PAGINA 33/74	
	CONTRACTOR Nº: 47050836/1400/TN 049	REV. A	

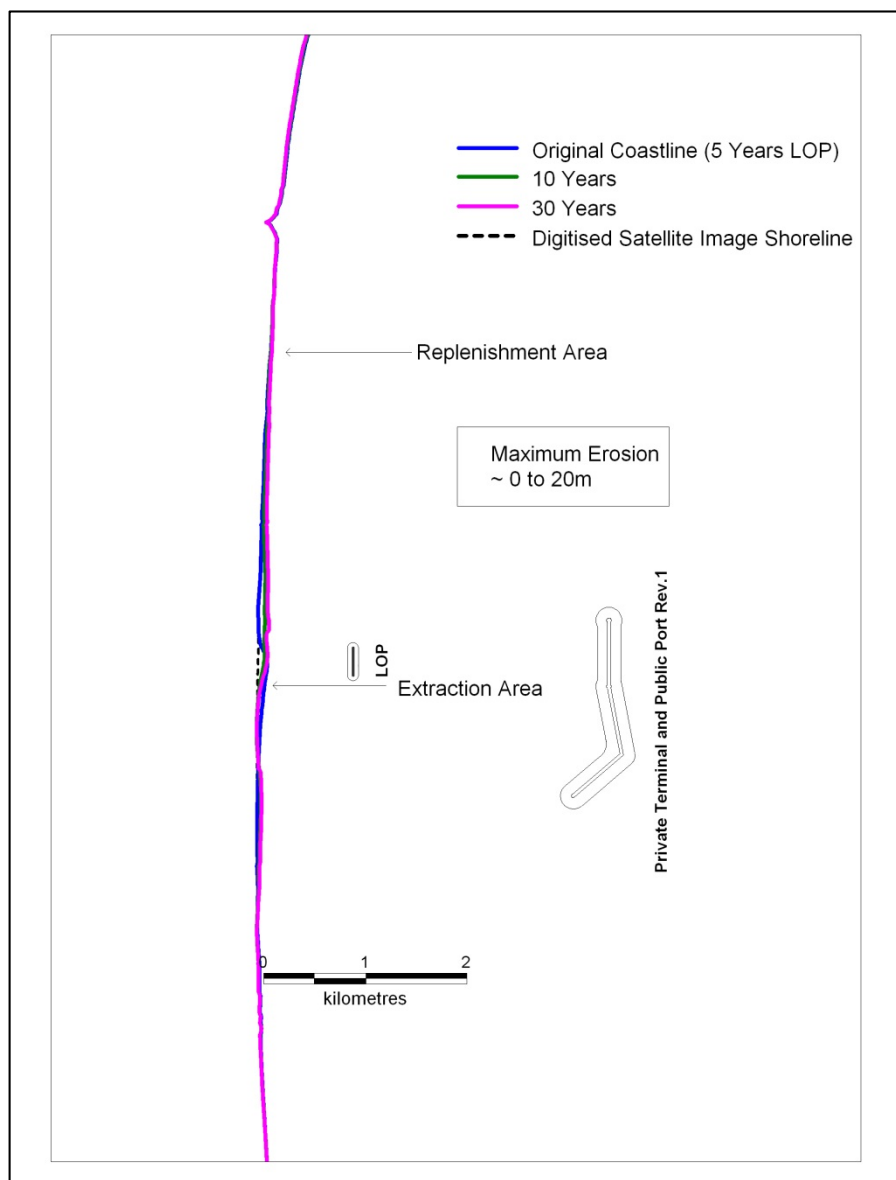


Figura 10-2: Linha de costa prevista para o layout do Porto Sul Rev. 1 considerando a adoção da gestão costeira.

10.5 EFEITOS DE LONGO PRAZO

A avaliação a longo prazo dos efeitos da modificação na linha de costa (após os 35 anos considerados na modelagem) mostrou que a erosão continuará ao longo dos anos e o efeito no futuro irá estender e aprofundar a área de erosão ao norte. . O quebra-mar offshore reduz o transporte de sedimentos e o acúmulo no saliente não é suficiente para reduzir a erosão significativamente, de modo que a areia continuará a ser retida a sul do quebra-mar offshore e a erosão continuará a ocorrer ao norte. A taxa de erosão deverá gradualmente reduzir ao longo do tempo, mas não cessar.

 BAHIA MINERAÇÃO		PEDRA DE FERRO “NOVO CONCEITO” UNIDADE DE PROJETO DE PORTO F1001-40	
TÍTULO NOTA TÉCNICA – TN049 ESTUDO DA EVOLUÇÃO DA LINHA DE COSTA PARA AS ALTERNATIVAS DO PORTO SUL	BAMIN Nº: RL-4400-N-306	PAGINA 34/74	
	CONTRACTOR Nº: 47050836/1400/TN 049	REV. A	

A imprecisão do modelo para avaliar os efeitos da erosão a longo prazo (para mais de 35 anos) é elevada, dificultando uma análise consistente destes dados, uma vez que os eventos naturais somam-se aos efeitos da componente do comportamento da linha de costa resultante da construção do porto.

Uma medida de gestão costeira seria efetiva quanto ao crescimento do saliente e aumento da erosão, tal que a erosão máxima seria mantida entre 0 e 20 m ou entre 0 e 40 m (de acordo com o limite a ser estabelecido) tanto para o layout original quanto para o layout Rev. 1.

10.6 LIMITAÇÕES DO MODELO

O modelo é suficientemente robusto para fazer comparações relativas entre os *layouts* considerados nos termos acima expostos, especialmente onde há uma clara diferença entre os resultados apresentados. Os resultados não devem ser tratados como previsões precisas dos efeitos, e as pequenas diferenças nas previsões do modelo podem não refletir diferenças reais e, portanto, devem ser tratadas com cautela.

A previsão precisa da evolução em longo prazo do litoral é inerentemente difícil devido à natureza complexa dos processos físicos envolvidos e à variabilidade das condições naturais, que não podem ser totalmente contabilizadas em um modelo matemático.

Por definição, um modelo fornece uma representação simplificada do mundo real. Os modelos são mais confiáveis em comparações relativas entre as opções de *layout*.

Para modelar a evolução costeira, os seguintes fatores contribuem para a incerteza nas previsões do modelo:

- Validade das hipóteses relacionadas à disponibilidade e fornecimento de sedimentos ao longo da costa em estudo.
- Representação simplificada da costa utilizando uma série de perfis transversais à costa.
- Variabilidade natural dos sedimentos de praia, que são caracterizados pela mediana do tamanho de grão e pela distribuição granulométrica ao longo de cada perfil.
- Identificação de restrições (p.ex., presença de rochas) potencialmente controlando erosão.
- Validade do uso de ondas obtidas por modelos de hindcast para representar condições futuras.

 BAHIA MINERAÇÃO		PEDRA DE FERRO “NOVO CONCEITO” UNIDADE DE PROJETO DE PORTO F1001-40	
TÍTULO NOTA TÉCNICA – TN049 ESTUDO DA EVOLUÇÃO DA LINHA DE COSTA PARA AS ALTERNATIVAS DO PORTO SUL	BAMIN Nº: RL-4400-N-306	PAGINA 35/74	
	CONTRACTOR Nº: 47050836/1400/TN 049	REV. A	

- Influências externas que podem modificar significativamente o regime de transporte de sedimento no futuro (p.ex., outros empreendimentos costeiros, mudanças climáticas etc.).

Para este projeto especificamente, os seguintes aspectos também afetam a precisão do modelo:

- A falta de estruturas semelhantes anteriormente construídas no litoral a partir das quais estejam disponíveis dados para calibração.
- A escala (grande) do quebra-mar proposto, próximo dos limites da faixa de aplicabilidade dos modelos segundo a literatura científica e muitos estudos de caso.
- Devido ao grande número de hipóteses, mudanças que podem ocorrer em escalas de tempo decadal estão sujeitas a níveis crescentes de incerteza.

Portanto, é necessário cautela na interpretação dos resultados do modelo, que são destinados a fornecer uma base para decisões de gestão bem subsidiadas.

 BAHIA MINERAÇÃO		PEDRA DE FERRO “NOVO CONCEITO” UNIDADE DE PROJETO DE PORTO F1001-40	
TÍTULO NOTA TÉCNICA – TN049 ESTUDO DA EVOLUÇÃO DA LINHA DE COSTA PARA AS ALTERNATIVAS DO PORTO SUL	BAMIN Nº: RL-4400-N-306	PAGINA 36/74	
	CONTRACTOR Nº: 47050836/1400/TN 049	REV. A	

11. CONCLUSÕES

As conclusões dos estudos de modelagem da evolução da linha de costa envolvendo a comparação das opções de layouts de quebra-mar para o Porto Sul estão resumidas abaixo:

- Tanto o PEP quanto o quebra-mar offshore influenciarão a linha de costa. Embora o PEP seja muito menor que o quebra-mar offshore, está situado mais próximo da costa e, proporcionalmente à sua extensão, resultará num efeito maior.
- Tanto o quebra-mar offshore quanto o PEP reduzem substancialmente o transporte litorâneo de sedimentos, causando um acúmulo de areia (na forma de um saliente) no trecho abrigado pelos quebra-mares na linha de costa e uma região de erosão ao norte do saliente. Dentro da escala de tempo considerada nos estudos efetuados, não se formariam tómbolos conectando o PEP à linha de costa.
- A redução do quebra-mar offshore reduz tanto a área do saliente como a área de erosão.
- A remoção do PEP depois de 5 anos reduz o efeito na linha de costa, pois reduz a formação do saliente e a área de erosão que forma na praia situada a norte do quebra-mar.
- O efeito na costa da interação do PEP e do quebra-mar offshore é complexo, pois os efeitos de ambos considerados de forma separada não podem ser simplesmente sobrepostos. O layout considerando a remoção do PEP após 5 anos produz uma redução significativa do efeito na linha de costa – aproximadamente 20% da área de erosão.
- A realocação do quebra-mar offshore para 4 km (Porto Sul Rev. 3) não produz modificações significativas na erosão ou acreção se comparado ao layout Porto Sul Rev. 1, localizado a aproximadamente 3,5 km offshore.
- A extensão e magnitude da erosão resultante da construção do quebra-mar offshore será ainda mais reduzida se for adotada uma medida de gestão costeira, na qual o acréscimo de areia ao sul da área é movido para o norte com a intenção de preencher as áreas de erosão.
- Ao adotar uma medida de gestão costeira, a erosão máxima estimada poderá ser controlada e alcançará um limite determinado, que será significativamente menor do que a erosão resultante caso não haja nenhuma medida de gestão. O limite poderia ser estipulado entre 0-20 m, embora 0-40 m daria uma maior flexibilidade e reduziria os custos. Recomenda-se que a areia seja transportada por caminhões para dar uma maior flexibilidade de resposta à evolução da praia devido às obras do Porto Sul e às variações naturais e sazonais.

 BAHIA MINERAÇÃO		PEDRA DE FERRO “NOVO CONCEITO” UNIDADE DE PROJETO DE PORTO F1001-40	
TÍTULO NOTA TÉCNICA – TN049 ESTUDO DA EVOLUÇÃO DA LINHA DE COSTA PARA AS ALTERNATIVAS DO PORTO SUL	BAMIN Nº: RL-4400-N-306	PAGINA 37/74	
	CONTRACTOR Nº: 47050836/1400/TN 049	REV. A	

ANEXO(s)

1. LAYOUT PORTO SUL ORIGINAL – EFEITOS PREVISTOS NA COSTA (PEP POR 5 + 30 ANOS DE DURAÇÃO)
2. LAYOUT PORTO SUL ORIGINAL – EFEITOS PREVISTOS NA COSTA (PEP POR 5 ANOS)
3. PORTO SUL REV. 1 LAYOUT – EFEITOS PREVISTOS NA COSTA (PEP POR 5 ANOS)
4. PORTO SUL REV. 3 LAYOUT – EFEITOS PREVISTOS NA COSTA (PEP POR 5 ANOS)
5. FIGURAS PARA COMPARAÇÃO – PORTO SUL ORIGINAL (PEP POR 5 + 30 ANOS DE DURAÇÃO) E PORTO SUL REV. 1 (PEP POR 5 ANOS)
6. FIGURAS PARA COMPARAÇÃO – PORTO SUL REV. 1 (PEP POR 5 ANOS) E PORTO SUL REV. 3 (PEP POR 5 ANOS)

 BAHIA MINERAÇÃO		PEDRA DE FERRO “NOVO CONCEITO” UNIDADE DE PROJETO DE PORTO F1001-40	
TÍTULO NOTA TÉCNICA – TN049 ESTUDO DA EVOLUÇÃO DA LINHA DE COSTA PARA AS ALTERNATIVAS DO PORTO SUL	BAMIN Nº: RL-4400-N-306	PAGINA 38/74	
	CONTRACTOR Nº: 47050836/1400/TN 049	REV. A	

**1. LAYOUT PORTO SUL ORIGINAL – EFEITOS PREVISTOS NA COSTA (PEP
POR 5 + 30 ANOS DE DURAÇÃO)**

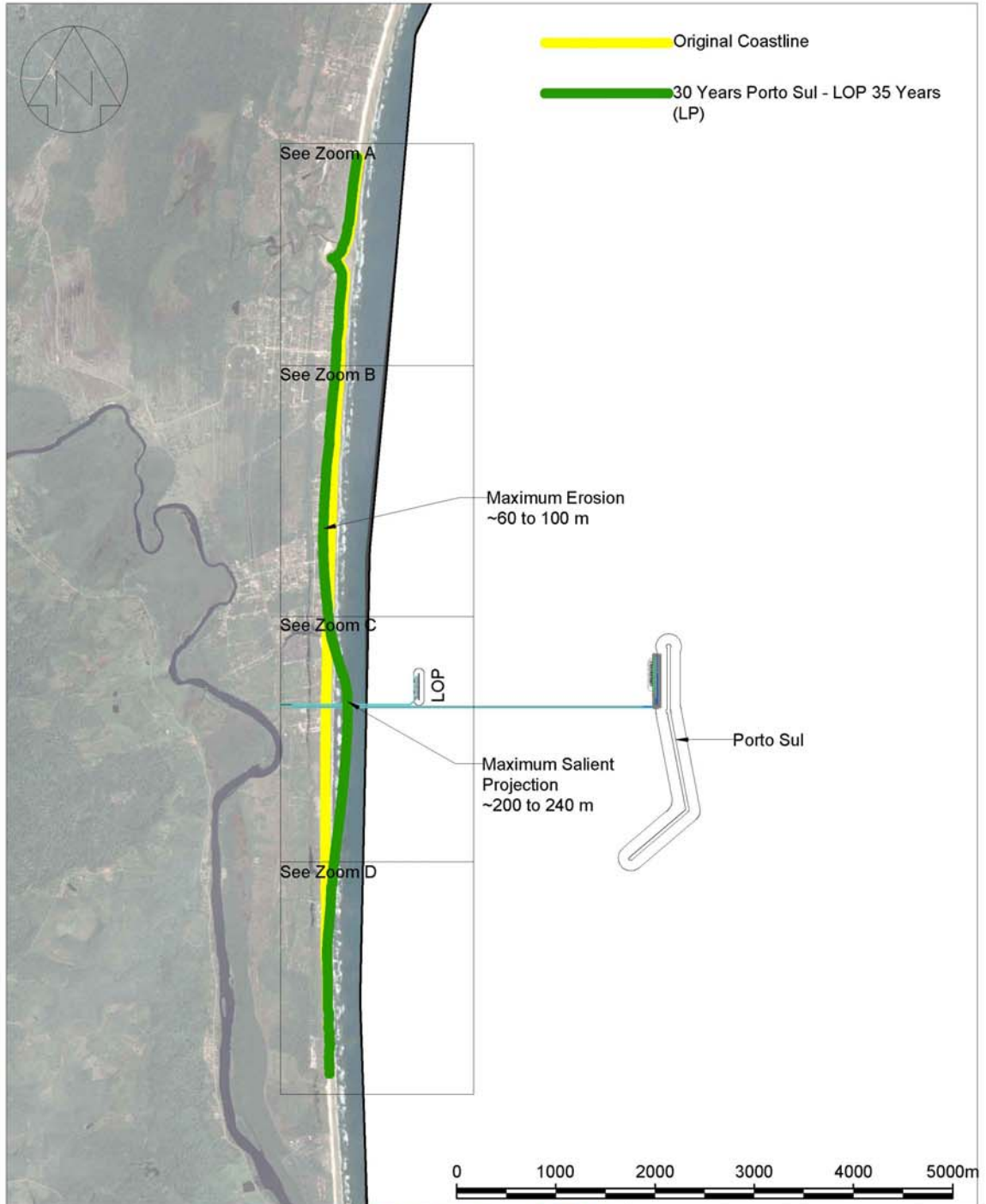
TÍTULO
**NOTA TÉCNICA – TN049
ESTUDO DA EVOLUÇÃO DA LINHA DE COSTA
PARA AS ALTERNATIVAS DO PORTO SUL**

BAMIN Nº:
RL-4400-N-306

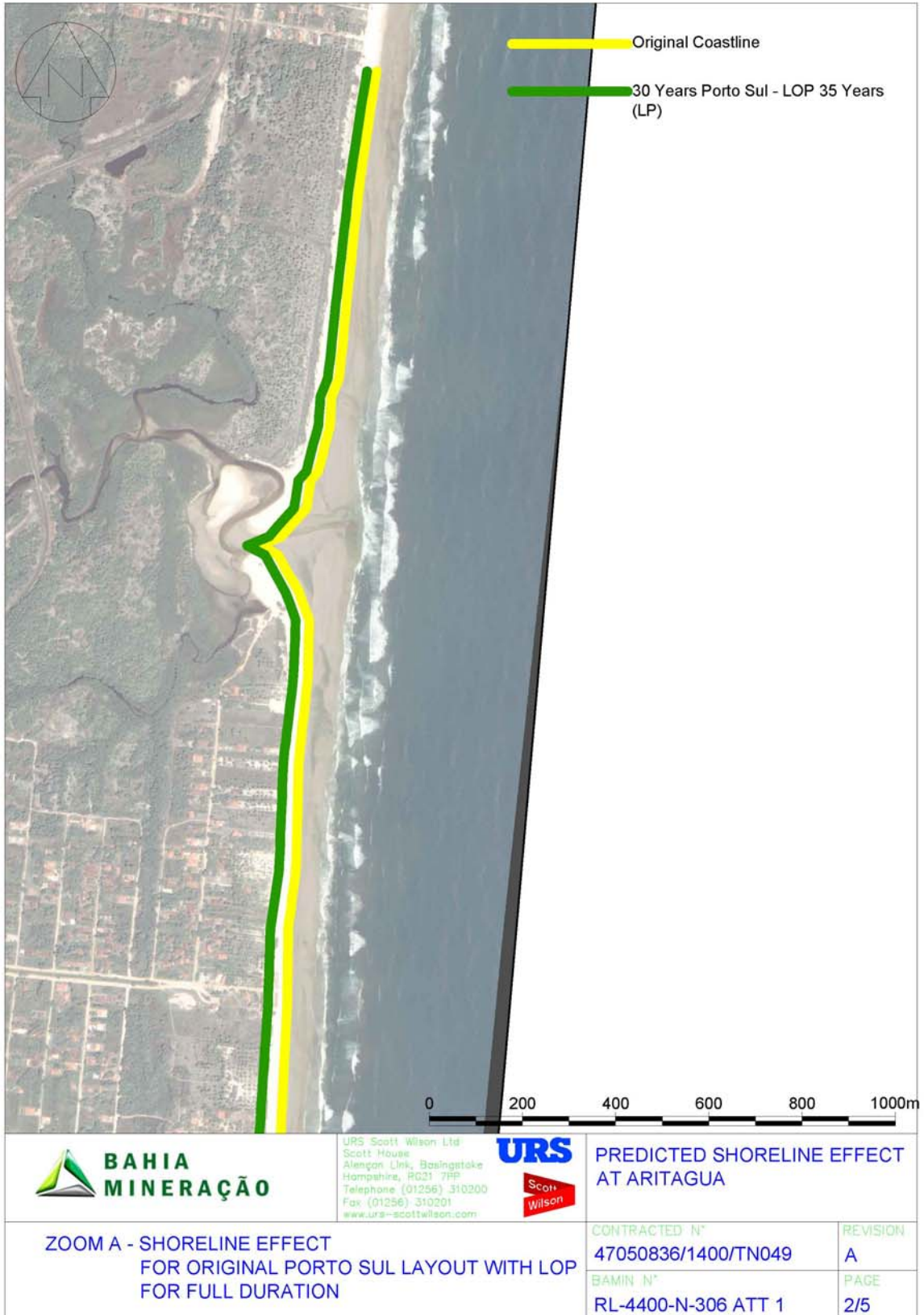
PAGINA
39/74

CONTRACTOR Nº:
47050836/1400/TN 049

REV.
A



		PEDRA DE FERRO “NOVO CONCEITO” UNIDADE DE PROJETO DE PORTO F1001-40	
TÍTULO NOTA TÉCNICA – TN049 ESTUDO DA EVOLUÇÃO DA LINHA DE COSTA PARA AS ALTERNATIVAS DO PORTO SUL	BAMIN Nº: RL-4400-N-306	PAGINA 40/74	
	CONTRACTOR Nº: 47050836/1400/TN 049	REV. A	

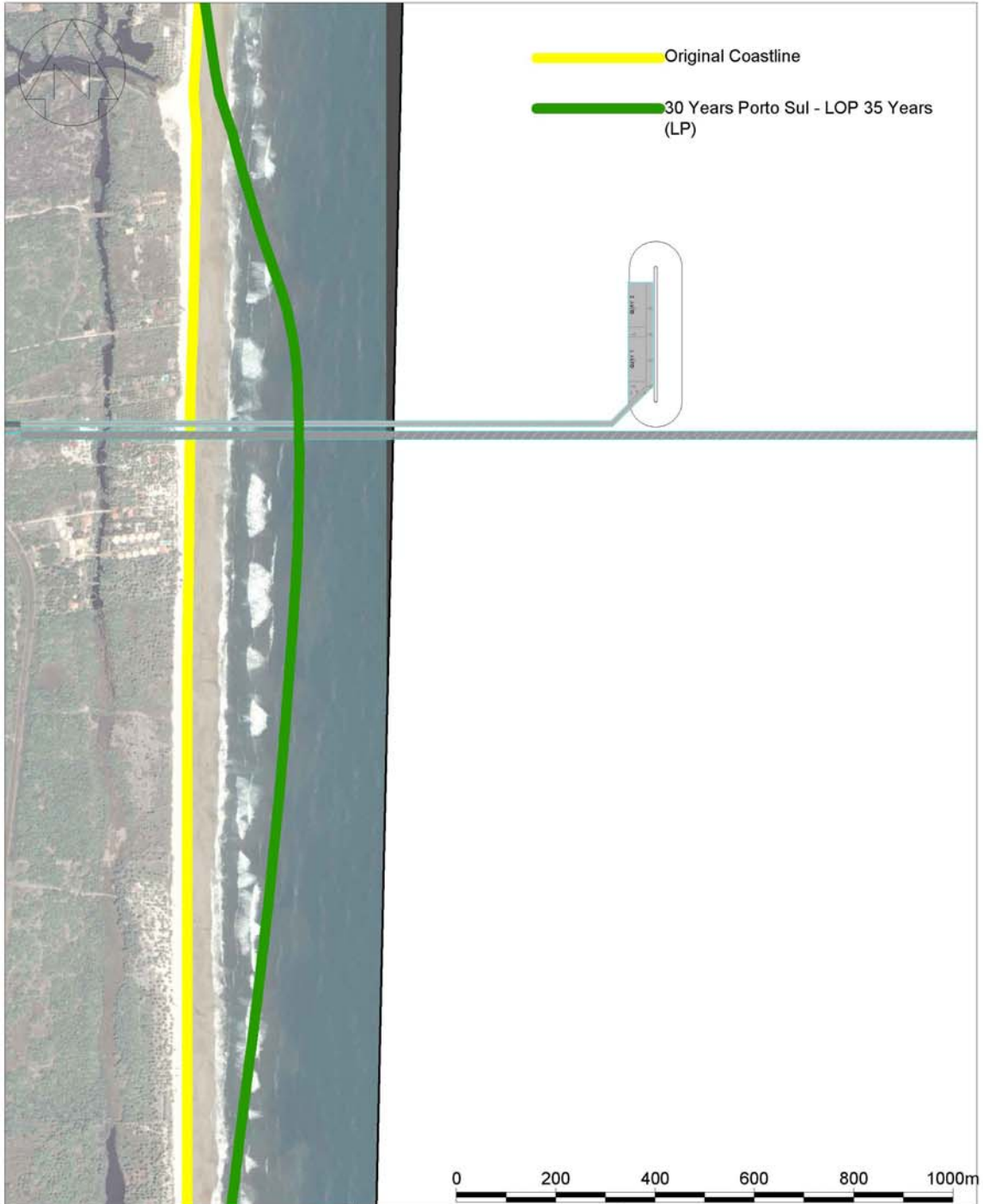


	 	PEDRA DE FERRO “NOVO CONCEITO” UNIDADE DE PROJETO DE PORTO F1001-40	
TÍTULO NOTA TÉCNICA – TN049 ESTUDO DA EVOLUÇÃO DA LINHA DE COSTA PARA AS ALTERNATIVAS DO PORTO SUL	BAMIN Nº: RL-4400-N-306	PAGINA 41/74	
	CONTRACTOR Nº: 47050836/1400/TN 049	REV. A	



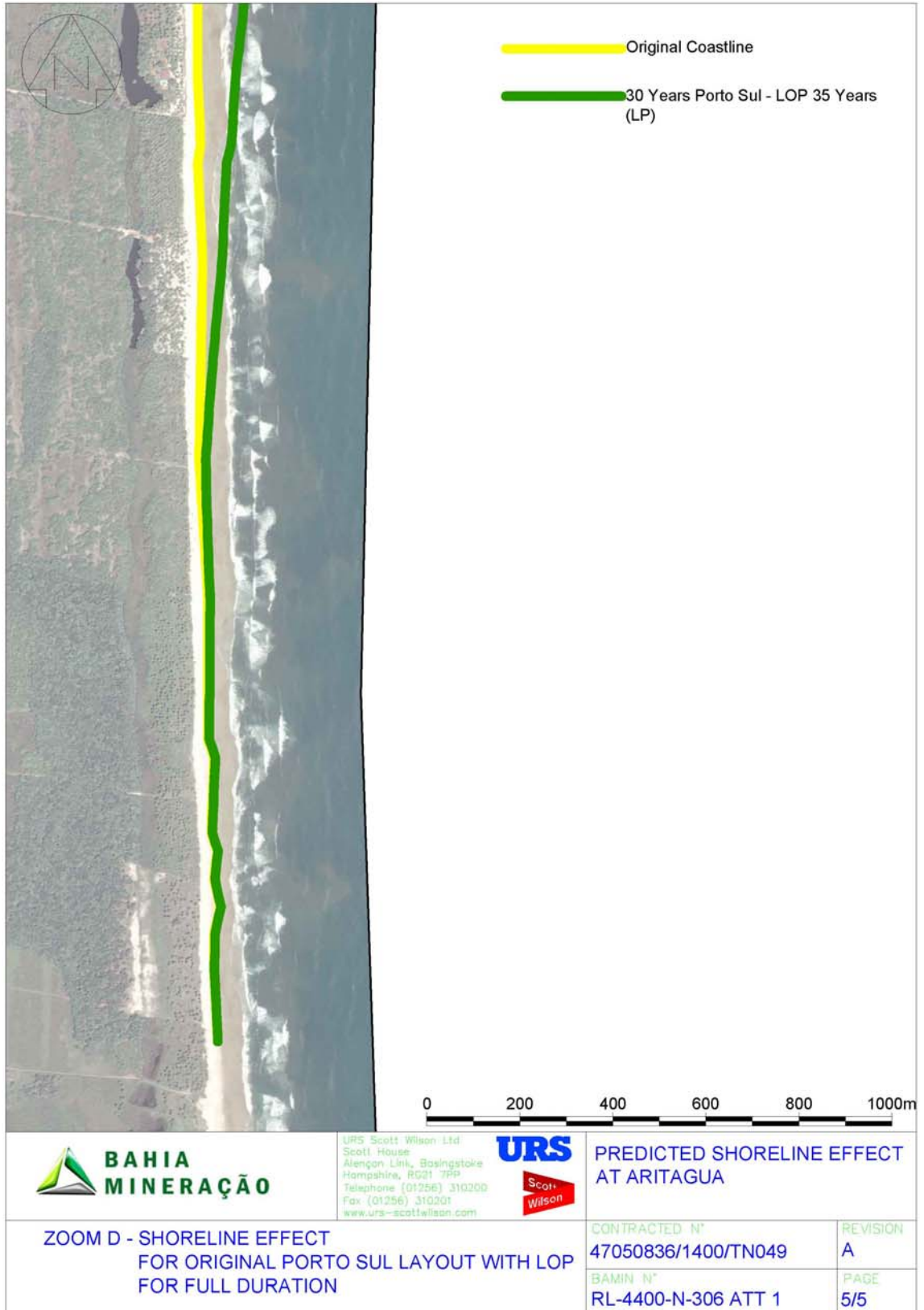
	 <small>URS Scott Wilson Ltd Scott House Alengon Link, Basingstoke Hampshire, RG21 7PP Telephone (01256) 310200 Fax (01256) 310201 www.urs-scottwilson.com</small>	PREDICTED SHORELINE EFFECT AT ARITAGUA	
ZOOM B - SHORELINE EFFECT FOR ORIGINAL PORTO SUL LAYOUT WITH LOP FOR FULL DURATION	CONTRACTED N° 47050836/1400/TN049	REVISION A	
	BAMIN N° RL-4400-N-306 ATT 1	PAGE 3/5	

 BAHIA MINERAÇÃO		PEDRA DE FERRO “NOVO CONCEITO” UNIDADE DE PROJETO DE PORTO F1001-40	
TÍTULO NOTA TÉCNICA – TN049 ESTUDO DA EVOLUÇÃO DA LINHA DE COSTA PARA AS ALTERNATIVAS DO PORTO SUL	BAMIN Nº: RL-4400-N-306	PAGINA 42/74	
	CONTRACTOR Nº: 47050836/1400/TN 049	REV. A	



 BAHIA MINERAÇÃO	<small>URS Scott Wilson Ltd Scott House Aston Link, Basingstoke Hampshire, RG21 7PP Telephone (01256) 310200 Fax (01256) 310201 www.urs-scottwilson.com</small> 	PREDICTED SHORELINE EFFECT AT ARITAGUA	
ZOOM C - SHORELINE EFFECT FOR ORIGINAL PORTO SUL LAYOUT WITH LOP FOR FULL DURATION		CONTRACTED Nº 47050836/1400/TN049	REVISION A
		BAMIN Nº RL-4400-N-306 ATT 1	PAGE 4/5

 BAHIA MINERAÇÃO	 	PEDRA DE FERRO “NOVO CONCEITO” UNIDADE DE PROJETO DE PORTO F1001-40	
TÍTULO NOTA TÉCNICA – TN049 ESTUDO DA EVOLUÇÃO DA LINHA DE COSTA PARA AS ALTERNATIVAS DO PORTO SUL	BAMIN Nº: RL-4400-N-306	PAGINA 43/74	
	CONTRACTOR Nº: 47050836/1400/TN 049	REV. A	



 BAHIA MINERAÇÃO		PEDRA DE FERRO “NOVO CONCEITO” UNIDADE DE PROJETO DE PORTO F1001-40	
TÍTULO NOTA TÉCNICA – TN049 ESTUDO DA EVOLUÇÃO DA LINHA DE COSTA PARA AS ALTERNATIVAS DO PORTO SUL	BAMIN Nº: RL-4400-N-306	PAGINA 44/74	
	CONTRACTOR Nº: 47050836/1400/TN 049	REV. A	

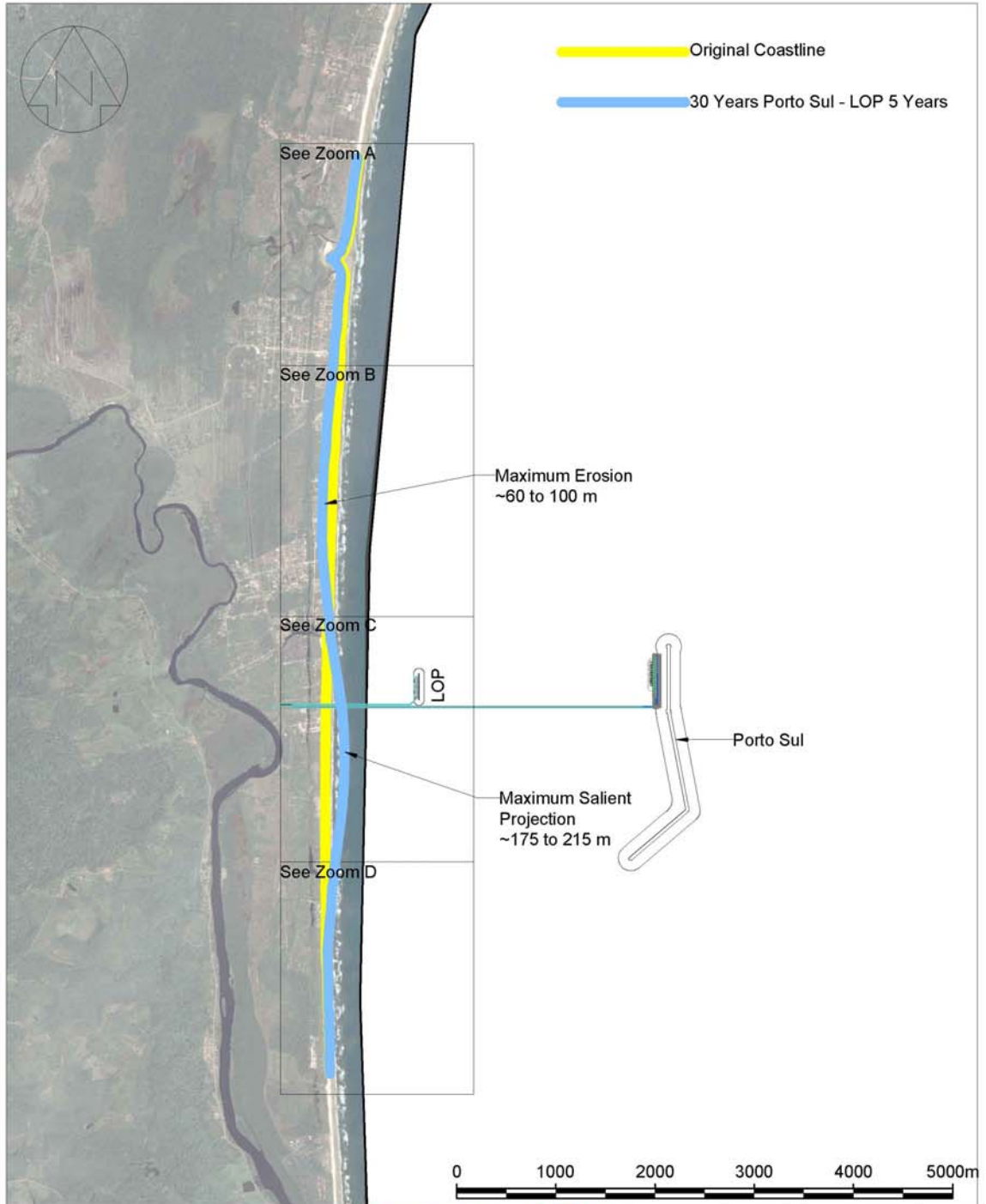
2. LAYOUT PORTO SUL ORIGINAL – EFEITOS PREVISTOS NA COSTA (PEP POR 5 ANOS)

**TÍTULO
NOTA TÉCNICA – TN049
ESTUDO DA EVOLUÇÃO DA LINHA DE COSTA
PARA AS ALTERNATIVAS DO PORTO SUL**

 BAMIN Nº:
RL-4400-N-306

 PAGINA
45/74

 CONTRACTOR Nº:
47050836/1400/TN 049

 REV.
A


		PEDRA DE FERRO “NOVO CONCEITO” UNIDADE DE PROJETO DE PORTO F1001-40	
TÍTULO NOTA TÉCNICA – TN049 ESTUDO DA EVOLUÇÃO DA LINHA DE COSTA PARA AS ALTERNATIVAS DO PORTO SUL	BAMIN Nº: RL-4400-N-306	PAGINA 46/74	
	CONTRACTOR Nº: 47050836/1400/TN 049	REV. A	



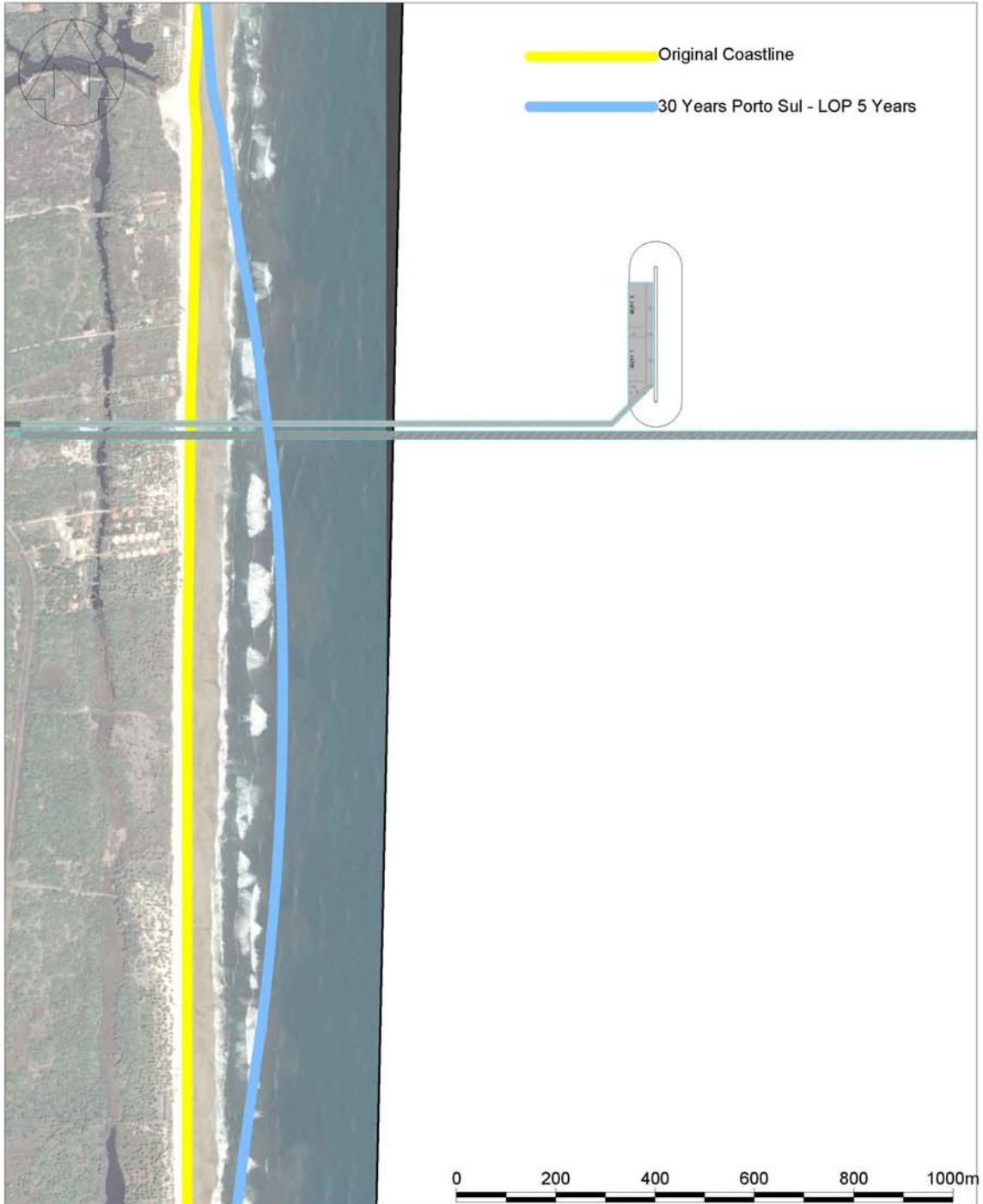
	<small>URS Scott Wilson Ltd Scott House Alengon Link, Basingstoke Hampshire, RG21 7PP Telephone (01256) 310200 Fax (01256) 310201 www.urs-scottwilson.com</small> 	PREDICTED SHORELINE EFFECT AT ARITAGUA	
ZOOM A - SHORELINE EFFECT FOR ORIGINAL PORTO SUL LAYOUT WITH LOP FOR INITIAL 5 YEARS ONLY	CONTRACTED N° 47050836/1400/TN049	REVISION A	
	BAMIN N° RL-4400-N-306 ATT 2	PAGE 2/5	

 BAHIA MINERAÇÃO	 	PEDRA DE FERRO “NOVO CONCEITO” UNIDADE DE PROJETO DE PORTO F1001-40	
TÍTULO NOTA TÉCNICA – TN049 ESTUDO DA EVOLUÇÃO DA LINHA DE COSTA PARA AS ALTERNATIVAS DO PORTO SUL	BAMIN Nº: RL-4400-N-306	PAGINA 47/74	
	CONTRACTOR Nº: 47050836/1400/TN 049	REV. A	



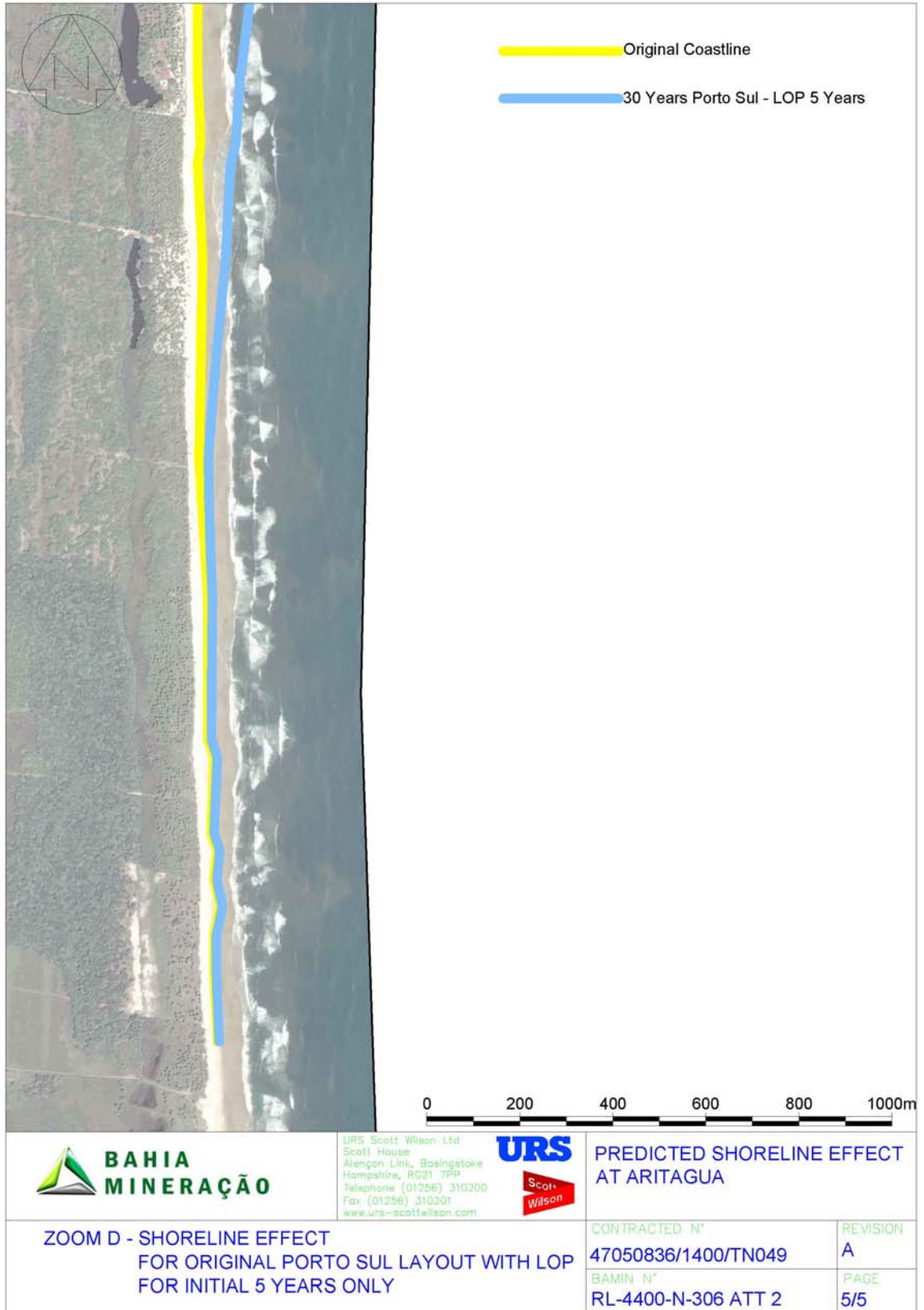
 BAHIA MINERAÇÃO	<small>URS Scott Wilson Ltd Scott House Alengon Link, Basingstoke Hampshire, RG21 7PP Telephone (01256) 310200 Fax (01256) 310201 www.urs-scottwilson.com</small>	  PREDICTED SHORELINE EFFECT AT ARITAGUA	
ZOOM B - SHORELINE EFFECT FOR ORIGINAL PORTO SUL LAYOUT WITH LOP FOR INITIAL 5 YEARS ONLY		CONTRACTED N° 47050836/1400/TN049	REVISION A
		BAMIN N° RL-4400-N-306 ATT 2	PAGE 3/5

 BAHIA MINERAÇÃO		PEDRA DE FERRO “NOVO CONCEITO” UNIDADE DE PROJETO DE PORTO F1001-40	
TÍTULO NOTA TÉCNICA – TN049 ESTUDO DA EVOLUÇÃO DA LINHA DE COSTA PARA AS ALTERNATIVAS DO PORTO SUL	BAMIN Nº: RL-4400-N-306	PAGINA 48/74	
	CONTRACTOR Nº: 47050836/1400/TN 049	REV. A	



 BAHIA MINERAÇÃO	<small>URS Scott Wilson Ltd Scott House Astonon Link, Basingstoke Hampshire, RG21 7PP Telephone (01256) 310200 Fax (01256) 310201 www.urs-scottwilson.com</small>		PREDICTED SHORELINE EFFECT AT ARITAGUA	
ZOOM C - SHORELINE EFFECT FOR ORIGINAL PORTO SUL LAYOUT WITH LOP FOR INITIAL 5 YEARS ONLY			<small>CONTRACTED Nº</small> 47050836/1400/TN049	<small>REVISION</small> A
			<small>BAMIN Nº</small> RL-4400-N-306 ATT 2	<small>PAGE</small> 4/5

 BAHIA MINERAÇÃO	 	PEDRA DE FERRO “NOVO CONCEITO” UNIDADE DE PROJETO DE PORTO F1001-40	
TÍTULO NOTA TÉCNICA – TN049 ESTUDO DA EVOLUÇÃO DA LINHA DE COSTA PARA AS ALTERNATIVAS DO PORTO SUL	BAMIN Nº: RL-4400-N-306	PAGINA 49/74	
	CONTRACTOR Nº: 47050836/1400/TN 049	REV. A	



 BAHIA MINERAÇÃO		PEDRA DE FERRO “NOVO CONCEITO” UNIDADE DE PROJETO DE PORTO F1001-40	
TÍTULO NOTA TÉCNICA – TN049 ESTUDO DA EVOLUÇÃO DA LINHA DE COSTA PARA AS ALTERNATIVAS DO PORTO SUL	BAMIN Nº: RL-4400-N-306	PAGINA 50/74	
	CONTRACTOR Nº: 47050836/1400/TN 049	REV. A	

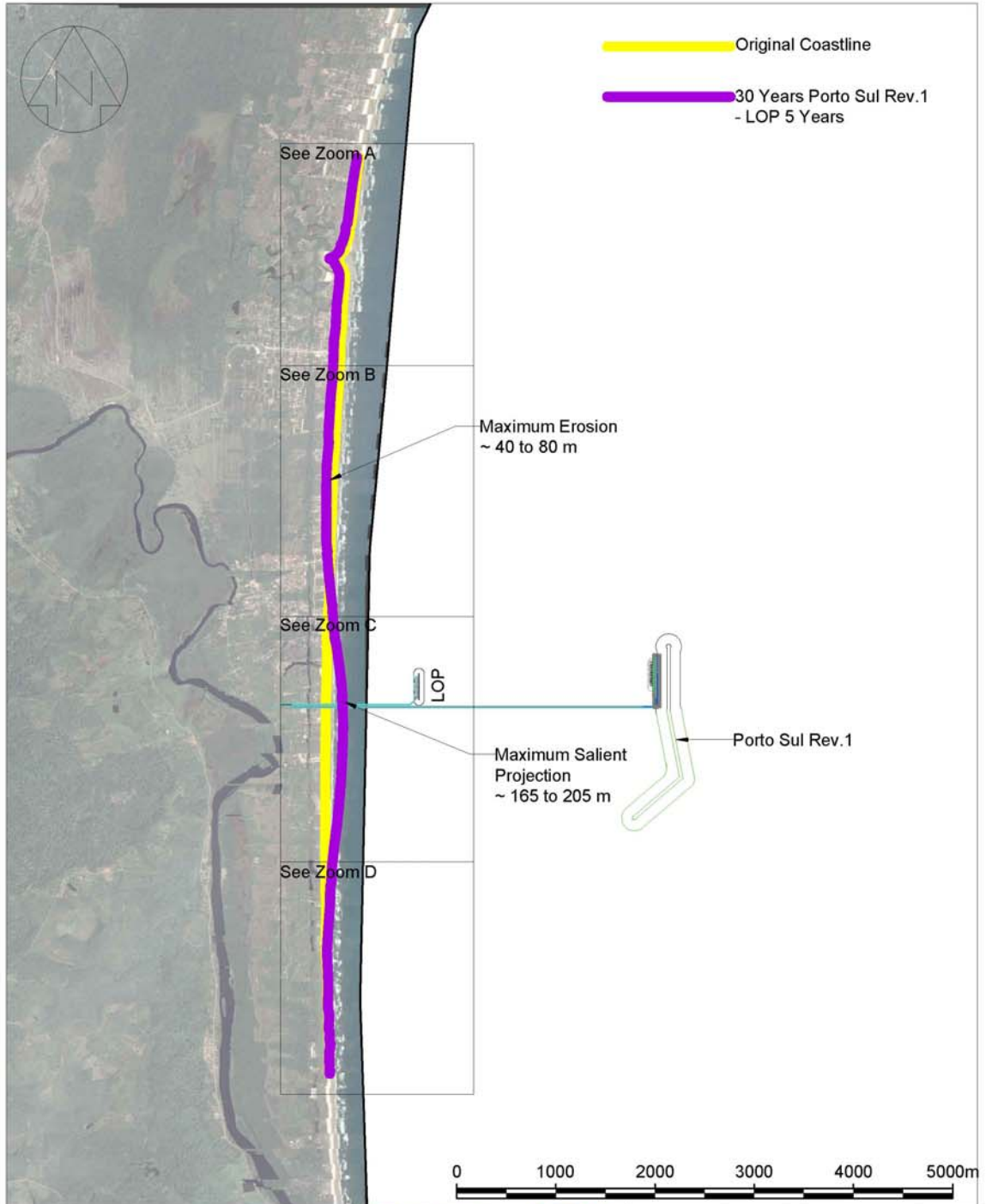
3. PORTO SUL REV. 1 LAYOUT – EFEITOS PREVISTOS NA COSTA (PEP POR 5 ANOS)

**TÍTULO
NOTA TÉCNICA – TN049
ESTUDO DA EVOLUÇÃO DA LINHA DE COSTA
PARA AS ALTERNATIVAS DO PORTO SUL**

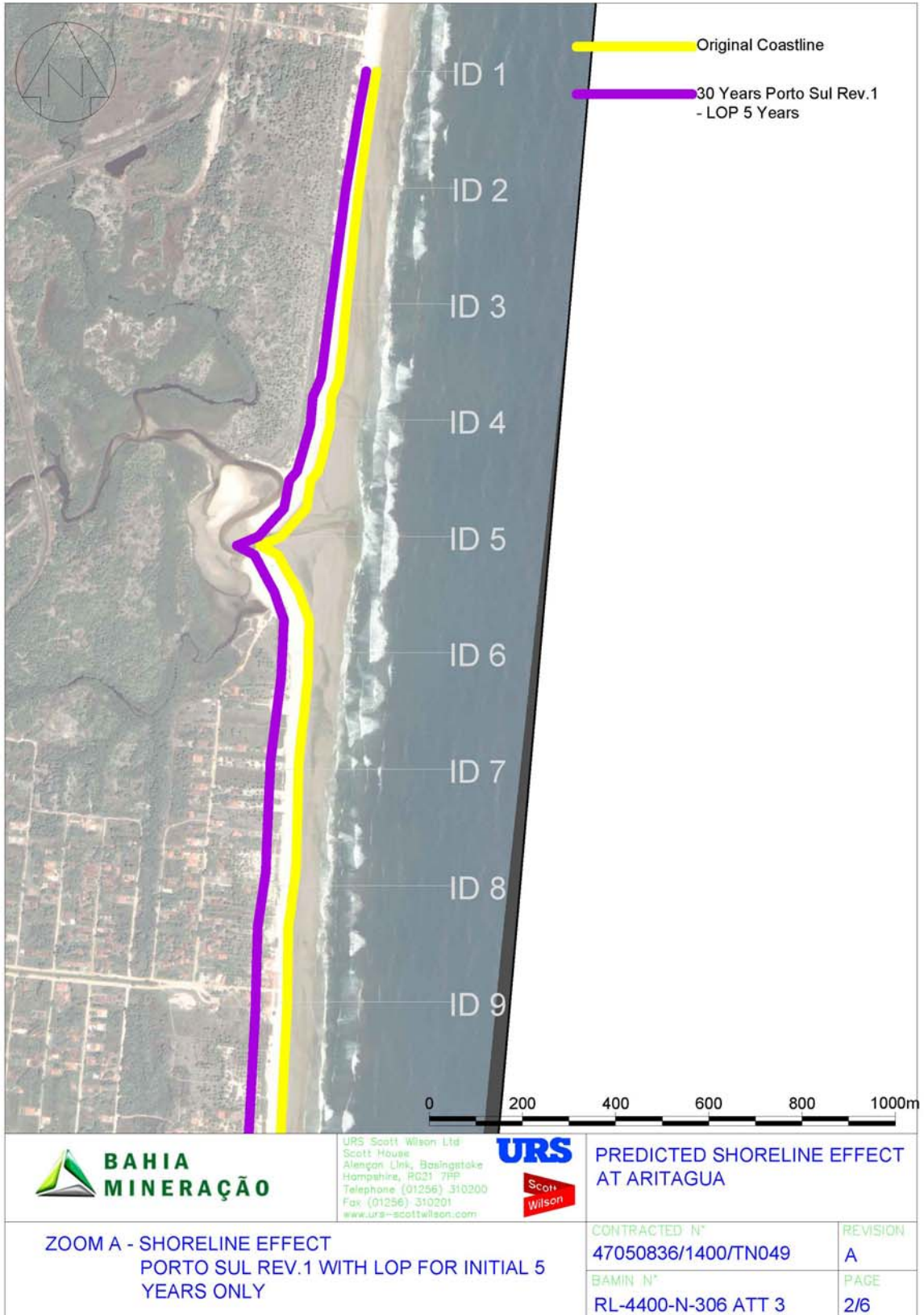
 BAMIN Nº:
RL-4400-N-306

 PAGINA
51/74

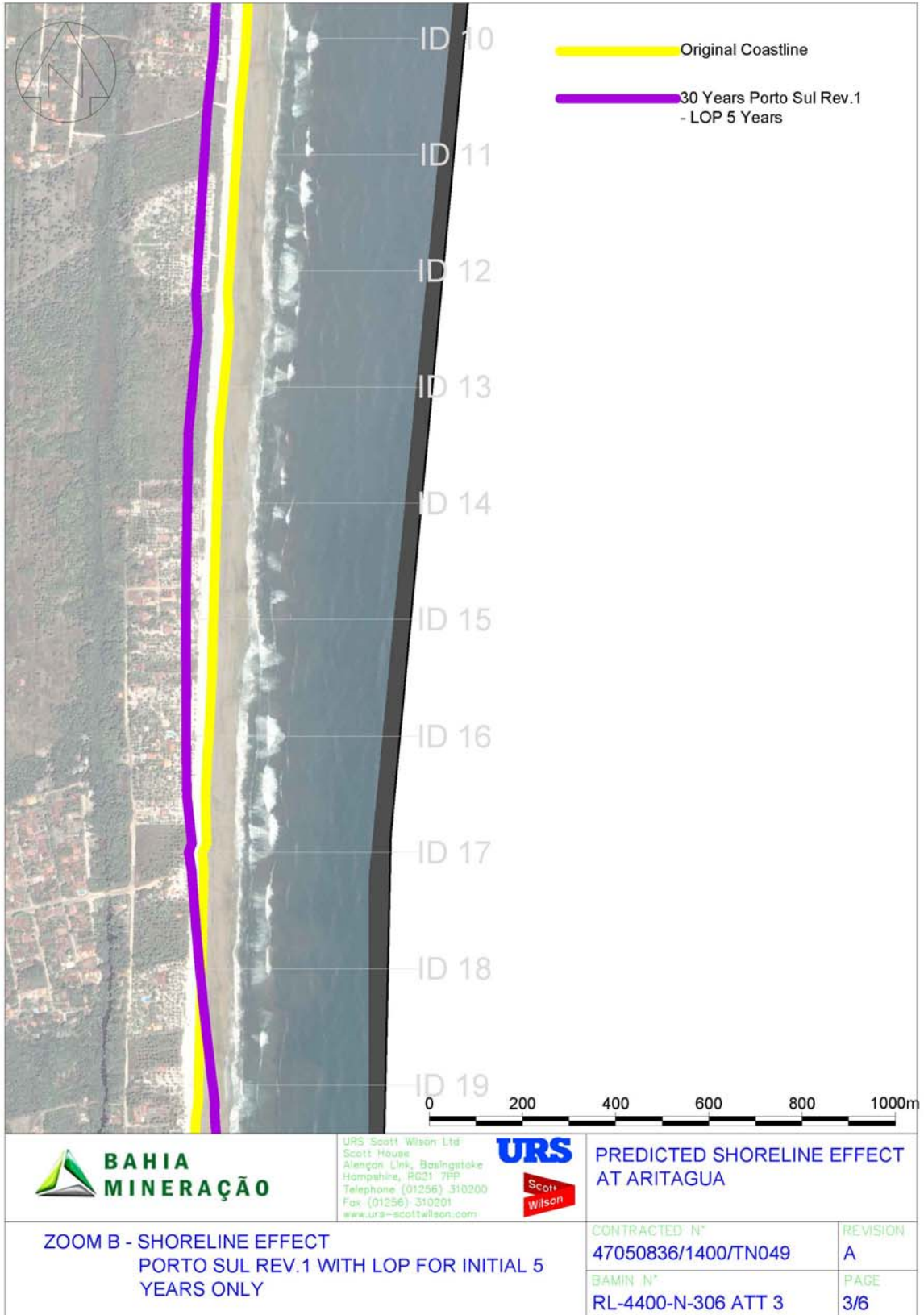
 CONTRACTOR Nº:
47050836/1400/TN 049

 REV.
A


		PEDRA DE FERRO “NOVO CONCEITO” UNIDADE DE PROJETO DE PORTO F1001-40	
TÍTULO NOTA TÉCNICA – TN049 ESTUDO DA EVOLUÇÃO DA LINHA DE COSTA PARA AS ALTERNATIVAS DO PORTO SUL	BAMIN Nº: RL-4400-N-306	PAGINA 52/74	
	CONTRACTOR Nº: 47050836/1400/TN 049	REV. A	



		PEDRA DE FERRO “NOVO CONCEITO” UNIDADE DE PROJETO DE PORTO F1001-40	
TÍTULO NOTA TÉCNICA – TN049 ESTUDO DA EVOLUÇÃO DA LINHA DE COSTA PARA AS ALTERNATIVAS DO PORTO SUL	BAMIN Nº: RL-4400-N-306	PAGINA 53/74	
	CONTRACTOR Nº: 47050836/1400/TN 049	REV. A	

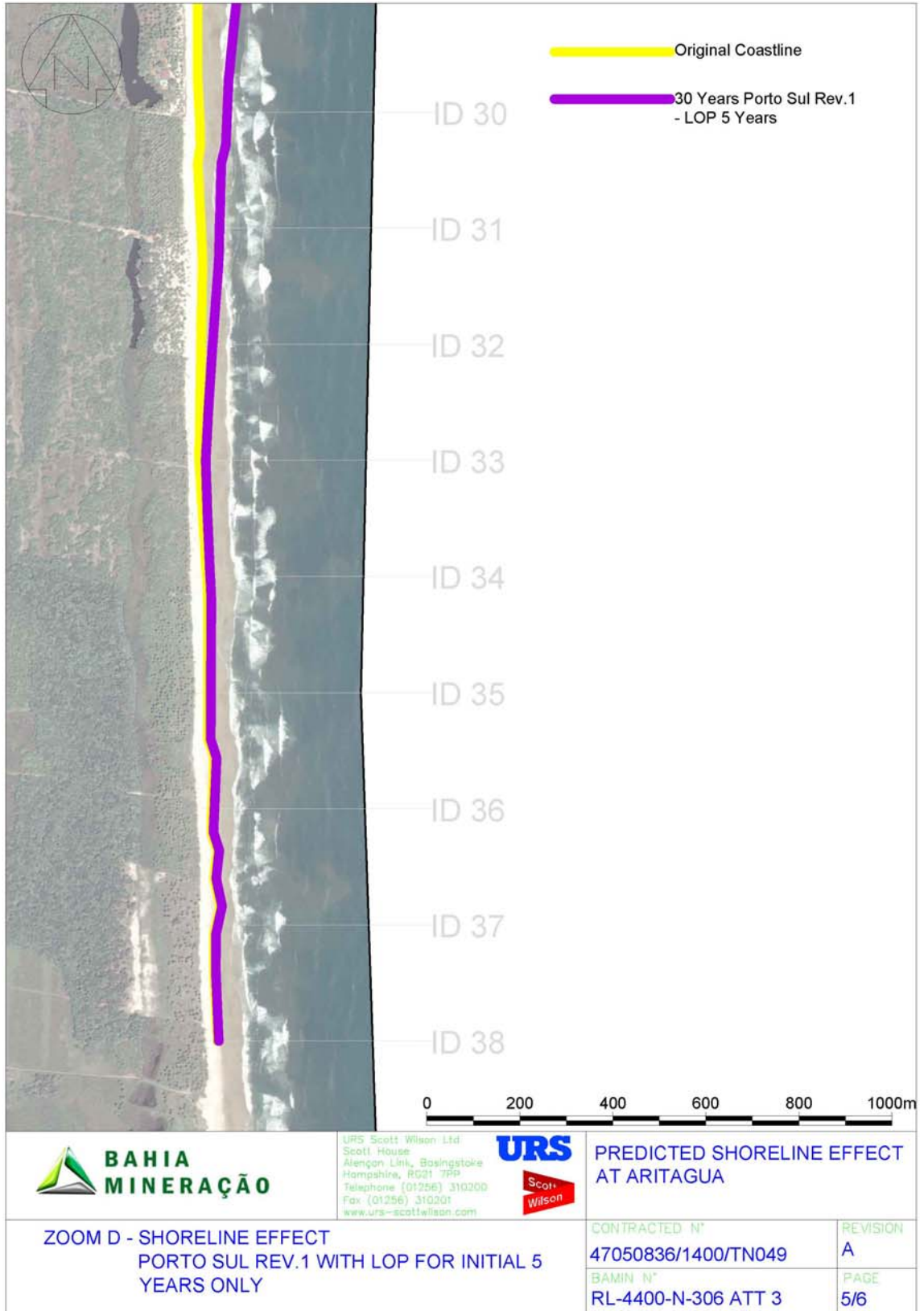


		PEDRA DE FERRO “NOVO CONCEITO” UNIDADE DE PROJETO DE PORTO F1001-40	
TÍTULO NOTA TÉCNICA – TN049 ESTUDO DA EVOLUÇÃO DA LINHA DE COSTA PARA AS ALTERNATIVAS DO PORTO SUL	BAMIN Nº: RL-4400-N-306	PAGINA 54/74	
	CONTRACTOR Nº: 47050836/1400/TN 049	REV. A	



	<small>URS Scott Wilson Ltd Scott House Astonon Link, Basingstoke Hampshire, RG21 7PP Telephone (01256) 310200 Fax (01256) 310201 www.urs-scottwilson.com</small>	 PREDICTED SHORELINE EFFECT AT ARITAGUA	
ZOOM C - SHORELINE EFFECT PORTO SUL REV.1 WITH LOP FOR INITIAL 5 YEARS ONLY		CONTRACTED N° 47050836/1400/TN049	REVISION A
		BAMIN N° RL-4400-N-306 ATT 3	PAGE 4/6

 BAHIA MINERAÇÃO	 	PEDRA DE FERRO “NOVO CONCEITO” UNIDADE DE PROJETO DE PORTO F1001-40	
TÍTULO NOTA TÉCNICA – TN049 ESTUDO DA EVOLUÇÃO DA LINHA DE COSTA PARA AS ALTERNATIVAS DO PORTO SUL	BAMIN Nº: RL-4400-N-306	PAGINA 55/74	
	CONTRACTOR Nº: 47050836/1400/TN 049	REV. A	



**TÍTULO
NOTA TÉCNICA – TN049
ESTUDO DA EVOLUÇÃO DA LINHA DE COSTA
PARA AS ALTERNATIVAS DO PORTO SUL**
**BAMIN N°:
RL-4400-N-306**
**PAGINA
56/74**
**CONTRACTOR N°:
47050836/1400/TN 049**
**REV.
A**

Porto Sul Rev.1 with LOP for initial 5 years			
ID	Existing		30 years
	Northing	Easting	Shoreline Evolution (m)
1	8382901	493321	-40 - 0
2	8382651	493283	-50 - -10
3	8382401	493257	-55 - -15
4	8382151	493223	-60 - -20
5	8381901	493118	-70 - -30
6	8381651	493175	-75 - -35
7	8381401	493154	-80 - -40
8	8381151	493145	-80 - -40
9	8380901	493129	-80 - -40

Porto Sul Rev.1 with LOP for initial 5 years			
ID	Existing		30 years
	Northing	Easting	Shoreline Evolution (m)
10	8380651	493117	-80 - -40
11	8380401	493097	-80 - -40
12	8380151	493080	-80 - -40
13	8379901	493069	-80 - -40
14	8379651	493053	-80 - -40
15	8379401	493046	-80 - -40
16	8379151	493037	-70 - -30
17	8378901	493025	-50 - -10
18	8378651	493021	-25 - 15
19	8378401	493015	10 - 50

Porto Sul Rev.1 with LOP for initial 5 years			
ID	Existing		30 years
	Northing	Easting	Shoreline Evolution (m)
20	8378151	492998	50 - 90
21	8377901	492997	85 - 125
22	8377651	492992	125 - 165
23	8377401	492985	145 - 185
24	8377151	492983	155 - 195
25	8376901	492979	150 - 190
26	8376651	492979	140 - 180
27	8376401	492979	120 - 160
28	8376151	492978	95 - 135
29	8375901	492979	65 - 105

Porto Sul Rev.1 with LOP for initial 5 years			
ID	Existing		30 years
	Northing	Easting	Shoreline Evolution (m)
30	8375651	492982	40 - 80
31	8375401	492985	20 - 60
32	8375151	492985	5 - 45
33	8374901	492982	-5 - 35
34	8374651	492998	-15 - 25
35	8374401	493001	-15 - 25
36	8374151	493009	-15 - 25
37	8373901	493018	-15 - 25
38	8373651	493021	-15 - 25

 BAHIA MINERAÇÃO		PEDRA DE FERRO “NOVO CONCEITO” UNIDADE DE PROJETO DE PORTO F1001-40	
TÍTULO NOTA TÉCNICA – TN049 ESTUDO DA EVOLUÇÃO DA LINHA DE COSTA PARA AS ALTERNATIVAS DO PORTO SUL	BAMIN Nº: RL-4400-N-306	PAGINA 57/74	
	CONTRACTOR Nº: 47050836/1400/TN 049	REV. A	

4. PORTO SUL REV. 3 LAYOUT – EFEITOS PREVISTOS NA COSTA (PEP POR 5 ANOS)

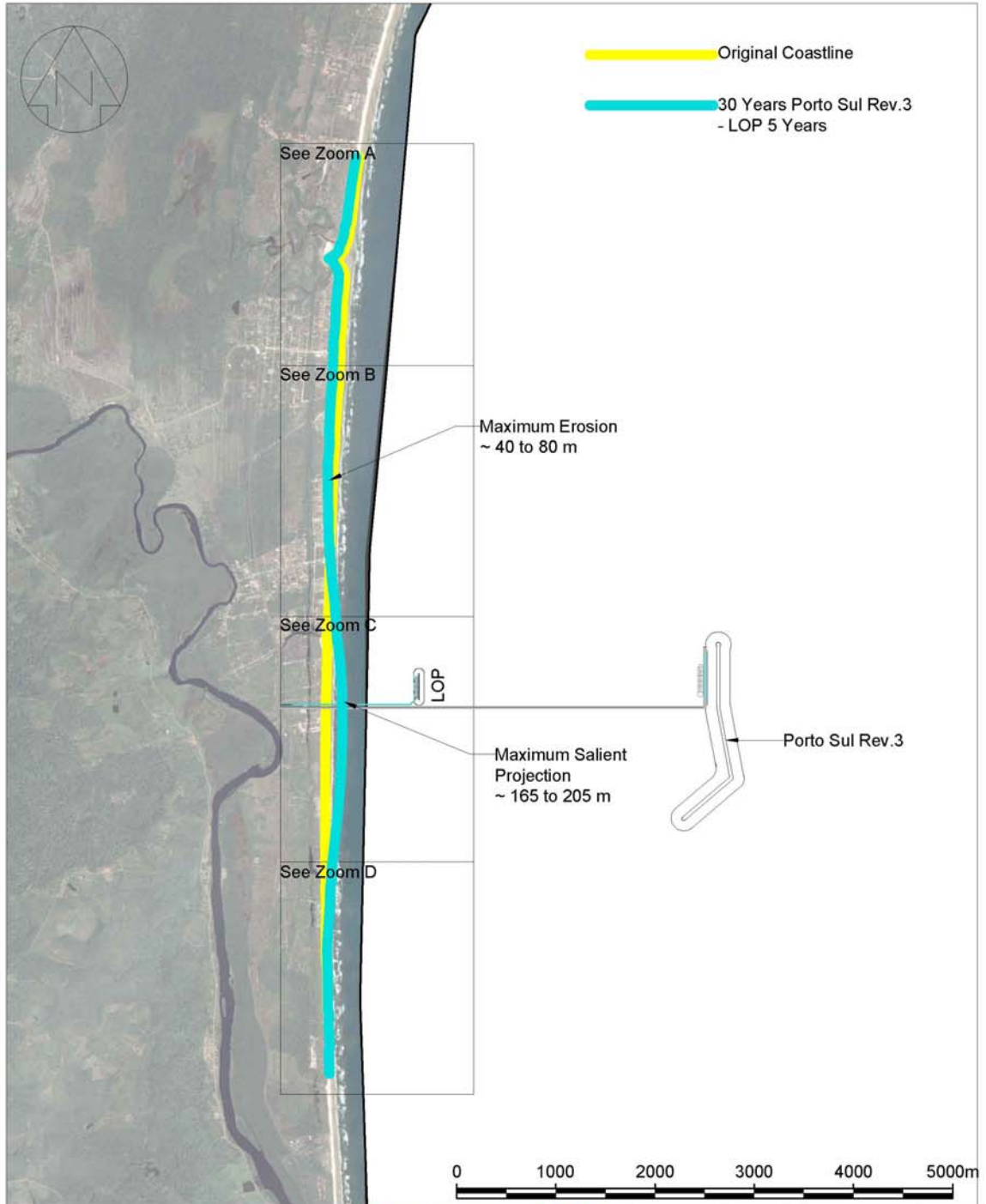
TÍTULO
**NOTA TÉCNICA – TN049
ESTUDO DA EVOLUÇÃO DA LINHA DE COSTA
PARA AS ALTERNATIVAS DO PORTO SUL**

BAMIN Nº:
RL-4400-N-306

PAGINA
58/74

CONTRACTOR Nº:
47050836/1400/TN 049

REV.
A



		PEDRA DE FERRO “NOVO CONCEITO” UNIDADE DE PROJETO DE PORTO F1001-40	
TÍTULO NOTA TÉCNICA – TN049 ESTUDO DA EVOLUÇÃO DA LINHA DE COSTA PARA AS ALTERNATIVAS DO PORTO SUL	BAMIN Nº: RL-4400-N-306	PAGINA 59/74	
	CONTRACTOR Nº: 47050836/1400/TN 049	REV. A	



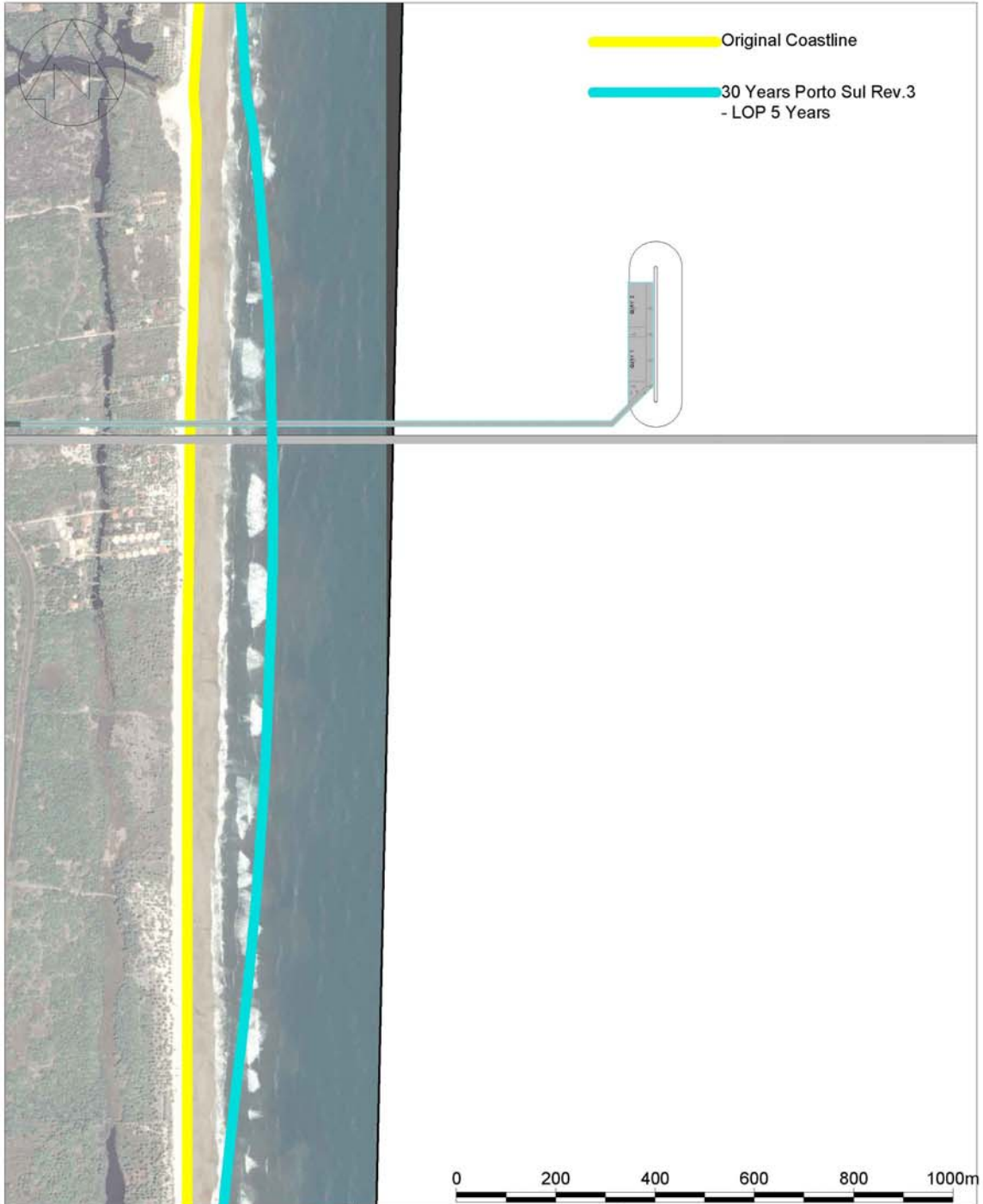
	<small>URS Scott Wilson Ltd Scott House Alengon Link, Basingstoke Hampshire, RG21 7PP Telephone (01256) 310200 Fax (01256) 310201 www.urs-scottwilson.com</small>		PREDICTED SHORELINE EFFECT AT ARITAGUA	
ZOOM A - SHORELINE EFFECT PORTO SUL REV.3 WITH LOP FOR INITIAL 5 YEARS ONLY			CONTRACTED N° 47050836/1400/TN049	REVISION A
			BAMIN N° RL-4400-N-306 ATT 4	PAGE 2/5

 BAHIA MINERAÇÃO	 	PEDRA DE FERRO “NOVO CONCEITO” UNIDADE DE PROJETO DE PORTO F1001-40	
TÍTULO NOTA TÉCNICA – TN049 ESTUDO DA EVOLUÇÃO DA LINHA DE COSTA PARA AS ALTERNATIVAS DO PORTO SUL	BAMIN Nº: RL-4400-N-306	PAGINA 60/74	
	CONTRACTOR Nº: 47050836/1400/TN 049	REV. A	



 BAHIA MINERAÇÃO	<small>URS Scott Wilson Ltd Scott House Alengon Link, Basingstoke Hampshire, RG21 7PP Telephone (01256) 310200 Fax (01256) 310201 www.urs-scottwilson.com</small>  	PREDICTED SHORELINE EFFECT AT ARITAGUA	
ZOOM B - SHORELINE EFFECT PORTO SUL REV.3 WITH LOP FOR INITIAL 5 YEARS ONLY	CONTRACTED N° 47050836/1400/TN049	REVISION A	
	BAMIN N° RL-4400-N-306 ATT 4	PAGE 3/5	

		PEDRA DE FERRO “NOVO CONCEITO” UNIDADE DE PROJETO DE PORTO F1001-40	
TÍTULO NOTA TÉCNICA – TN049 ESTUDO DA EVOLUÇÃO DA LINHA DE COSTA PARA AS ALTERNATIVAS DO PORTO SUL	BAMIN Nº: RL-4400-N-306	PAGINA 61/74	
	CONTRACTOR Nº: 47050836/1400/TN 049	REV. A	



	<small>URS Scott Wilson Ltd Scott House Astonon Link, Basingstoke Hampshire, RG21 7PP Telephone (01256) 310200 Fax (01256) 310201 www.urs-scottwilson.com</small> 	PREDICTED SHORELINE EFFECT AT ARITAGUA	
ZOOM C - SHORELINE EFFECT PORTO SUL REV.3 WITH LOP FOR INITIAL 5 YEARS ONLY	CONTRACTED Nº 47050836/1400/TN049	REVISION A	
	BAMIN Nº RL-4400-N-306 ATT 4	PAGE 4/5	

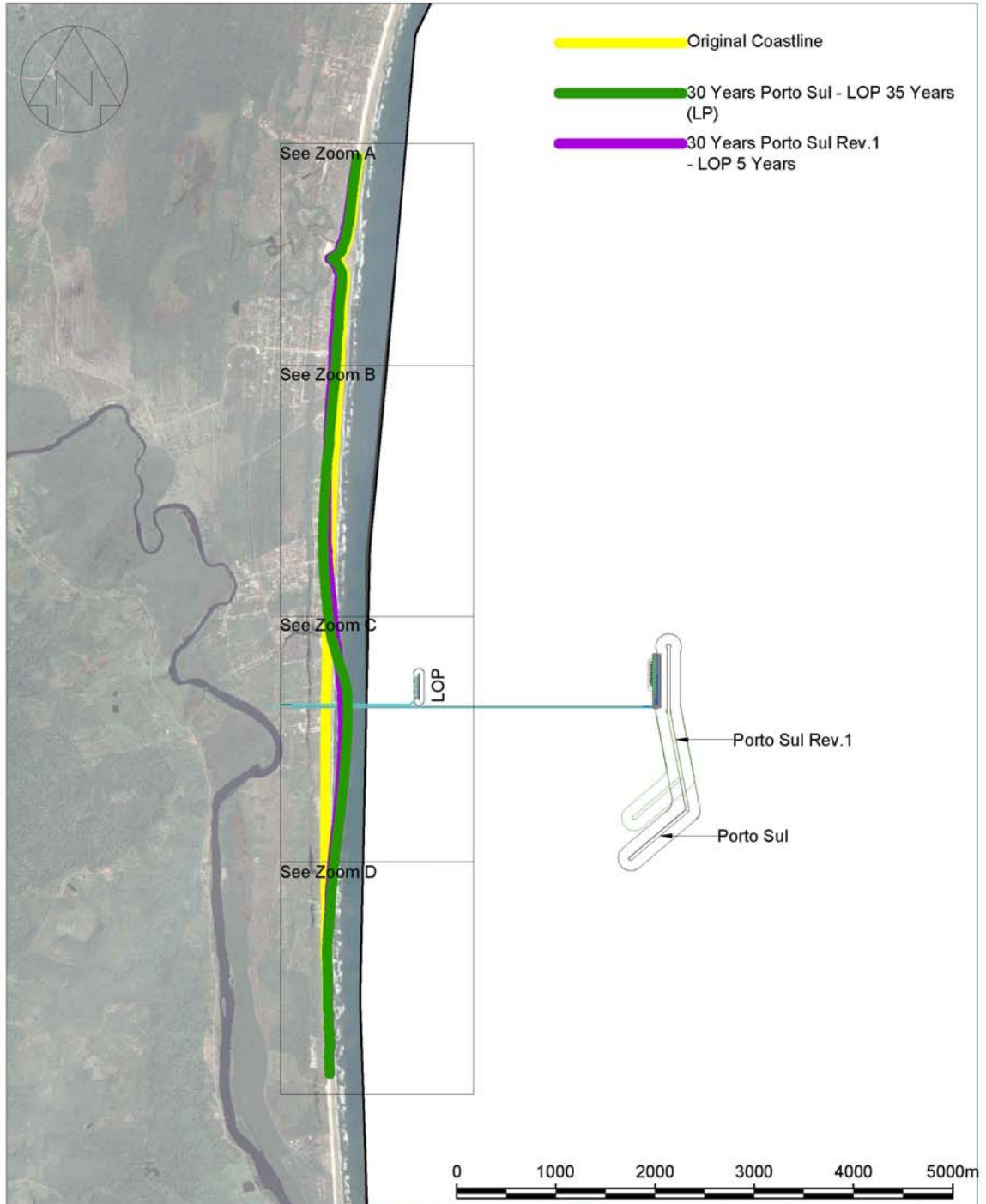
 BAHIA MINERAÇÃO	 	PEDRA DE FERRO “NOVO CONCEITO” UNIDADE DE PROJETO DE PORTO F1001-40	
TÍTULO NOTA TÉCNICA – TN049 ESTUDO DA EVOLUÇÃO DA LINHA DE COSTA PARA AS ALTERNATIVAS DO PORTO SUL	BAMIN Nº: RL-4400-N-306	PAGINA 62/74	
	CONTRACTOR Nº: 47050836/1400/TN 049	REV. A	



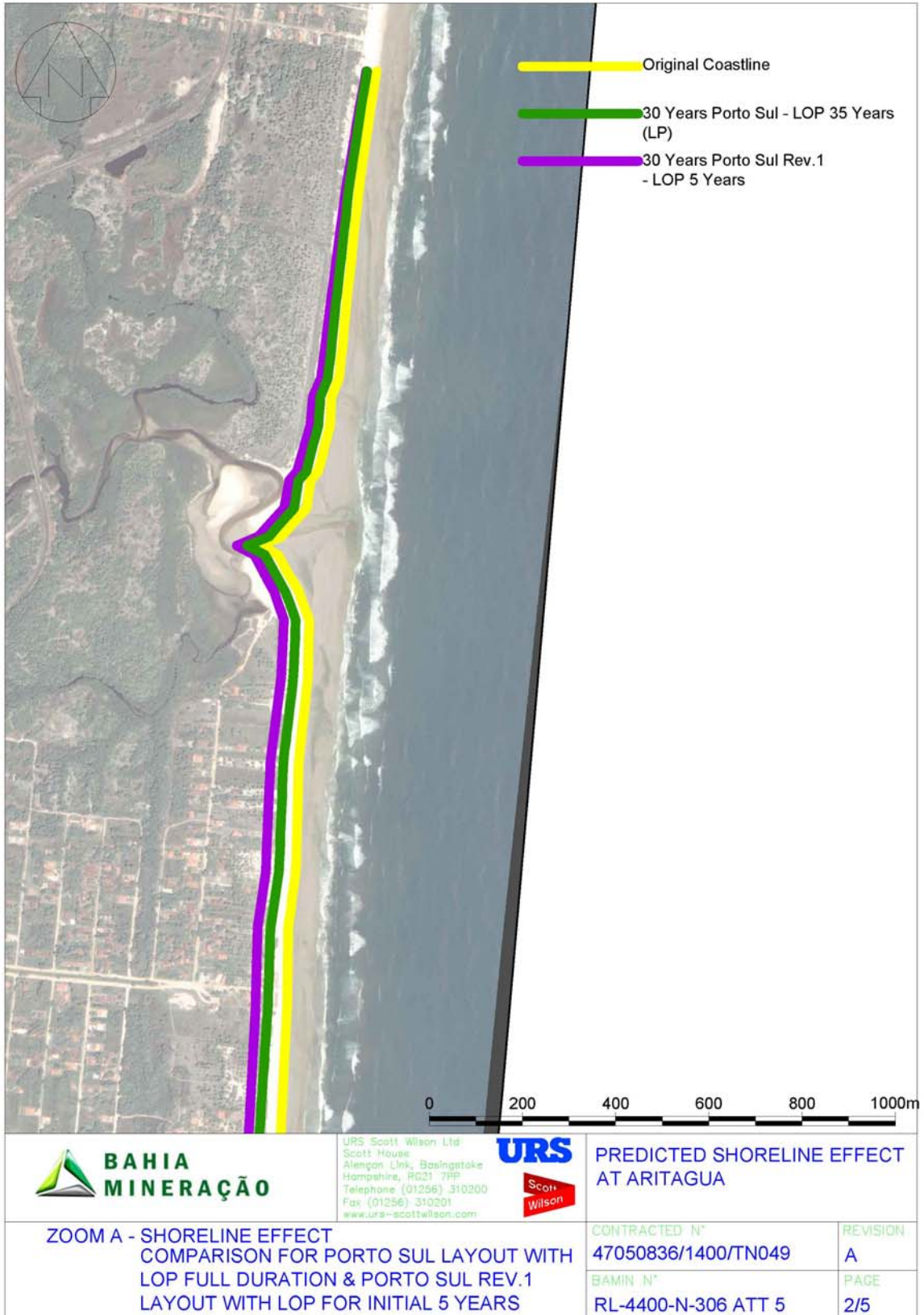
 BAHIA MINERAÇÃO	<small>URS Scott Wilson Ltd Scott House Alençon Link, Basingstoke Hampshire, RG21 7PP Telephone (01256) 310200 Fax (01256) 310201 www.urs-scottwilson.com</small>	 	PREDICTED SHORELINE EFFECT AT ARITAGUA	
ZOOM D - SHORELINE EFFECT PORTO SUL REV.3 WITH LOP FOR INITIAL 5 YEARS ONLY			CONTRACTED Nº 47050836/1400/TN049	REVISION A
			BAMIN Nº RL-4400-N-306 ATT 4	PAGE 5/5

 BAHIA MINERAÇÃO		PEDRA DE FERRO “NOVO CONCEITO” UNIDADE DE PROJETO DE PORTO F1001-40	
TÍTULO NOTA TÉCNICA – TN049 ESTUDO DA EVOLUÇÃO DA LINHA DE COSTA PARA AS ALTERNATIVAS DO PORTO SUL	BAMIN Nº: RL-4400-N-306	PAGINA 63/74	
	CONTRACTOR Nº: 47050836/1400/TN 049	REV. A	

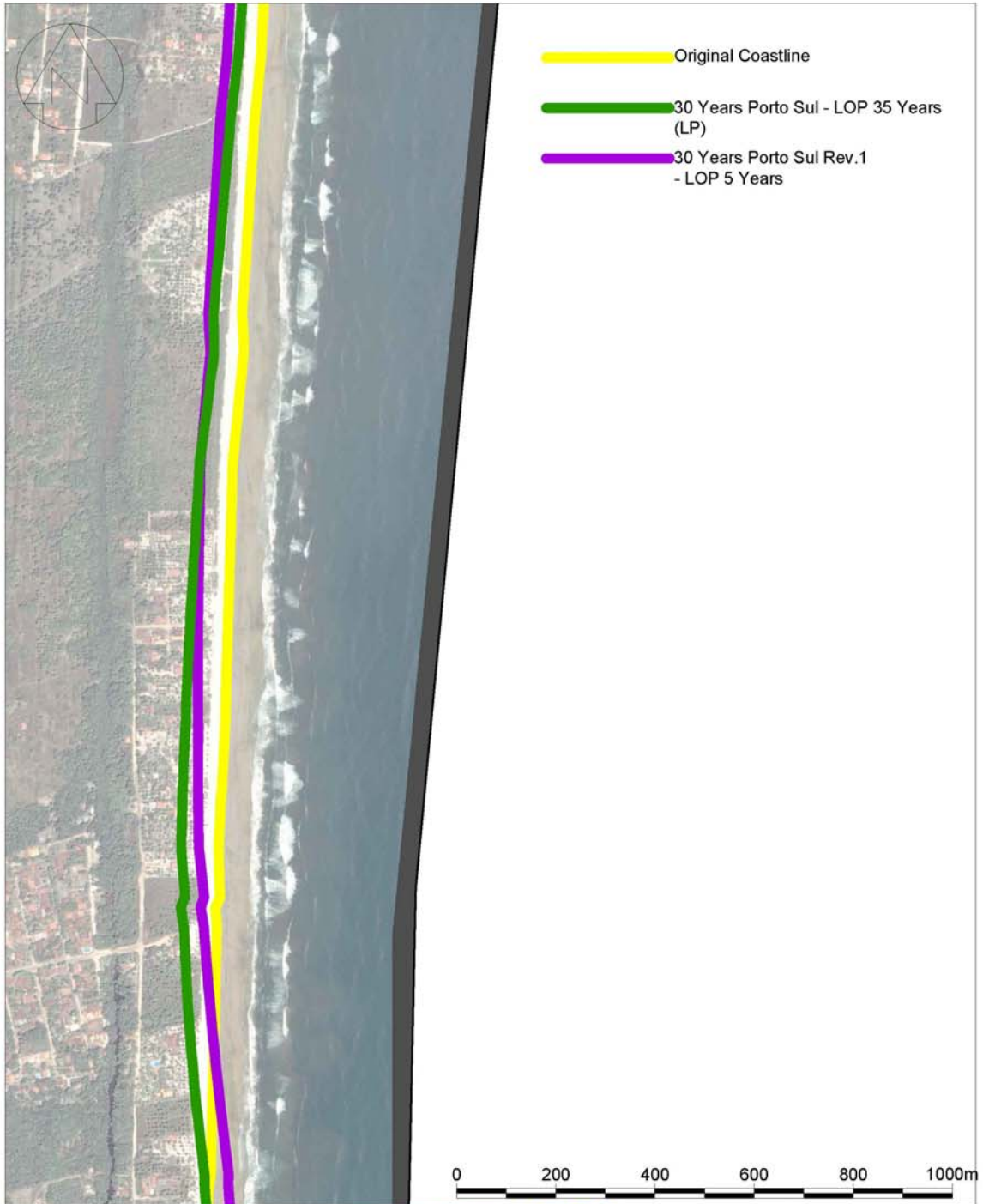
5. FIGURAS PARA COMPARAÇÃO – PORTO SUL ORIGINAL (PEP POR 5 + 30 ANOS DE DURAÇÃO) E PORTO SUL REV. 1 (PEP POR 5 ANOS)

TÍTULO
NOTA TÉCNICA – TN049
ESTUDO DA EVOLUÇÃO DA LINHA DE COSTA
PARA AS ALTERNATIVAS DO PORTO SUL
BAMIN Nº:
RL-4400-N-306
PAGINA
64/74
CONTRACTOR Nº:
47050836/1400/TN 049
REV.
A


 BAHIA MINERAÇÃO	 	PEDRA DE FERRO “NOVO CONCEITO” UNIDADE DE PROJETO DE PORTO F1001-40	
TÍTULO NOTA TÉCNICA – TN049 ESTUDO DA EVOLUÇÃO DA LINHA DE COSTA PARA AS ALTERNATIVAS DO PORTO SUL	BAMIN Nº: RL-4400-N-306	PAGINA 65/74	
	CONTRACTOR Nº: 47050836/1400/TN 049	REV. A	

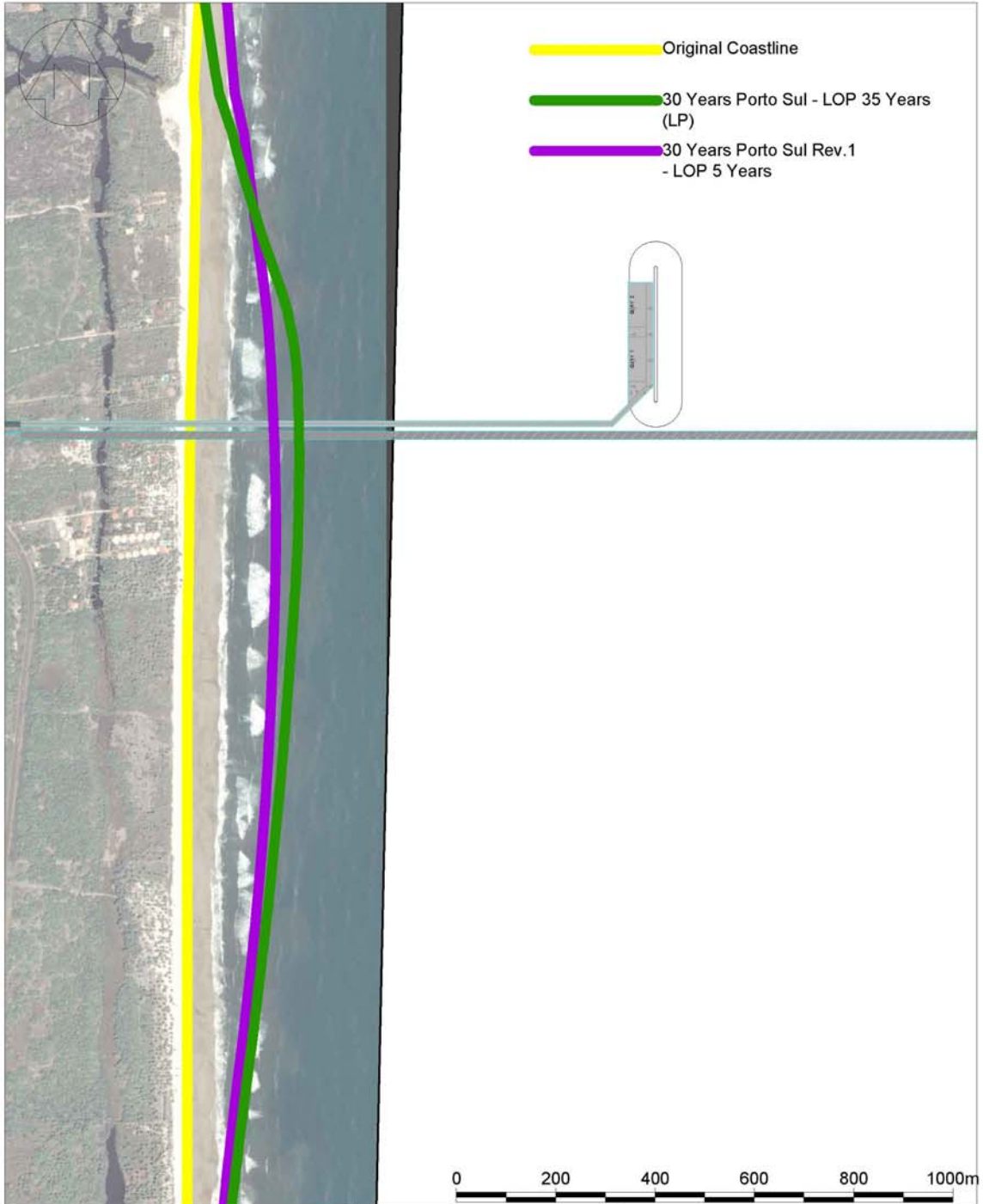


	 	PEDRA DE FERRO “NOVO CONCEITO” UNIDADE DE PROJETO DE PORTO F1001-40	
TÍTULO NOTA TÉCNICA – TN049 ESTUDO DA EVOLUÇÃO DA LINHA DE COSTA PARA AS ALTERNATIVAS DO PORTO SUL	BAMIN Nº: RL-4400-N-306	PAGINA 66/74	
	CONTRACTOR Nº: 47050836/1400/TN 049	REV. A	



	<small>URS Scott Wilson Ltd Scott House Alengon Link, Basingstoke Hampshire, RG21 7PP Telephone (01256) 310200 Fax (01256) 310201 www.urs-scottwilson.com</small>	 	PREDICTED SHORELINE EFFECT AT ARITAGUA	
ZOOM B - SHORELINE EFFECT COMPARISON FOR PORTO SUL LAYOUT WITH LOP FULL DURATION & PORTO SUL REV.1 LAYOUT WITH LOP FOR INITIAL 5 YEARS			CONTRACTED N° 47050836/1400/TN049	REVISION A
			BAMIN N° RL-4400-N-306 ATT 5	PAGE 3/5

 BAHIA MINERAÇÃO	 	PEDRA DE FERRO “NOVO CONCEITO” UNIDADE DE PROJETO DE PORTO F1001-40	
TÍTULO NOTA TÉCNICA – TN049 ESTUDO DA EVOLUÇÃO DA LINHA DE COSTA PARA AS ALTERNATIVAS DO PORTO SUL	BAMIN Nº: RL-4400-N-306	PAGINA 67/74	
	CONTRACTOR Nº: 47050836/1400/TN 049	REV. A	



 BAHIA MINERAÇÃO	<small>URS Scott Wilson Ltd Scott House Arenson Link, Basingstoke Hampshire, RG21 7PP Telephone (01256) 310200 Fax (01256) 310201 www.urs-scottwilson.com</small>	 	PREDICTED SHORELINE EFFECT AT ARITAGUA	
ZOOM C - SHORELINE EFFECT COMPARISON FOR PORTO SUL LAYOUT WITH LOP FULL DURATION & PORTO SUL REV. 1 LAYOUT WITH LOP FOR INITIAL 5 YEARS		<small>CONTRACTED Nº</small> 47050836/1400/TN049	<small>REVISION</small> A	
		<small>BAMIN Nº</small> RL-4400-N-306 ATT 5	<small>PAGE</small> 4/5	

 BAHIA MINERAÇÃO	 	PEDRA DE FERRO “NOVO CONCEITO” UNIDADE DE PROJETO DE PORTO F1001-40	
TÍTULO NOTA TÉCNICA – TN049 ESTUDO DA EVOLUÇÃO DA LINHA DE COSTA PARA AS ALTERNATIVAS DO PORTO SUL	BAMIN Nº: RL-4400-N-306	PAGINA 68/74	
	CONTRACTOR Nº: 47050836/1400/TN 049	REV. A	



 BAHIA MINERAÇÃO	<small>URS Scott Wilson Ltd Scott House Alençon Link, Basingstoke Hampshire, RG21 7PP Telephone (01256) 310200 Fax (01256) 310201 www.urs-scottwilson.com</small>	 	PREDICTED SHORELINE EFFECT AT ARITAGUA	
ZOOM D - SHORELINE EFFECT COMPARISON FOR PORTO SUL LAYOUT WITH LOP FULL DURATION & PORTO SUL REV.1 LAYOUT WITH LOP FOR INITIAL 5 YEARS			CONTRACTED N° 47050836/1400/TN049	REVISION A
			BAMIN N° RL-4400-N-306 ATT 5	PAGE 5/5

 BAHIA MINERAÇÃO		PEDRA DE FERRO “NOVO CONCEITO” UNIDADE DE PROJETO DE PORTO F1001-40	
TÍTULO NOTA TÉCNICA – TN049 ESTUDO DA EVOLUÇÃO DA LINHA DE COSTA PARA AS ALTERNATIVAS DO PORTO SUL	BAMIN Nº: RL-4400-N-306	PAGINA 69/74	
	CONTRACTOR Nº: 47050836/1400/TN 049	REV. A	

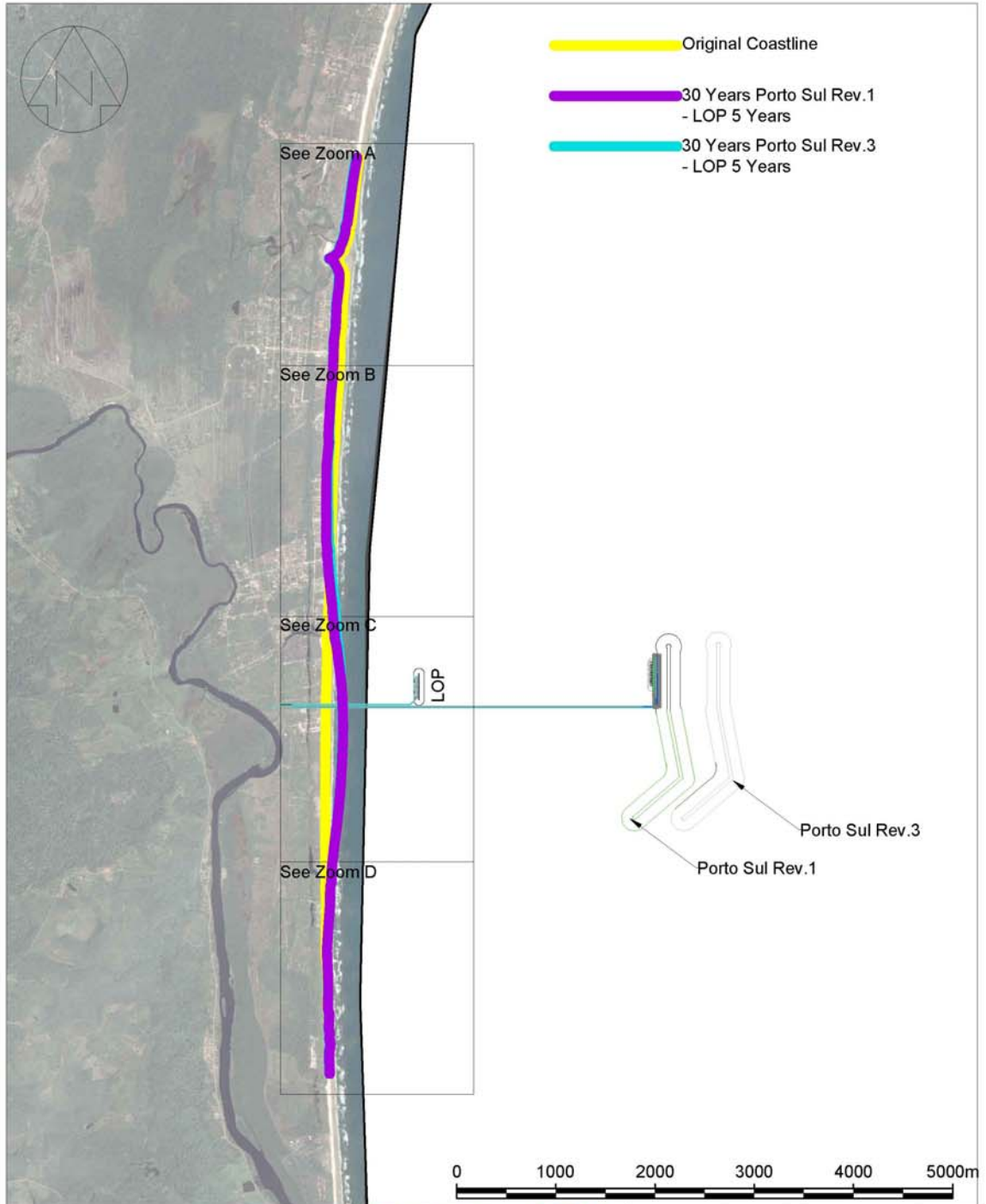
6. FIGURAS PARA COMPARAÇÃO – PORTO SUL REV. 1 (PEP POR 5 ANOS) E PORTO SUL REV. 3 (PEP POR 5 ANOS)

**TÍTULO
NOTA TÉCNICA – TN049
ESTUDO DA EVOLUÇÃO DA LINHA DE COSTA
PARA AS ALTERNATIVAS DO PORTO SUL**

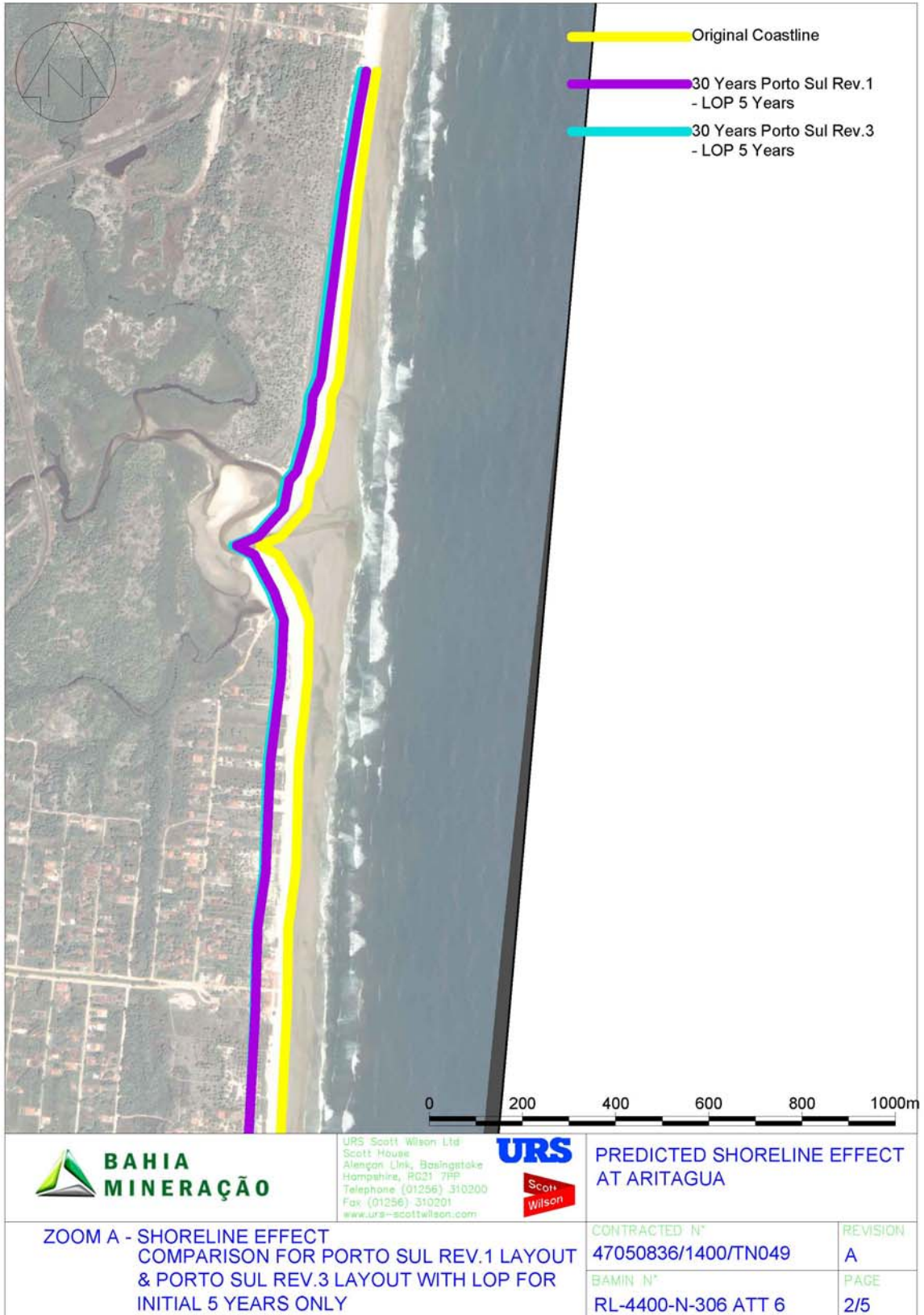
 BAMIN N°:
RL-4400-N-306

 PAGINA
70/74

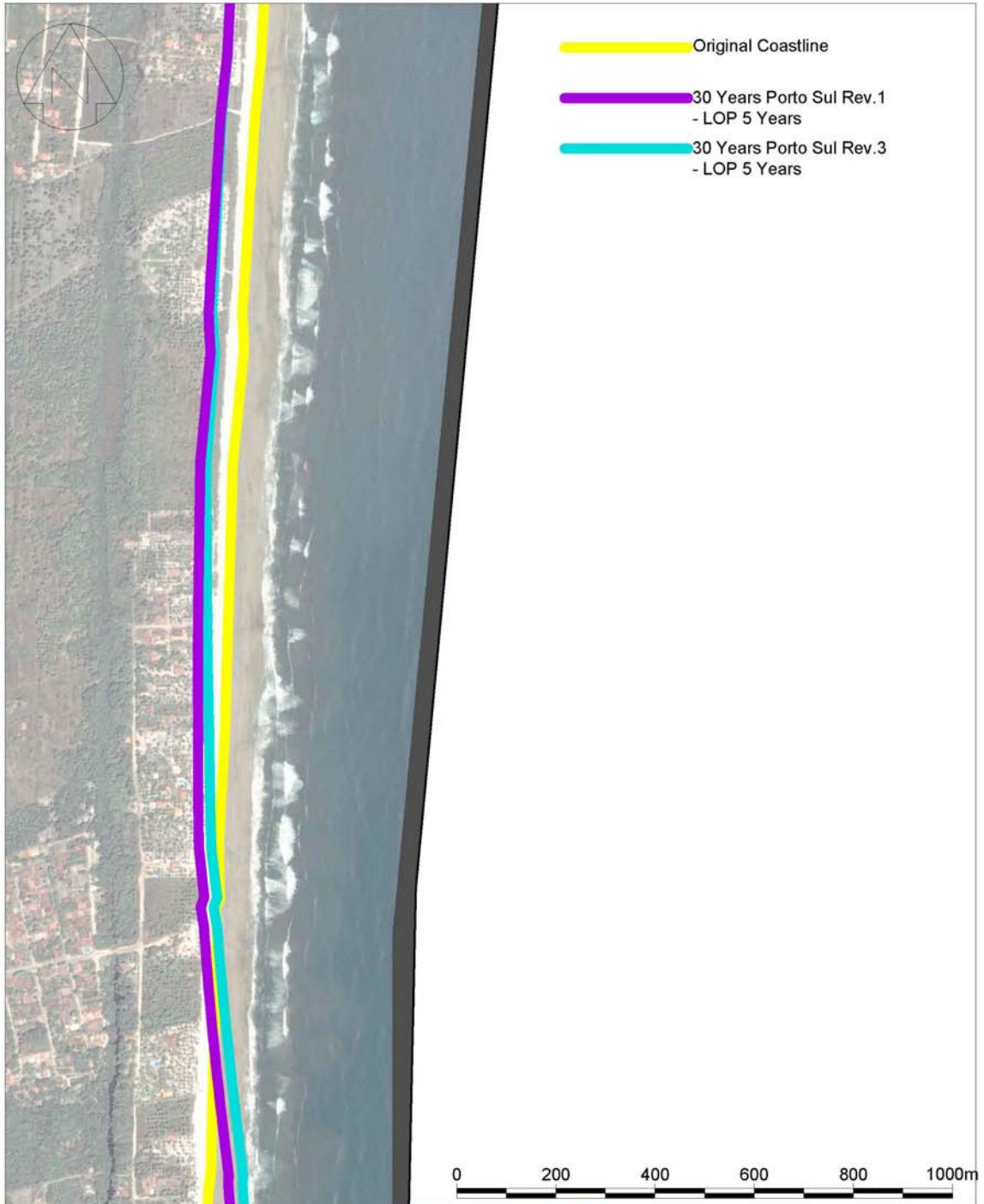
 CONTRACTOR N°:
47050836/1400/TN 049

 REV.
A


		PEDRA DE FERRO “NOVO CONCEITO” UNIDADE DE PROJETO DE PORTO F1001-40	
TÍTULO NOTA TÉCNICA – TN049 ESTUDO DA EVOLUÇÃO DA LINHA DE COSTA PARA AS ALTERNATIVAS DO PORTO SUL	BAMIN Nº: RL-4400-N-306	PAGINA 71/74	
	CONTRACTOR Nº: 47050836/1400/TN 049	REV. A	



 BAHIA MINERAÇÃO	 	PEDRA DE FERRO “NOVO CONCEITO” UNIDADE DE PROJETO DE PORTO F1001-40	
TÍTULO NOTA TÉCNICA – TN049 ESTUDO DA EVOLUÇÃO DA LINHA DE COSTA PARA AS ALTERNATIVAS DO PORTO SUL	BAMIN Nº: RL-4400-N-306	PAGINA 72/74	
	CONTRACTOR Nº: 47050836/1400/TN 049	REV. A	



 BAHIA MINERAÇÃO	<small>URS Scott Wilson Ltd Scott House Alengon Link, Basingstoke Hampshire, RG21 7PP Telephone (01256) 310200 Fax (01256) 310201 www.urs-scottwilson.com</small>	  PREDICTED SHORELINE EFFECT AT ARITAGUA				
ZOOM B - SHORELINE EFFECT COMPARISON FOR PORTO SUL REV.1 LAYOUT & PORTO SUL REV.3 LAYOUT WITH LOP FOR INITIAL 5 YEARS ONLY		<table border="1"> <tr> <td data-bbox="1013 1982 1332 2038"> CONTRACTED N° 47050836/1400/TN049 </td> <td data-bbox="1332 1982 1442 2038"> REVISION A </td> </tr> <tr> <td data-bbox="1013 2038 1332 2098"> BAMIN N° RL-4400-N-306 ATT 6 </td> <td data-bbox="1332 2038 1442 2098"> PAGE 3/5 </td> </tr> </table>	CONTRACTED N° 47050836/1400/TN049	REVISION A	BAMIN N° RL-4400-N-306 ATT 6	PAGE 3/5
CONTRACTED N° 47050836/1400/TN049	REVISION A					
BAMIN N° RL-4400-N-306 ATT 6	PAGE 3/5					

 BAHIA MINERAÇÃO	 	PEDRA DE FERRO “NOVO CONCEITO” UNIDADE DE PROJETO DE PORTO F1001-40	
TÍTULO NOTA TÉCNICA – TN049 ESTUDO DA EVOLUÇÃO DA LINHA DE COSTA PARA AS ALTERNATIVAS DO PORTO SUL	BAMIN Nº: RL-4400-N-306	PAGINA 73/74	
	CONTRACTOR Nº: 47050836/1400/TN 049	REV. A	



 BAHIA MINERAÇÃO	<small>URS Scott Wilson Ltd Scott House Arenson Link, Beasington Hampshire, RG21 7PP Telephone (01256) 310200 Fax (01256) 310201 www.urs-scottwilson.com</small>	 	PREDICTED SHORELINE EFFECT AT ARITAGUA	
ZOOM C - SHORELINE EFFECT COMPARISON FOR PORTO SUL REV.1 LAYOUT & PORTO SUL REV.3 LAYOUT WITH LOP FOR INITIAL 5 YEARS ONLY		<small>CONTRACTED N°</small> 47050836/1400/TN049	<small>REVISION</small> A	
		<small>BAMIN N°</small> RL-4400-N-306 ATT 6	<small>PAGE</small> 4/5	

 BAHIA MINERAÇÃO	 	PEDRA DE FERRO “NOVO CONCEITO” UNIDADE DE PROJETO DE PORTO F1001-40	
TÍTULO NOTA TÉCNICA – TN049 ESTUDO DA EVOLUÇÃO DA LINHA DE COSTA PARA AS ALTERNATIVAS DO PORTO SUL	BAMIN Nº: RL-4400-N-306	PAGINA 74/74	
	CONTRACTOR Nº: 47050836/1400/TN 049	REV. A	



 BAHIA MINERAÇÃO	<small>URS Scott Wilson Ltd Scott House Alençon Link, Basingstoke Hampshire, RG21 7PP Telephone (01256) 310200 Fax (01256) 310201 www.urs-scottwilson.com</small>	 	PREDICTED SHORELINE EFFECT AT ARITAGUA	
ZOOM D - SHORELINE EFFECT COMPARISON FOR PORTO SUL REV.1 LAYOUT & PORTO SUL REV.3 LAYOUT WITH LOP FOR INITIAL 5 YEARS ONLY		CONTRACTED Nº 47050836/1400/TN049	REVISION A	
		BAMIN Nº RL-4400-N-306 ATT 6	PAGE 5/5	

PARTE II - TEXTO REVISADO/ESTUDOS COMPLEMENTARES

TOMO VIII - APÊNDICE 7 – LINHA DE COSTA, SEDIMENTOS DE DRAGAGEM E ROTAS MARÍTIMAS

7.A – LINHA DE COSTA

7.A.3 - ANÁLISE DO COMPORTAMENTO DA LINHA DE COSTA NAS VIZINHANÇAS DO PORTO DE ILHÉUS - BAHIA

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO.....	178
2.	MÉTODOS.....	178
3.	EVOLUÇÃO DA LINHA DE COSTA DURANTE OS ÚLTIMOS 49 ANOS E IMPACTOS DA CONSTRUÇÃO DO PORTO DE ARITAGUÁ	179
4.	CONCLUSÃO	193

1. INTRODUÇÃO

O presente trabalho apresenta um complemento ao relatório anteriormente elaborado sobre o comportamento da linha de costa nas vizinhanças do porto de Ilhéus (Bahia) com vistas a avaliar a influência da estrutura do referido porto e do novo porto de Aritaguá, na configuração da linha de costa vizinha.

A necessidade da elaboração deste complemento resulta dos seguintes aspectos:

- (i) alterações no leiaute do Porto de Aritaguá e conseqüentemente alterações dos seus efeitos na linha de costa.
- (ii) Foi constatado que as fotografias para o ano de 2009, fornecidas pela Hydros Engenharia e Planejamento Ltda, apresentavam um pequeno erro de georreferenciamento na extremidade norte da área de estudo, próximo à Serra Grande (**Figura 1**).
- (iii) Necessidade de melhor definir os efeitos do atual porto de Ilhéus na linha de costa, principalmente no trecho ao norte do mesmo, tendo em vista os efeitos sinérgicos advindos da construção do futuro porto público em Aritaguá.

Neste complemento foi fixado também um intervalo de análise 49 anos, entre 1960 e 2009.

2. MÉTODOS

O mapeamento da posição da linha de costa foi realizado utilizando-se fotografias aéreas verticais da área. Os seguintes documentos fotográficos foram utilizados:

- (i) Fotos aéreas verticais pancromáticas para o ano de 1960.
- (ii) Fotografias aéreas coloridas para o ano de 2009, georreferenciadas, fornecidas pela Hydros Engenharia e Planejamento Ltda.

No trabalho anterior utilizou-se como critério da posição da linha de costa o limite praia seca/praias molhadas, tendo em vista que o contato do início da vegetação com o prisma praias não estava bem definido em alguns trechos da área de estudo devido ao sombreamento excessivo da vegetação de pós-praias (**Figura 2**). De outro lado o traçado do contato praia seca/praias molhadas embora bem visível nas fotos de 2009, foi dificultado nas fotos de 1960 principalmente na extremidade norte da área de estudo, pelo contraste excessivo nas fotos (**Figura 3**). Embora este trecho norte tenha menos importância para a análise dos efeitos do atual porto de Ilhéus, é, entretanto mais sensível aos efeitos do futuro porto de Aritaguá.

Assim, neste estudo complementar foram traçadas duas linhas de costa: (i) o limite entre a praia seca/praias molhadas e (ii) a linha indicativa do início da vegetação do pós-praias. A verdadeira posição da linha de costa deve se situar entre estes dois extremos. A **Figura 4** ilustra os dois critérios utilizados.

Ambos os métodos apresentam erros intrínsecos devido a: (i) problemas na identificação do início da vegetação do pós-praias, principalmente quando a linha de costa está em progradação e esta vegetação é mais rarefeita e (ii) variação do nível do mar local em função do comportamento das marés no dia em que as fotos foram adquiridas.

Após traçadas as posições da linha de costa seguindo os dois critérios, foi utilizado o aplicativo *Digital Shoreline Analysis System* (DSAS) versão 4, criado por E. Robert Thielor do Serviço Geológico Americano através do seu Programa de Geologia Marinha e Costeira (USGS - *Open-File Report* 2005-1304).

Este aplicativo calcula os seguintes parâmetros estatísticos ao longo de transectos pré-estabelecidos, a partir das posições mapeadas da linha de costa:

EPR = *End Point Rate* – é a razão da distância entre as posições mais antiga e mais recente ocupadas pela linha de costa, dividida pelo tempo transcorrido.

NSM = *Net Shoreline Movement* – é a distância entre a linha de costa mais antiga e a mais recente ao longo de um transecto.

nossa análise foi escolhido um espaçamento entre os transectos de 100 m. Um total de 303 transectos foi utilizado.

3. EVOLUÇÃO DA LINHA DE COSTA DURANTE OS ÚLTIMOS 49 ANOS E IMPACTOS DA CONSTRUÇÃO DO PORTO DE ARITAGUÁ

As **Figuras 5 e 6** mostram os resultados obtidos a partir desta análise. Na **Figura 5** está plotado o comportamento da linha de costa (média dos dois métodos utilizados) utilizando uma representação de símbolos proporcionais. Na **Figura 6** estão plotados os resultados obtidos utilizando os dois métodos, assim como o valor médio. Os resultados obtidos são bastante consistentes, percebendo-se claramente a acumulação acentuada de sedimentos à montante do enrocamento do porto de Ilhéus e o decaimento progressivo do efeito do porto na erosão da linha de costa a jusante do enrocamento. É possível verificar que o efeito da construção do porto de Ilhéus estende-se até aproximadamente 16 km à norte do mesmo. A partir deste ponto a linha de costa mantém-se aproximadamente em equilíbrio à exceção da região em torno dos pontos A e B, onde dois pequenos cursos d'água desembocam. A migração lateral da desembocadura destes dois rios resulta no comportamento aparentemente anômalo verificado no entorno dos mesmos conforme ilustrado **Figuras 7 e 8**. A norte do ponto B verifica-se que a linha de costa experimentou uma pequena progradação nos últimos 49 anos (**Figura 9**)

A **Figura 10** mostra o comportamento da linha de costa nos últimos 49 anos (média dos contatos (i) vegetação-prisma praial e (ii) praia seca-praia molhada) e os resultados da modelagem do comportamento da linha de costa para os próximos 30 anos, decorrentes da construção do porto de Aritagua, para os layouts original e modificado. As **Figuras 11 e 12** mostram um detalhe do comportamento da linha de costa para os últimos 49 anos, e as projeções de mudanças para os próximos 30 anos (obtidos através de modelagem), para os layouts original e modificado do Porto de Aritaguá.

As modelagens dos efeitos do Porto de Aritaguá na linha de costa exibem um comportamento geométrico semelhante àquele observado como resultado da construção do porto de Ilhéus, ou seja um decréscimo exponencial no recuo da linha de costa a norte da instalação portuária. Deste modo, se projetarmos o comportamento da parte final da curva da modelagem da linha de costa para os próximos 30 anos (*layout* modificado - linha tracejada na **Figura 11**) é possível verificar que este efeito se estende cerca de 6-7 quilômetros a norte do futuro Porto de Aritaguá (*layout* modificado) (**Figuras 11 e 12**). A partir desta distância será muito difícil

separar a componente do comportamento da linha de costa resultante da construção do porto, da variabilidade natural verificada para os últimos 49 anos. É interessante notar também que pelo menos metade do trecho a experimentar erosão a norte do futuro porto de Aritaguá, exibiu nos últimos 49 anos uma tendência para progradação da linha de costa, a qual se persistir no futuro, poderá mitigar nos próximos 30 anos o processo de erosão decorrente da construção do porto.

Concluindo, pode-se afirmar que a construção do novo porto resultará em erosão da linha de costa a norte do mesmo. É razoável supor, frente aos dados apresentados acima que este efeito se estenderá até cerca de 8 quilômetros a norte do porto. A partir deste ponto será muito difícil separar os efeitos da construção do porto, da variabilidade natural da linha de costa. Adicionalmente cerca de metade do trecho que deverá ser afetado pela erosão causada pela construção do porto coincide com um segmento que nos últimos 49 anos experimentou uma pequena progradação da linha de costa, o que poderá ajudar a mitigar parte destes impactos.



Figura 1 - Exemplo de Problemas Encontrados no Georreferenciamento das Fotos do Ano de 2009, no Extremo Norte da Área de Estudo



Figura 2 - Exemplo de Sombreamento nas Fotos do Ano de 2009, que Dificultam o Traçado do Contato Prisma Praial - Vegetação do Pós-praia



Figura 3 - Exemplo de Contraste Elevado na Foto de 1960, Dificultando o Traçado do Contato entre a Praia Seca e a Praia Molhada, Principalmente no Trecho Norte da Área de Estudo



Figura 4 - Exemplo dos Dois Critérios Utilizados para o Traçado da Linha de Costa

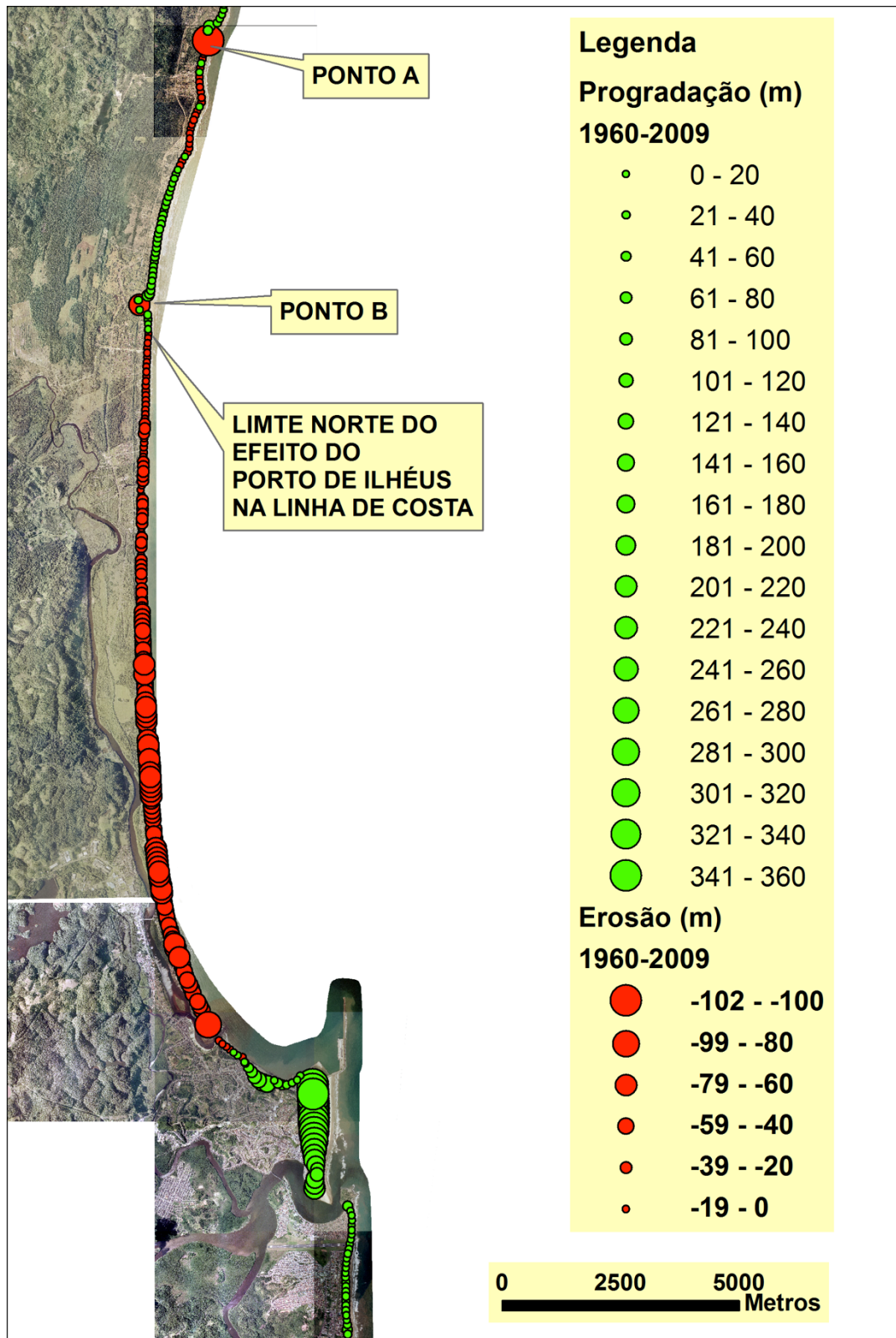


Figura 5 - Mosaico de Fotos Aéreas Verticais Coloridas para o Ano de 2009, Mostrando o Comportamento da Linha de Costa nos Últimos 49 Anos, Representado por Símbolos Proporcionais. Encontra-se Também Indicado o Provável Limite Norte do Efeito do Porto de Ilhéus no Comportamento da Linha de Costa

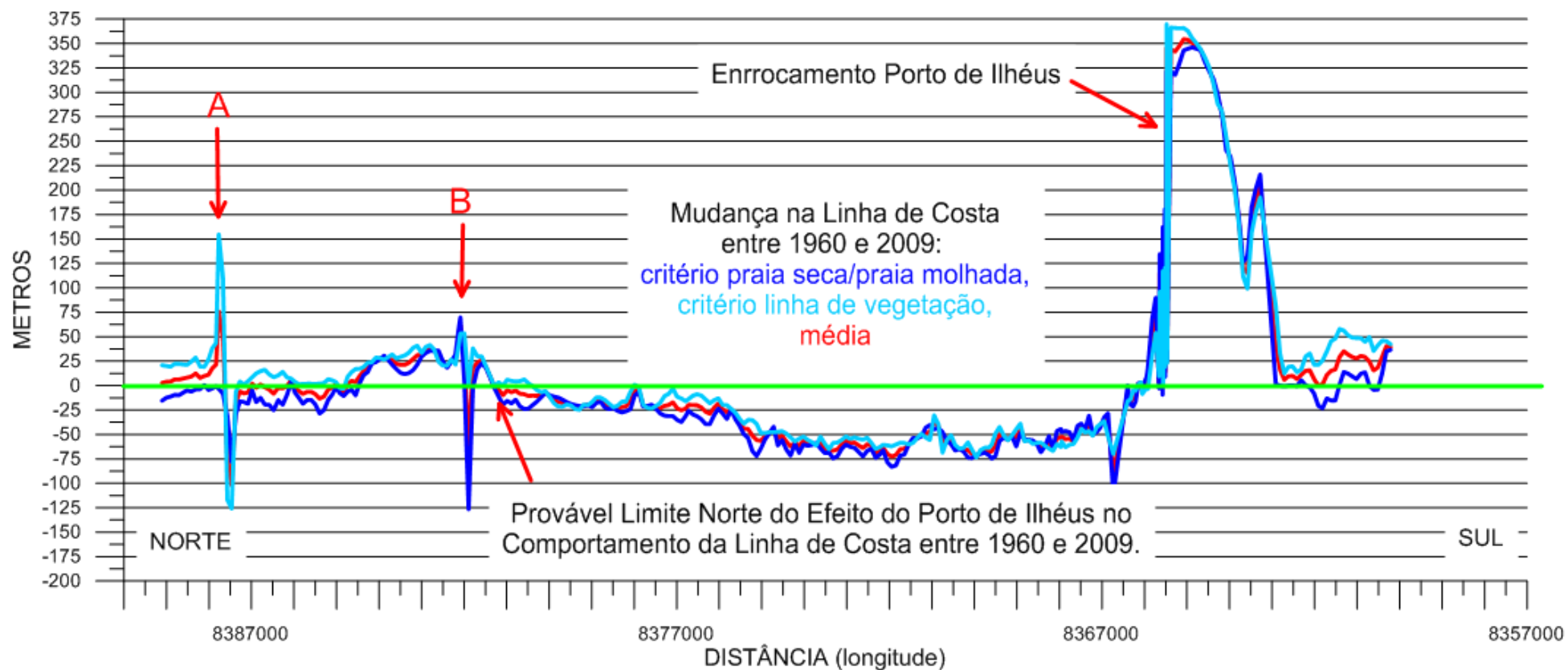


Figura 6 - Resultados da Análise DSAS para a Área de Estudo. Encontra-se Também Indicado o Provável Limite Norte do Efeito do Porto de Ilhéus no Comportamento da Linha de Costa



Figura 7 - Mudança do Comportamento da Linha de Costa no Entorno do Ponto A Devido à Migração para Sul da Desembocadura do Pequeno Curso d'água

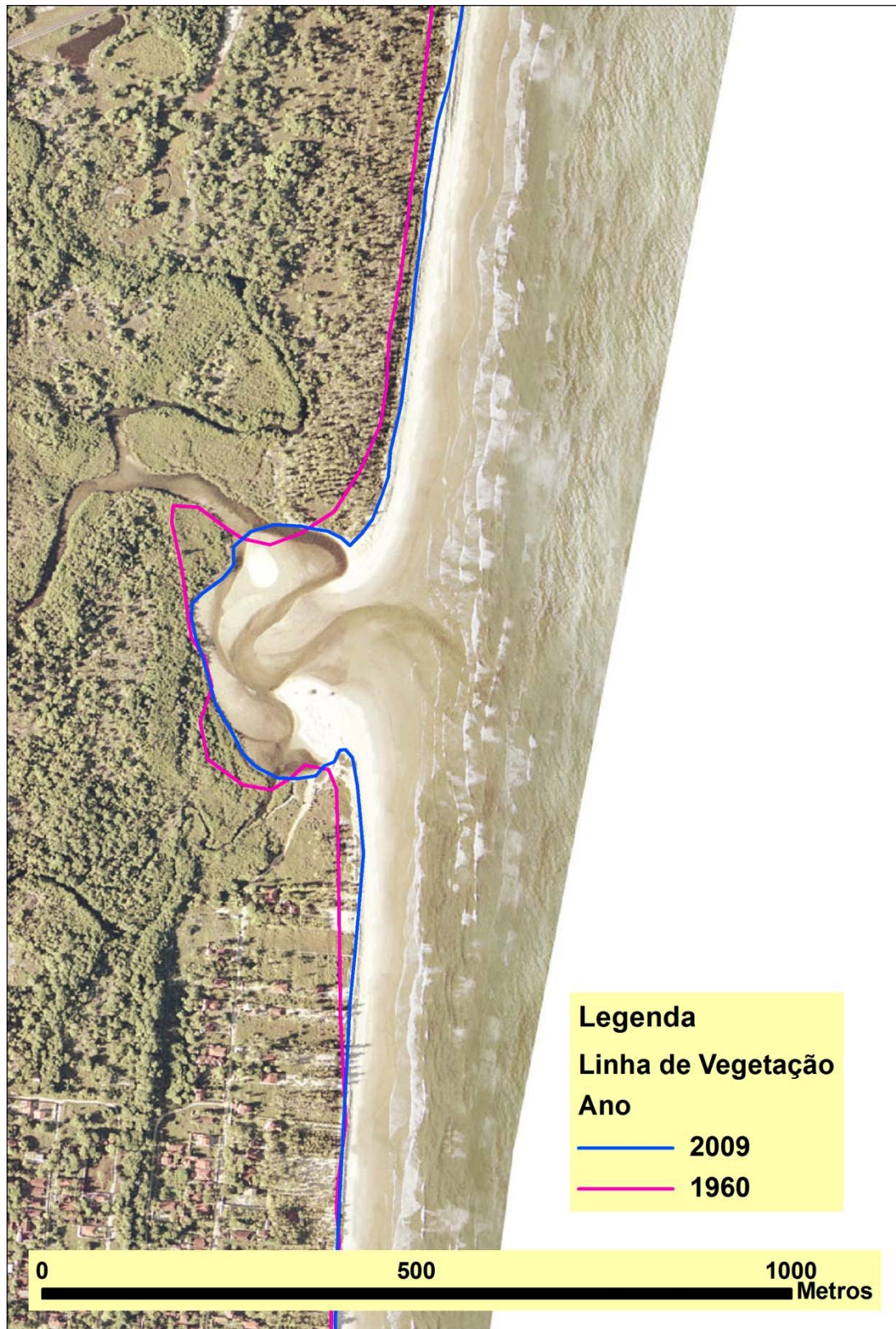


Figura 8 - Mudança no Comportamento da Linha de Costa no Entorno do Ponto B, Resultado de Mudanças na Desembocadura do Pequeno Rio que Ai Deságua

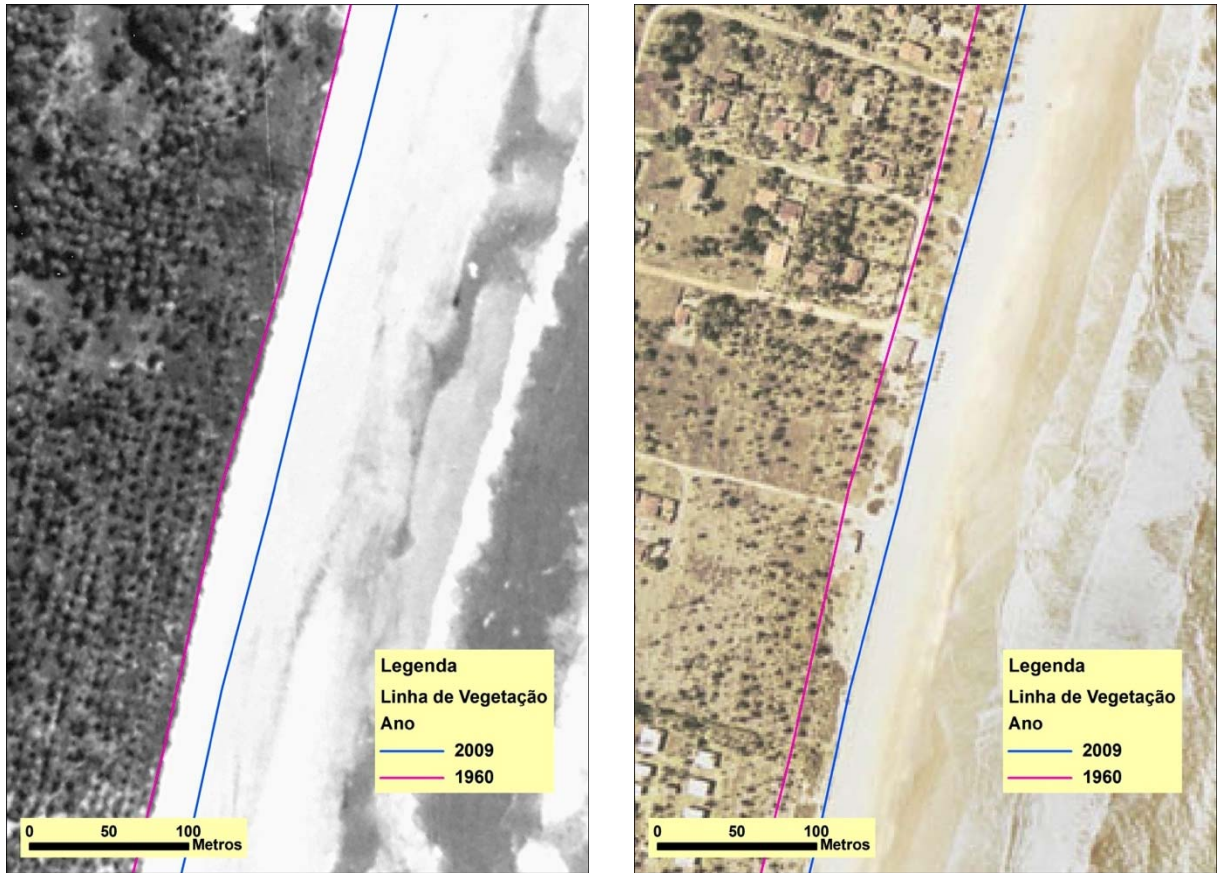


Figura 9 - Fotos do Trecho que Experimentou Progradação nos Últimos 49 Anos, Situado à Norte do Ponto B. Esquerda: 1960. Direita: 2009

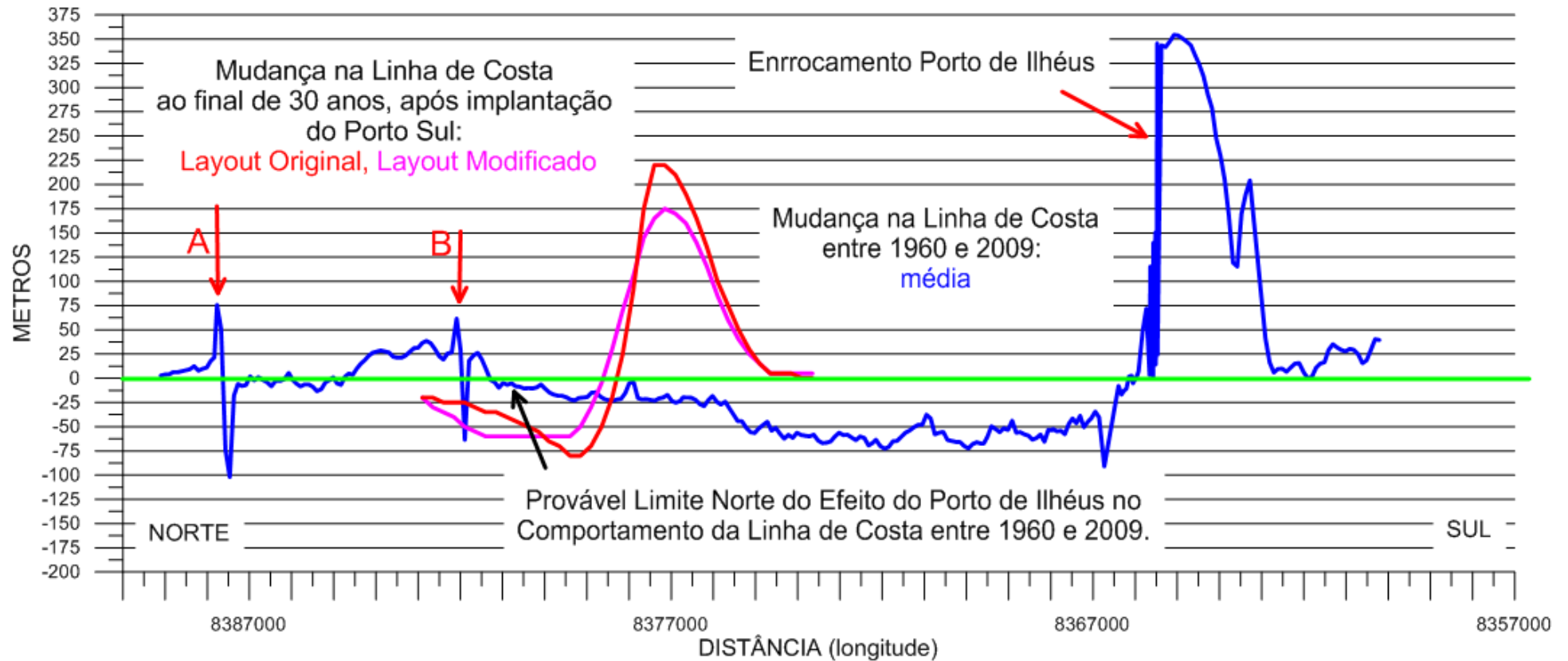


Figura 10 - Comportamento da Linha de Costa nos Últimos 49 Anos (Média dos Contatos (i) Vegetação-Prisma Praial e (ii) Praia Seca-Praia Molhada) e os Resultados da Modelagem do Comportamento da Linha de Costa para os Próximos 30 Anos, Decorrentes da Construção do Porto de Aratagua, para os *Layouts* Original e Modificado

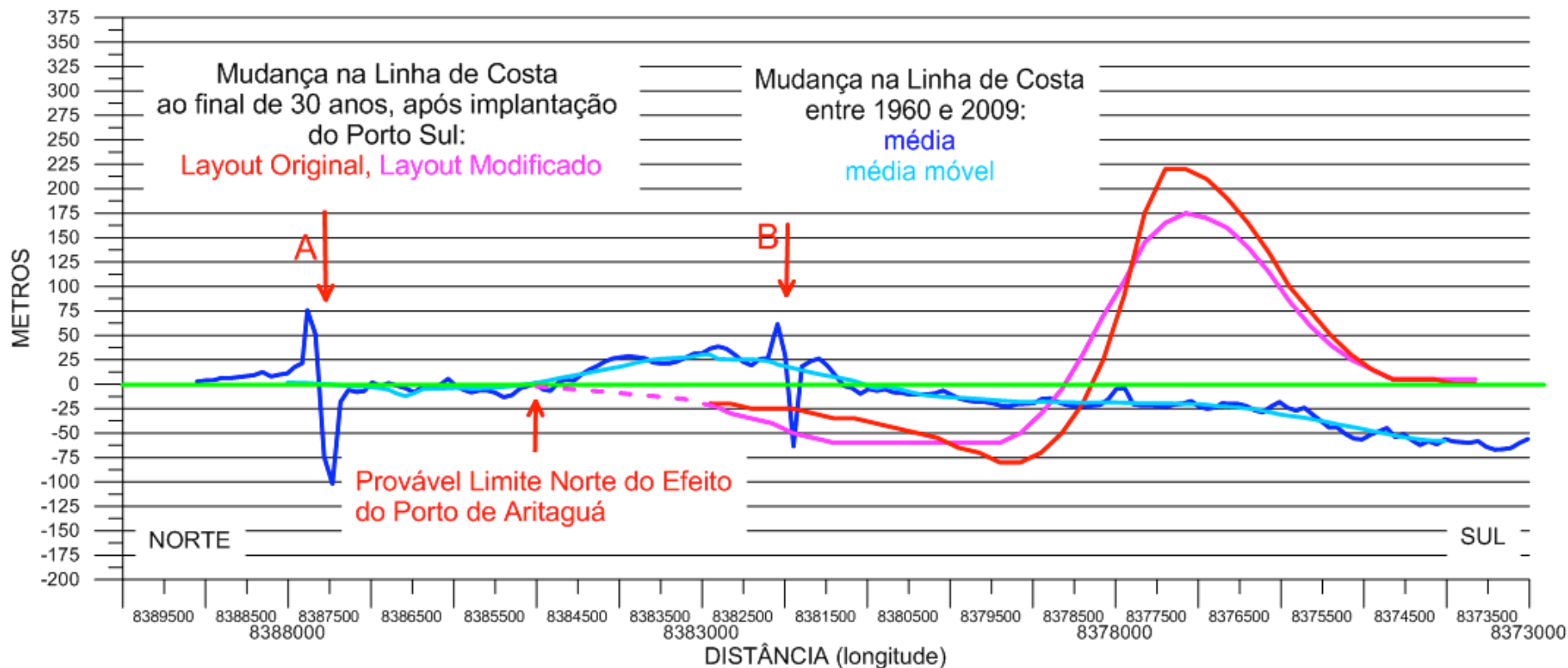


Figura 11 - Detalhe do Comportamento da Linha de Costa para os Últimos 49 Anos, e as Projeções de Mudanças para os Próximos 30 Anos (Obtidos Através de Modelagem), para os *Layouts* Original e Modificado do Porto de Aritaguá. A linha Tracejada Mostra o Provável Limite Norte do Efeito da Construção do Porto na Linha de Costa

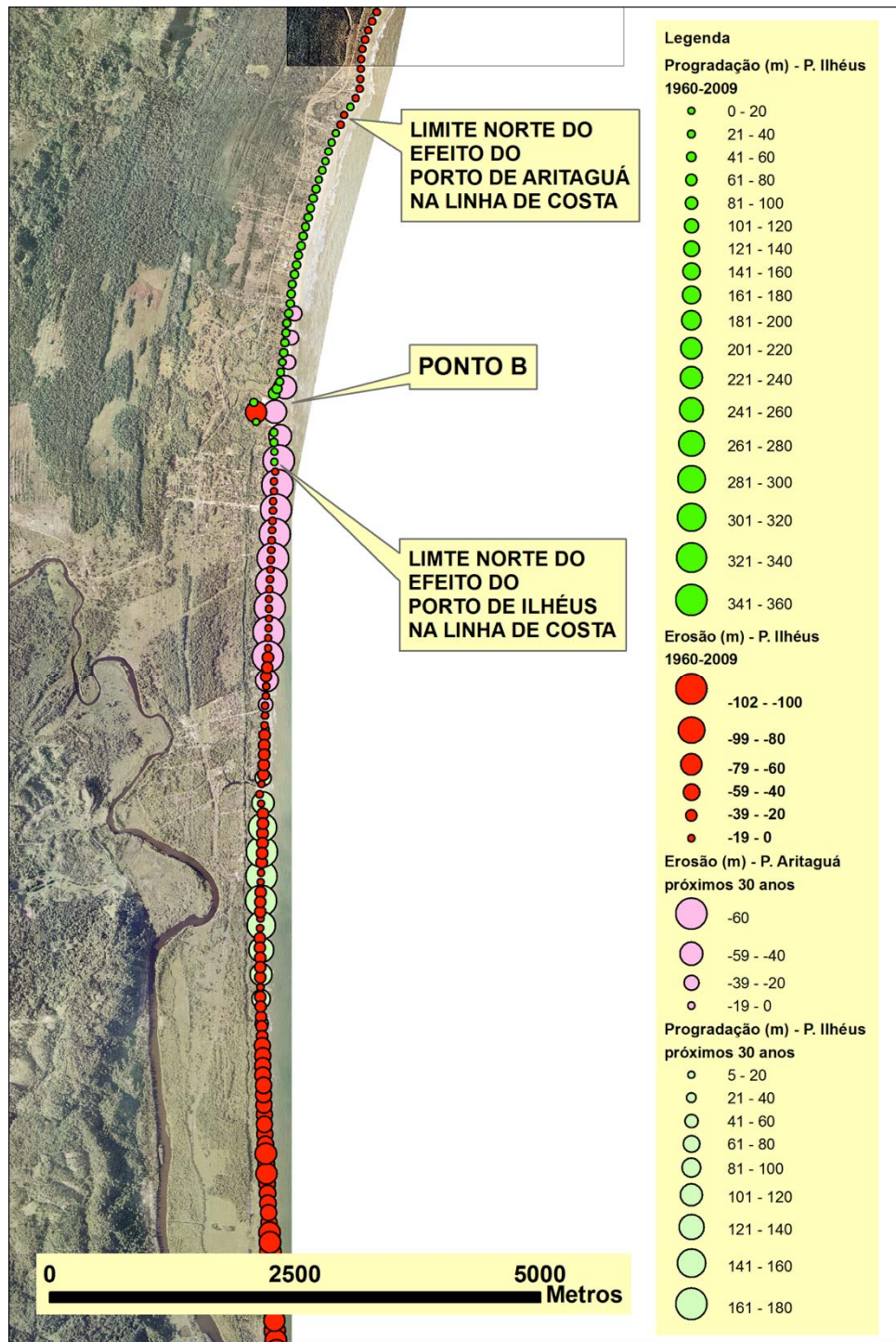


Figura 12 - Detalhe do Comportamento da Linha de Costa para os Últimos 49 Anos, e as Projeções de Mudanças para os Próximos 30 anos (obtidos através de modelagem), para os *Layouts* Original e Modificado do Porto de Aritaguá. Representação Utilizando Símbolos Proporcionais

4. CONCLUSÃO

Pode-se afirmar que a construção do novo porto resultará em erosão da linha de costa a norte do mesmo. É razoável supor, frente aos dados apresentados acima que este efeito se estenderá até cerca de 8 quilômetros a norte do porto. A partir deste ponto será muito difícil separar os efeitos da construção do porto, da variabilidade natural da linha de costa. Adicionalmente cerca de metade do trecho que deverá ser afetado pela erosão causada pela construção do porto coincide com um segmento que nos últimos 49 anos experimentou uma pequena progradação da linha de costa, o que poderá ajudar a mitigar parte destes impactos.

PARTE II - TEXTO REVISADO/ESTUDOS COMPLEMENTARES



**TOMO VIII - APÊNDICE 7 – LINHA DE COSTA, SEDIMENTOS DE
DRAGAGEM E ROTAS MARÍTIMAS**

7.B – SEDIMENTOS DE DRAGAGEM

 BAHIA MINERAÇÃO		PROGRAMA PEDRA DE FERRO PROJETO PORTO SUL F1001-4	
TÍTULO ESTUDO COMPLEMENTAR EIA DO PORTO SUL-ILHÉUS -BA RELATÓRIO		Nº. BAMIN: 022.20.0005	PÁGINA 1/83
CARACTERIZAÇÃO DOS SEDIMENTOS DE ACORDO COM A RESOLUÇÃO CONAMA Nº 344/04		Nº FORNECEDOR 110504 CPM RT 269/11	REV. B



REVISÕES							
TE: TIPO EMISSION	A - PRELIMINAR B - PARA APROVAÇÃO	C - PARA CONHECIMENTO D - PARA COTAÇÃO	E - PARA CONSTR UÇÃO	G - CONFORME CONSTRUÍDO H - CANCELADO			
				F - CONFO RME COMPRA DO			
Rev.	TE	Descrição	Por	Ver.	Apr.	Aut.	Data
A	A	PRELIMINAR	MT				19/09/2011
B	B	PARA APROVAÇÃO	MT				07/04/2012

Este documento somente poderá ser alterado /revisado pela Diretoria de Implantação da BAMIN.

 BAHIA MINERAÇÃO		PROGRAMA PEDRA DE FERRO PROJETO PORTO SUL F1001-4	
TÍTULO ESTUDO COMPLEMENTAR EIA DO PORTO SUL-ILHÉUS -BA RELATÓRIO CARACTERIZAÇÃO DOS SEDIMENTOS DE ACORDO COM A RESOLUÇÃO CONAMA Nº 344/04	Nº. BAMIN: 022.20.0005	PÁGINA 2/83	
	Nº FORNECEDOR 110504 CPM RT 269/11	REV. B	

ÍNDICE

<u>ITEM</u>	<u>DESCRIÇÃO</u>	<u>PÁGINA</u>
1.0	INTRODUÇÃO	08
2.0	ÁREA DE ESTUDO E MALHA AMOSTRAL	10
3.0	PARÂMETROS MONITORADOS	18
4.0	COLETAS E ANÁLISES	19
5.0	RESULTADOS	27
5.1	SEDIMENTOLOGIA	27
5.2	QUALIDADE DOS SEDIMENTOS	34
5.3	ANÁLISES ECOTOXICOLÓGICAS	69
5.4	ANÁLISES DAS SONDAGENS (SHELBY)	71
6.0	CONSIDERAÇÕES FINAIS	76
7.0	EQUIPE TÉCNICA	77
	ANEXOS	78
	ANEXO I - [DADOS DAS COLETAS DE CAMPO]	79
	ANEXO II – [LAUDOS SEDIMENTOLÓGICOS]	80
	ANEXO III – [LAUDOS GEOQUÍMICOS]	81
	ANEXO IV – [LAUDOS ECOTOXICOLÓGICOS]	82
	ANEXO V – [SONDAGENS GEOTÉCNICAS]	83

 BAHIA MINERAÇÃO		PROGRAMA PEDRA DE FERRO PROJETO PORTO SUL F1001-4	
TÍTULO ESTUDO COMPLEMENTAR EIA DO PORTO SUL-ILHÉUS -BA RELATÓRIO CARACTERIZAÇÃO DOS SEDIMENTOS DE ACORDO COM A RESOLUÇÃO CONAMA Nº 344/04	Nº. BAMIN: 022.20.0005	PÁGINA 3/83	
	Nº FORNECEDOR 110504 CPM RT 269/11	REV. B	

LISTA DE TABELAS

Tabela 2-1:	Localização das estações de amostragem no CANAL NORTE e proximidades, para caracterização da qualidade dos sedimentos.	11
Tabela 2-2:	Localização das estações de amostragem na BACIA DE EVOLUÇÃO NORTE e proximidades, para caracterização da qualidade dos sedimentos.	11
Tabela 2-3:	Localização das estações de amostragem no BERÇO NORTE e proximidades, caracterização da qualidade dos sedimentos.....	11
Tabela 2-4:	Localização das estações de amostragem no BERÇO SUL e proximidades, caracterização da qualidade dos sedimentos.....	12
Tabela 2-5:	Localização das estações de amostragem na BACIA DE EVOLUÇÃO SUL e proximidades, caracterização da qualidade dos sedimentos.	12
Tabela 2-6:	Localização das estações de amostragem no CANAL SUL e proximidades, para caracterização da qualidade dos sedimentos.	12
Tabela 2-7:	Localização das estações de amostragem no ENROCAMENTO e proximidades, para caracterização da qualidade dos sedimentos.	13
Tabela 2-8:	Localização das sondagens para caracterização da qualidade dos sedimentos até a profundidade máxima de dragagem.	13
Tabela 3-1:	Parâmetros definidos como indicadores de qualidade dos sedimentos marinhos.....	18
Tabela 4-1:	Dados da coleta dos testemunhos e das subamostras.	20
Tabela 4-2:	Dados da realização das sondagens para coleta através do amostrador Shelby.	20
Tabela 4-3:	Classificação granulométrica de Wentworth (1922).....	21
Tabela 4-4:	Classificação de Folk (1968) para o grau de seleção.	22
Tabela 4-5:	Classificação de Folk (1968) para a assimetria.	22



 BAHIA MINERAÇÃO		PROGRAMA PEDRA DE FERRO PROJETO PORTO SUL F1001-4	
TÍTULO ESTUDO COMPLEMENTAR EIA DO PORTO SUL-ILHÉUS -BA RELATÓRIO CARACTERIZAÇÃO DOS SEDIMENTOS DE ACORDO COM A RESOLUÇÃO CONAMA Nº 344/04	Nº. BAMIN: 022.20.0005	PÁGINA 4/83	
	Nº FORNECEDOR 110504 CPM RT 269/11	REV. B	

Tabela 4-6:	Classificação da composição carbonática dos sedimentos.	23
Tabela 4-7:	Parâmetros determinados e suas respectivas metodologias.	24
Tabela 5.1-1:	Teores de lama, areia, bioclastos e litoclastos das amostras coletadas na área do CANAL NORTE e proximidades.	30
Tabela 5.1-2:	Teores de lama, areia, bioclastos e litoclastos das amostras coletadas na área da BACIA DE EVOLUÇÃO NORTE e proximidades.	30
Tabela 5.1-3:	Teores de lama, areia, bioclastos e litoclastos das amostras coletadas na área do BERÇO NORTE e proximidades.	30
Tabela 5.1-4:	Teores de lama, areia, bioclastos e litoclastos das amostras coletadas na área do BERÇO SUL e proximidades.	31
Tabela 5.1-5:	Teores de lama, areia, bioclastos e litoclastos das amostras coletadas na área da BACIA DE EVOLUÇÃO SUL e proximidades.	31
Tabela 5.1-6:	Teores de lama, areia, bioclastos e litoclastos das amostras coletadas na área do CANAL SUL e proximidades.	31
Tabela 5.1-7:	Teores de lama, areia, bioclastos e litoclastos das amostras coletadas na área do ENROCAMENTO e proximidades.	32
Tabela 5.2-1:	Características físico-químicas dos sedimentos das diferentes áreas de dragagem, coletados entre os dias 05 e 07 de julho. Dados medidos <i>in situ</i> . (Fonte: CEPEMAR).	35
Tabela 5.2-2:	Resultados analíticos provenientes das amostras coletadas no CANAL NORTE e proximidades (Fonte: INNOLAB).	36
Tabela 5.2-3:	Resultados analíticos provenientes das amostras coletadas na BACIA DE EVOLUÇÃO NORTE e proximidades (Fonte: INNOLAB).	37
Tabela 5.2-4:	Resultados analíticos provenientes das amostras coletadas no BERÇO NORTE e proximidades (Fonte: INNOLAB).	38
Tabela 5.2-5:	Resultados analíticos provenientes das amostras coletadas no BERÇO SUL e proximidades (Fonte: INNOLAB).	39





 BAHIA MINERAÇÃO		PROGRAMA PEDRA DE FERRO PROJETO PORTO SUL F1001-4	
TÍTULO ESTUDO COMPLEMENTAR EIA DO PORTO SUL-ILHÉUS -BA RELATÓRIO CARACTERIZAÇÃO DOS SEDIMENTOS DE ACORDO COM A RESOLUÇÃO CONAMA Nº 344/04	Nº. BAMIN: 022.20.0005	PÁGINA 5/83	
	Nº FORNECEDOR 110504 CPM RT 269/11	REV. B	

Tabela 5.2-6:	Resultados analíticos provenientes das amostras coletadas na BACIA DE EVOLUÇÃO SUL e proximidades (Fonte: INNOLAB)..	40
Tabela 5.2-7:	Resultados analíticos provenientes das amostras coletadas no CANAL SUL e proximidades (Fonte: INNOLAB).	41
Tabela 5.2-8:	Resultados analíticos provenientes das amostras coletadas no ENROCAMENTO e proximidades (Fonte: INNOLAB).	42
Tabela 5.2-9:	Valores de referência para a concentração de metais pesados, COT, N e P em sedimentos estuarinos e costeiros. 1. Salomons e Forstner, 1984; 2. Freire et al., 2003; 3. Tavares, 2008; 4. Lacerda et al., 2003; Carvalho et al., 1993a,b; 5. Habitec, 2011; 6. Torres, 2008; 7. Jesus, 2011; 8. Hatje, 2008; 9. Cepemar, 2011. .	43
Tabela 5.3-1:	Resultados dos testes de toxicidade.	69
Tabela 5.4-1:	Teores de lama e areia das amostras coletadas com Shelby (Fonte: LABMAR).	71
Tabela 5.4-2:	Resultados analíticos provenientes das amostras coletadas com Shelby (Fonte: INNOLAB).....	74
Tabela 5.4-3:	Comparação entre os valores médios observados nas amostras coletadas em 2011 (superficiais e corers) e em 2012 (sondagens Shelby).	75

 BAHIA MINERAÇÃO		PROGRAMA PEDRA DE FERRO PROJETO PORTO SUL F1001-4	
TÍTULO ESTUDO COMPLEMENTAR EIA DO PORTO SUL-ILHÉUS -BA RELATÓRIO CARACTERIZAÇÃO DOS SEDIMENTOS DE ACORDO COM A RESOLUÇÃO CONAMA Nº 344/04	Nº. BAMIN: 022.20.0005	PÁGINA 6/83	
	Nº FORNECEDOR 110504 CPM RT 269/11	REV. B	

LISTA DE FIGURAS

Figura 1-1:	Localização da área estudada.....	09
Figura 2-1:	Área de estudo e identificação das áreas a serem dragadas para implantação do Porto Sul.....	14
Figura 2-2:	Localização dos pontos de amostragem para o estudo sedimentológico e geoquímico.	15
Figura 2-3:	Localização das sondagens (Shelbies) para o estudo sedimentológico e geoquímico do material representativo da profundidade máxima de escavação alcançada pela dragagem.	16
Figura 2-4:	Localização das sondagens geotécnicas.....	17
Figura 5.1-1:	Distribuição de Lama, Areia, Bioclastos e Litoclastos (%) nos sedimentos superficiais das áreas de dragagem.	28
Figura 5.1-2:	Distribuição por área de Lama e Bioclastos (%) nos sedimentos das áreas de dragagem.....	29
Figura 5.1-3:	Distribuição espacial das fácies sedimentares da plataforma continental entre Itacaré e Olivença (Simplificado de Freire, 2006, <i>apud</i> Tavares, 2008).....	33
Figura 5.2-1:	Variação vertical das concentrações de metais pesados, As e nutrientes nas amostras de corers.....	48
Figura 5.2-2:	Distribuição do Arsênio (mg/kg) nos sedimentos da área de dragagem.....	55
Figura 5.2-3:	Distribuição do Cádmio (mg/kg) nos sedimentos da área de dragagem.....	56
Figura 5.2-4:	Distribuição do Chumbo (mg/kg) nos sedimentos da área de dragagem.....	57
Figura 5.2-5:	Distribuição do Cobre (mg/kg) nos sedimentos da área de dragagem.....	58
Figura 5.2-6:	Distribuição do Cromo (mg/kg) nos sedimentos da área de dragagem.....	59





 BAHIA MINERAÇÃO		PROGRAMA PEDRA DE FERRO PROJETO PORTO SUL F1001-4	
TÍTULO ESTUDO COMPLEMENTAR EIA DO PORTO SUL-ILHÉUS -BA RELATÓRIO CARACTERIZAÇÃO DOS SEDIMENTOS DE ACORDO COM A RESOLUÇÃO CONAMA Nº 344/04	Nº. BAMIN: 022.20.0005	PÁGINA 7/83	
	Nº FORNECEDOR 110504 CPM RT 269/11	REV. B	

Figura 5.2-7:	Distribuição do Mercúrio (mg/kg) nos sedimentos da área de dragagem.....60
Figura 5.2-8:	Distribuição do Níquel (mg/kg) nos sedimentos da área de dragagem.....61
Figura 5.2-9:	Distribuição do Zinco (mg/kg) nos sedimentos da área de dragagem.....62
Figura 5.2-10:	Distribuição do Alumínio (mg/kg) nos sedimentos da área de dragagem.....63
Figura 5.2-11:	Distribuição do Ferro (mg/kg) nos sedimentos da área de dragagem.....64
Figura 5.2-12:	Distribuição do Manganês (mg/kg) nos sedimentos da área de dragagem.....65
Figura 5.2-13:	Distribuição do COT (%) nos sedimentos da área de dragagem.....66
Figura 5.2-14:	Distribuição do Nitrogênio Total (mg/kg) nos sedimentos da área de dragagem.67
Figura 5.2-15:	Distribuição do Fósforo (mg/kg) nos sedimentos da área de dragagem.....68
Figura 5.4-1:	Teor de lama (%) nos perfis do pacote sedimentar da área de dragagem.....72

 BAHIA MINERAÇÃO		PROGRAMA PEDRA DE FERRO PROJETO PORTO SUL F1001-4	
TÍTULO ESTUDO COMPLEMENTAR EIA DO PORTO SUL-ILHÉUS -BA RELATÓRIO CARACTERIZAÇÃO DOS SEDIMENTOS DE ACORDO COM A RESOLUÇÃO CONAMA Nº 344/04	Nº. BAMIN: 022.20.0005	PÁGINA 8/83	
	Nº FORNECEDOR 110504 CPM RT 269/11	REV. B	

1.0 INTRODUÇÃO

Neste relatório é apresentada a caracterização granulométrica e composicional, geoquímica e ecotoxicológica dos sedimentos das áreas de dragagem do Porto Sul (Figura 1-1).

Este estudo visa caracterizar e determinar a qualidade dos sedimentos marinhos com base nas suas propriedades físicas, químicas e toxicológicas, de forma integrada, nas áreas de dragagem e do enrocamento, para a definição dos riscos da atividade de dragagem e de descarte sobre a saúde pública e ecológica local, servindo como subsídio para o estabelecimento de medidas de gestão da atividade ou mesmo para definição da sua viabilidade ambiental.

Os parâmetros analisados foram os preconizados na Resolução CONAMA 344/2004, a qual estabelece as diretrizes gerais e os procedimentos mínimos para a avaliação do material a ser dragado em águas jurisdicionais brasileiras, e dá outras providências.

O Plano Amostral¹ deste estudo, aprovado pelo IBAMA através da NOTA TÉCNICA nº. 028/2011 – COPAH/CGTMO/DILIC/IBAMA, foi configurado de forma a cobrir todas as áreas de dragagem e ser representativo o suficiente para uma análise crítica da qualidade dos sedimentos a serem dragados.

Com o avanço no projeto conceitual da infraestrutura *off-shore* do Porto Sul, houve uma modificação no layout das estruturas marítimas e das áreas de dragagem; contudo, a análise crítica dos resultados, por parte das equipes técnicas da CEPEMAR e do IBAMA, permitiu concluir que os resultados obtidos eram ainda suficientes para uma boa caracterização da qualidade dos sedimentos a serem dragados, considerando esse novo layout. Nesse sentido, o IBAMA, através do PARECER Nº09/2012–COPAH/CGTMO/DILIC/IBAMA, solicitou apenas um levantamento complementar para caracterização dos sedimentos até a profundidade máxima de escavação da dragagem, além de alguns outros pequenos esclarecimentos. Esta revisão do relatório traz, portanto, a atualização e complementação de algumas informações solicitadas naquele parecer técnico.

¹ CPM PP 111/11 Avaliação do Plano de Coleta e Análise para Avaliação Geoquímica e Toxicológica dos Sedimentos da Área de Dragagem do Terminal Portuário Porto Sul (Aritaguá) – Ilhéus/BA.

TÍTULO
**ESTUDO COMPLEMENTAR EIA DO PORTO SUL-ILHÉUS -BA
RELATÓRIO
CARACTERIZAÇÃO DOS SEDIMENTOS DE ACORDO COM A
RESOLUÇÃO CONAMA Nº 344/04**

Nº. BAMIN:
022.20.0005

PÁGINA
9/83

Nº FORNECEDOR
110504

REV.

CPM RT 269/11

B

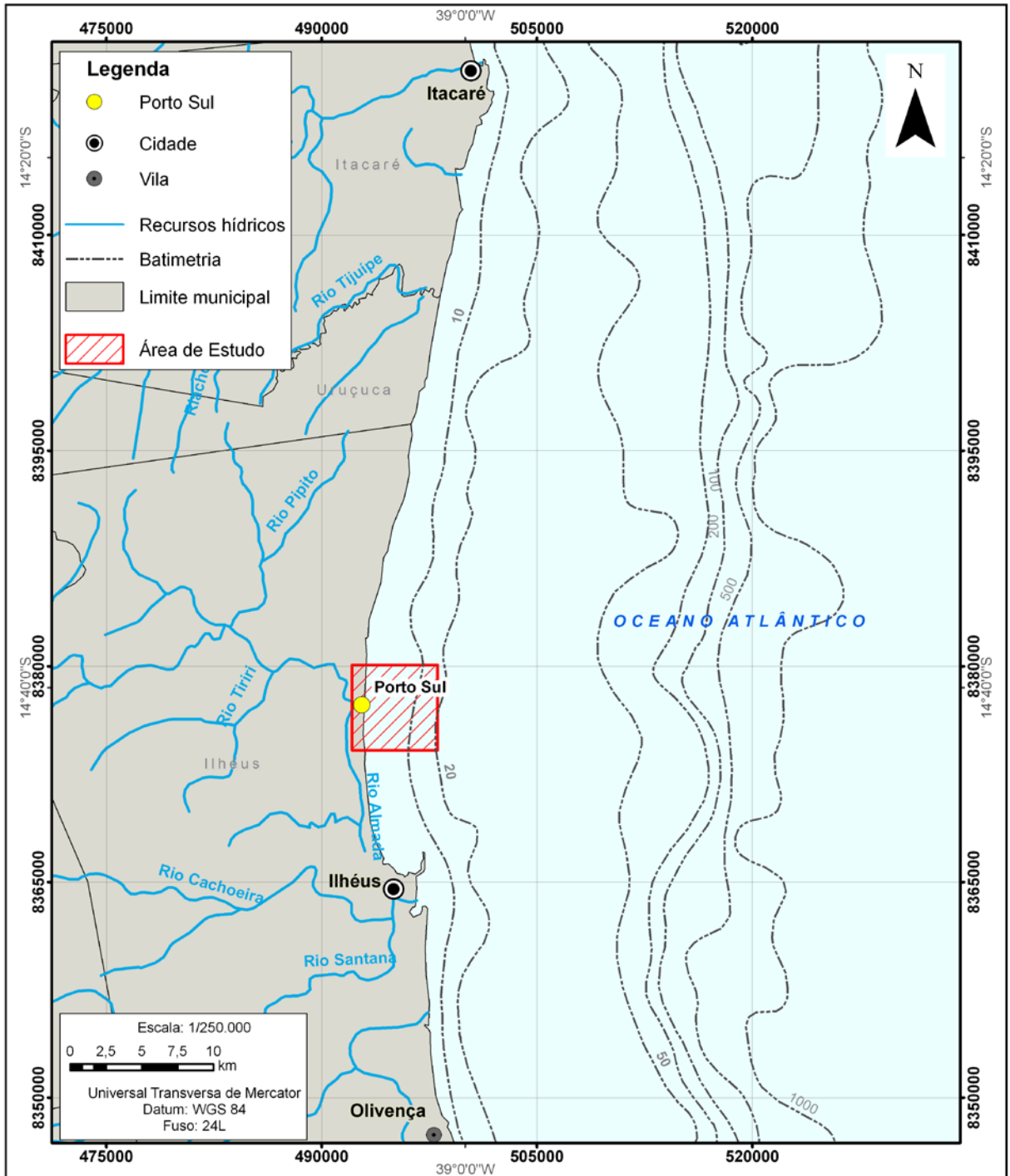




Figura 1-1: Localização da área estudada.

 BAHIA MINERAÇÃO		PROGRAMA PEDRA DE FERRO PROJETO PORTO SUL F1001-4	
TÍTULO ESTUDO COMPLEMENTAR EIA DO PORTO SUL-ILHÉUS -BA RELATÓRIO CARACTERIZAÇÃO DOS SEDIMENTOS DE ACORDO COM A RESOLUÇÃO CONAMA Nº 344/04	Nº. BAMIN: 022.20.0005	PÁGINA 10/83	
	Nº FORNECEDOR 110504 CPM RT 269/11	REV. B	

2.0 ÁREA DE ESTUDO E MALHA AMOSTRAL

O foco desta caracterização é a futura área de dragagem para implantação do Porto Sul, bem como a área do enrocamento, na qual também se prevê a realização de dragagem devido à composição lamosa dos sedimentos.

A estimativa do volume total a ser dragado é de 16.490.000,00m³, sendo 10.510.000,00m³ na área norte (Bacia+Canal+Berço) e 5.980.000,00m³ na área ao sul (Bacia+Canal+Berço) (Figura 2-1).

Na área norte, para o canal de acesso e a bacia de evolução, o aprofundamento é de 24m, enquanto na área dos berços de atracação o aprofundamento é de 21m. Já na área sul, a profundidade necessária na área da bacia de evolução é de 18m, e na área dos berços de atracação o aprofundamento é de 16m. Na área do enrocamento como um todo o aprofundamento será de 30m.

Conforme Plano Amostral aprovado pelo IBAMA, foram estabelecidas 50 estações amostrais distribuídas ao longo do canal de acesso, bacias de evolução, área dos berços de atracação e do enrocamento, conforme apresentado na Figura 2-2. Complementarmente foi solicitada, através do Parecer Nº 09/2012–COPAH/CGTMO/DILIC/IBAMA, a caracterização dos sedimentos cobrindo toda a profundidade de escavação pela dragagem, para a qual foram definidos mais 6 pontos amostrais (Figura 2-3).

Em julho de 2011 foi realizada a primeira campanha para coleta de sedimentos superficiais e de subsuperfície. Em 29² das 50 estações amostrais foram feitas coletas superficiais através do emprego de um “busca-fundo” do tipo Van Veen, enquanto nas outras 20 estações foram coletadas amostras subsuperficiais em 3 estratos: superfície, meio e fundo. No total foram coletadas 89 amostras, sendo 49 superficiais, 20 no meio e 20 no fundo (base) dos testemunhos (*corers*).

Em fevereiro de 2012 foram realizadas as 06 sondagens complementares para coleta de amostras através do método shelby e caracterização dos sedimentos até a profundidade máxima da dragagem. Todas as sondagens foram dispostas ao longo da área do futuro enrocamento – onde serão atingidas as maiores profundidades de escavação –, à exceção da sondagem SA 102 que ficou localizada próximo à estação 13 que não foi amostrada no primeiro levantamento.

A localização das estações é apresentada nas Tabelas 2-1 a 2-8.

² Por problemas na amostragem, o ponto 13 não foi estudado.



 BAHIA MINERAÇÃO	 CEPEMAR 30 <i>anos</i>	PROGRAMA PEDRA DE FERRO PROJETO PORTO SUL F1001-4	
TÍTULO ESTUDO COMPLEMENTAR EIA DO PORTO SUL-ILHÉUS -BA RELATÓRIO CARACTERIZAÇÃO DOS SEDIMENTOS DE ACORDO COM A RESOLUÇÃO CONAMA Nº 344/04	Nº. BAMIN: 022.20.0005	PÁGINA 11/83	
	Nº FORNECEDOR 110504 CPM RT 269/11	REV. B	

Tabela 2-1: Localização das estações de amostragem no CANAL NORTE e proximidades, para caracterização da qualidade dos sedimentos.

ESTAÇÕES	COORDENADAS (UTM, WGS84)	
	E	N
P01	497629,870	8379222,025
P02	497346,176	8379119,117
P03	497065,832	8379017,423
P04	496791,620	8378917,954
P05	496501,795	8378812,822
P06	496205,923	8378705,496
P07	496389,750	8378611,321

Tabela 2-2: Localização das estações de amostragem na BACIA DE EVOLUÇÃO NORTE e proximidades, para caracterização da qualidade dos sedimentos.

ESTAÇÕES	COORDENADAS (UTM, WGS84)	
	E	N
P08	496036,556	8378481,739
P09	496245,070	8378361,150
P10	495886,366	8378222,041
P11	496094,880	8378101,452
P14	495775,573	8377948,273

Tabela 2-3: Localização das estações de amostragem no BERÇO NORTE e proximidades, caracterização da qualidade dos sedimentos.

ESTAÇÕES	COORDENADAS (UTM, WGS84)	
	E	N
P15	496035,244	8377862,874
P16	496204,813	8377740,347
P18	495840,169	8377801,161
P19	495885,519	8377669,146
P20	496173,216	8377584,112
P22	495601,609	8377288,061

		PROGRAMA PEDRA DE FERRO PROJETO PORTO SUL F1001-4	
TÍTULO ESTUDO COMPLEMENTAR EIA DO PORTO SUL-ILHÉUS -BA RELATÓRIO CARACTERIZAÇÃO DOS SEDIMENTOS DE ACORDO COM A RESOLUÇÃO CONAMA Nº 344/04		Nº. BAMIN: 022.20.0005	PÁGINA 12/83
		Nº FORNECEDOR 110504 CPM RT 269/11	REV. B

Tabela 2-4: Localização das estações de amostragem no BERÇO SUL e proximidades, caracterização da qualidade dos sedimentos.

ESTAÇÕES	COORDENADAS (UTM, WGS84)	
	E	N
P23	495935,147	8377209,140
P24	495684,585	8376995,956
P25	496065,566	8376993,269
P27	495463,452	8376704,184
P28	495796,991	8376625,262
P29	496165,937	8376747,607

Tabela 2-5: Localização das estações de amostragem na BACIA DE EVOLUÇÃO SUL e proximidades, caracterização da qualidade dos sedimentos.

ESTAÇÕES	COORDENADAS (UTM, WGS84)	
	E	N
P32	495325,295	8376120,307
P33	495658,834	8376041,385
P34	495902,401	8376171,721
P36	495305,626	8375786,411
P37	495628,802	8375873,879
P39	495247,958	8375542,693
P40	495508,052	8375683,182
P41	495539,896	8375473,615

Tabela 2-6: Localização das estações de amostragem no CANAL SUL e proximidades, para caracterização da qualidade dos sedimentos.

ESTAÇÕES	COORDENADAS (UTM, WGS84)	
	E	N
P38	496053,095	8375824,113
P42	495718,517	8375633,382
P43	495856,115	8375501,506
P44	495984,282	8375322,854
P45	496115,996	8375472,941
P46	496409,793	8375222,170
P47	496541,508	8375372,256
P48	497110,306	8375170,370
P49	497694,183	8375032,213
P50	497991,929	8374961,760


 BAHIA MINERAÇÃO		PROGRAMA PEDRA DE FERRO PROJETO PORTO SUL F1001-4	
TÍTULO ESTUDO COMPLEMENTAR EIA DO PORTO SUL-ILHÉUS -BA RELATÓRIO CARACTERIZAÇÃO DOS SEDIMENTOS DE ACORDO COM A RESOLUÇÃO CONAMA Nº 344/04	Nº. BAMIN: 022.20.0005	PÁGINA 13/83	
	Nº FORNECEDOR 110504 CPM RT 269/11	REV. B	

Tabela 2-7: Localização das estações de amostragem no ENROCAMENTO e proximidades, para caracterização da qualidade dos sedimentos.

ESTAÇÕES	COORDENADAS (UTM, WGS84)	
	E	N
P12	496437,271	8377961,029
P17	496444,139	8377636,500
P21	496439,921	8377302,580
P26	496533,621	8376808,325
P30	496181,311	8376403,835
P31	496627,321	8376314,070
P35	496340,208	8376069,091

Tabela 2-8: Localização das sondagens para caracterização da qualidade dos sedimentos até a profundidade máxima de dragagem.

ESTAÇÕES	COORDENADAS (UTM, SAD-69)	
	E	N
ARI0003SMA	496.482	8.377.494
ARI0006SMA	496.473	8.376.881
ARI0007SMA	496.477	8.377.335
ARI00101SMA	496.293	8.376.425
ARI00024SMA	496.435	8.377.962
ARI00102SMA	495.867	8.378.005

TÍTULO
**ESTUDO COMPLEMENTAR EIA DO PORTO SUL-ILHÉUS -BA
RELATÓRIO
CARACTERIZAÇÃO DOS SEDIMENTOS DE ACORDO COM A
RESOLUÇÃO CONAMA Nº 344/04**

Nº. BAMIN:
022.20.0005

PÁGINA
14/83

Nº FORNECEDOR
110504
CPM RT 269/11

REV.
B

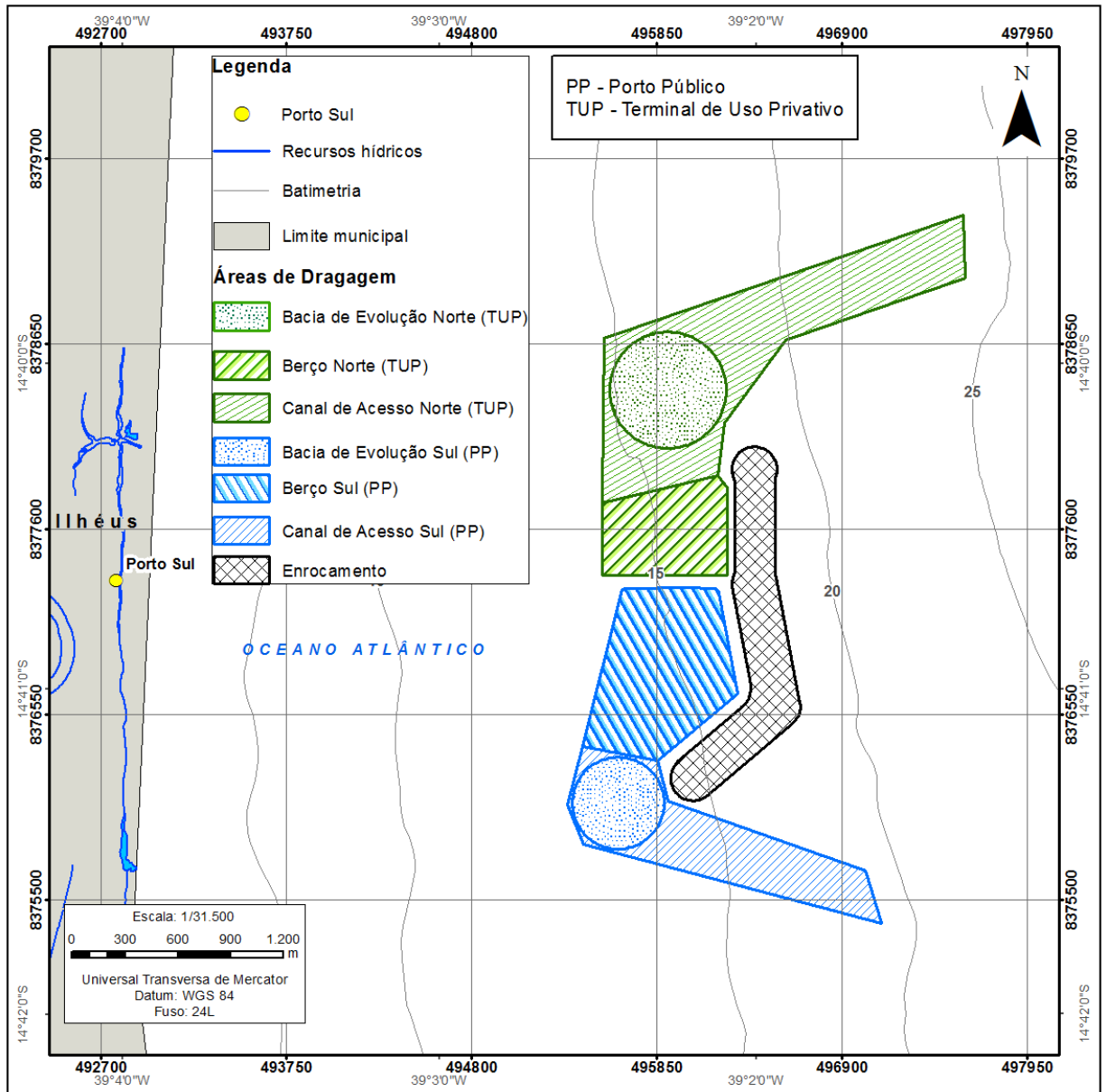


Figura 2-1: Área de estudo e identificação das áreas a serem dragadas para implantação do Porto Sul.

TÍTULO
ESTUDO COMPLEMENTAR EIA DO PORTO SUL-ILHÉUS -BA
RELATÓRIO
**CARACTERIZAÇÃO DOS SEDIMENTOS DE ACORDO COM A
RESOLUÇÃO CONAMA Nº 344/04**

Nº. BAMIN:
022.20.0005

PÁGINA
15/83

Nº FORNECEDOR
110504
CPM RT 269/11

REV.
B

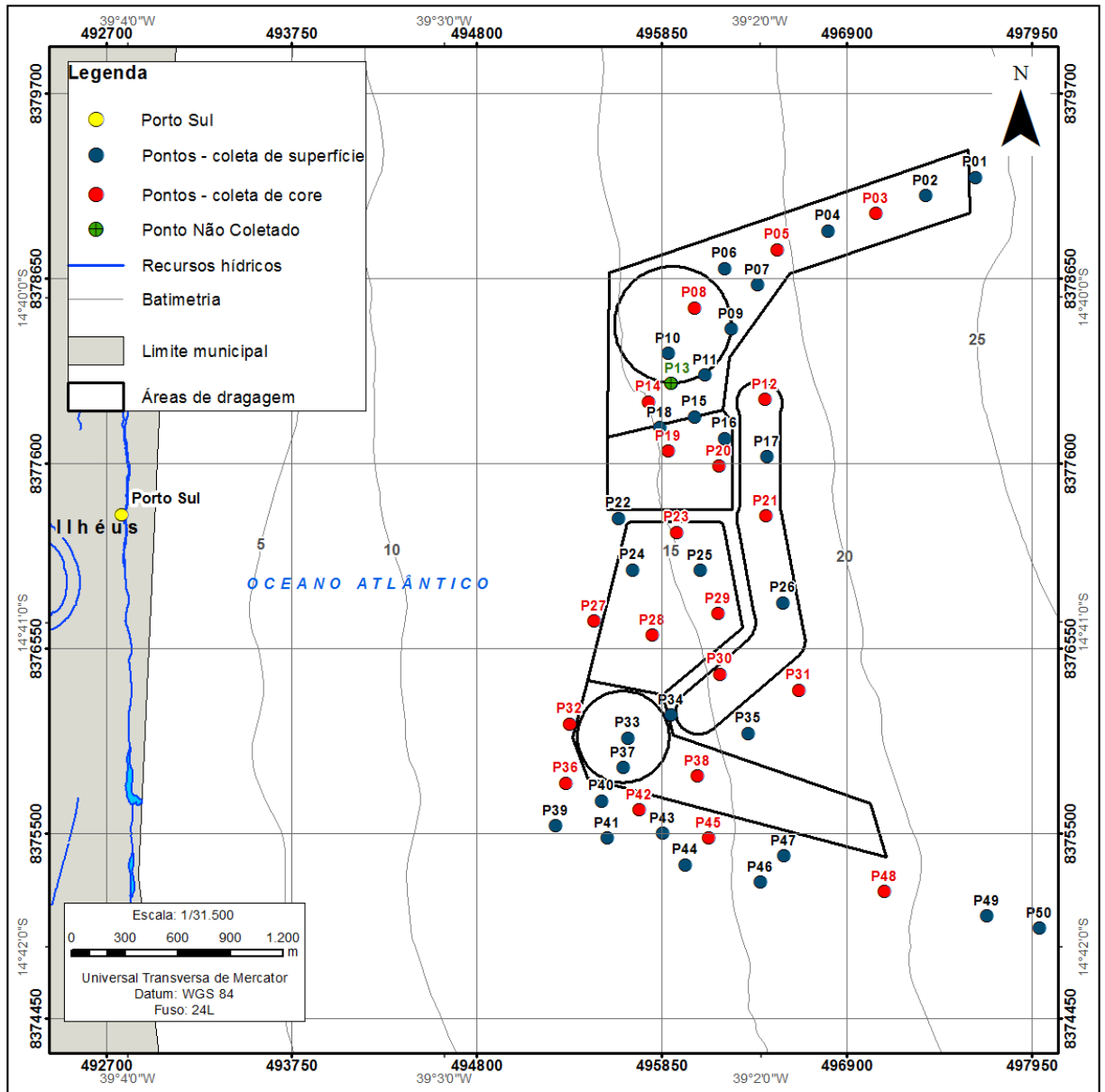


Figura 2-2: Localização dos pontos de amostragem para o estudo sedimentológico e geoquímico.

TÍTULO
ESTUDO COMPLEMENTAR EIA DO PORTO SUL-ILHÉUS -BA
RELATÓRIO
**CARACTERIZAÇÃO DOS SEDIMENTOS DE ACORDO COM A
RESOLUÇÃO CONAMA Nº 344/04**

Nº. BAMIN:
022.20.0005

PÁGINA
16/83

Nº FORNECEDOR
110504
CPM RT 269/11

REV.
B

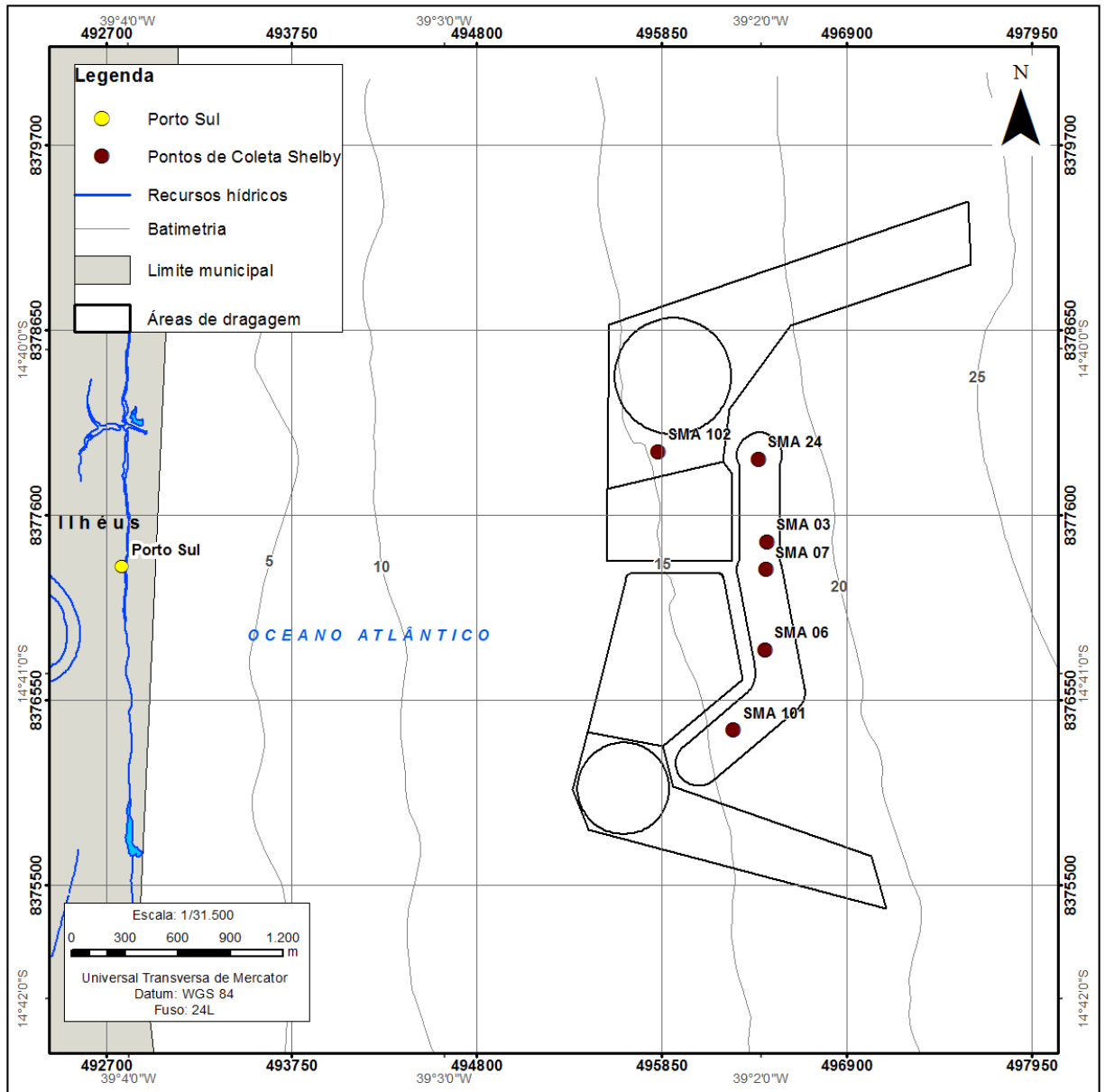


Figura 2-3: Localização das sondagens (Shelbies) para o estudo sedimentológico e geoquímico do material representativo da profundidade máxima de escavação alcançada pela dragagem.

TÍTULO

**ESTUDO COMPLEMENTAR EIA DO PORTO SUL-ILHÉUS -BA
RELATÓRIO**
**CARACTERIZAÇÃO DOS SEDIMENTOS DE ACORDO COM A
RESOLUÇÃO CONAMA Nº 344/04**

Nº. BAMIN:

022.20.0005

PÁGINA

17/83

Nº FORNECEDOR

110504

REV.

B

CPM RT 269/11

De forma complementar, foram incluídos ainda nessa caracterização os resultados de algumas sondagens geotécnicas (**Anexo V**) realizadas na área marítima do empreendimento. Ao todo foram apresentados os laudos de 23 sondagens (Figura 2-4).

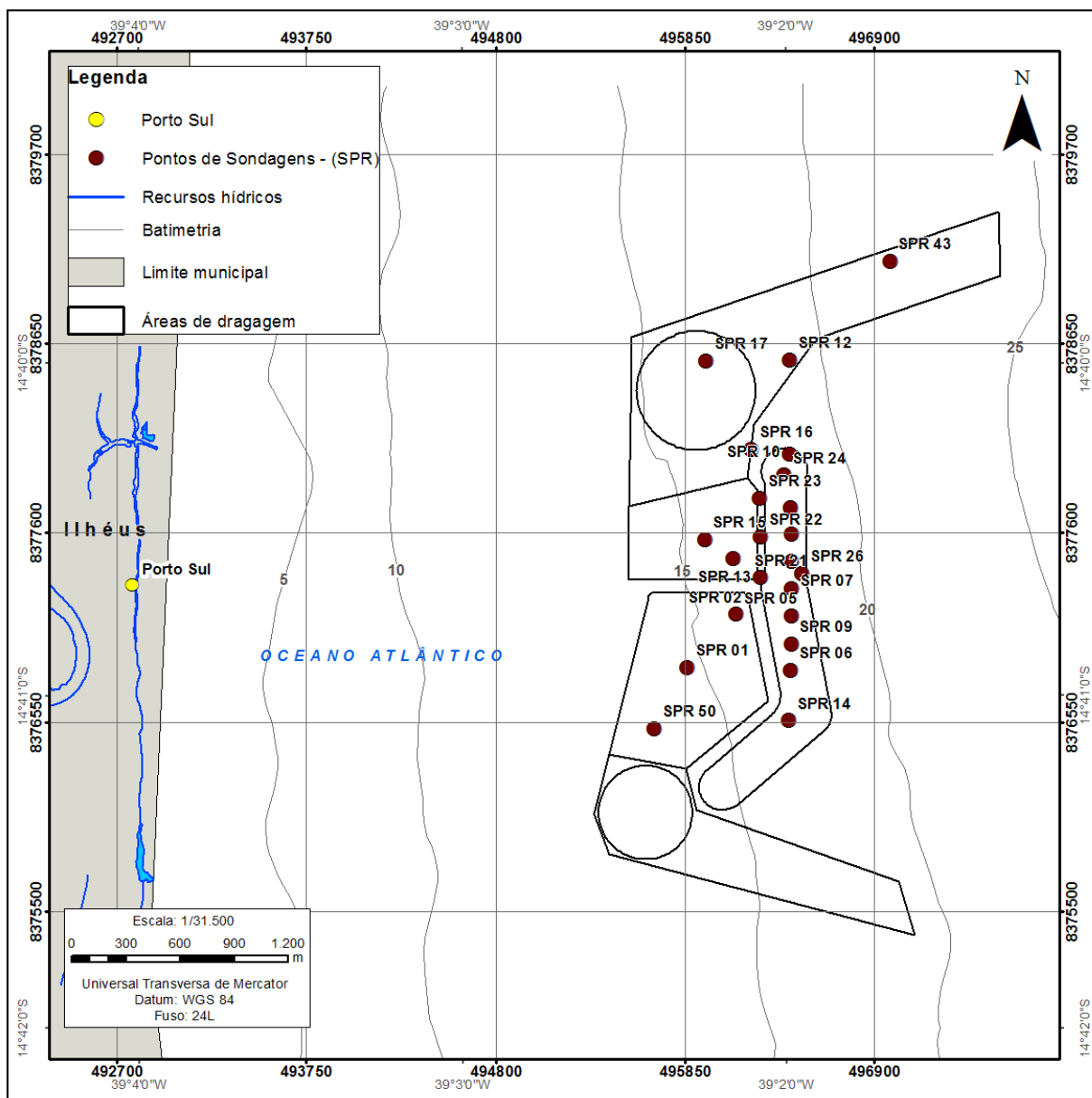


Figura 2-4: Localização das sondagens geotécnicas.

 BAHIA MINERAÇÃO	 CEPEMAR 30 ANOS	PROGRAMA PEDRA DE FERRO PROJETO PORTO SUL F1001-4	
TÍTULO ESTUDO COMPLEMENTAR EIA DO PORTO SUL-ILHÉUS -BA RELATÓRIO CARACTERIZAÇÃO DOS SEDIMENTOS DE ACORDO COM A RESOLUÇÃO CONAMA Nº 344/04	Nº. BAMIN: 022.20.0005	PÁGINA 18/83	
	Nº FORNECEDOR 110504 CPM RT 269/11	REV. B	

3.0 PARÂMETROS MONITORADOS

Os parâmetros definidos como indicadores de qualidade dos sedimentos marinhos da área de disposição são os seguintes (Tabela 3-1):

Tabela 3-1: Parâmetros definidos como indicadores de qualidade dos sedimentos marinhos.

Físicos (in situ)	pH
	Eh
Características Sedimentológicas	Granulometria
	Composição (% de Carbonatos)
Matéria Orgânica	Carbono Orgânico total
	Fósforo total
	Nitrogênio Kjeldhal total
Metais Pesados	Alumínio total
	Arsênio total
	Cádmio total
	Chumbo total
	Cobre total
	Cromo total
	Ferro total
	Manganês total
	Mercúrio total
	Níquel total
	Zinco total
Pesticidas e PCBs	Alfa BHC
	Beta BHC
	Delta BHC
	Gama BHC (Lindano)
	a - Clordano
	g - Clordano
	p,p –DDD
	p,p –DDE
	p,p – DDT
	Dieldrin
	Endrin
Soma de PCBs	



 BAHIA MINERAÇÃO	 CEPEMAR 30 ANOS	PROGRAMA PEDRA DE FERRO PROJETO PORTO SUL F1001-4	
TÍTULO ESTUDO COMPLEMENTAR EIA DO PORTO SUL-ILHÉUS -BA RELATÓRIO CARACTERIZAÇÃO DOS SEDIMENTOS DE ACORDO COM A RESOLUÇÃO CONAMA Nº 344/04	Nº. BAMIN: 022.20.0005	PÁGINA 19/83	
	Nº FORNECEDOR 110504 CPM RT 269/11	REV. B	

Tabela 3-1: Parâmetros definidos como indicadores de qualidade dos sedimentos marinhos. (continuação)

Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos (HPAs)	Benzo (a) antraceno
	Benzo (a) pireno
	Criseno
	Dibenzo (a.b) antraceno
	Acenafteno
	Antraceno
	Acenaftileno
	Fenantreno
	Fluoranteno
	Fluoreno
	Naftaleno
	Pireno
	Benzo(b) fluoranteno
	Benzo(k) fluoranteno
	Indeno(123-cd)pireno
Benzo (ghi)perileno	
Soma de HPAs	
Ecotoxicologia	Toxicidade Sedimento Total (<i>Nitocra</i> sp.)
	Toxicidade Elutriato (<i>Ouriço-Echinometra lucunter</i>)

4.0 COLETAS E ANÁLISES

As coletas de sedimentos realizadas entre os dias 05 e 07 de julho de 2011 foram de responsabilidade da equipe da CEPEMAR Serviços de Consultoria em Meio Ambiente Ltda. (dados de campo – **Anexo I**). As amostras de sedimentos superficiais foram coletadas com a utilização de um amostrador de fundo do tipo *Van Veen*. Assim que a draga era trazida à superfície, eram medidos os parâmetros pH e Eh (potencial redox), diretamente nos sedimentos, através de um pHmetro portátil. As amostras de sedimentos subsuperficiais foram coletadas por um mergulhador, que utilizou um testemunhador do tipo “corer” de 01 a 02 metros de comprimento e 10 cm de diâmetro, executando a sondagem até o encontro do substrato rígido. Dos testemunhos foram tomadas subamostras em 3 extratos: superfície (topo), meio e fundo (base) (vide detalhes na Tabela 4-1).

Imediatamente após a coleta, as amostras destinadas às análises geoquímicas, sedimentológicas e ecotoxicológicas foram acondicionadas em frascos específicos e então refrigeradas. Posteriormente, as amostras foram encaminhadas aos laboratórios responsáveis pelas análises.


		PROGRAMA PEDRA DE FERRO PROJETO PORTO SUL F1001-4	
		TÍTULO ESTUDO COMPLEMENTAR EIA DO PORTO SUL-ILHÉUS -BA RELATÓRIO CARACTERIZAÇÃO DOS SEDIMENTOS DE ACORDO COM A RESOLUÇÃO CONAMA Nº 344/04	Nº. BAMIN: 022.20.0005 Nº FORNECEDOR 110504 CPM RT 269/11

Tabela 4-1: Dados da coleta dos testemunhos e das subamostras.

AMOSTRA	DATA DA COLETA	HORÁRIO	Altura do core (cm)	Coleta topo (cm)	Coleta meio (cm)	Coleta base (cm)
P03	6/7/2011	11:20	160	0 a 10	48 a 58	150 a 160
P05	6/7/2011	10:44	180	0 a 10	55 a 65	170 a 180
P08	6/7/2011	11:54	141	0 a 10	42 a 52	130 a 141
P12	6/7/2011	13:20	87	0 a 10	24 a 34	75 a 87
P14	6/7/2011	14:00	121	0 a 10	35 a 45	110 a 121
P19	6/7/2011	14:34	127	0 a 10	37 a 47	115 a 127
P20	6/7/2011	14:54	79	0 a 10	21 a 31	70 a 79
P21	6/7/2011	15:17	122	0 a 10	36 a 46	110 a 122
P23	7/7/2011	09:22	127	0 a 10	37 a 47	115 a 127
P27	6/7/2011	16:13	175	0 a 10	53 a 63	165 a 175
P28	7/7/2011	11:58	155	0 a 10	47 a 57	145 a 155
P29	7/7/2011	08:40	155	0 a 10	47 a 57	145 a 155
P30	7/7/2011	12:40	143	0 a 10	43 a 53	130 a 143
P31	7/7/2011	13:18	142	0 a 10	42 a 52	130 a 142
P32	7/7/2011	08:15	159	0 a 10	48 a 58	150 a 159
P36	7/7/2011	09:48	111	0 a 10	32 a 42	100 a 111
P38	7/7/2011	10:12	157	0 a 10	47 a 57	145 a 157
P42	7/7/2011	10:06	187	0 a 10	57 a 67	175 a 187
P45	7/7/2011	11:35	157	0 a 10	47 a 57	150 a 157
P48	7/7/2011	10:37	180	0 a 10	55 a 65	170 a 180

As sondagens realizadas entre 21 de fevereiro e 05 de março de 2012 (Tabela 4-2) foram de responsabilidade da empresa Geodril. As coletas foram feitas através da utilização do amostrador do tipo Shelby. As amostras foram imediatamente refrigeradas após as coletas e enviadas para a Cepemar onde foram abertas, e as alíquotas foram retiradas para as análises granulométricas, geoquímicas e ecotoxicológicas.

Tabela 4-2: Dados da realização das sondagens para coleta através do amostrador Shelby.

AMOSTRA	DATA E HORA COLETA	LOCAL	Lâmina d'água (m)	Prof. de dragagem (m)	Coleta de amostras		
ARI00003SMA	21/02/2012 08:20	Enrocamento	18,9	30	1 a 1,94 m	6 a 7 m	12 a 13 m
ARI00006SMA	23/02/2012 07:31	Enrocamento	19	30	1 a 1,94 m	5 a 5,94 m	11 a 11,94 m
ARI00007SMA	27/02/2012 07:17	Enrocamento	19	30	1 a 1,94 m	6 a 6,94 m	12 a 12,94 m
ARI00101SMA	29/02/2012 08:40	Enrocamento	17	28	1 a 1,94 m	5 a 5,94 m	11 a 11,94 m
ARI00024SMA	02/03/2012 07:30	Enrocamento	19,6	30	1 a 1,94 m	6 a 6,94 m	12 a 12,94 m
ARI00102SMA	05/03/2012 07:51	Bacia de Evolução Norte	15,7	24	1 a 1,94 m	4 a 4,94 m	7 a 7,94m

 BAHIA MINERAÇÃO		PROGRAMA PEDRA DE FERRO PROJETO PORTO SUL F1001-4	
TÍTULO ESTUDO COMPLEMENTAR EIA DO PORTO SUL-ILHÉUS -BA RELATÓRIO CARACTERIZAÇÃO DOS SEDIMENTOS DE ACORDO COM A RESOLUÇÃO CONAMA Nº 344/04	Nº. BAMIN: 022.20.0005	PÁGINA 21/83	
	Nº FORNECEDOR 110504 CPM RT 269/11	REV. B	

♦ **ANÁLISES SEDIMENTOLÓGICAS**

Os sedimentos coletados foram submetidos às análises sedimentológicas descritas por Muehe (1994). Inicialmente, o material passou por procedimentos prévios de lavagem para retirada dos sais solúveis, secagem em estufa a aproximadamente 80° C e quarteamento para a separação de subamostras de 50 g e de 20 g, que posteriormente foram levadas para a análise granulométrica e quantificação do teor de carbonato, respectivamente.

A fim de evitar uma possível interferência por floculação da fração lama na análise granulométrica, foi realizada a queima de matéria orgânica, quando existente, através da adição de peróxido de hidrogênio em chapa aquecida.

A análise granulométrica se iniciou com a lavagem da amostra em um litro de água destilada sobre a peneira de 0,062 mm, sendo o conteúdo lavado, coletado com uma proveta graduada de um litro. Esse procedimento se faz necessário para a separação da fração areia da fração lama, quando presente nas amostras, que, posteriormente, passarão por procedimentos diferenciados de separação granulométrica.

A fração areia foi levada ao peneiramento a seco, consistindo na passagem da amostra em um conjunto de peneiras de diferentes aberturas, presas a um equipamento responsável por promover a vibração do conjunto, durante 15 minutos. O material retido em cada peneira foi pesado em balança de precisão, e os resultados submetidos a análises estatísticas.

Os resultados foram tratados com auxílio dos programas estatísticos Anased e Básica, cedidos pelo Programa de Geologia Geofísica Marinha (PGGM), dos quais foram obtidos os valores dos diâmetros médios.

Para as análises, foi adotada a escala granulométrica proposta por Wentworth (1922), sendo utilizado o conceito de “Fi”, introduzido por Krumbein (1934), que corresponde ao logaritmo negativo de base 2 do valor da granulometria expressa em milímetros (Tabela 4-3).

Os parâmetros estatísticos da distribuição granulométrica do sedimento foram calculados pelo método descrito por Folk e Ward, (1957), que auxiliou na obtenção do diâmetro médio.

Tabela 4-3: Classificação granulométrica de Wentworth (1922).

CLASSIFICAÇÃO	Fi (Φ)	mm
Matacão	-8 a -6	256 a 64
Cascalho muito grosso	-6 a -5	64 a 32
Cascalho grosso	-5 a -4	32 a 16
Cascalho médio	-4 a -3	16 a 8
Cascalho fino	-3 a -2	8 a 4
Cascalho muito fino	-2 a -1	4 a 2



 BAHIA MINERAÇÃO	 CEPEMAR 30 ANOS	PROGRAMA PEDRA DE FERRO PROJETO PORTO SUL F1001-4	
TÍTULO ESTUDO COMPLEMENTAR EIA DO PORTO SUL-ILHÉUS -BA RELATÓRIO CARACTERIZAÇÃO DOS SEDIMENTOS DE ACORDO COM A RESOLUÇÃO CONAMA Nº 344/04	Nº. BAMIN: 022.20.0005	PÁGINA 22/83	
	Nº FORNECEDOR 110504 CPM RT 269/11	REV. B	
Areia muito grossa	-1 a 0	2 a 1	

Tabela 4-3: Classificação granulométrica de Wentworth (1922).(Continuação).

CLASSIFICAÇÃO	Fi (Φ)	mm
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 0,0625
Lama (silte / argila)	>4	< 0,0625

Além da classificação baseada no tamanho das partículas, foram utilizadas as medidas de dispersão (grau de seleção) e de assimetria, com o objetivo de fornecer informações mais precisas sobre o formato da curva de distribuição dos sedimentos. Para esses parâmetros foram utilizadas as classes fornecidas por Folk (1968), segundo as Tabelas 4-4 e 4-5.

Tabela 4-4: Classificação de Folk (1968) para o grau de seleção.

CLASSIFICAÇÃO	Fi (Φ)
Muito bem selecionado	< 0,35
Bem selecionado	0,35 a 0,50
Moderadamente bem selecionado	0,50 a 0,71
Moderadamente selecionado	0,71 a 1,00
Mal selecionado	1,00 a 2,00
Muito mal selecionado	2,00 a 4,00
Extremamente mal selecionado	> 4,00

Tabela 4-5: Classificação de Folk (1968) para a assimetria.

CLASSIFICAÇÃO	Fi (Φ)
Assimétrica negativa	-1,0 a -0,1
Simétrica	-0,1 a 0,1
Assimétrica positiva	0,1 a 1,0

A análise composicional foi realizada para quantificação do teor de material carbonático presente nos sedimentos para posterior classificação desses sedimentos (vide Tabela 4-6). A partir da amostra de 20g, separada no processo de quarteamento, foi adicionado ácido clorídrico sobre uma chapa aquecida, resultando na queima dos constituintes carbonáticos. Após a queima, o sedimento restante foi pesado novamente e, a partir desses valores, foi aplicada uma regra de proporcionalidade simples em relação ao peso inicial, sendo encontrada a proporção de carbonato presente em cada estação de monitoramento sedimentológico.


 BAHIA MINERAÇÃO	 CEPEMAR 30 anos	PROGRAMA PEDRA DE FERRO PROJETO PORTO SUL F1001-4	
TÍTULO ESTUDO COMPLEMENTAR EIA DO PORTO SUL-ILHÉUS -BA RELATÓRIO CARACTERIZAÇÃO DOS SEDIMENTOS DE ACORDO COM A RESOLUÇÃO CONAMA Nº 344/04	Nº. BAMIN: 022.20.0005	PÁGINA 23/83	
	Nº FORNECEDOR 110504 CPM RT 269/11	REV. B	

Tabela 4-6: Classificação da composição carbonática dos sedimentos.

CLASSIFICAÇÃO	TEOR DE CaCO ₃
Sedimento litoclástico	Menor que 30%
Sedimento litobioclástico	Entre 30% e 49,99%
Sedimento biolitoclástico	Entre 50,00% e 70%
Sedimento bioclástico	Maior que 70%

As análises sedimentológicas foram realizadas pelo Laboratório LABMAR, estando os laudos apresentados no **Anexo II**.

◆ **ANÁLISES GEOQUÍMICAS**

As análises geoquímicas nos sedimentos foram realizadas pelo Laboratório INNOLAB e foram rastreadas e validadas através de procedimentos internos do laboratório, estando os laudos apresentados no **Anexo III**. As respectivas metodologias e princípios dos métodos estão apresentados na Tabela 4-7.



 BAHIA MINERAÇÃO	 CEPEMAR 30 ANOS	PROGRAMA PEDRA DE FERRO PROJETO PORTO SUL F1001-4	
TÍTULO ESTUDO COMPLEMENTAR EIA DO PORTO SUL-ILHÉUS -BA RELATÓRIO CARACTERIZAÇÃO DOS SEDIMENTOS DE ACORDO COM A RESOLUÇÃO CONAMA Nº 344/04	Nº. BAMIN: 022.20.0005	PÁGINA 24/83	
	Nº FORNECEDOR 110504 CPM RT 269/11	REV. B	

Tabela 4-7: Parâmetros determinados e suas respectivas metodologias.

FÍSICOS (IN SITU)			
Parâmetros	Método	Resolução	
pH	Análise Potenciométrica	0,01	
Eh	Análise Potenciométrica	1 mV	
MATÉRIA ORGÂNICA			
Parâmetros	Método	Limite de Detecção (mg/kg)	Limite de Quantificação (mg/kg)
Carbono Orgânico Total	MA-026-L2	40	80
Nitrogênio Kjeldahl Total (NKT)	MA-024-L2	1	2
Fósforo Total	USEPA digestão 4.500E	2	6
METAIS PESADOS			
Parâmetros	Método	Limite de Detecção (mg/kg)	Limite de Quantificação (mg/kg)
Alumínio (Al)	USEPA 3.050B e 6.010B	1	2
Arsênio (As)	USEPA 3.050B e 6.010B	1	2
Cádmio (Cd)	USEPA 3.050B e 6.010B	0,1	0,2
Chumbo (Pb)	USEPA 3.050B e 6.010B	0,4	1
Cobre (Cu)	USEPA 3.050B e 6.010B	0,1	0,2
Cromo (Cr)	USEPA 3.050B e 6.010B	0,1	0,3
Ferro (Fe)	USEPA 3.050B e 6.010B	2	3
Manganês (Mn)	USEPA 3.050B e 6.010B	0,3	1
Mercúrio (Hg)	USEPA 3.050B e 3.112B	0,02	0,05
Níquel (Ni)	USEPA 3.050B e 6.010B	0,4	1
Zinco (Zn)	USEPA 3.050B e 6.010B	0,4	1




 BAHIA MINERAÇÃO	 CEPEMAR 30 anos	PROGRAMA PEDRA DE FERRO PROJETO PORTO SUL F1001-4	
TÍTULO ESTUDO COMPLEMENTAR EIA DO PORTO SUL-ILHÉUS -BA RELATÓRIO CARACTERIZAÇÃO DOS SEDIMENTOS DE ACORDO COM A RESOLUÇÃO CONAMA Nº 344/04	Nº. BAMIN: 022.20.0005	PÁGINA 25/83	
	Nº FORNECEDOR 110504 CPM RT 269/11	REV. B	

Tabela 4-7: Parâmetros determinados e suas respectivas metodologias. Continuação.

ORGANOCORADOS E BIFENILAS POLICLORADAS			
Parâmetros	Método	Limite de Detecção (µg/kg)	Limite de Quantificação (µg/kg)
Alfa BHC	USEPA 8.270C	0,15	0,3
Beta BHC	USEPA 8.270C	0,15	0,3
Delta BHC	USEPA 8.270C	0,15	0,3
Gama BHC (Lindano)	USEPA 8.270C	0,15	0,3
a - Clordano	USEPA 8.270C	0,5	1
g - Clordano	USEPA 8.270C	0,5	1
p,p –DDD	USEPA 8.270C	0,5	1
p,p –DDE	USEPA 8.270C	0,5	1
p,p – DDT	USEPA 8.270C	0,5	1
Dieldrin	USEPA 8.270C	0,25	0,5
Endrin	USEPA 8.270C	0,5	1
PCBs Totais	USEPA 3.550C e 8.270D	0,001 mg/kg	0,003 mg/kg
HIDROCARBONETOS POLICÍCLICOS AROMÁTICOS			
Parâmetros	Método	Limite de Detecção (µg/kg)	Limite de Quantificação (µg/kg)
Benzo(a) antraceno	USEPA 3.550C e 8.270D	0,005	0,01
Benzo(a) pireno	USEPA 3.550C e 8.270D	0,005	0,01
Criseno	USEPA 3.550C e 8.270D	0,005	0,01
Dibenzo(a,b) antraceno	USEPA 3.550C e 8.270D	0,005	0,01
Acenafteno	USEPA 3.550C e 8.270D	0,005	0,01
Antraceno	USEPA 3.550C e 8.270D	0,005	0,01
Acenaftileno	USEPA 3.550C e 8.270D	0,005	0,01
Fenantreno	USEPA 3.550C e 8.270D	0,005	0,01
Fluoranteno	USEPA 3.550C e 8.270D	0,005	0,01
Fluoreno	USEPA 3.550C e 8.270D	0,005	0,01
Indeno(123-cd)pireno	USEPA 3.550C e 8.270D	0,005	0,01
Naftaleno	USEPA 3.550C e 8.270D	0,005	0,01
Pireno	USEPA 3.550C e 8.270D	0,005	0,01
Benzo(ghi)perileno	USEPA 3550C e 8.270D	0,005	0,01
Benzo(b)fluoranteno	USEPA 3.550C e 8.270D	0,005	0,01
Benzo(k)fluoranteno	USEPA 3.550C e 8.270D	0,005	0,01
Soma de PAHs	USEPA 3.550C e 8.270D	0,005	0,01

 BAHIA MINERAÇÃO		PROGRAMA PEDRA DE FERRO PROJETO PORTO SUL F1001-4	
TÍTULO ESTUDO COMPLEMENTAR EIA DO PORTO SUL-ILHÉUS -BA RELATÓRIO CARACTERIZAÇÃO DOS SEDIMENTOS DE ACORDO COM A RESOLUÇÃO CONAMA Nº 344/04	Nº. BAMIN: 022.20.0005	PÁGINA 26/83	
	Nº FORNECEDOR 110504 CPM RT 269/11	REV. B	

◆ **ANÁLISES ECOTOXICOLÓGICAS**

As amostras para análise de toxicidade dos sedimentos marinhos foram extraídas das subamostras superficiais (topo) dos testemunhos, conforme definido previamente no Plano Amostral aprovado pelo IBAMA. Assim sendo, apenas em 20 estações foram realizados testes ecotoxicológicos. A grande uniformidade do material coletado em toda área amostral permite afirmar que essa estratégia foi suficiente para caracterizar os sedimentos das áreas de dragagem quanto às suas características toxicológicas.

Tais amostras, logo após sua coleta e acondicionamento, foram encaminhadas para o laboratório responsável pelos ensaios ecotoxicológicos (Laboratório APLYSIA).

Os laudos dos ensaios ecotoxicológicos são apresentados no **Anexo IV** deste relatório.

◆ **ENSAIO COM ECHINOMETRA LUCUNTER – AMOSTRA DE ELUTRIATO**

O ensaio ecotoxicológico com o ouriço do mar *Echinometra lucunter* consiste em avaliar o desenvolvimento embriolarval do organismo teste.

A metodologia utilizada para esse ensaio é a recomendada pela norma ABNT - NBR 15350 – Método de Ensaio com ouriço-do-mar (*Echinodermata: Echinoidea*) 2006, na qual os embriões dos organismos são expostos a 5 concentrações da amostra líquida e de elutriato, por 36 horas, à temperatura de $25 \pm 2^\circ\text{C}$ e com fotoperíodo de 16h de luz e 8h de escuro.


Ao final do período de exposição, é contado o número de embriões normais e afetados.

◆ **ENSAIO COM NITOKRA SP. – AMOSTRA DE SEDIMENTO TOTAL**

O ensaios ecotoxicológicos de efeito crônico com sedimento total utilizando o copépoda bentônico do gênero *Nitokra* sp. seguem a metodologia adotada por Zaroni (2006) e Vitali (2007), que consiste na exposição de 10 fêmeas ovadas, retiradas do cultivo, às amostras do sedimento por um período de 10 dias.

Após o período de exposição, todo o conteúdo é fixado e corado para posterior contagem do número de adultos e da prole (náuplios e copepoditos) sob estereoscópio com aumento de 50X.

Após a contagem, a soma do número de copepoditos e náuplios é dividida pelo número de adultas, obtendo-se então a taxa de eclosão de ovos. As análises são realizadas em conformidade com a NBR ISO 17025.

 BAHIA MINERAÇÃO	 CEPENAR 30 ANOS	PROGRAMA PEDRA DE FERRO PROJETO PORTO SUL F1001-4	
TÍTULO ESTUDO COMPLEMENTAR EIA DO PORTO SUL-ILHÉUS -BA RELATÓRIO CARACTERIZAÇÃO DOS SEDIMENTOS DE ACORDO COM A RESOLUÇÃO CONAMA Nº 344/04	Nº. BAMIN: 022.20.0005	PÁGINA 27/83	
	Nº FORNECEDOR 110504 CPM RT 269/11	REV. B	

5.0 RESULTADOS

5.1 SEDIMENTOLOGIA

◆ **COMPOSIÇÃO**

Os gráficos das Figuras 5.1-1 e 5.1-2 apresentam os principais componentes dos sedimentos nas amostras coletadas, considerando, respectivamente, os teores da fração grossa e de lama e os teores de material litoclástico e bioclástico na região de interesse. Nas Tabelas 5.1-1 a 5.1-7 estão apresentados os valores de cada parâmetro em cada área estudada.

TÍTULO
ESTUDO COMPLEMENTAR EIA DO PORTO SUL-ILHÉUS -BA
RELATÓRIO
CARACTERIZAÇÃO DOS SEDIMENTOS DE ACORDO COM A RESOLUÇÃO CONAMA Nº 344/04

Nº. BAMIN:
022.20.0005
Nº FORNECEDOR
110504
CPM RT 269/11

PÁGINA
28/83
REV.
B

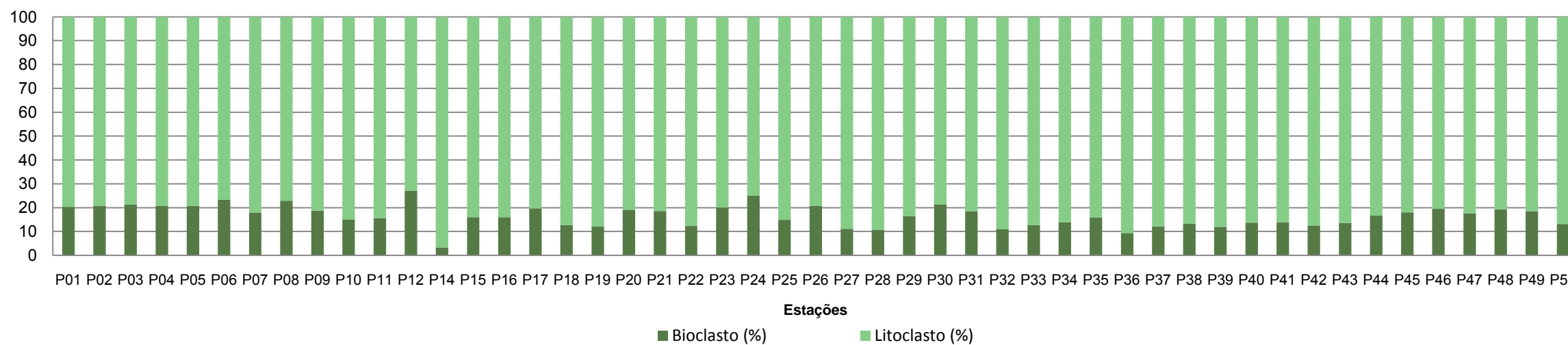
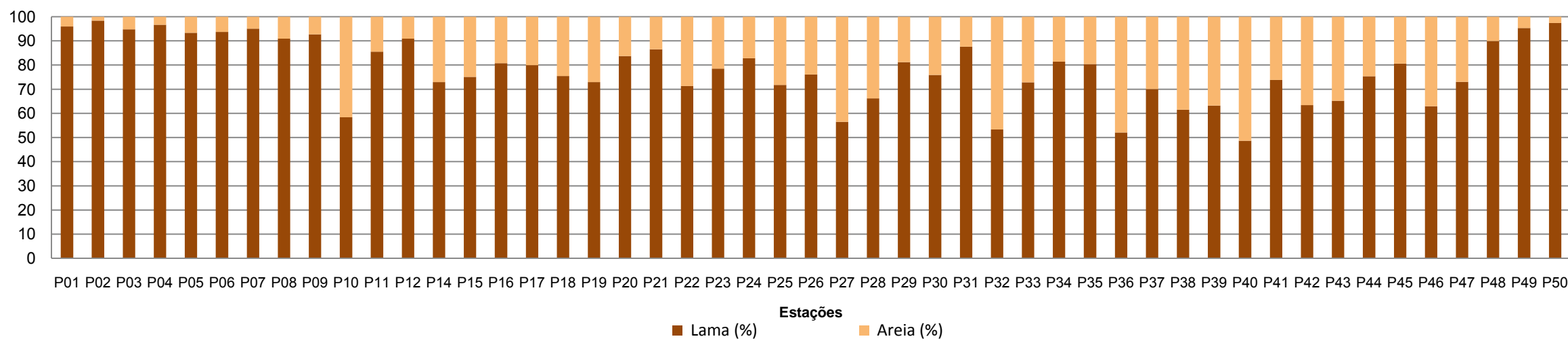


Figura 5.1-1: Distribuição de Lama, Areia, Bioclastos e Litoclastos (%) nos sedimentos superficiais das áreas de dragagem.

TÍTULO
ESTUDO COMPLEMENTAR EIA DO PORTO SUL-ILHÉUS -BA
RELATÓRIO
CARACTERIZAÇÃO DOS SEDIMENTOS DE ACORDO COM A RESOLUÇÃO CONAMA Nº 344/04

Nº. BAMI:
022.20.0005
Nº FORNECEDOR
110504
CPM RT 269/11

PÁGINA
29/83
REV.
B

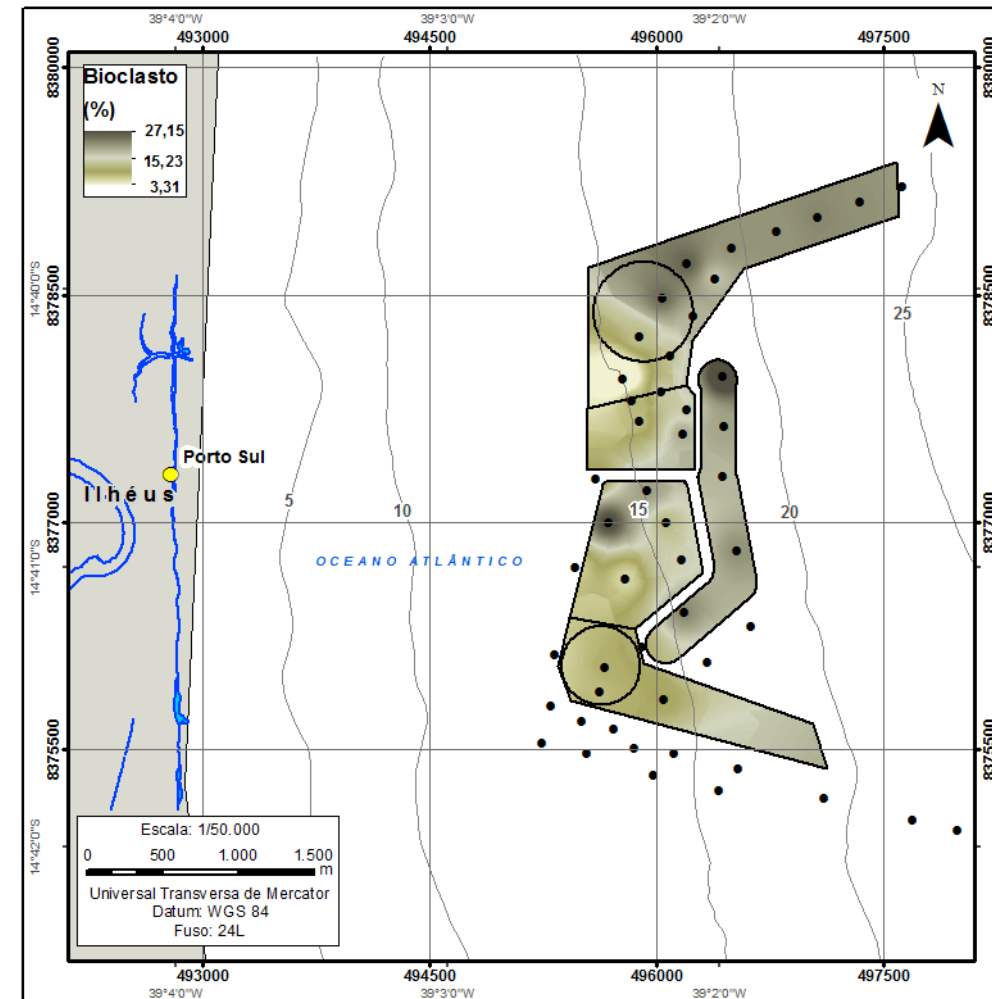
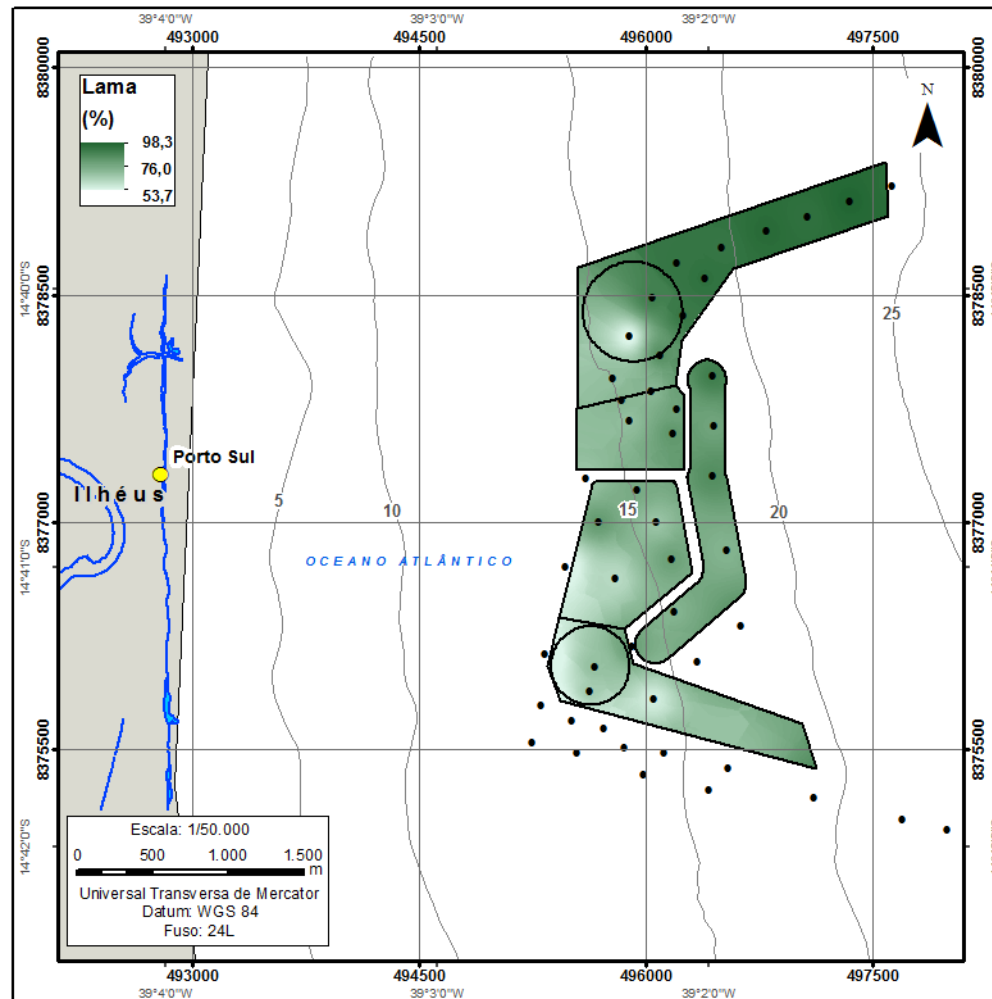
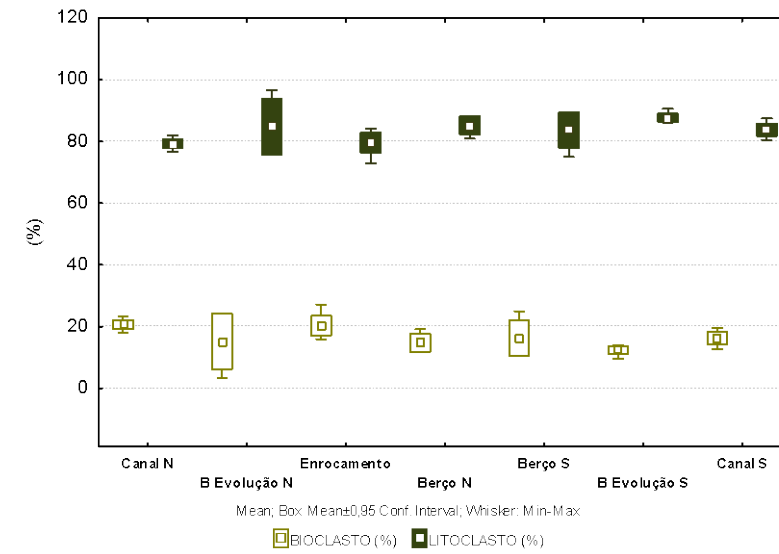
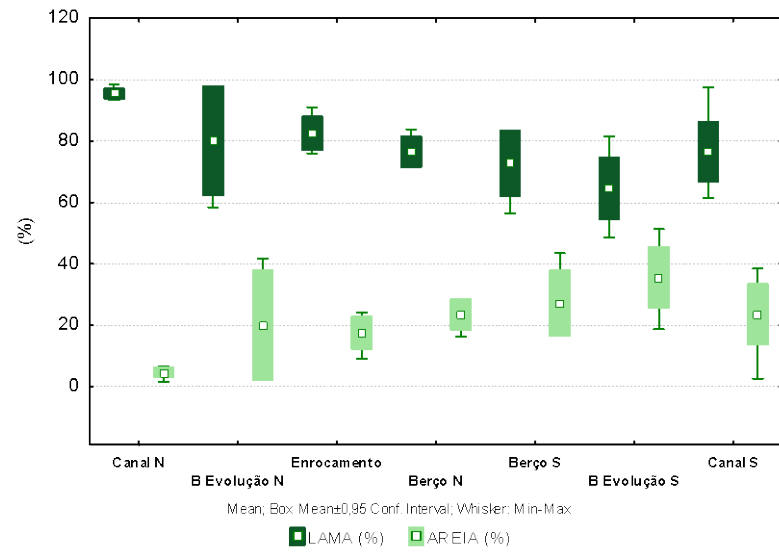


Figura 5.1-2: Distribuição por área de Lama e Bioclastos (%) nos sedimentos das áreas de dragagem.



 BAHIA MINERAÇÃO		PROGRAMA PEDRA DE FERRO PROJETO PORTO SUL F1001-4	
TÍTULO ESTUDO COMPLEMENTAR EIA DO PORTO SUL-ILHÉUS -BA RELATÓRIO CARACTERIZAÇÃO DOS SEDIMENTOS DE ACORDO COM A RESOLUÇÃO CONAMA Nº 344/04	Nº. BAMIN: 022.20.0005	PÁGINA 30/83	
	Nº FORNECEDOR 110504 CPM RT 269/11	REV. B	

Tabela 5.1-1: Teores de lama, areia, bioclastos e litoclastos das amostras coletadas na área do CANAL NORTE e proximidades.

Amostra	Lama (%)	Areia (%)	Bioclasto (%)	Litoclasto (%)
P01	95,95	4,05	20,29	79,71
P02	98,37	1,63	20,77	79,23
P03	94,77	5,23	21,25	78,75
P04	96,67	3,33	20,66	79,34
P05	93,31	6,69	20,66	79,34
P06	93,67	6,33	23,3	76,7
P07	95,04	4,96	17,92	82,08
média	95,40	4,60	20,69	79,31
desvio	1,76	1,76	1,58	1,58

Tabela 5.1-2: Teores de lama, areia, bioclastos e litoclastos das amostras coletadas na área da BACIA DE EVOLUÇÃO NORTE e proximidades.

Amostra	Lama (%)	Areia (%)	Bioclasto (%)	Litoclasto (%)
P08	90,88	9,12	22,86	77,14
P09	92,68	7,32	18,81	81,19
P10	58,39	41,61	15,11	84,89
P11	85,56	14,44	15,63	84,37
P14	72,95	27,05	3,31	96,69
média	80,09	19,91	15,14	84,86
desvio	14,38	14,38	7,30	7,30

Tabela 5.1-3: Teores de lama, areia, bioclastos e litoclastos das amostras coletadas na área do BERÇO NORTE e proximidades.

Amostra	Lama (%)	Areia (%)	Bioclasto (%)	Litoclasto (%)
P15	75,09	24,91	16,05	83,95
P16	80,76	19,24	16,02	83,98
P18	75,47	24,53	12,68	87,32
P19	72,91	27,09	12,04	87,96
P20	83,77	16,23	19,13	80,87
P22	71,36	28,64	12,32	87,68
média	76,56	23,44	14,71	85,29
desvio	4,76	4,76	2,83	2,83



 BAHIA MINERAÇÃO		PROGRAMA PEDRA DE FERRO PROJETO PORTO SUL F1001-4	
TÍTULO ESTUDO COMPLEMENTAR EIA DO PORTO SUL-ILHÉUS -BA RELATÓRIO CARACTERIZAÇÃO DOS SEDIMENTOS DE ACORDO COM A RESOLUÇÃO CONAMA Nº 344/04		Nº. BAMIN: 022.20.0005	PÁGINA 31/83
		Nº FORNECEDOR 110504 CPM RT 269/11	REV. B

Tabela 5.1-4: Teores de lama, areia, bioclastos e litoclastos das amostras coletadas na área do BERÇO SUL e proximidades.

Amostra	Lama (%)	Areia (%)	Bioclasto (%)	Litoclasto (%)
P23	78,53	21,47	20,09	79,91
P24	82,82	17,18	24,98	75,02
P25	71,76	28,24	14,86	85,14
P27	56,48	43,52	11,12	88,88
P28	66,16	33,84	10,72	89,28
P29	81,24	18,76	16,44	83,56
média	72,83	27,17	16,37	83,63
desvio	10,16	10,16	5,47	5,47

Tabela 5.1-5: Teores de lama, areia, bioclastos e litoclastos das amostras coletadas na área da BACIA DE EVOLUÇÃO SUL e proximidades.

Amostra	Lama (%)	Areia (%)	Bioclasto (%)	Litoclasto (%)
P32	53,36	46,64	10,93	89,07
P33	72,88	27,12	12,74	87,26
P34	81,36	18,64	13,9	86,10
P36	52,10	47,90	9,41	90,59
P37	70,10	29,90	12,13	87,87
P39	63,27	36,73	11,97	88,03
P40	48,67	51,33	13,69	86,31
P41	73,81	26,19	13,88	86,12
média	64,44	35,56	12,33	87,67
desvio	11,97	11,97	1,58	1,58

Tabela 5.1-6: Teores de lama, areia, bioclastos e litoclastos das amostras coletadas na área do CANAL SUL e proximidades.

Amostra	Lama (%)	Areia (%)	Bioclasto (%)	Litoclasto (%)
P38	61,52	38,48	13,24	86,76
P42	63,38	36,62	12,53	87,47
P43	65,17	34,83	13,63	86,37
P44	75,36	24,64	16,67	83,33
P45	80,55	19,45	18,03	81,97
P46	62,93	37,07	19,52	80,48
P47	73,03	26,97	17,67	82,33
P48	89,93	10,07	19,34	80,66
P49	95,33	4,67	18,48	81,52
P50	97,36	2,64	13,17	86,83
média	76,46	23,54	16,23	83,77
desvio	13,78	13,78	2,79	2,79



 BAHIA MINERAÇÃO		PROGRAMA PEDRA DE FERRO PROJETO PORTO SUL F1001-4	
TÍTULO ESTUDO COMPLEMENTAR EIA DO PORTO SUL-ILHÉUS -BA RELATÓRIO CARACTERIZAÇÃO DOS SEDIMENTOS DE ACORDO COM A RESOLUÇÃO CONAMA Nº 344/04	Nº. BAMIN: 022.20.0005	PÁGINA 32/83	
	Nº FORNECEDOR 110504 CPM RT 269/11	REV. B	

Tabela 5.1-7: Teores de lama, areia, bioclastos e litoclastos das amostras coletadas na área do ENROCAMENTO e proximidades.

Amostra	Lama (%)	Areia (%)	Bioclasto (%)	Litoclasto (%)
P12	90,95	9,05	27,16	72,84
P17	79,97	20,03	19,69	80,31
P21	86,49	13,51	18,54	81,46
P26	76,06	23,94	20,77	79,23
P30	75,89	24,11	21,28	78,72
P31	87,58	12,42	18,46	81,54
P35	80,37	19,63	15,80	84,20
média	82,47	17,53	20,24	79,76
desvio	5,91	5,91	3,54	3,54

No **Anexo II** é apresentada a percentagem do peso total retido nos diversos intervalos granulométricos bem como a classificação dos parâmetros granulométricos dos sedimentos analisados e os histogramas da distribuição granulométrica.

Os resultados obtidos aqui corroboram os dados de composição dos sedimentos da plataforma continental entre Itacaré e Olivença, mapeados por Freire (2006), os quais evidenciaram a presença de lamas siliciclásticas concentradas, principalmente nas desembocaduras dos rios de Contas e do Almada (Figura 5.1-10), mas à medida que aumenta a profundidade, elas vão graduando para margas (lamas com maior percentual de carbonatos). Essas margas (lamas carbonáticas) se estendem tanto para o norte como para o sul das desembocaduras desses rios, evidenciando os diferentes sentidos de dispersão de sedimentos finos pelas correntes costeiras (FREIRE, 2006 *apud* TAVARES, 2008). Segundo estudos, o caráter da sedimentação da plataforma continental é essencialmente misto, já que ela é predominantemente siliciclástica na plataforma interna (profundidade de 10 m) e na face da costa, e carbonática na plataforma média e externa, em profundidade acima de 20 a 40 m, respectivamente.

TÍTULO
ESTUDO COMPLEMENTAR EIA DO PORTO SUL-ILHÉUS -BA
RELATÓRIO
CARACTERIZAÇÃO DOS SEDIMENTOS DE ACORDO COM A
RESOLUÇÃO CONAMA Nº 344/04

Nº. BAMIN:
022.20.0005

PÁGINA
33/83

Nº FORNECEDOR
110504
CPM RT 269/11

REV.
B

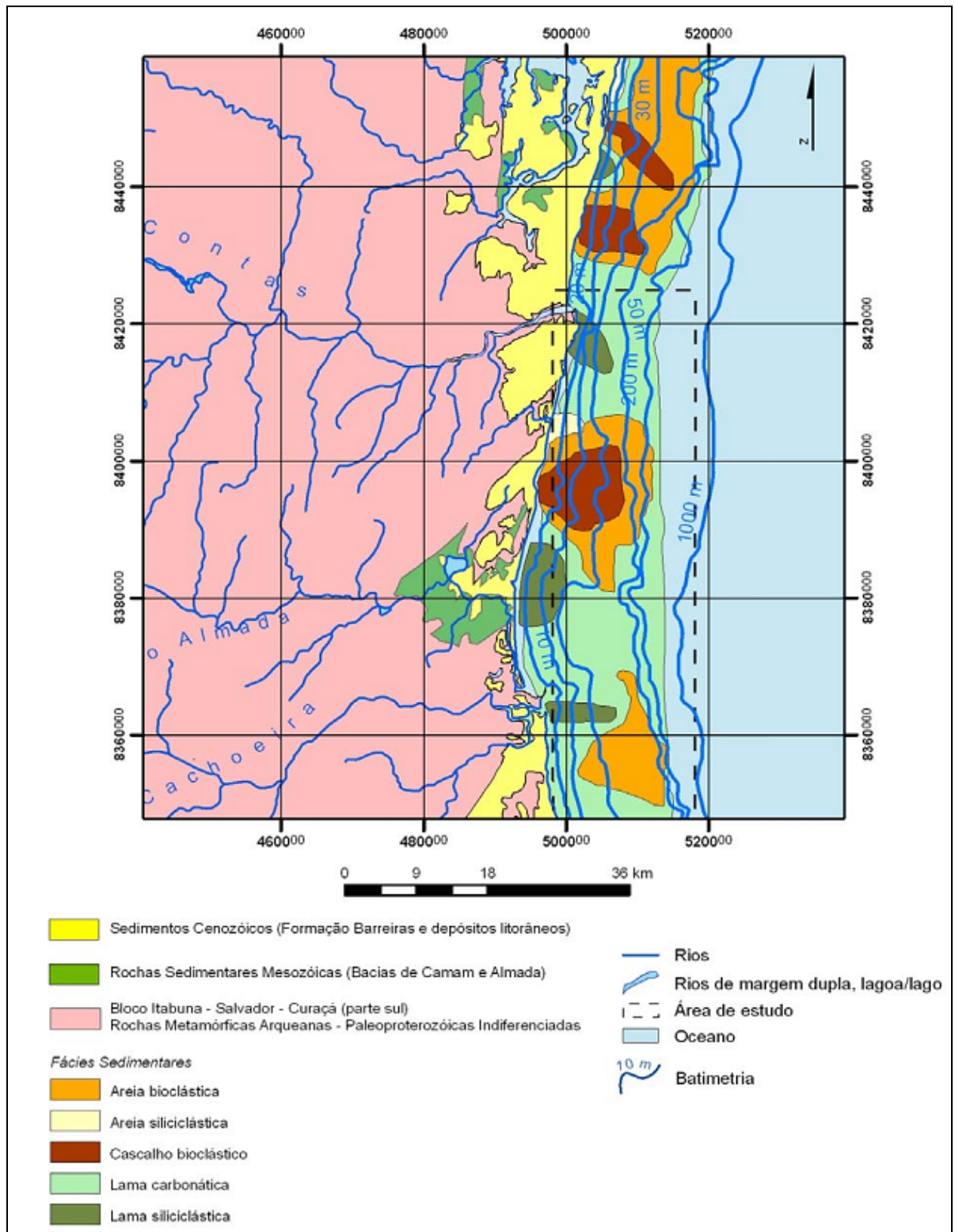




Figura 5.1-3: Distribuição espacial das fácies sedimentares da plataforma continental entre Itacaré e Olivença (Simplificado de Freire, 2006, *apud* Tavares, 2008).

 BAHIA MINERAÇÃO		PROGRAMA PEDRA DE FERRO PROJETO PORTO SUL F1001-4	
TÍTULO ESTUDO COMPLEMENTAR EIA DO PORTO SUL-ILHÉUS -BA RELATÓRIO CARACTERIZAÇÃO DOS SEDIMENTOS DE ACORDO COM A RESOLUÇÃO CONAMA Nº 344/04	Nº. BAMIN: 022.20.0005	PÁGINA 34/83	
	Nº FORNECEDOR 110504 CPM RT 269/11	REV. B	

A análise dos testemunhos demonstrou que em subsuperfície a composição dos sedimentos se mantém homogênea com o domínio da fração lamoarenosa (silte grosso) em todos os pontos.

Da mesma forma, os resultados das sondagens geotécnicas (**Anexo V**) realizadas em alguns pontos da área de dragagem indicaram que a área é coberta por grande depósito sedimentar, chegando a alcançar até 45 metros de profundidade. Esses resultados foram corroborados pelas análises complementares realizadas com o amostrador Shelby (**Anexo II**).

5.2 QUALIDADE DOS SEDIMENTOS

A caracterização físico-química bem como os resultados dos principais contaminantes analisados nos sedimentos da área de influência e os limites definidos na Resolução CONAMA 344/04 encontram-se sintetizados nas Tabelas 5.2-1 a 5.2-8. Na Tabela 5.2-9 estão descritos valores de referência para metais pesados e matéria orgânica em sedimentos marinhos da costa brasileira. Os resultados das análises de HPAs e Pesticidas foram inferiores aos respectivos limites de quantificação e detecção em todas as amostras e, por isso, não foram apresentados no corpo deste documento. Todos os resultados brutos são apresentados em anexo nos laudos laboratoriais (**Anexo III**).

Tabela 5.2-1: Características físico-químicas dos sedimentos das diferentes áreas de dragagem, coletados entre os dias 05 e 07 de julho. Dados medidos *in situ*. (Fonte: CEPEMAR).

Área	Pontos	Eh	pH
CANAL NORTE	P01	-252,0	7,33
	P02	-223,0	7,32
	P04	-210,0	7,36
	P06	-197,0	7,89
	P07	-198,0	7,40
BACIA DE EVOLUÇÃO NORTE	P09	-184,0	7,34
	P10	-112,0	7,48
	P11	-179,0	7,45
BERÇO NORTE	P15	-174,0	7,38
	P16	-211,0	7,41
	P18	-28,0	7,92
	P22	-190,0	7,41
BERÇO SUL	P24	-233,0	7,44
	P25	-230,0	7,44



 BAHIA MINERAÇÃO		PROGRAMA PEDRA DE FERRO PROJETO PORTO SUL F1001-4	
TÍTULO ESTUDO COMPLEMENTAR EIA DO PORTO SUL-ILHÉUS -BA RELATÓRIO		Nº. BAMIN: 022.20.0005	PÁGINA 35/83
CARACTERIZAÇÃO DOS SEDIMENTOS DE ACORDO COM A RESOLUÇÃO CONAMA Nº 344/04		Nº FORNECEDOR 110504 CPM RT 269/11	REV. B

Tabela 5.2-1: Características físico-químicas dos sedimentos das diferentes áreas de dragagem, coletados entre os dias 05 e 07 de julho. Dados medidos *in situ*. (Fonte: CEPEMAR). Continuação.

Área	Pontos	Eh	pH
BACIA DE EVOLUÇÃO SUL	P33	-183,0	7,39
	P34	-221,0	7,33
	P37	-189,0	7,32
	P39	-91,0	7,22
	P40	-189,0	7,30
	P41	-190,0	7,43
CANAL SUL	P42	-187,0	7,30
	P43	-229,0	7,31
	P44	-246,0	7,21
	P46	-213,0	7,20
	P47	-151,0	7,02
	P49	-217,0	6,85
	P50	-206,0	6,61
ENROCAMENTO	P17	-202,0	7,37
	P26	-230,0	7,44
	P35	-183,0	7,39

TÍTULO ESTUDO COMPLEMENTAR EIA DO PORTO SUL-ILHÉUS -BA RELATÓRIO CARACTERIZAÇÃO DOS SEDIMENTOS DE ACORDO COM A RESOLUÇÃO CONAMA Nº 344/04	Nº. BAMIN: 022.20.0005	PÁGINA 36/83
	Nº FORNECEDOR 110504 CPM RT 269/11	REV. B

Tabela 5.2-2: Resultados analíticos provenientes das amostras coletadas no CANAL NORTE e proximidades (Fonte: INNOLAB).

Pontos	Profundidade	Al	As	Cd	Pb	Cu	Cr	Fe	Mn	Hg	Ni	Zn	COT	N	P
P01	Superfície	40119	27,0	1,2	14,8	11,2	82,3	31359	290,6	<0,05	16,8	48,7	0,66	1259	411
P02	Superfície	38239	30,0	1,2	15,3	10,9	80,2	31264	296,5	<0,05	16,0	47,3	0,41	1129	403
P03	Superfície	32082	23,0	0,6	15,3	10,3	35,3	29348	213,3	<0,05	11,8	34,4	0,80	725	365
P03	Meio	27383	22,0	0,8	11,5	8,8	33,4	26919	192,7	<0,05	10,9	31,5	0,96	694	285
P03	Fundo	29221	22,0	0,9	13,1	8,7	36,9	28904	196,1	0,08	11,5	34,5	0,12	694	329
P04	Superfície	32190	28,0	1,1	13,3	9,6	74,3	29202	280,3	<0,02	14,3	44,6	0,78	1030	361
P05	Superfície	23869	20,0	0,5	13,1	8,2	30,2	25853	199,0	<0,02	9,9	30,6	0,61	449	296
P05	Meio	20653	18,0	0,5	10,4	7,4	30,2	23133	189,1	0,08	8,8	29,2	0,78	583	300
P05	Fundo	28459	19,0	0,6	11,3	7,7	31,8	29714	207,0	<0,05	10,4	32,8	1,02	645	307
P06	Superfície	14917	19,0	0,8	6,5	4,3	41,5	18776	202,8	<0,05	7,7	26,2	0,27	421	230
P07	Superfície	18222	23,0	0,9	8,7	5,6	51,3	20843	206,9	<0,05	9,9	30,9	0,37	403	291
CONAMA 344 - NÍVEL 1*		-	8,2	1,2	46,7	34	81	-	-	0,15	20,9	150	-	-	-
CONAMA 344 - NÍVEL 2**		-	70	9,6	218	270	370	-	-	0,71	51,6	410	-	-	-
CONAMA 344 - Alerta		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10	4800	2000
Média		27759,5	22,8	0,8	12,1	8,4	47,9	26846,8	224,9	0,05	11,6	35,5	0,62	730,2	325,3
Desvio		7906,9	4,0	0,3	2,8	2,1	20,9	4243,8	42,0	0,02	2,9	7,7	0,29	290,1	54,7

Resultados expressos em mg/kg, exceto para o COT, em (%).

*Nível 01: limiar abaixo do qual se prevê baixa probabilidade de efeitos adversos à biota (superior ao nível 1 em verde claro).

**Nível 02: limiar acima do qual se prevê um provável efeito adverso à biota (superior ao nível 2 em verde escuro).

TÍTULO ESTUDO COMPLEMENTAR EIA DO PORTO SUL-ILHÉUS -BA RELATÓRIO CARACTERIZAÇÃO DOS SEDIMENTOS DE ACORDO COM A RESOLUÇÃO CONAMA Nº 344/04	Nº. BAMIN: 022.20.0005	PÁGINA 37/83
	Nº FORNECEDOR 110504 CPM RT 269/11	REV. B

Tabela 5.2-3: Resultados analíticos provenientes das amostras coletadas na BACIA DE EVOLUÇÃO NORTE e proximidades (Fonte: INNOLAB).

Pontos	Profundidade	Al	As	Cd	Pb	Cu	Cr	Fe	Mn	Hg	Ni	Zn	COT	N	P
P08	Superfície	13914	19,0	0,6	7,7	5,2	23,2	22077	193,0	<0,05	7,2	26,0	0,23	176	215
P08	Meio	20404	21,0	0,6	10,4	7,1	29,0	24256	199,9	<0,02	9,4	29,5	0,57	405	218
P08	Fundo	22553	24,0	0,9	13,8	8,3	37,2	25305	219,9	<0,02	11,2	37,0	0,74	522	246
P09	Superfície	24632	18,0	0,5	6,1	4,1	34,5	31495	189,3	<0,02	6,8	23,6	0,27	355	280
P10	Superfície	11920	20,0	0,6	6,6	3,7	36,1	19299	174,3	<0,02	7,0	23,8	0,13	229	238
P11	Superfície	13824	18,0	0,7	5,2	4,3	38,8	19773	195,3	<0,02	7,9	27,0	0,24	253	257
P14	Superfície	12706	27,0	0,7	9,8	5,6	26,9	23224	190,7	<0,02	8,1	28,8	0,32	104	233
P14	Meio	13461	23,0	0,7	8,7	5,4	25,0	20315	180,3	<0,05	7,4	25,5	0,20	112	248
P14	Fundo	18710	20,0	0,7	10,7	7,1	32,6	23564	208,1	0,07	10,0	33,8	0,38	297	263
CONAMA 344 - NÍVEL 1*		-	8,2	1,2	46,7	34	81	-	-	0,15	20,9	150	-	-	-
CONAMA 344 - NÍVEL 2**		-	70	9,6	218	270	370	-	-	0,71	51,6	410	-	-	-
CONAMA 344 - Alerta		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10	4800	2000
Média		16902,7	21,1	0,7	8,8	5,6	31,5	23256,4	194,5	0,03	8,3	28,3	0,34	272,6	244,2
Desvio		4742,0	3,0	0,1	2,7	1,6	5,7	3725,0	13,8	0,02	1,5	4,5	0,20	138,3	21,0

Resultados expressos em mg/kg, exceto para o COT, em (%).

*Nível 01: limiar abaixo do qual se prevê baixa probabilidade de efeitos adversos à biota (superior ao nível 1 em verde claro).

**Nível 02: limiar acima do qual se prevê um provável efeito adverso à biota (superior ao nível 2 em verde escuro).

TÍTULO ESTUDO COMPLEMENTAR EIA DO PORTO SUL-ILHÉUS -BA RELATÓRIO CARACTERIZAÇÃO DOS SEDIMENTOS DE ACORDO COM A RESOLUÇÃO CONAMA Nº 344/04	Nº. BAMIN: 022.20.0005	PÁGINA 38/83
	Nº FORNECEDOR 110504 CPM RT 269/11	REV. B

Tabela 5.2-4: Resultados analíticos provenientes das amostras coletadas no BERÇO NORTE e proximidades (Fonte: INNOLAB).

Pontos	Profundidade	Al	As	Cd	Pb	Cu	Cr	Fe	Mn	Hg	Ni	Zn	COT	N	P
P15	Superfície	15295	24,0	0,7	7,1	4,4	40,0	22424	192,1	<0,02	8,2	29,0	0,28	269	267
P16	Superfície	13428	21,0	0,7	6,2	4,3	38,3	19952	187,2	<0,02	7,7	26,7	0,26	261	351
P18	Superfície	12919	22,0	0,8	6,2	3,8	38,3	21577	174,2	0,07	7,7	25,8	0,28	176	260
P19	Superfície	12265	24,0	0,6	9,4	5,9	26,6	21664	198,4	0,08	8,3	29,1	0,20	110	217
P19	Meio	10928	22,0	0,6	7,6	4,6	23,7	20586	171,9	<0,02	6,9	25,2	0,14	76	211
P19	Fundo	18466	21,0	0,7	20,2	7,3	32,3	23121	216,6	<0,02	10,1	34,0	0,60	353	230
P20	Superfície	14762	26,0	0,8	8,8	6,1	27,4	23400	199,6	<0,05	8,6	29,7	0,26	166	253
P20	Meio	11628	20,0	0,7	7,9	4,7	22,8	22207	175,0	<0,02	6,7	24,4	0,13	83	222
P20	Fundo	12340	18,0	0,6	7,7	5,2	22,6	17111	205,6	<0,02	7,3	24,6	0,20	116	217
P22	Superfície	12865	23,0	0,8	6,1	3,9	39,1	21381	173,2	<0,02	8,0	26,7	0,23	201	326
CONAMA 344 - NÍVEL 1*		-	8,2	1,2	46,7	34	81	-	-	0,15	20,9	150	-	-	-
CONAMA 344 - NÍVEL 2**		-	70	9,6	218	270	370	-	-	0,71	51,6	410	-	-	-
CONAMA 344 - Alerta		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10	4800	2000
Média		13489,6	22,1	0,7	8,7	5,0	31,1	21342,3	189,4	0,03	8,0	27,5	0,26	181,1	255,4
Desvio		2191,2	2,3	0,1	4,2	1,1	7,3	1822,2	15,7	0,02	1,0	3,0	0,13	90,8	48,3

Resultados expressos em mg/kg, exceto para o COT, em (%).

*Nível 01: limiar abaixo do qual se prevê baixa probabilidade de efeitos adversos à biota (superior ao nível 1 em verde claro).

**Nível 02: limiar acima do qual se prevê um provável efeito adverso à biota (superior ao nível 2 em verde escuro).

TÍTULO

ESTUDO COMPLEMENTAR EIA DO PORTO SUL-ILHÉUS -BA

RELATÓRIO

CARACTERIZAÇÃO DOS SEDIMENTOS DE ACORDO COM A RESOLUÇÃO CONAMA Nº 344/04

Nº. BAMIN:

022.20.0005

Nº FORNECEDOR

110504

CPM RT 269/11

PÁGINA

39/83

REV.

B

Tabela 5.2-5: Resultados analíticos provenientes das amostras coletadas no BERÇO SUL e proximidades (Fonte: INNOLAB).

Pontos	Profundidade	Al	As	Cd	Pb	Cu	Cr	Fe	Mn	Hg	Ni	Zn	COT	N	P
P23	Superfície	18062	25,0	0,7	10,3	7,3	32,1	24402	230,4	0,09	10,4	34,0	0,32	248	263
P23	Meio	13700	22,0	0,5	8,3	5,7	27,2	21427	198,9	0,06	8,4	30,0	0,24	109	243
P23	Fundo	20054	22,0	0,6	7,5	5,6	26,5	26000	194,1	<0,02	7,9	29,0	0,56	400	270
P24	Superfície	12744	21,0	0,8	6,2	3,9	37,8	18931	184,7	<0,02	7,6	26,2	0,26	221	307
P25	Superfície	11288	22,0	0,8	6,3	3,5	36,1	18930	177,3	<0,02	6,7	22,9	0,25	230	244
P27	Superfície	10152	23,0	0,8	9,7	7,9	34,9	21543	221,3	<0,02	10,9	36,4	0,13	83	225
P27	Meio	19496	26,0	0,8	11,8	7,6	32,7	25453	230,6	0,13	10,6	35,6	0,39	228	246
P27	Fundo	16362	19,0	0,7	9,8	6,3	26,5	20959	194,0	<0,02	8,2	27,2	0,33	193	196
P28	Superfície	12898	16,0	0,7	8,2	5,1	23,5	18360	192,4	<0,02	6,8	24,6	0,18	143	234
P28	Meio	10981	22,0	0,8	7,7	5,0	24,1	19335	176,3	0,07	7,6	26,3	0,16	89	239
P28	Fundo	20772	23,0	0,7	12,9	8,1	34,6	25370	224,1	0,13	11,1	36,1	0,64	402	272
P29	Superfície	14291	26,0	0,7	9,0	6,3	29,0	25291	209,7	<0,05	9,2	32,4	0,25	133	304
P29	Meio	16093	22,0	0,7	10,1	6,4	27,5	22451	211,0	<0,05	8,9	29,8	0,36	218	257
P29	Fundo	20093	19,0	0,6	11,2	7,4	32,3	23856	217,0	<0,05	10,1	33,3	0,48	357	283
CONAMA 344 - NÍVEL 1*		-	8,2	1,2	46,7	34	81	-	-	0,15	20,9	150	-	-	-
CONAMA 344 - NÍVEL 2**		-	70	9,6	218	270	370	-	-	0,71	51,6	410	-	-	-
CONAMA 344 - Alerta		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10	4800	2000
Média		15499,0	22,0	0,7	9,2	6,2	30,3	22307,7	204,4	0,05	8,9	30,3	0,33	218,1	255,9
Desvio		3711,6	2,7	0,1	2,0	1,4	4,6	2759,9	18,7	0,04	1,5	4,5	0,15	106,6	30,2

Resultados expressos em mg/kg, exceto para o COT, em (%).

*Nível 01: limiar abaixo do qual se prevê baixa probabilidade de efeitos adversos à biota (superior ao nível 1 em verde claro).

**Nível 02: limiar acima do qual se prevê um provável efeito adverso à biota (superior ao nível 2 em verde escuro).

TÍTULO ESTUDO COMPLEMENTAR EIA DO PORTO SUL-ILHÉUS -BA RELATÓRIO CARACTERIZAÇÃO DOS SEDIMENTOS DE ACORDO COM A RESOLUÇÃO CONAMA Nº 344/04	Nº. BAMIN: 022.20.0005	PÁGINA 40/83
	Nº FORNECEDOR 110504 CPM RT 269/11	REV. B

Tabela 5.2-6: Resultados analíticos provenientes das amostras coletadas na BACIA DE EVOLUÇÃO SUL e proximidades (Fonte: INNOLAB).

Pontos	Profundidade	Al	As	Cd	Pb	Cu	Cr	Fe	Mn	Hg	Ni	Zn	COT	N	P
P32	Superfície	11350	28,0	0,8	8,6	5,4	27,2	23970	187,5	<0,02	8,2	28,2	0,19	129	274
P32	Meio	8605	19,0	0,6	7,4	4,4	22,8	19731	156,8	<0,02	6,5	24,0	0,14	73	238
P32	Fundo	9269	23,0	0,6	6,1	4,3	22,2	19364	161,4	0,06	6,7	23,5	0,09	48	201
P33	Superfície	15166	26,0	0,9	7,8	4,8	46,7	22412	200,9	<0,02	9,3	31,5	0,30	325	314
P34	Superfície	15803	23,0	0,9	7,2	4,6	45,2	24028	196,3	0,06	8,6	30,3	0,27	257	286
P36	Superfície	10296	28,0	0,8	7,2	5,0	25,6	22145	187,6	0,06	6,9	26,0	0,18	125	221
P36	Meio	7187	20,0	0,5	6,3	3,4	19,9	16452	165,0	0,06	5,7	20,3	0,10	67	634
P36	Fundo	11130	26,0	0,7	8,0	5,6	26,7	20841	181,5	<0,05	8,0	28,7	0,16	116	288
P37	Superfície	13865	22,0	1,0	6,9	4,3	42,0	22309	192,1	<0,02	7,5	27,9	0,23	127	278
P39	Superfície	13178	27,0	0,9	7,4	4,5	46,3	21740	200,3	<0,02	9,2	31,1	0,26	238	281
P40	Superfície	16471	30,0	1,0	7,5	5,0	48,8	24636	212,5	<0,02	9,4	33,8	0,31	285	282
P41	Superfície	16692	29,0	0,9	8,3	5,3	51,4	23537	214,0	0,09	10,5	36,1	0,34	313	297
CONAMA 344 - NÍVEL 1*		-	8,2	1,2	46,7	34	81	-	-	0,15	20,9	150	-	-	-
CONAMA 344 - NÍVEL 2**		-	70	9,6	218	270	370	-	-	0,71	51,6	410	-	-	-
CONAMA 344 - Alerta		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10	4800	2000
Média		12417,7	25,1	0,8	7,4	4,7	35,4	21763,8	188,0	0,04	8,0	28,5	0,21	175,3	299,5
Desvio		3240,3	3,6	0,2	0,7	0,6	12,2	2358,9	18,9	0,02	1,4	4,5	0,08	101,3	110,3

Resultados expressos em mg/kg, exceto para o COT, em (%).

*Nível 01: limiar abaixo do qual se prevê baixa probabilidade de efeitos adversos à biota (superior ao nível 1 em verde claro).

**Nível 02: limiar acima do qual se prevê um provável efeito adverso à biota (superior ao nível 2 em verde escuro).

TÍTULO ESTUDO COMPLEMENTAR EIA DO PORTO SUL-ILHÉUS -BA RELATÓRIO CARACTERIZAÇÃO DOS SEDIMENTOS DE ACORDO COM A RESOLUÇÃO CONAMA Nº 344/04	Nº. BAMIN: 022.20.0005	PÁGINA 41/83
	Nº FORNECEDOR 110504 CPM RT 269/11	REV. B

Tabela 5.2-7: Resultados analíticos provenientes das amostras coletadas no CANAL SUL e proximidades (Fonte: INNOLAB).

Pontos	Profundidade	Al	As	Cd	Pb	Cu	Cr	Fe	Mn	Hg	Ni	Zn	COT	N	P
P38	Superfície	9986	22,0	0,7	8,1	4,8	25,1	20921	177,4	<0,02	7,1	25,8	0,18	29	296
P38	Meio	11626	19,0	0,6	8,9	5,3	26,0	19842	184,9	<0,05	7,6	26,7	0,26	196	279
P38	Fundo	19865	22,0	0,8	12,8	8,2	35,2	26516	228,7	0,10	10,9	37,6	0,60	457	249
P42	Superfície	12894	27,0	0,9	10,6	6,1	29,3	24619	202,8	<0,02	9,1	31,3	0,28	182	262
P42	Meio	12307	21,0	0,7	8,5	5,5	25,2	20104	197,6	0,09	7,9	27,4	0,25	146	245
P42	Fundo	14738	14,0	0,2	7,0	6,0	23,5	23414	183,9	<0,02	8,2	27,7	0,34	198	265
P43	Superfície	15248	24,0	1,0	6,3	4,7	46,4	21823	213,2	<0,02	8,9	31,0	0,28	337	278
P44	Superfície	16037	25,0	0,8	7,6	4,9	45,8	22405	201,7	<0,02	9,2	31,4	0,36	1682	224
P45	Superfície	14031	22,0	0,3	8,7	5,9	26,4	23240	202,2	0,12	8,3	29,8	0,37	230	296
P45	Meio	9953	15,0	0,3	7,0	4,1	18,9	18846	151,3	<0,02	6,0	21,2	0,18	98	266
P45	Fundo	15929	18,0	0,4	9,1	6,8	27,7	22343	192,6	<0,05	9,2	30,0	0,22	381	266
P46	Superfície	16754	21,0	0,7	6,6	5,1	46,9	22155	204,9	<0,02	9,5	31,5	0,38	348	275
P47	Superfície	15789	21,0	0,9	8,0	5,2	46,9	21717	213,6	<0,02	9,3	31,9	0,37	312	300
P48	Superfície	22288	22,0	0,4	14,1	9,5	30,4	25987	217,7	<0,02	10,4	33,1	0,69	411	316
P48	Meio	19366	20,0	0,3	9,3	8,1	28,3	24804	200,7	<0,02	9,6	30,7	0,62	450	317
P48	Fundo	20371	21,0	0,3	9,7	5,5	27,2	24069	183,4	0,09	9,9	30,9	0,65	435	298
P49	Superfície	35597	32,0	1,3	15,4	10,5	74,8	30952	307,6	<0,02	15,7	47,5	0,94	1182	364
P50	Superfície	42393	26,0	1,2	17,9	12,1	84,1	32759	322,9	<0,02	17,6	52,8	0,77	1350	427
CONAMA 344 - NÍVEL 1*		-	8,2	1,2	46,7	34	81	-	-	0,15	20,9	150	-	-	-
CONAMA 344 - NÍVEL 2**		-	70	9,6	218	270	370	-	-	0,71	51,6	410	-	-	-
CONAMA 344 - Alerta		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10	4800	2000
Média		18065,1	21,8	0,7	9,8	6,6	37,1	23695,3	210,4	0,04	9,7	32,1	0,43	468,0	290,2
Desvio		8438,7	4,2	0,3	3,2	2,2	17,8	3620,0	42,0	0,03	2,8	7,4	0,22	456,9	46,7

Resultados expressos em mg/kg, exceto para o COT, em (%).

*Nível 01: limiar abaixo do qual se prevê baixa probabilidade de efeitos adversos à biota (superior ao nível 1 em verde claro).

**Nível 02: limiar acima do qual se prevê um provável efeito adverso à biota (superior ao nível 2 em verde escuro).

TÍTULO

ESTUDO COMPLEMENTAR EIA DO PORTO SUL-ILHÉUS -BA

RELATÓRIO

CARACTERIZAÇÃO DOS SEDIMENTOS DE ACORDO COM A RESOLUÇÃO CONAMA Nº 344/04

Nº. BAMIN:

022.20.0005

Nº FORNECEDOR

110504

CPM RT 269/11

PÁGINA

42/83

REV.

B

Tabela 5.2-8: Resultados analíticos provenientes das amostras coletadas no ENROCAMENTO e proximidades (Fonte: INNOLAB).

Pontos	Profundidade	Al	As	Cd	Pb	Cu	Cr	Fe	Mn	Hg	Ni	Zn	COT	N	P
P12	Superfície	18619	25,0	0,7	12,1	7,6	30,6	23223	223,2	0,11	9,8	31,2	0,38	305	350
P12	Meio	20697	23,0	0,7	13,0	8,1	32,2	25139	215,3	<0,02	10,1	32,9	0,51	332	272
P12	Fundo	20092	22,0	0,7	13,2	7,4	31,0	22847	202,6	<0,02	9,8	31,2	0,53	372	254
P17	Superfície	14296	18,0	0,7	8,0	4,7	39,9	17419	200,0	0,06	8,4	27,3	0,31	348	264
P21	Superfície	14011	23,0	0,7	10,0	5,9	25,5	20731	220,2	<0,02	8,2	28,3	0,20	133	225
P21	Meio	12207	19,0	0,6	8,0	5,0	23,3	18763	189,5	<0,05	6,9	24,5	0,22	117	226
P21	Fundo	21707	21,0	0,8	11,8	7,8	34,7	25560	210,9	<0,02	11,2	35,0	0,72	502	287
P26	Superfície	16448	22,0	0,9	8,5	5,3	46,5	23098	229,2	<0,02	10,0	33,9	0,34	341	294
P30	Superfície	12340	21,0	0,8	11,1	7,3	32,3	22340	218,0	0,1	10,0	33,3	0,22	121	254
P30	Meio	18540	23,0	0,7	10,8	7,0	31,1	23273	217,2	<0,05	9,7	32,0	0,52	323	270
P30	Fundo	11967	21,0	0,6	8,7	5,2	25,1	19116	185,8	<0,02	7,2	25,8	0,20	166	233
P31	Superfície	11923	19,0	0,8	9,8	5,6	24,8	20372	196,3	<0,05	7,2	25,8	0,24	166	217
P31	Meio	16112	25,0	0,7	11,4	7,9	31,0	24266	220,3	0,09	9,4	32,7	0,46	290	315
P31	Fundo	18379	22,0	0,8	12,3	7,4	33,2	24939	209,8	0,10	9,9	33,7	0,42	498	275
P35	Superfície	15899	26,0	1,1	8,3	4,9	44,6	22848	204,6	<0,02	9,0	30,4	0,25	293	265
CONAMA 344 - NÍVEL 1*		-	8,2	1,2	46,7	34	81	-	-	0,15	20,9	150	-	-	-
CONAMA 344 - NÍVEL 2**		-	70	9,6	218	270	370	-	-	0,71	51,6	410	-	-	-
CONAMA 344 - Alerta		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10	4800	2000
Média		16215,8	22,0	0,8	10,5	6,5	32,4	22262,3	209,5	0,05	9,1	30,5	0,37	287,1	266,7
Desvio		3353,0	2,3	0,1	1,8	1,3	6,9	2466,7	12,7	0,03	1,3	3,4	0,16	124,7	35,7

Resultados expressos em mg/kg, exceto para o COT, em (%).

*Nível 01: limiar abaixo do qual se prevê baixa probabilidade de efeitos adversos à biota (superior ao nível 1 em verde claro).



**Nível 02: limiar acima do qual se prevê um provável efeito adverso à biota (superior ao nível 2 em verde escuro).

TÍTULO ESTUDO COMPLEMENTAR EIA DO PORTO SUL-ILHÉUS -BA RELATÓRIO CARACTERIZAÇÃO DOS SEDIMENTOS DE ACORDO COM A RESOLUÇÃO CONAMA Nº 344/04	Nº. BAMIN: 022.20.0005	PÁGINA 43/83
	Nº FORNECEDOR 110504 CPM RT 269/11	REV. B

Tabela 5.2-9: Valores de referência para a concentração de metais pesados, COT, N e P em sedimentos estuarinos e costeiros. 1. Salomons e Forstner, 1984; 2. Freire et al., 2003; 3. Tavares, 2008; 4. Lacerda et al., 2003; Carvalho et al., 1993a,b; 5. Habitec, 2011; 6. Torres, 2008; 7. Jesus, 2011; 8. Hatje, 2008; 9. Cepemar, 2011.

*VALORES DE REFERÊNCIA	PARÂMETROS													
	Al	As	Cd	Pb	Cu	Cr	Fe	Mn	Hg	Ni	Zn	COT	N	P
1. Sedimentos costeiros globais	-	-	-	22	56	60	6,5	850	-	35	92	-	-	-
2. Plataforma interna do Nordeste	0,02 – 0,17	-	0,03 – 0,36	16 - 47	3 - 42	3 - 39	0,25 - 0,85	9 - 210	0,06 – 0,25	4 - 12	99 - 270	0,1 – 17,9	-	-
3. Plataforma Interna entre Itacaré e Olivença	0,39 – 2,2	-	-	2,9 - 27	5,4 - 21	6,4 - 43	0,68 – 3,3	100 - 500	-	1,7 - 22	3,8 – 50	-	-	-
4. Plataforma interna do Sudeste	0,86 – 3,14	-	0,10 – 0,32	17 - 38	19 – 29	76 – 84	0,60 - 1,64	70 – 90	0,013 – 0,08	25 – 36	78 – 147	0,05 – 2,45	-	-
5. Bacia de Campos 0 a 50 m	-	-	0,57	12,7	7,57	22,6	1,1	192	0,06	12,1	18,8	1,3	1.700	225
6. Santos, área costeira de disposição de material dragado	-	2,3 – 9,3	0,02 – 0,55	5,0 - 31	1,0 – 11,2	8,6 – 36,5	-	-	-	2,5 – 15,8	16,8 – 98,7	0,1 – 3,0	-	-
7. Baía de Todos os Santos	-	-	-	-	0,2 – 14,4	-	0,11 – 0,7	1,0 – 73,3	-	< 2,5	2,1 – 25,3	-	-	-
8. Baía de Camamu	-	-	-	4,06	0,65	4,15	-	-	-	1,67	12,92	-	-	-
9. Sedimentos Costeiros do ES	0,71	28,05	0,42	10,08	8,39	28,78	3,16	477,25	0,13	8,45	29,61	2,17	1.134	845
Este estudo Porto Sul – Aritaguá	1,7	22,4	0,7	9,5	6,2	35,1	2,3	204,1	0,04	9,2	30,6	0,37	339,1	277,9

*Valores em mg/kg, exceto para COT, Ferro e Alumínio, em %.

 BAHIA MINERAÇÃO		PROGRAMA PEDRA DE FERRO PROJETO PORTOSUL F1001-4	
TÍTULO ESTUDO COMPLEMENTAR EIA DO PORTO SUL-ILHÉUS -BA RELATÓRIO CARACTERIZAÇÃO DOS SEDIMENTOS DE ACORDO COM A RESOLUÇÃO CONAMA N° 344/04	N° BAMIN: 022.20.0005	PÁGINA 44/83	
	N° FORNECEDOR 110504 CPM RT 269/11	REV. B	

No presente estudo, a composição dos sedimentos monitorados foi dominada pelas partículas finas, variando entre sedimentos lamosos (amostras com níveis superiores a 70% de lama) e lamoarenosos (com níveis entre 50% e 70% de lama). Os baixos teores de carbonato indicaram a predominância da fração litoclástica em toda a área. Isso explica a variação no potencial redox (Eh) de caráter negativo em todas as amostras, indicando a presença marcante dos argilominerais e matéria orgânica nos sedimentos de interesse (Tabela 5.2-1). Basicamente esse depósito sedimentar reflete o aporte histórico de material particulado em suspensão a partir da Bacia do rio Almada, conforme demonstrado no item anterior.



Vale ressaltar que sedimentos ricos em lama atuam como sítios mais efetivos nos processos de adsorção e absorção dos metais, visto que as partículas finas argilosas possuem uma grande área superficial.

A Resolução CONAMA N° 344/04 estabeleceu níveis de concentração para os metais pesados e outros contaminantes em sedimentos sob as águas jurisdicionais brasileiras. Nesse aspecto, os resultados provenientes das análises geoquímicas, demonstrados nas Tabelas 5.2-2 a 5.2-8, foram comparados aos valores orientadores preconizados por esse instrumento legal, com o intuito de determinar a qualidade dos sedimentos na área de interesse.

Em termos de metais pesados, as análises geoquímicas mostraram que as estações monitoradas seguem o padrão de variação de concentração descrito em vários estudos realizados na costa brasileira (Tabela 5.2-9). Contudo, em termos médios, as concentrações de cádmio estiveram acima das variações observadas em alguns estudos, ainda que inferiores aos padrões de qualidade estipulados pela Resolução CONAMA N° 344/04 (Tabelas 5.2-2 a 5.2-8). Tal fenômeno ocorreu de maneira generalizada, muito embora os acúmulos tenham sido encontrados de maneira preferencial no canal norte onde, a partir da isóbeta de 20m, ocorre domínio maior da fração lama nas amostras superficiais.

A área de interesse possui enriquecimentos de arsênio, se considerados os limites estabelecidos na Resolução CONAMA N° 344/04. A média esteve entre 21,1 mg/kg (Bacia de Evolução Norte) e 25,1 mg/kg (Bacia de Evolução Sul). A concentração mínima observada foi de 14 mg/kg, indicando que todas as amostras locais apresentaram níveis de Arsênio superiores ao nível 1 do CONAMA (Tabelas 5.2-2 a 5.2-8). Porém, inúmeros estudos em sedimentos costeiros brasileiros, inclusive em áreas livres de contaminação por metais, demonstram concentrações naturais de Arsênio superiores ao nível 1 da referida Resolução³. Para os sedimentos marinhos do estado do Espírito Santo, recentes estudos indicam que a formação Barreiras (que permeia a costa desde o delta do Amazonas até o sul do Rio de Janeiro) é a fonte primária de entrada deste elemento no ambiente marinho, onde as elevadas

³ A resolução CONAMA 344/04 está em processo de revisão, devendo os valores de N1 e N2 ser alterados para mais em função dos diversos estudos que têm indicado ser o valor de background mais elevados que o normal.

 BAHIA MINERAÇÃO		PROGRAMA PEDRA DE FERRO PROJETO PORTOSUL F1001-4	
TÍTULO ESTUDO COMPLEMENTAR EIA DO PORTO SUL-ILHÉUS -BA RELATÓRIO CARACTERIZAÇÃO DOS SEDIMENTOS DE ACORDO COM A RESOLUÇÃO CONAMA Nº 344/04	Nº. BAMIN: 022.20.0005	PÁGINA 45/83	
	Nº FORNECEDOR 110504 CPM RT 269/11	REV. B	

concentrações no sedimento são favorecidas pela retenção do Arsênio em FeS (sulfeto de ferro) e Fe₂O₃ (óxido férrico) (BAISCH *et al.*, 2008; MIRLEAN, *et al.*; no prelo). Nesses estudos, o cálculo do valor de ruído de fundo geoquímico (*background*) para o As dos sedimentos marinhos costeiros apontou um valor de 54,3 (± 5,4) mg/kg. Já em São Paulo, o nível base na região de Bertioiga (livre de contaminação por metais) é de 20 mg/kg e parece estar correlacionado ao alto teor de Arsênio nas rochas da região (SARTORETTO, 2011, FERREIRA *et al.*, 2011).

Um estudo realizado na plataforma continental entre o Espírito Santo e Rio de Janeiro (DEMORE, 2005), área esta livre de qualquer contaminação, também apresentou valores de *background* elevados para o Arsênio, com média de 23,9 mg/kg (± 3,17).


Nesse aspecto, acredita-se que as concentrações médias de Arsênio observadas na região de Aritaguá sejam de fonte natural; contudo, essas características não indicam ausência de toxicidade nos sedimentos. Como o Arsênio foi o elemento que apresentou resultados mais preocupantes quando comparado com a Legislação atual, uma abordagem específica sobre esse elemento é apresentada no **Anexo VI**.

Os níveis de mercúrio estiveram baixos em toda a área. A variação esteve entre valores inferiores a 0,02 mg/kg e 0,13 mg/kg, com média geral de 0,04 mg/kg. Todas as amostras estiveram adequadas aos limites propostos na Resolução CONAMA Nº 344/04.

A média de cromo no sedimento da área de estudo variou entre 30,3 mg/kg (berço sul) e 47,9 mg/kg (canal norte) e esteve de acordo com os limites ambientais vigentes; porém, nas estações P01 (82,3 mg/kg) e P50 (84,1 mg/kg) os picos de concentração superaram o nível 1 da CONAMA (Tabelas **5.2-2** a **5.2-8**). Cabe salientar que, com a modificação do layout da dragagem, a estação P50 se encontra fora da área de dragagem e a estação P01 está no limite leste do canal norte onde o volume de dragagem é menor em função das maiores profundidades naturais no entorno daquele ponto. Se considerada ainda a média geral de cromo na área do empreendimento, o valor de 35,1 mg/kg está dentro da faixa de valores já registrados na área (TAVARES, 2008) (Tabela **5.2-9**).

Os sedimentos da área estudada não apresentam indícios de contaminação por chumbo, cobre, níquel e zinco. Os resultados indicaram concentrações sempre inferiores ao Nível 1 do CONAMA 344. Tavares (2008) também observou baixas concentrações desses metais em sedimentos costeiros coletados entre Olivença e Ilhéus.

A média geral de Chumbo foi de 9,5 mg/kg (±2,9). Segundo Onofre (2007), o Chumbo tem sua ocorrência natural em rochas magmáticas e outras, em concentrações que variam de 0,1 mg/kg (rochas ultramáficas e calcários) a 40 mg/kg



 BAHIA MINERAÇÃO		PROGRAMA PEDRA DE FERRO PROJETO PORTOSUL F1001-4	
TÍTULO ESTUDO COMPLEMENTAR EIA DO PORTO SUL-ILHÉUS -BA RELATÓRIO CARACTERIZAÇÃO DOS SEDIMENTOS DE ACORDO COM A RESOLUÇÃO CONAMA N^o 344/04	N^o. BAMIN: 022.20.0005	PÁGINA 46/83	
	N^o FORNECEDOR 110504 CPM RT 269/11	REV. B	

(rochas magmáticas ácidas e sedimentos argilosos). A faixa de normalidade situa-se em concentrações de 15 a 25 mg/kg, a qual foi igualmente observada neste estudo. O elemento Cobre apresentou concentrações entre 3,4 mg/kg e 12,1 mg/kg dentro dos limites indicados pela NOAA (10 – 25 mg/kg) e, juntamente com o Níquel e Zinco, seguiu de acordo com a variação descrita em diversos estudos envolvendo sedimentos costeiros e estuarinos (Tabela 5.2-9).

Para o estudo dos sedimentos marinhos é importante a investigação dos elementos Al, Mn e Fe, além da matéria orgânica, por estarem entre os principais suportes geoquímicos dos metais. Valores de referência para os elementos manganês e ferro em sedimentos marinhos, de acordo com a NOAA (*National Oceanic and Atmospheric Administration*) encontram-se em 2.600 mg/kg e 22%, respectivamente (TAVARES, 2008). Os dados de sedimentos costeiros da plataforma interna do sul da Bahia, descritos na Tabela 5.2-9, indicam valores máximos de 500 mg/kg para o manganês, 3,14% para o alumínio e de 3,3 % para o ferro. Tal variação esteve bem próxima ao valor registrado neste estudo. Apenas o alumínio superou o valor de 3,14%, chegando a 4,2% no Canal Sul (Tabela 5.2-7; Figura 5.2-10). Em termos médios, as concentrações de alumínio variaram entre 1,24% (Bacia de Evolução Sul) e 2,78% (Canal Norte). O elemento manganês apresentou variação média entre 188 mg/kg e 218,4 mg/kg, a qual esteve compatível com os valores já descritos para a zona costeira brasileira (Tabela 5.2-9; Figura 5.2-12). As concentrações médias de ferro oscilaram entre 2,1% e 2,6% (máximo de 3,2%), conforme demonstrado nas Tabelas 5.2-2 a 5.2-8 e Figura 5.2-11. O Ponto P50 (canal sul) apresentou as maiores concentrações de alumínio e ferro de toda malha amostral, lembrando que esse ponto encontra-se fora dos limites das áreas de dragagem, conforme novo layout.

Com relação à distribuição espacial, o canal norte deteve as maiores concentrações médias de praticamente todos os metais, seguido do canal sul, à exceção do arsênio (Figuras 5.2-2 a 5.2-15). Como descrito anteriormente, a predominância de sedimentos finos nessas estações favoreceu o enriquecimento por metais nesses sedimentos. O arsênio, por suas propriedades químicas e por se portar como um ânion no ambiente marinho, apresenta comportamento distinto, não apresentando afinidade direta com os argilominerais. Esse comportamento do Arsênio também foi registrado no estudo desenvolvido no litoral do ES (BAISCH *et al.*, 2008).

Como os sedimentos constituem uma mistura heterogênea de partículas (quartzo, minerais argilosos, carbonatos e sólidos orgânicos) que interagem entre si, é nos argilominerais e sólidos orgânicos onde se concentram os maiores teores de poluentes, já que as partículas orgânicas apresentam elevada área superficial que favorece a retenção dos metais (TAVARES, 2008). Com relação à matéria orgânica, o teor médio de Carbono Orgânico Total (COT) variou entre 0,21% (Bacia de Evolução Sul) e 0,62% (Canal Norte), valor este que vai ao encontro da faixa de

 BAHIA MINERAÇÃO		PROGRAMA PEDRA DE FERRO PROJETO PORTOSUL F1001-4	
TÍTULO ESTUDO COMPLEMENTAR EIA DO PORTO SUL-ILHÉUS -BA RELATÓRIO CARACTERIZAÇÃO DOS SEDIMENTOS DE ACORDO COM A RESOLUÇÃO CONAMA Nº 344/04	Nº. BAMIN: 022.20.0005	PÁGINA 47/83	
	Nº FORNECEDOR 110504 CPM RT 269/11	REV. B	

concentração reportada em outras regiões costeiras do Brasil (Tabela 5.2-9). A maior frequência foi de valores entre 0,2% e 0,48%.

O nitrogênio apresentou uma variação espacial significativa. As concentrações médias variaram entre 166 mg/kg e 633 mg/kg, tendo os sedimentos dos canais norte e sul os maiores valores (Figura 5.2-13). Nenhuma amostra esteve irregular perante o limite máximo permissível de 4.800 mg/kg, segundo a Resolução CONAMA Nº 344.

Em regiões oligotróficas, de produtividade primária limitada, os teores médios de fósforo em sedimentos estão situados abaixo de 160 mg/kg. A análise espacial indicou que o Canal Norte foi a área com maiores concentrações de fósforo, cujo valor médio foi de 325 mg/kg, porém a concentração máxima foi de 634 mg/kg na Bacia de Evolução Sul (Ponto P36). Em termos gerais, a concentração média ficou em 278 mg/kg, valor este considerado adequado segundo o limite de 2.000 mg/kg de fósforo em sedimentos, estabelecido na CONAMA Nº 344.

Neste estudo foram realizadas análises também de Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos (HPAs), de Pesticidas Organoclorados e Bifenilas Policloradas (BCPs). Todas as amostras apresentaram níveis inferiores ao respectivo limite de detecção e de quantificação. Desta forma não há indícios de contaminação por estes parâmetros na área do empreendimento. Outro aspecto importante é que não foram verificadas estratificações significativas nos corers, com os valores sempre muito homogêneos entre o topo e a base deles, mais um indício de ausência de contaminação na região (Figura 5.2-1).

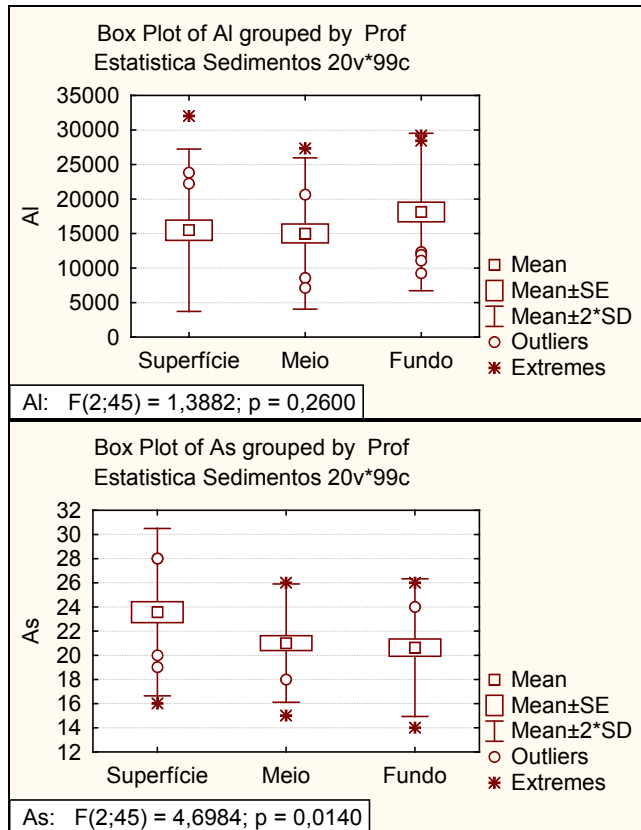
TÍTULO
ESTUDO COMPLEMENTAR EIA DO PORTO SUL-ILHÉUS -BA
RELATÓRIO
**CARACTERIZAÇÃO DOS SEDIMENTOS DE ACORDO COM A
RESOLUÇÃO CONAMA Nº 344/04**



Nº. BAMIN:
022.20.0005

PÁGINA
48/83

Nº FORNECEDOR
110504
CPM RT 269/11

REV.
B



		PROGRAMA PEDRA DE FERRO PROJETO PORTOSUL F1001-4	
TÍTULO ESTUDO COMPLEMENTAR EIA DO PORTO SUL-ILHÉUS -BA RELATÓRIO CARACTERIZAÇÃO DOS SEDIMENTOS DE ACORDO COM A RESOLUÇÃO CONAMA N° 344/04	Nº. BAMIN: 022.20.0005	PÁGINA 49/83	
	Nº FORNECEDOR 110504 CPM RT 269/11	REV. B	

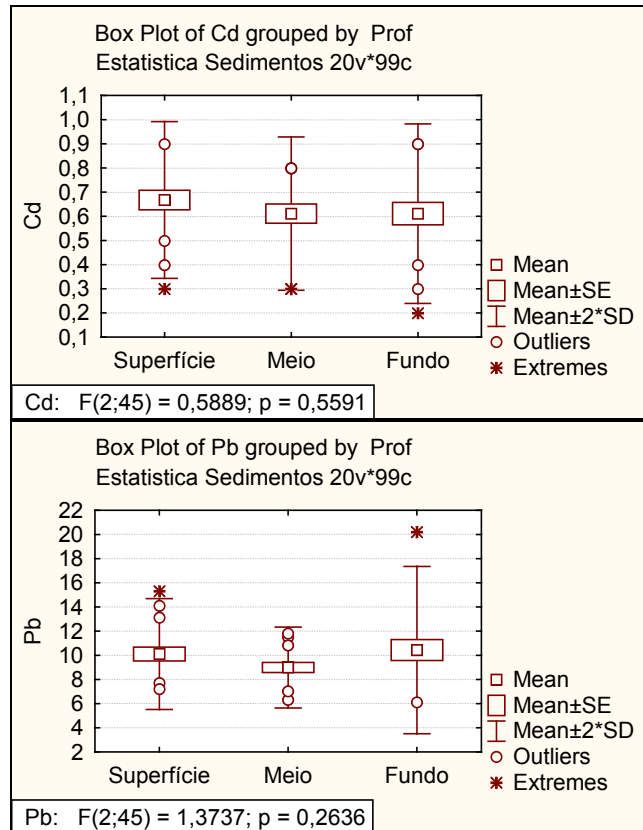


Figura 5.2-1: Variação vertical das concentrações de metais pesados, As e nutrientes nas amostras de corers.

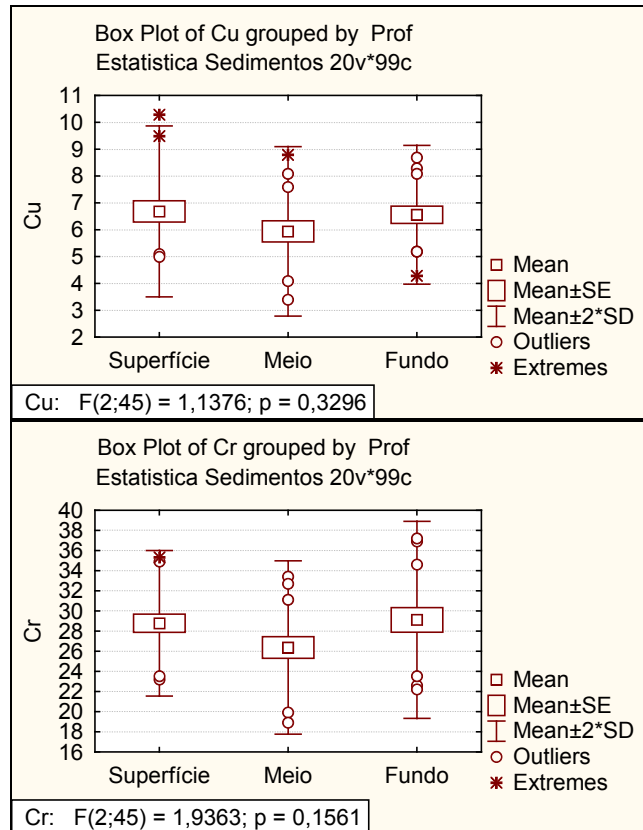
TÍTULO
ESTUDO COMPLEMENTAR EIA DO PORTO SUL-ILHÉUS -BA
RELATÓRIO
**CARACTERIZAÇÃO DOS SEDIMENTOS DE ACORDO COM A
RESOLUÇÃO CONAMA Nº 344/04**

Nº. BAMIN:
022.20.0005

PÁGINA
50/83

Nº FORNECEDOR
110504
CPM RT 269/11

REV.
B



TÍTULO

ESTUDO COMPLEMENTAR EIA DO PORTO SUL-ILHÉUS -BA

RELATÓRIO

**CARACTERIZAÇÃO DOS SEDIMENTOS DE ACORDO COM A
RESOLUÇÃO CONAMA Nº 344/04**

Nº. BAMIN:

022.20.0005

PÁGINA

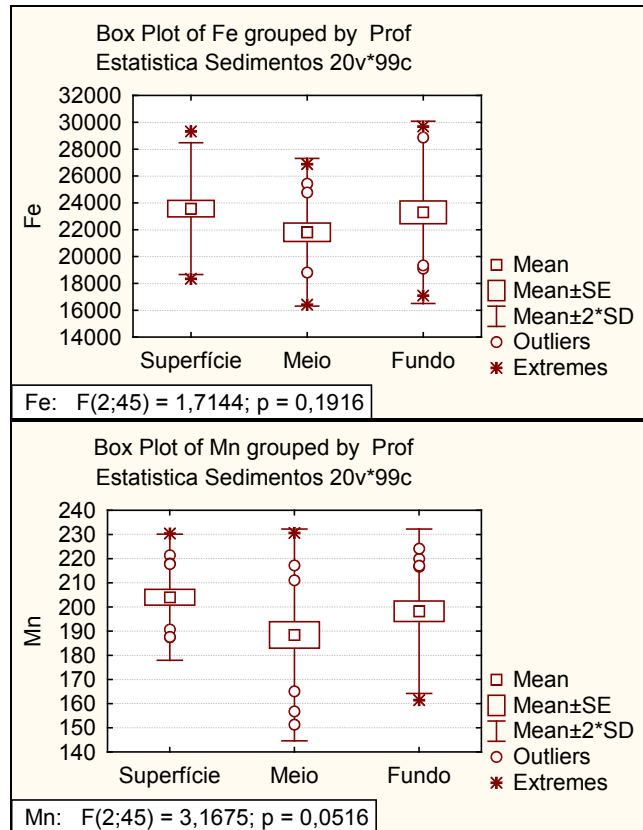
51/83



Nº FORNECEDOR

110504

CPM RT 269/11

REV.

B


		PROGRAMA PEDRA DE FERRO PROJETO PORTOSUL F1001-4	
TÍTULO ESTUDO COMPLEMENTAR EIA DO PORTO SUL-ILHÉUS -BA RELATÓRIO CARACTERIZAÇÃO DOS SEDIMENTOS DE ACORDO COM A RESOLUÇÃO CONAMA Nº 344/04	Nº. BAMIN: 022.20.0005	PÁGINA 52/83	
	Nº FORNECEDOR 110504 CPM RT 269/11	REV. B	

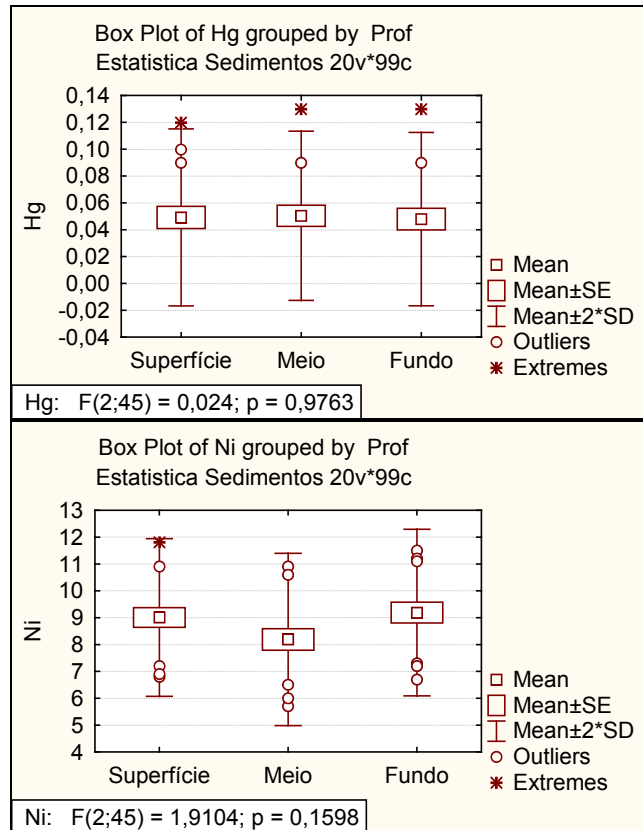


Figura 5.2-1: Variação vertical das concentrações de metais pesados, As e nutrientes nas amostras de corers. (Continuação).

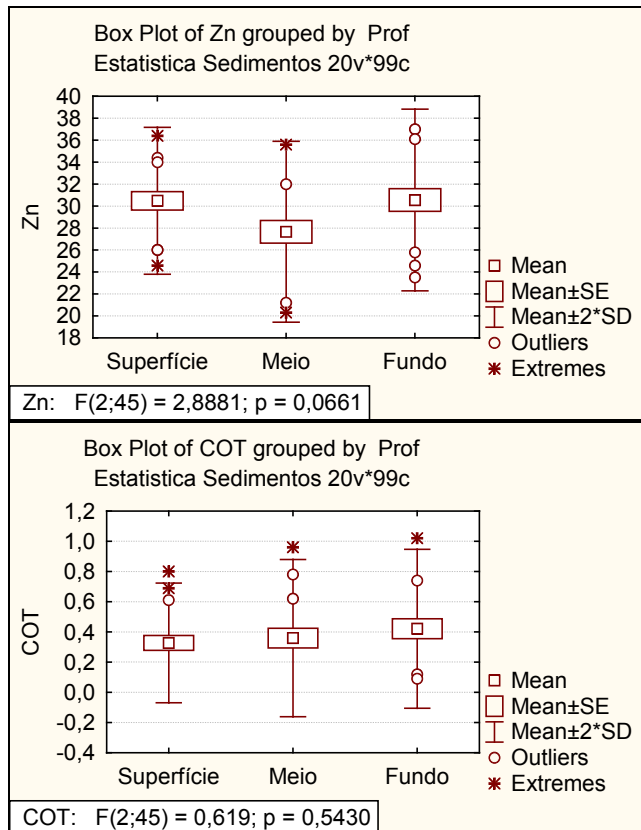
TÍTULO
ESTUDO COMPLEMENTAR EIA DO PORTO SUL-ILHÉUS -BA
RELATÓRIO
**CARACTERIZAÇÃO DOS SEDIMENTOS DE ACORDO COM A
RESOLUÇÃO CONAMA Nº 344/04**



Nº. BAMIN:
022.20.0005

PÁGINA
53/83

Nº FORNECEDOR
110504
CPM RT 269/11

REV.
B



		PROGRAMA PEDRA DE FERRO PROJETO PORTOSUL F1001-4	
TÍTULO ESTUDO COMPLEMENTAR EIA DO PORTO SUL-ILHÉUS -BA RELATÓRIO CARACTERIZAÇÃO DOS SEDIMENTOS DE ACORDO COM A RESOLUÇÃO CONAMA Nº 344/04	Nº. BAMIN: 022.20.0005	PÁGINA 54/83	
	Nº FORNECEDOR 110504 CPM RT 269/11	REV. B	

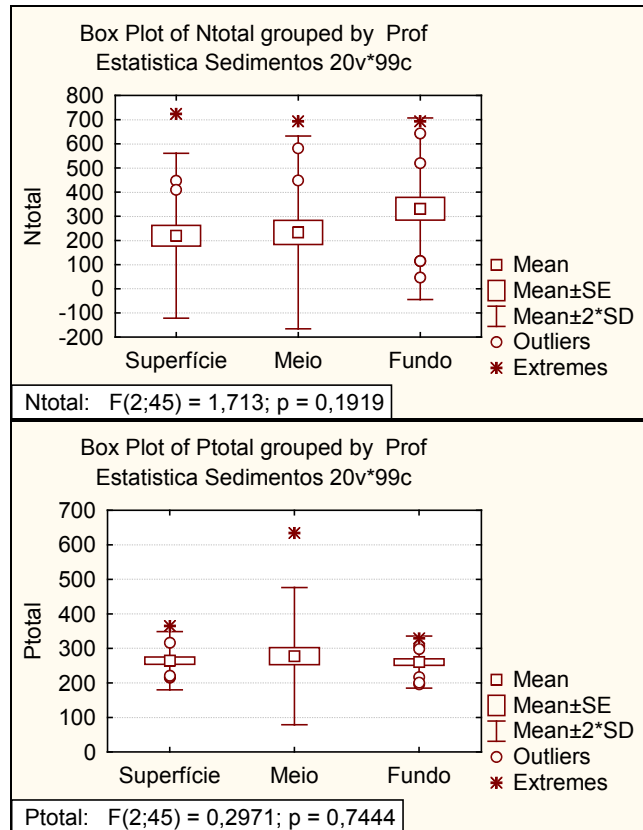


Figura 5.2-1: Variação vertical das concentrações de metais pesados, As e nutrientes nas amostras de corers. (Continuação).

TÍTULO
ESTUDO COMPLEMENTAR EIA DO PORTO SUL-ILHÉUS -BA
RELATÓRIO
CARACTERIZAÇÃO DOS SEDIMENTOS DE ACORDO COM A RESOLUÇÃO CONAMA N° 344/04

Nº. BAMIN:
022.20.0005

PÁGINA
55/83

Nº FORNECEDOR
110504
CPM RT 269/11

REV.
B

Arsênio

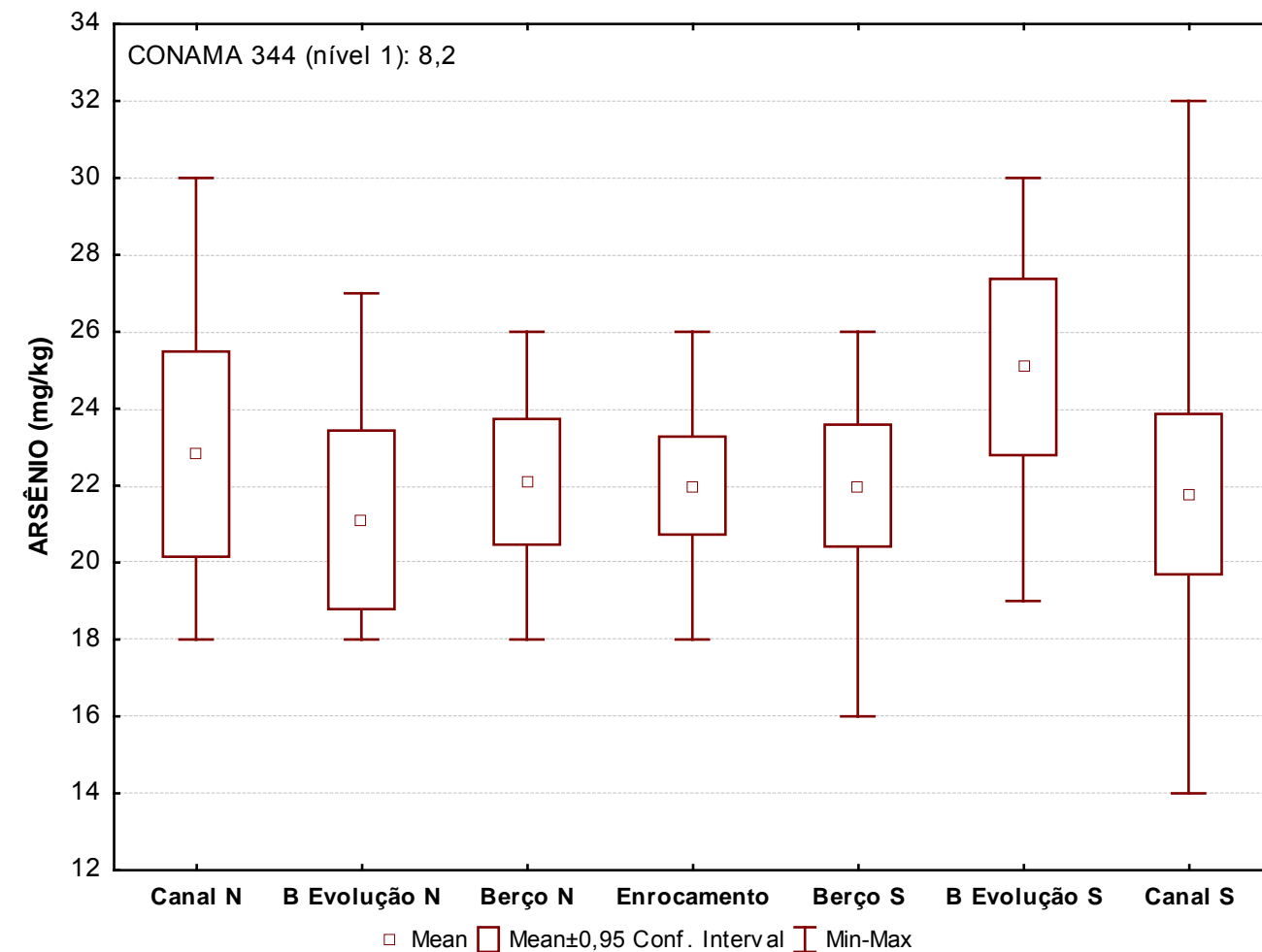
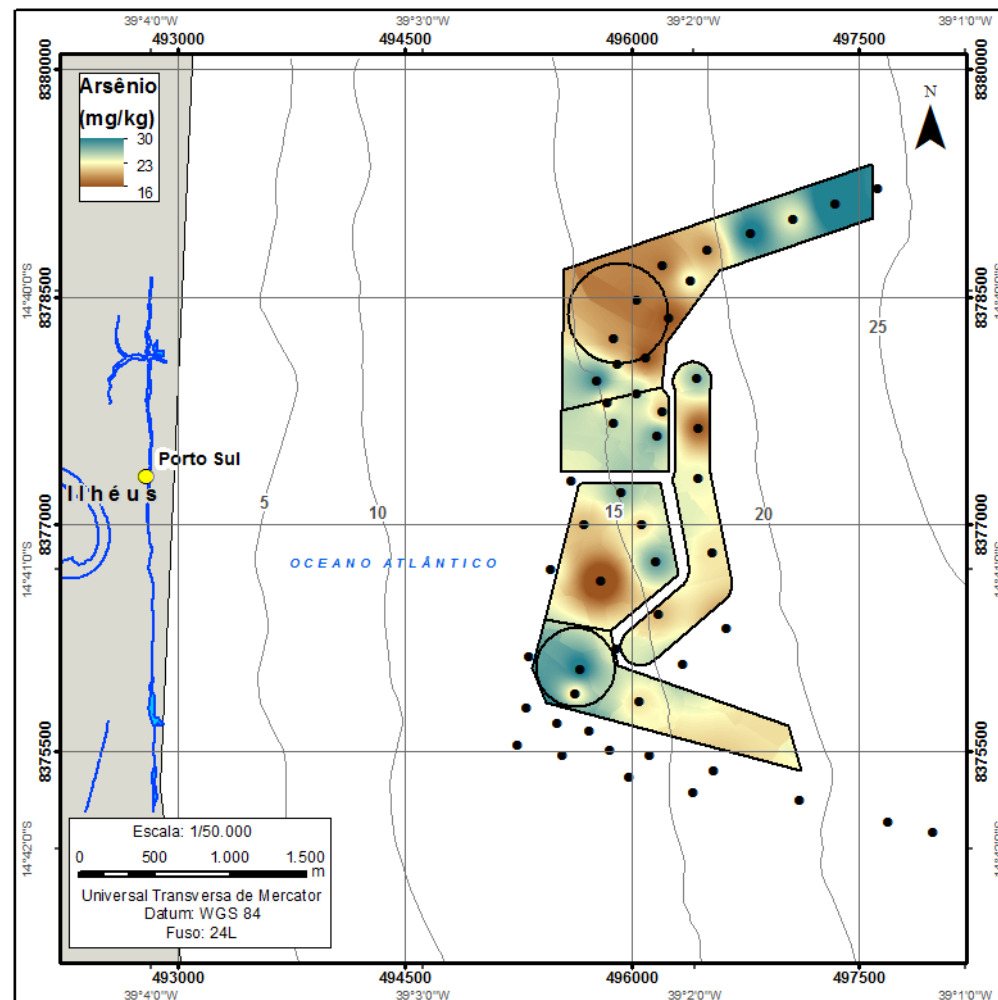


Figura 5.2-2: Distribuição do Arsênio (mg/kg) nos sedimentos da área de dragagem.

TÍTULO
ESTUDO COMPLEMENTAR EIA DO PORTO SUL-ILHÉUS -BA
RELATÓRIO
CARACTERIZAÇÃO DOS SEDIMENTOS DE ACORDO COM A RESOLUÇÃO CONAMA Nº 344/04

Nº. BAMIN:
022.20.0005

PÁGINA
56/83

Nº FORNECEDOR
110504
CPM RT 269/11

REV.
B

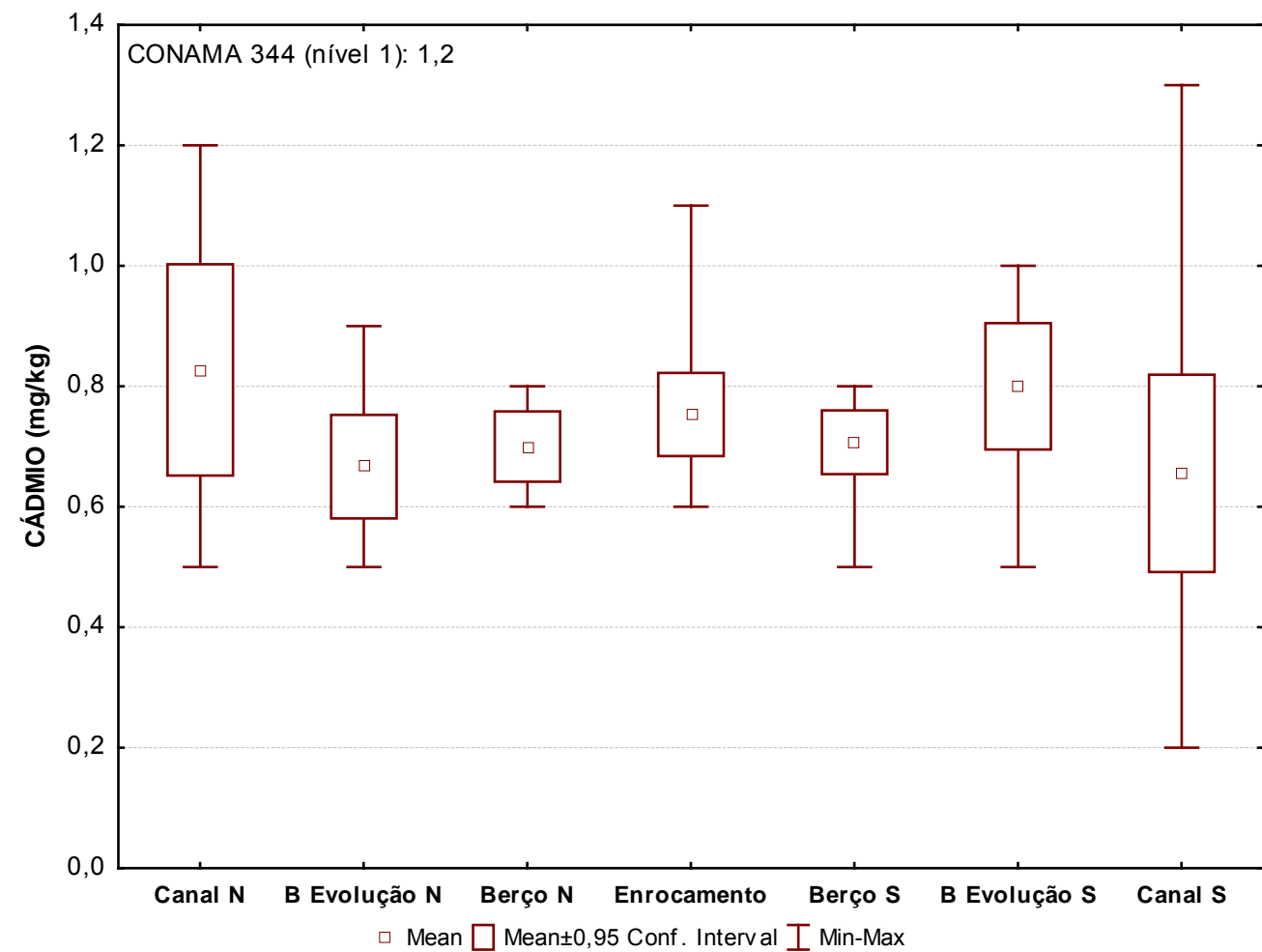
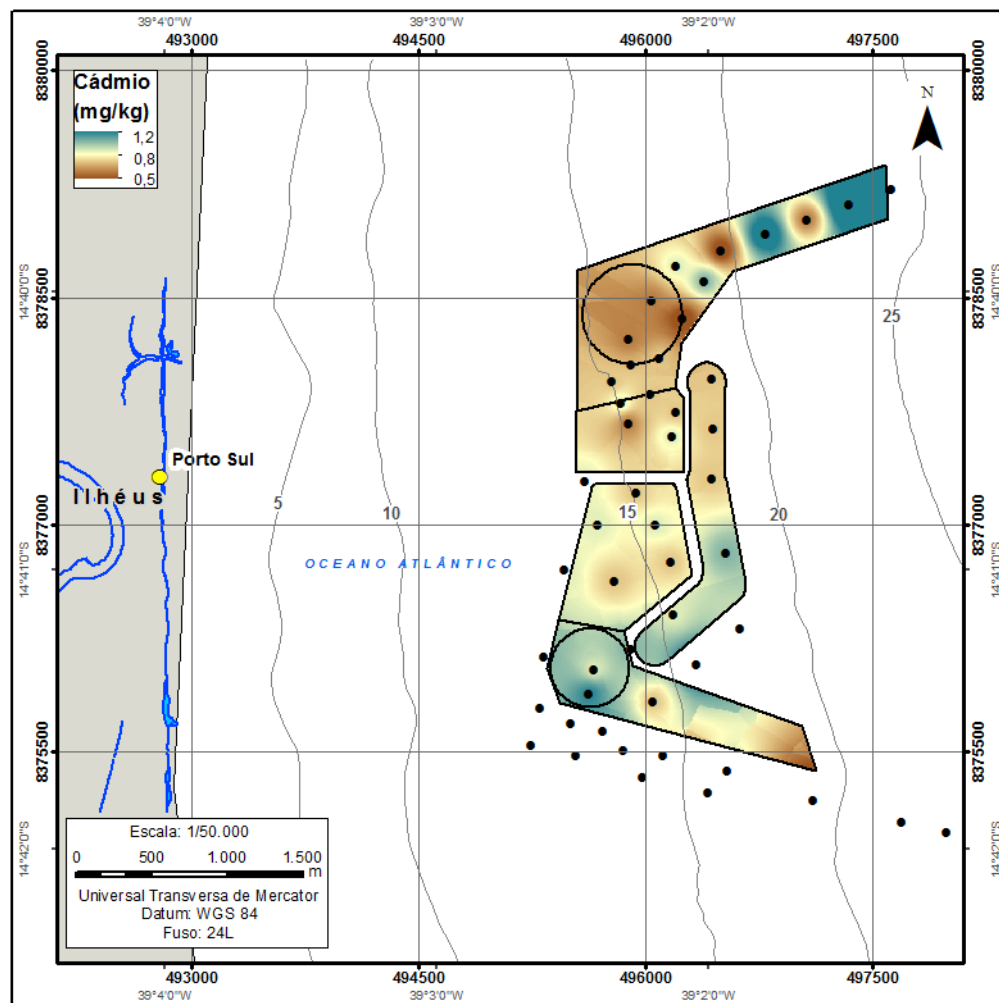
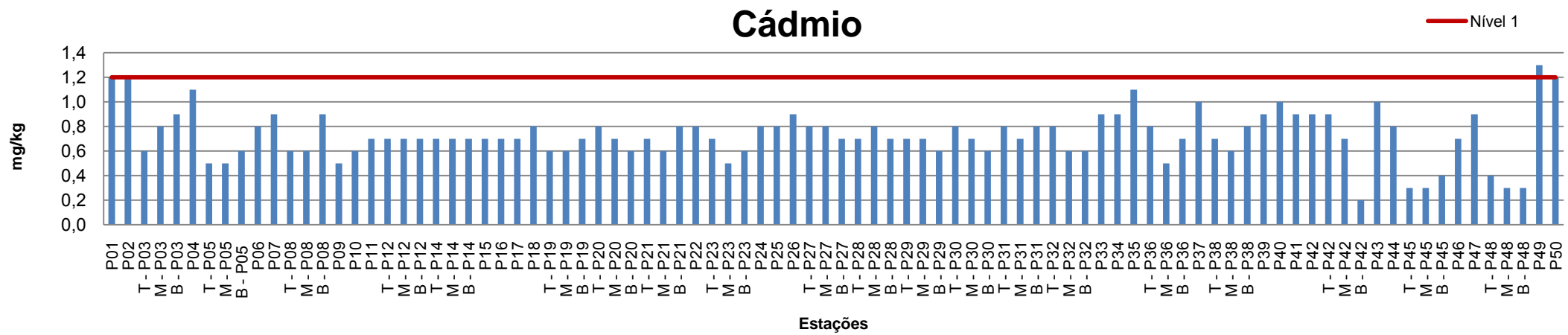


Figura 5.2-3: Distribuição do Cádmio (mg/kg) nos sedimentos da área de dragagem.

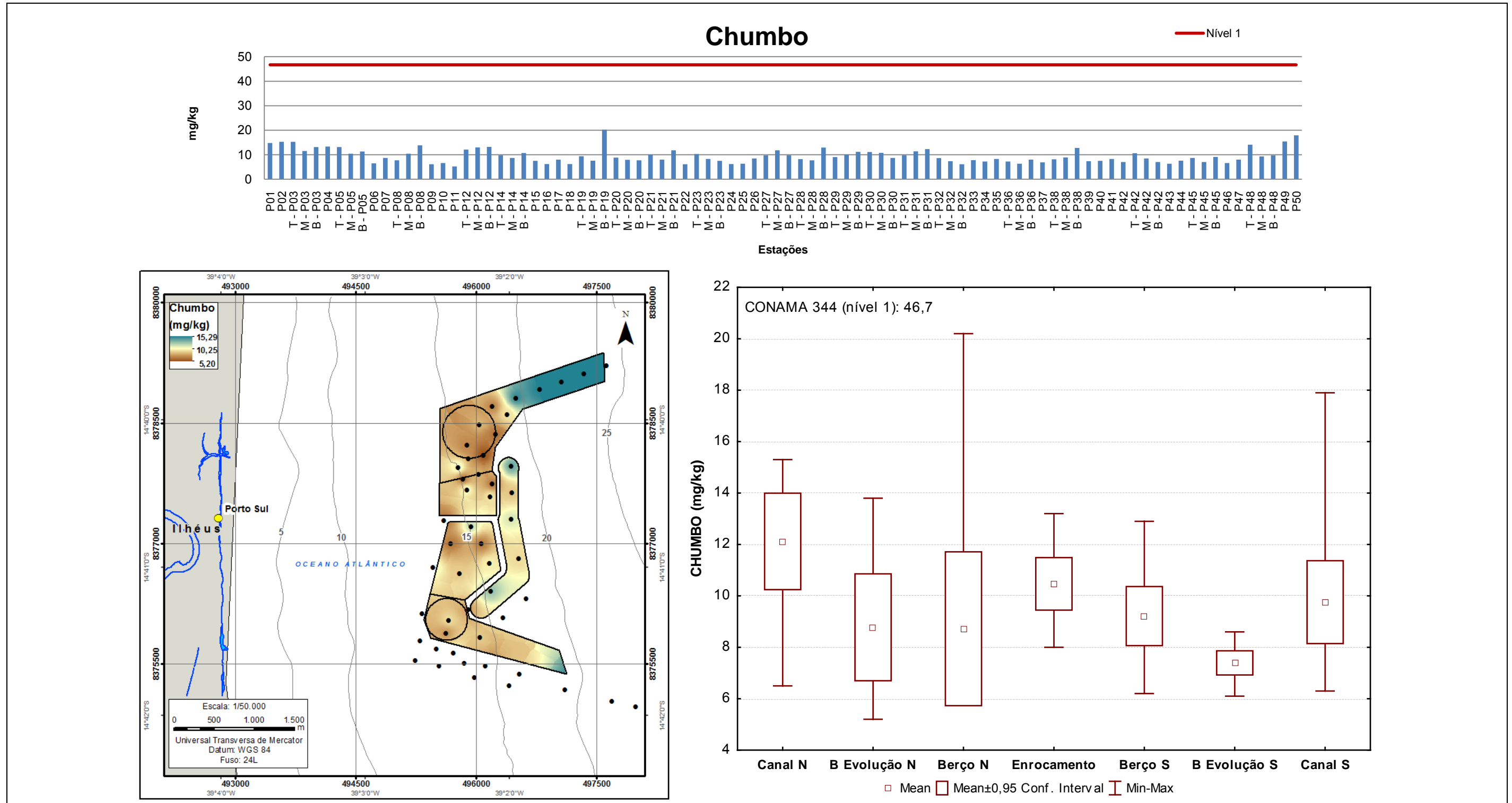
TÍTULO
ESTUDO COMPLEMENTAR EIA DO PORTO SUL-ILHÉUS -BA
RELATÓRIO
CARACTERIZAÇÃO DOS SEDIMENTOS DE ACORDO COM A RESOLUÇÃO CONAMA Nº 344/04

Nº. BAMIN:
022.20.0005

PÁGINA
57/83

Nº FORNECEDOR
110504
CPM RT 269/11

REV.
B



TÍTULO
ESTUDO COMPLEMENTAR EIA DO PORTO SUL-ILHÉUS -BA
RELATÓRIO
CARACTERIZAÇÃO DOS SEDIMENTOS DE ACORDO COM A RESOLUÇÃO CONAMA N° 344/04

Nº. BAMIN:
022.20.0005

PÁGINA
58/83

Nº FORNECEDOR
110504
CPM RT 269/11

REV.
B

Cobre

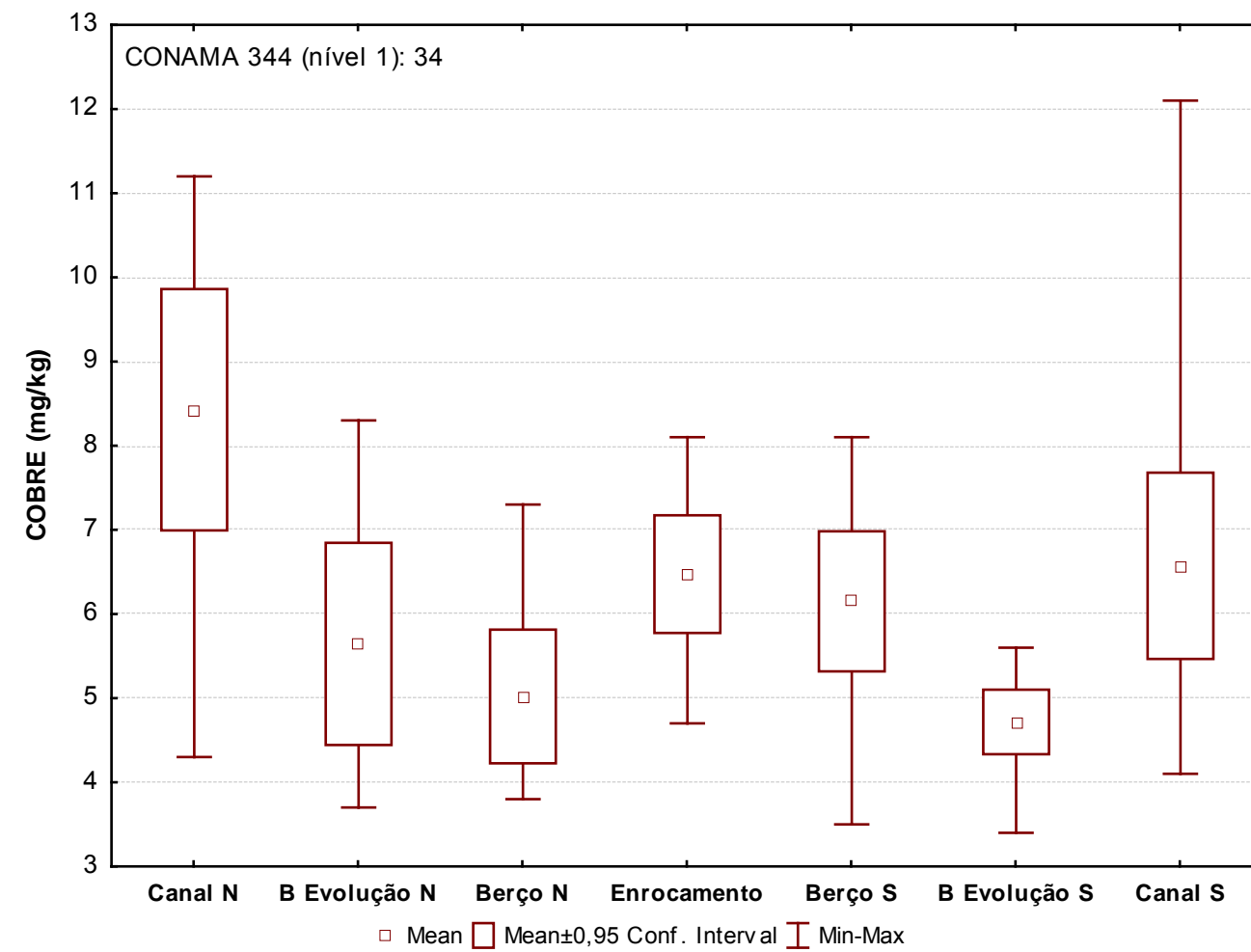
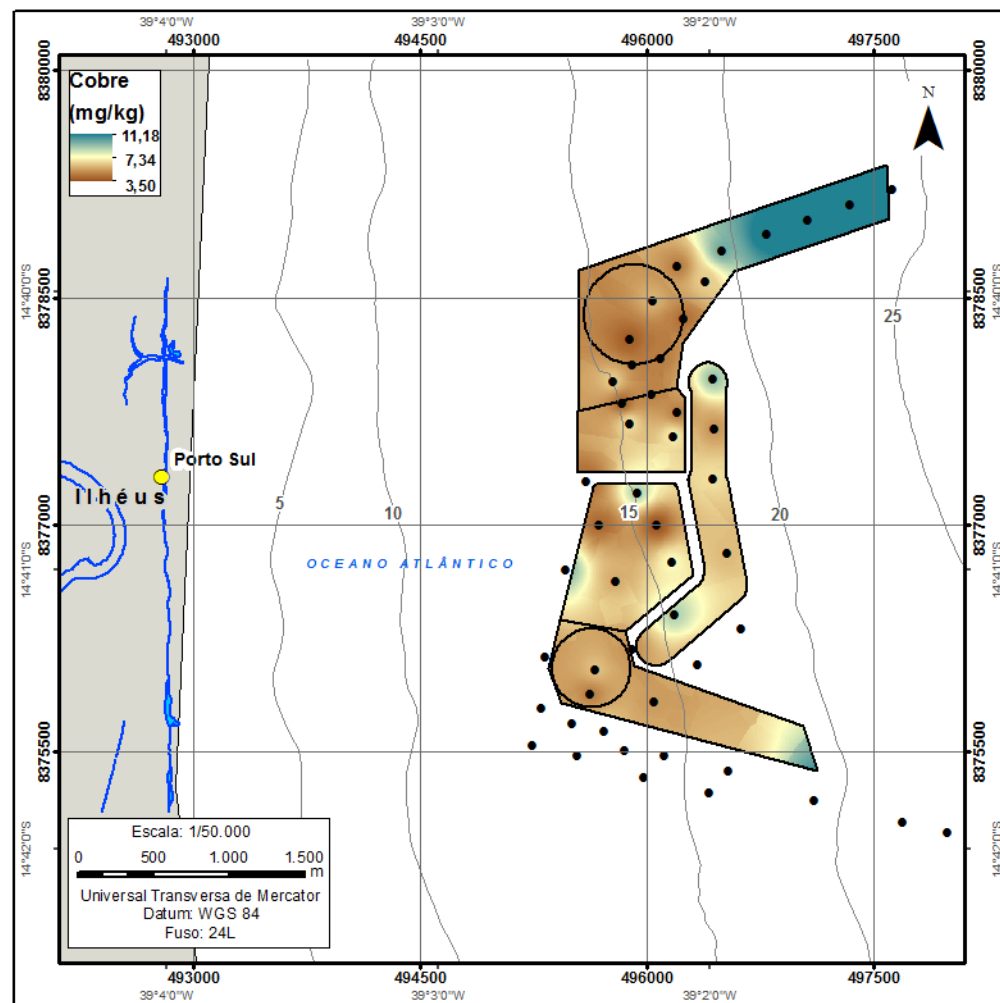
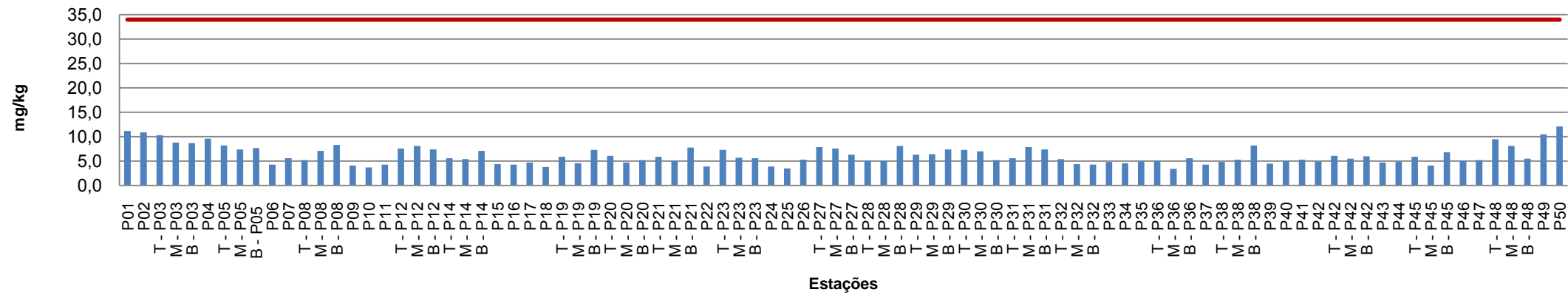


Figura 5.2-5: Distribuição do Cobre (mg/kg) nos sedimentos da área de dragagem.

TÍTULO
ESTUDO COMPLEMENTAR EIA DO PORTO SUL-ILHÉUS -BA
RELATÓRIO
CARACTERIZAÇÃO DOS SEDIMENTOS DE ACORDO COM A RESOLUÇÃO CONAMA Nº 344/04

Nº. BAMI:
022.20.0005

PÁGINA
59/83

Nº FORNECEDOR
110504
CPM RT 269/11

REV.
B

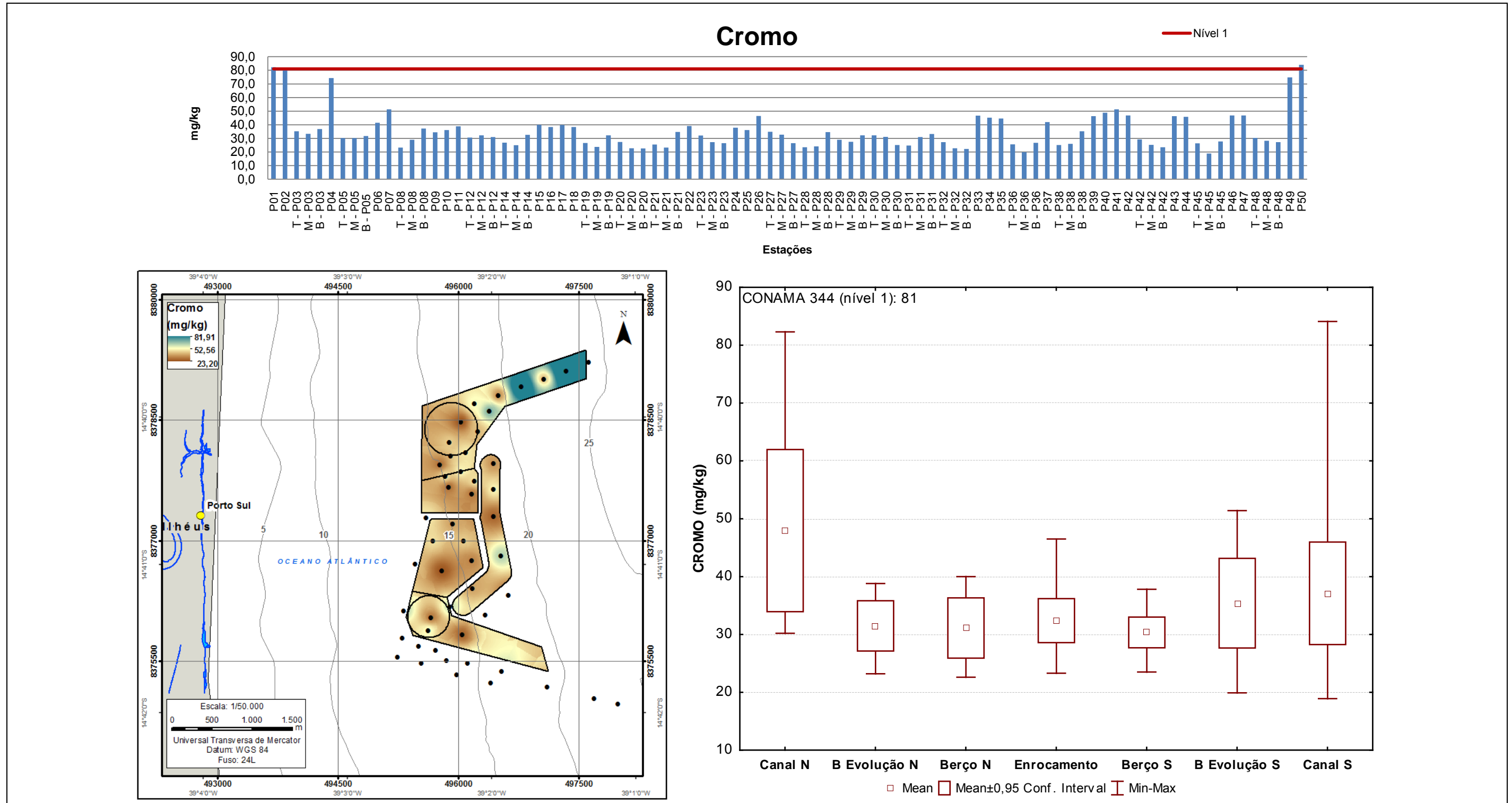


Figura 5.2-6: Distribuição do Cromo (mg/kg) nos sedimentos da área de dragagem.

Mercúrio

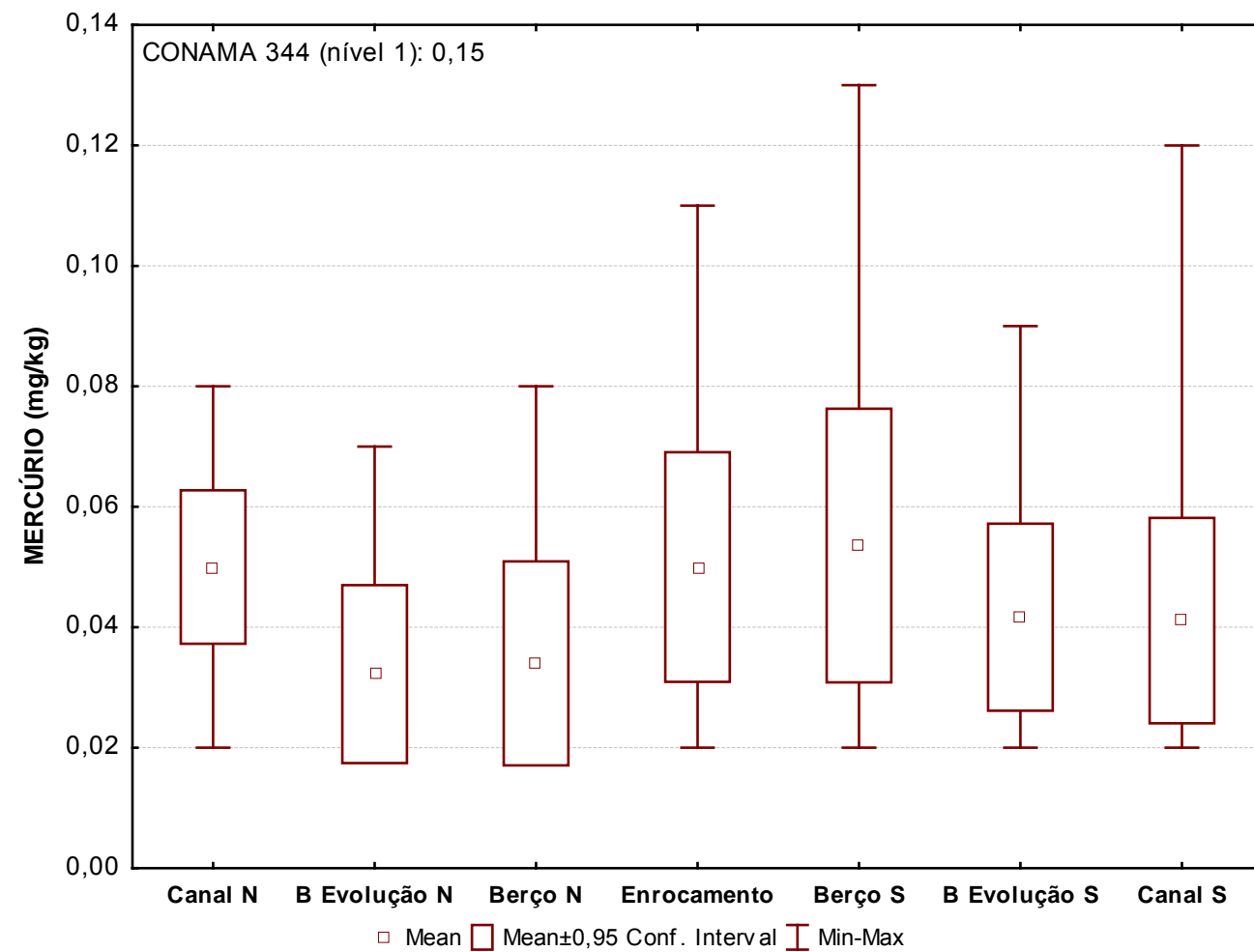
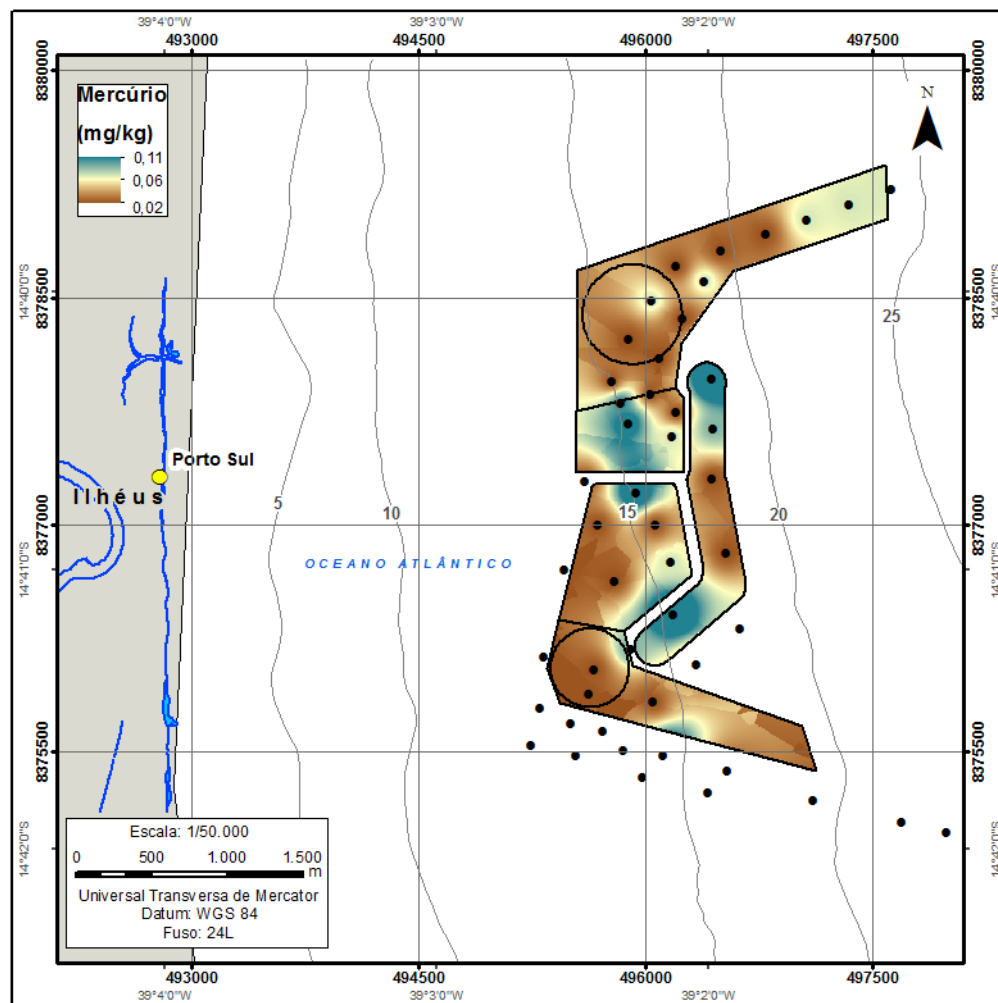
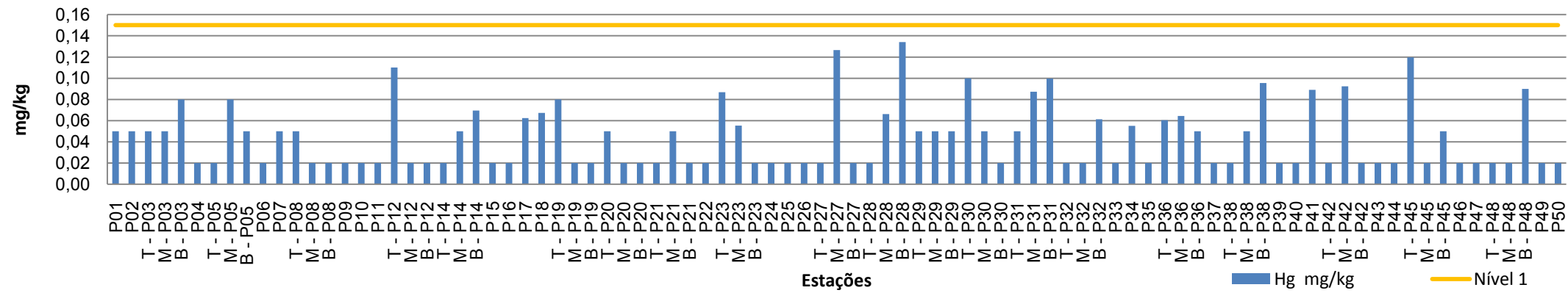


Figura 5.2-7: Distribuição do Mercúrio (mg/kg) nos sedimentos da área de dragagem.

TÍTULO
ESTUDO COMPLEMENTAR EIA DO PORTO SUL-ILHÉUS -BA
RELATÓRIO
CARACTERIZAÇÃO DOS SEDIMENTOS DE ACORDO COM A RESOLUÇÃO CONAMA N° 344/04

Nº. BAMIN:
022.20.0005

PÁGINA
61/83

Nº FORNECEDOR
110504
CPM RT 269/11

REV.
B

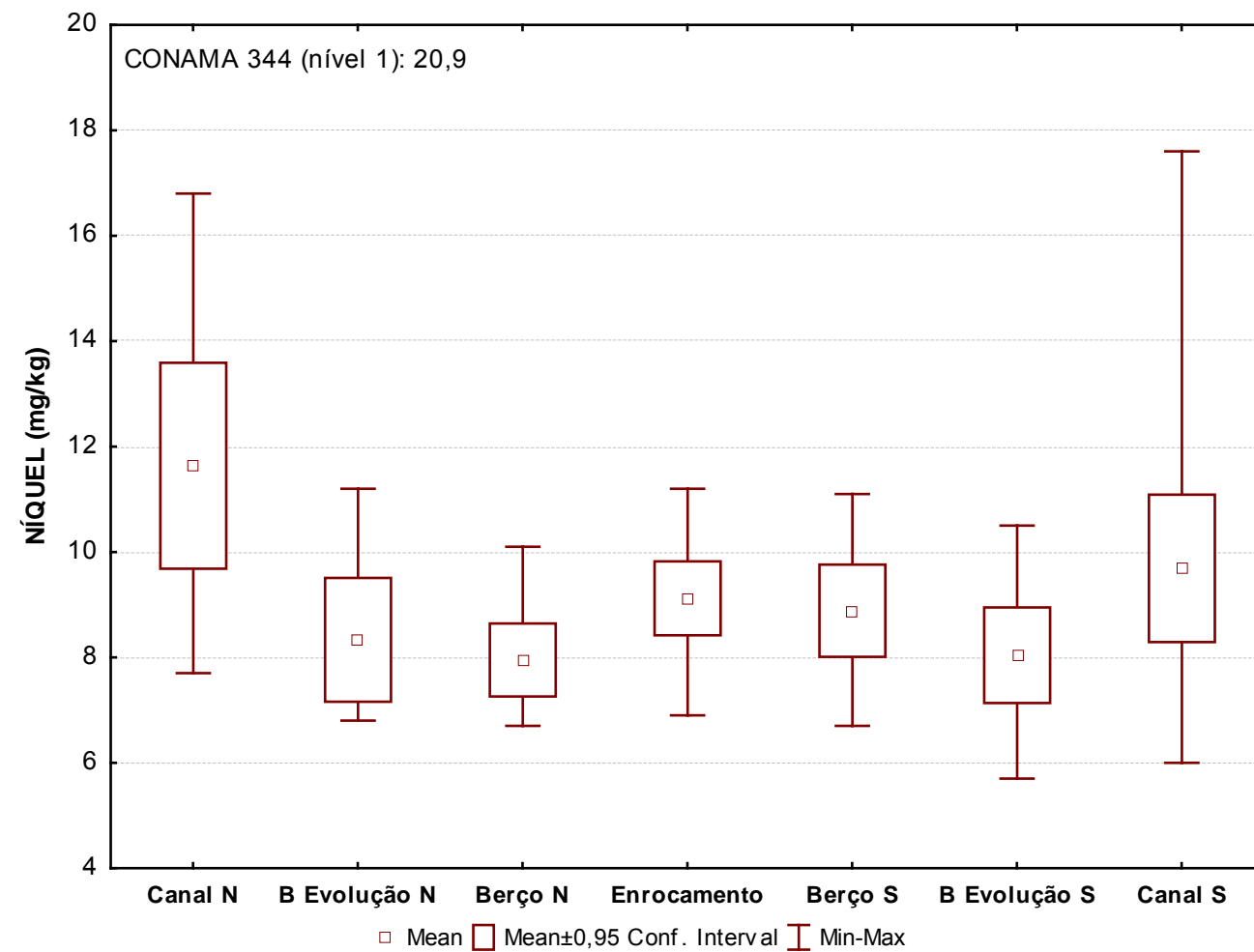
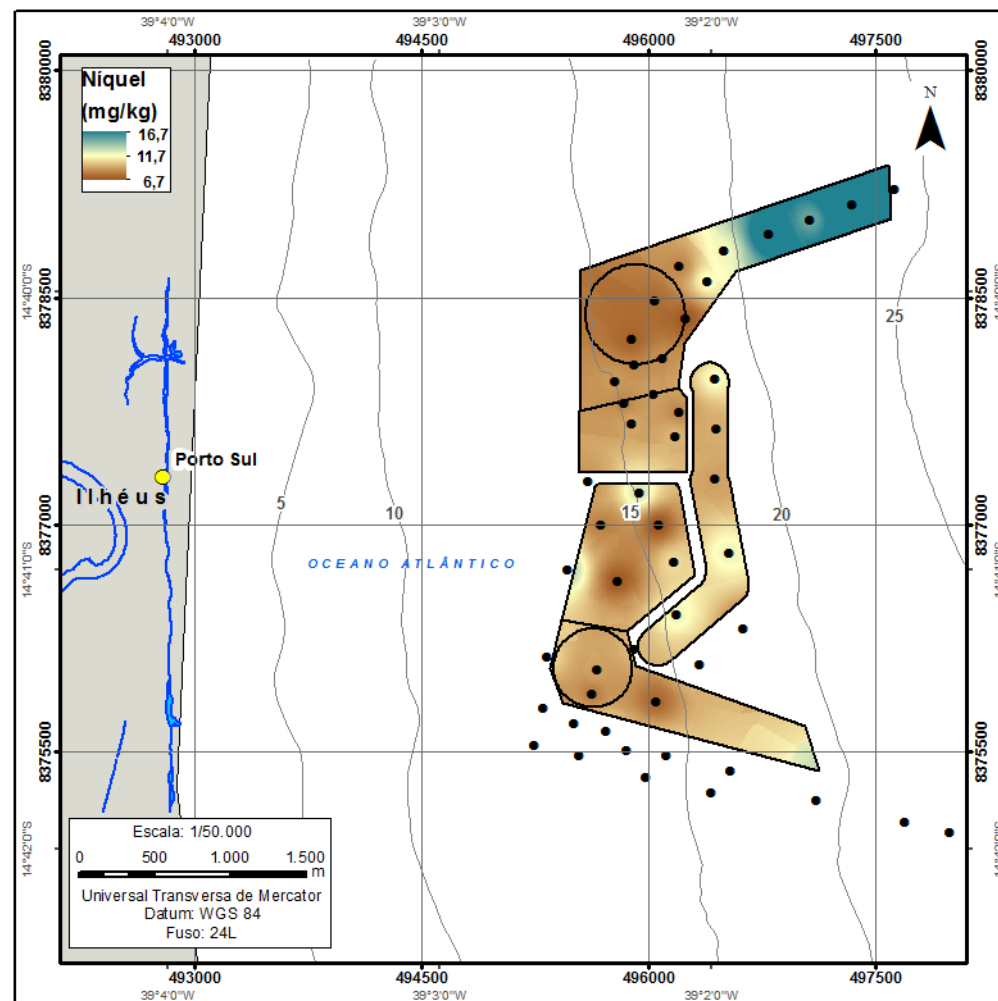
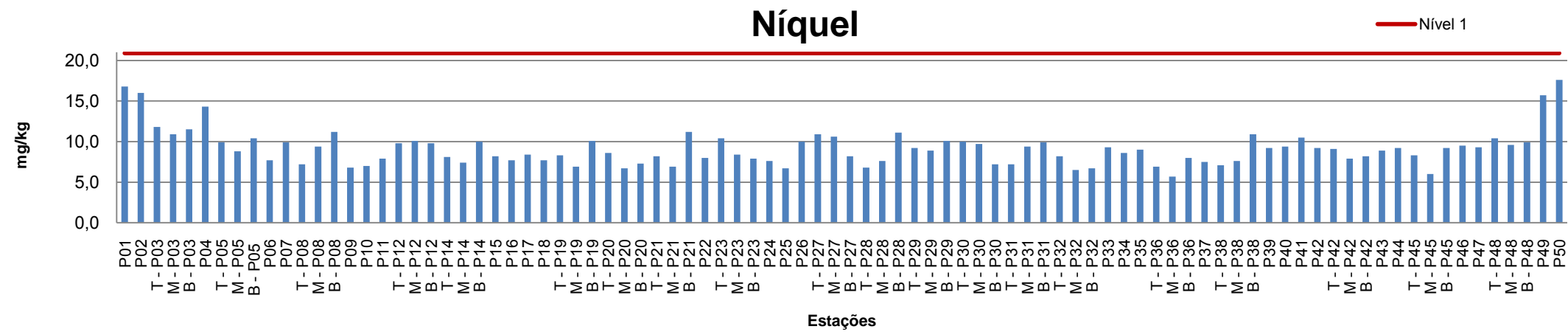


Figura 5.2-8: Distribuição do Níquel (mg/kg) nos sedimentos da área de dragagem.

TÍTULO
ESTUDO COMPLEMENTAR EIA DO PORTO SUL-ILHÉUS -BA
RELATÓRIO
CARACTERIZAÇÃO DOS SEDIMENTOS DE ACORDO COM A RESOLUÇÃO CONAMA Nº 344/04

Nº. BAMIN:
022.20.0005

PÁGINA
62/83

Nº FORNECEDOR
110504
CPM RT 269/11

REV.
B

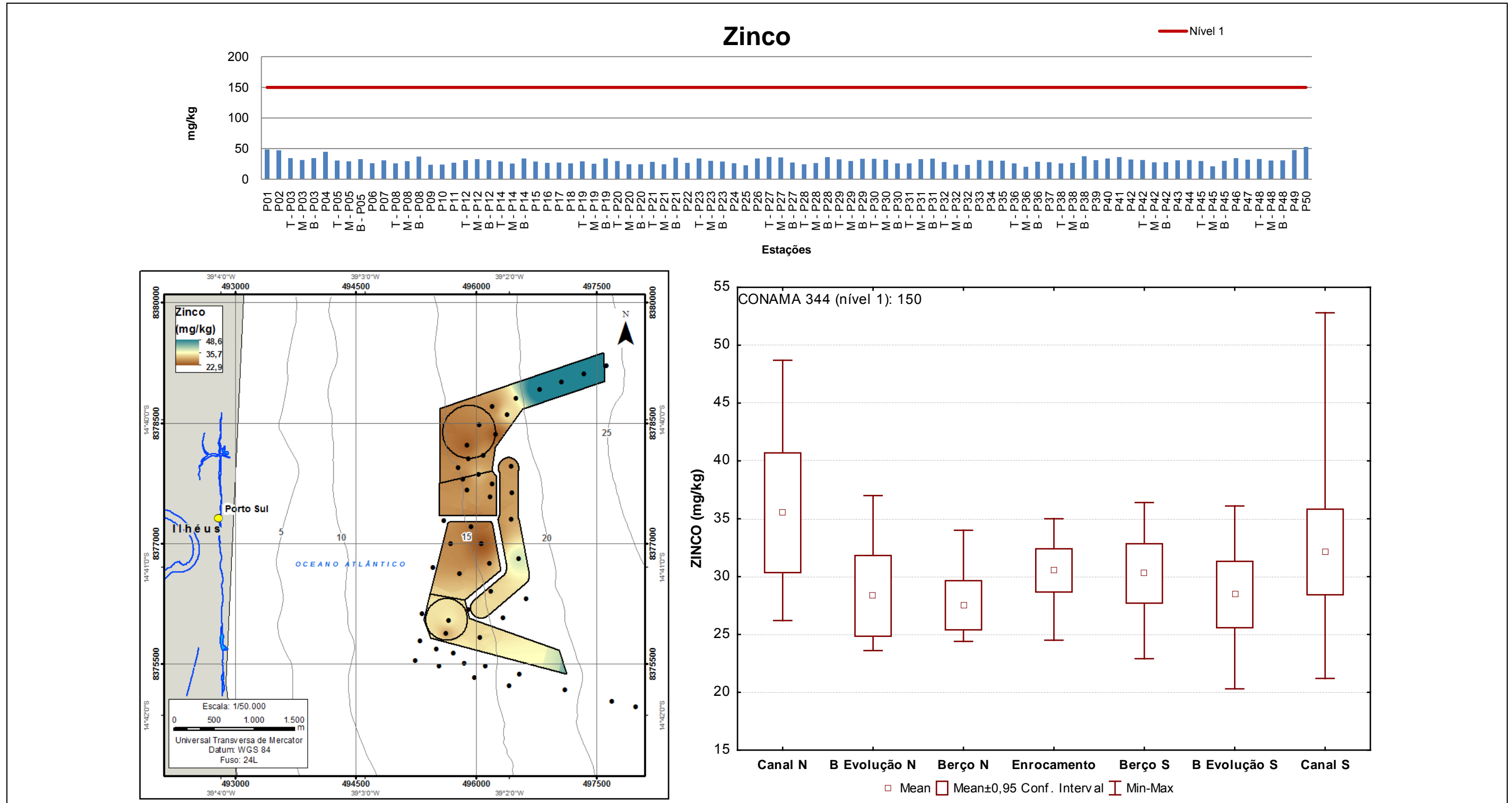


Figura 5.2-9: Distribuição do Zinco (mg/kg) nos sedimentos da área de dragagem.

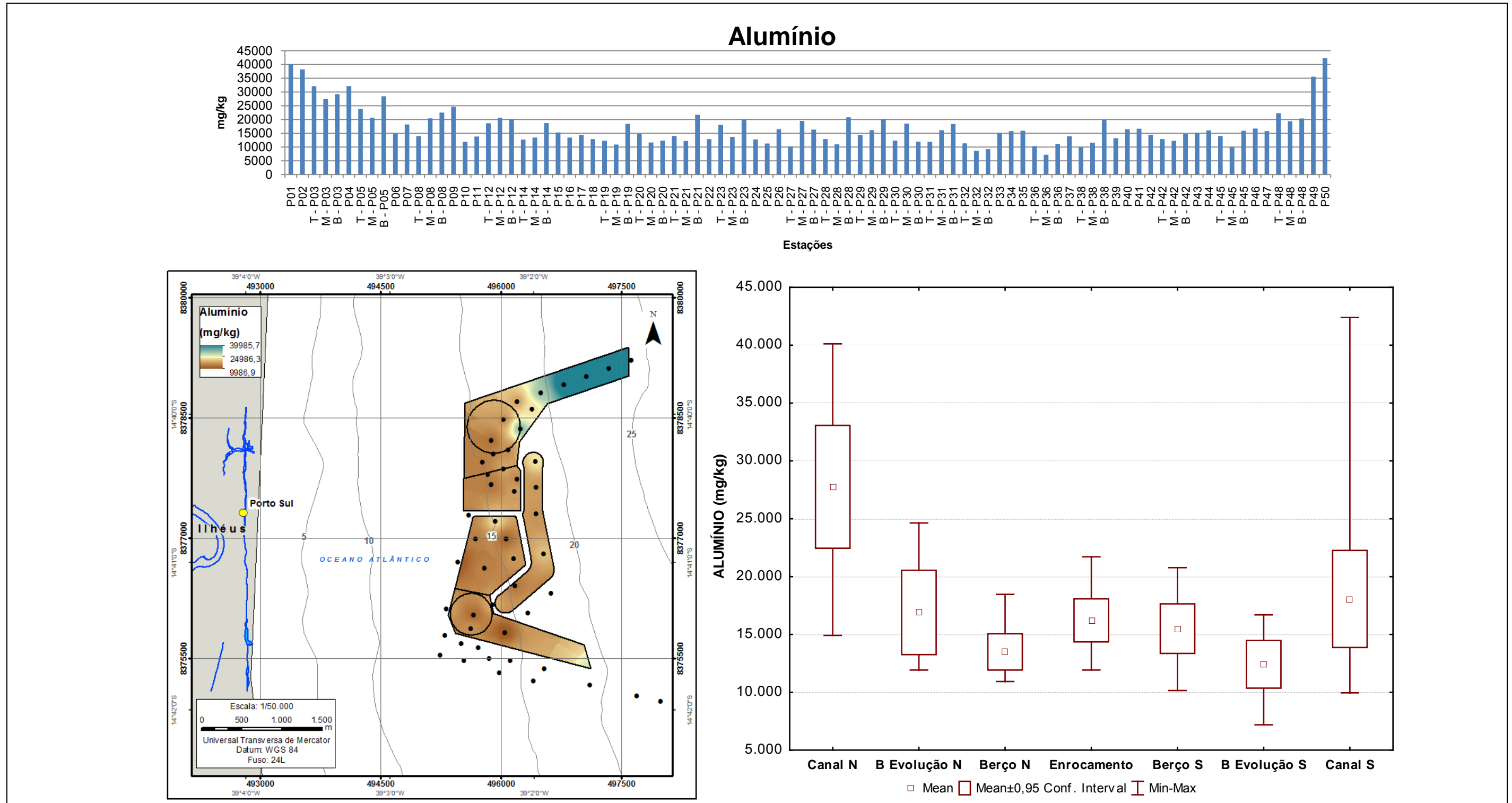
TÍTULO
ESTUDO COMPLEMENTAR EIA DO PORTO SUL-ILHÉUS -BA
RELATÓRIO
CARACTERIZAÇÃO DOS SEDIMENTOS DE ACORDO COM A RESOLUÇÃO CONAMA Nº 344/04

Nº. BAMIN:
022.20.0005

PÁGINA
63/83

Nº FORNECEDOR
110504
CPM RT 269/11

REV.
B



TÍTULO
ESTUDO COMPLEMENTAR EIA DO PORTO SUL-ILHÉUS -BA
RELATÓRIO
CARACTERIZAÇÃO DOS SEDIMENTOS DE ACORDO COM A RESOLUÇÃO CONAMA Nº 344/04

Nº. BAMIN:
022.20.0005

PÁGINA
64/83

Nº FORNECEDOR
110504
CPM RT 269/11

REV.
B

Ferro

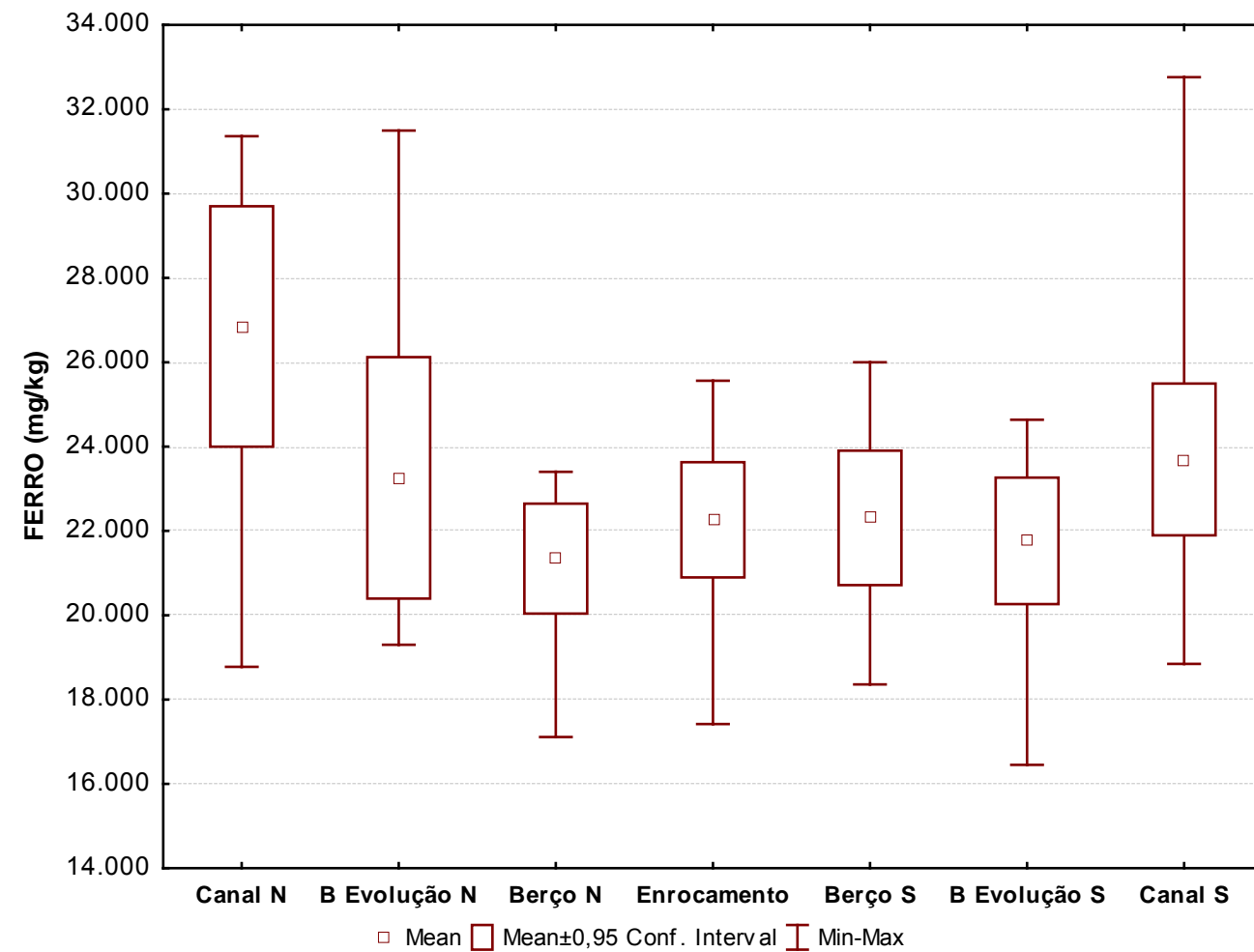
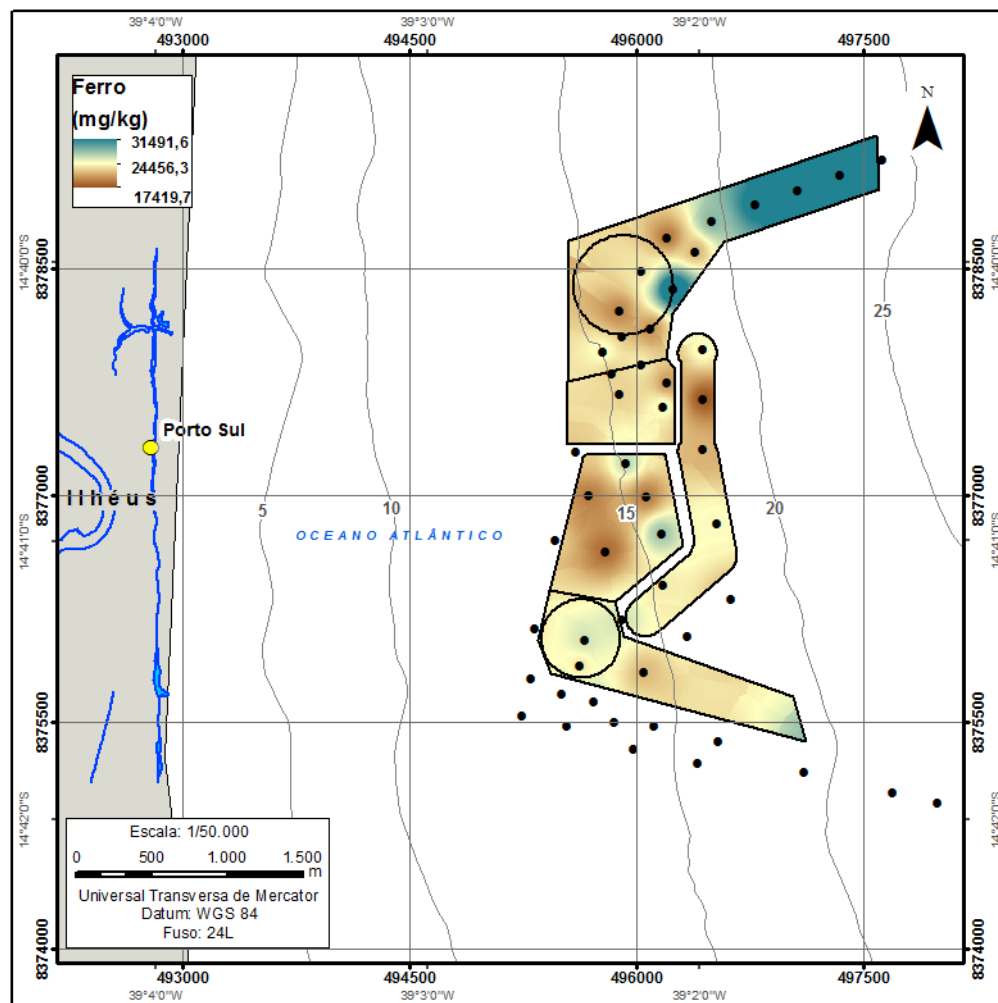
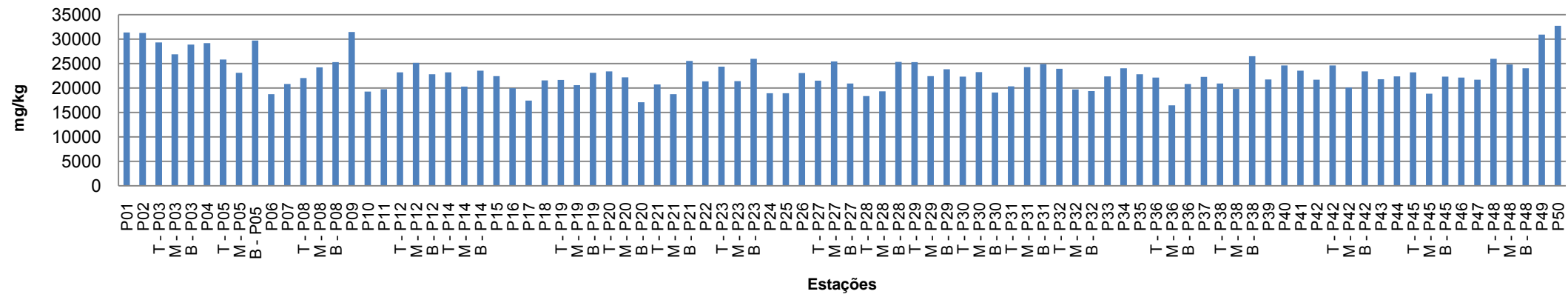


Figura 5.2-11: Distribuição do Ferro (mg/kg) nos sedimentos da área de dragagem.

TÍTULO
ESTUDO COMPLEMENTAR EIA DO PORTO SUL-ILHÉUS -BA
RELATÓRIO
CARACTERIZAÇÃO DOS SEDIMENTOS DE ACORDO COM A RESOLUÇÃO CONAMA Nº 344/04

Nº. BAMIN:
022.20.0005

PÁGINA
65/83

Nº FORNECEDOR
110504
CPM RT 269/11

REV.
B

Manganês

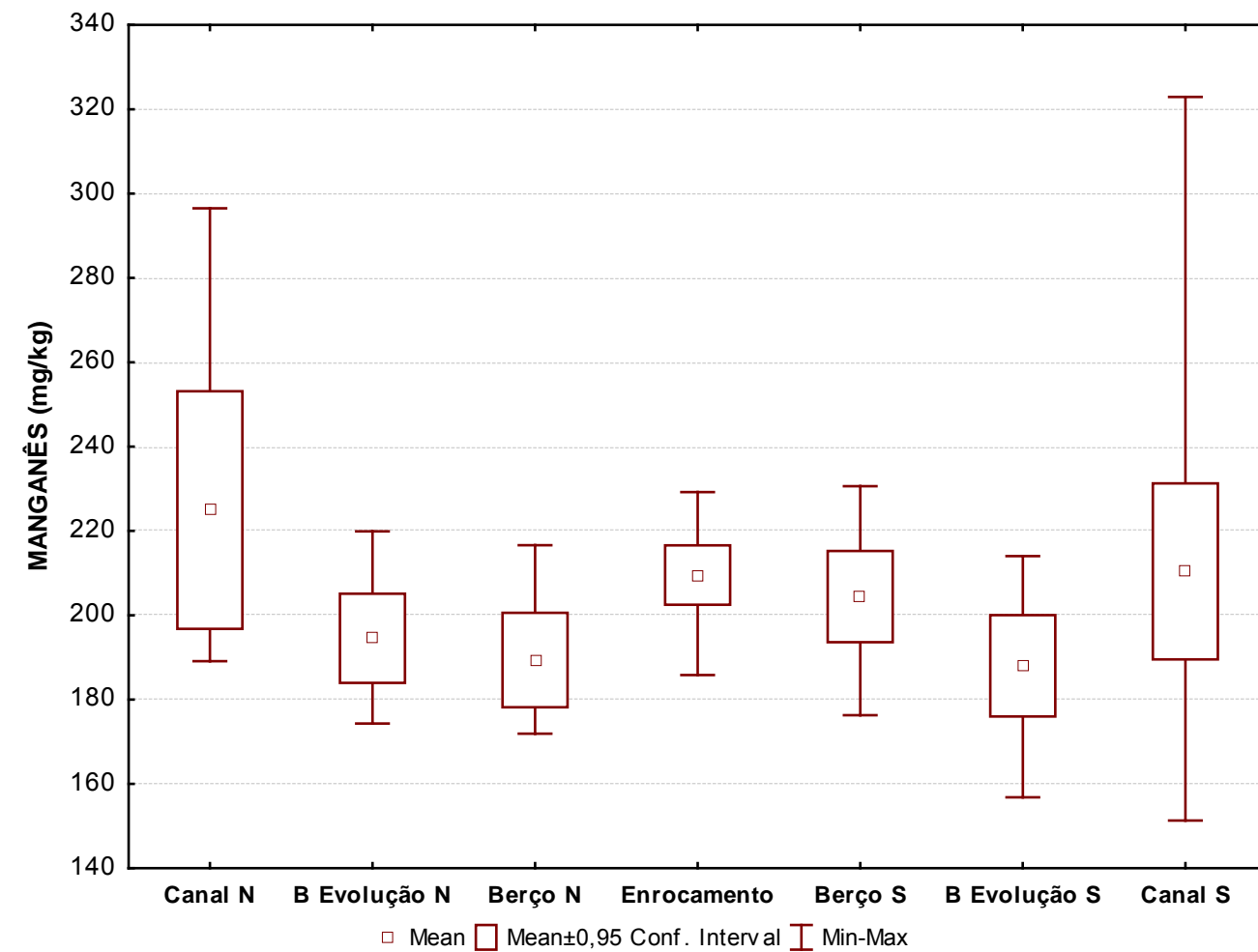
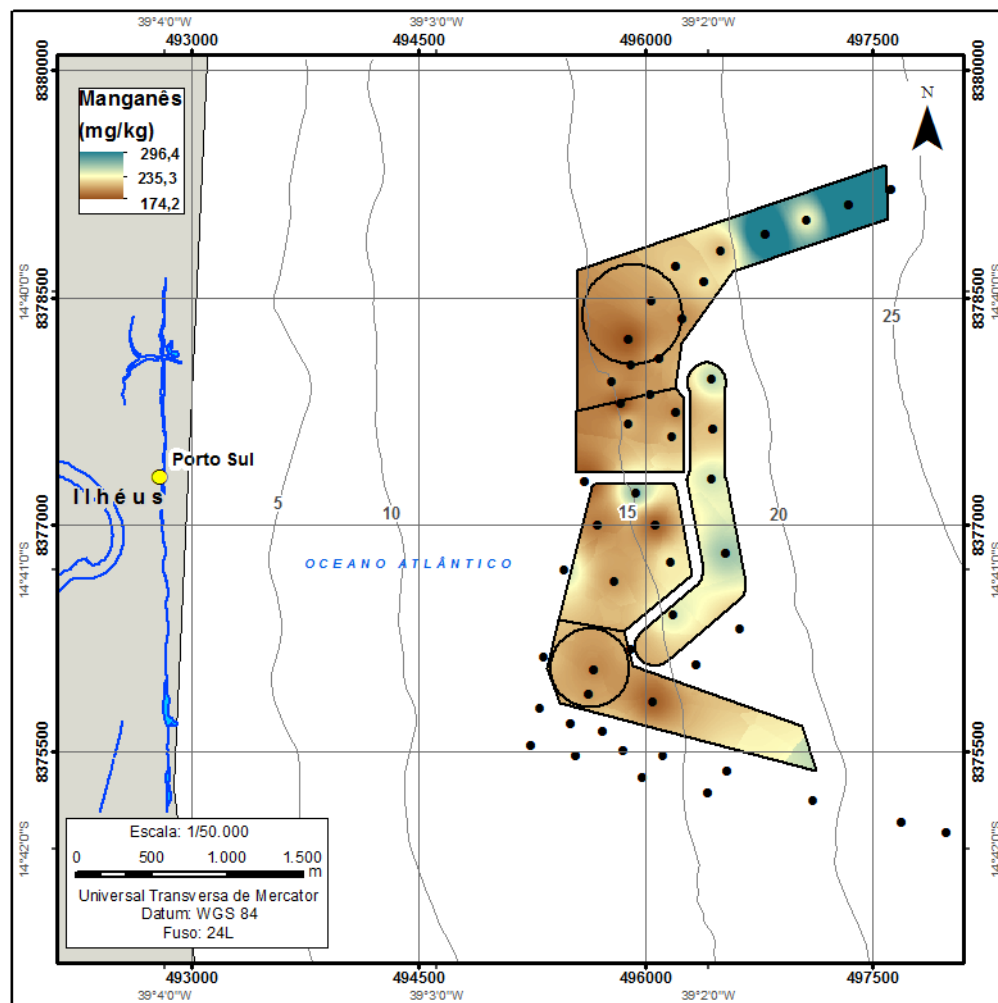
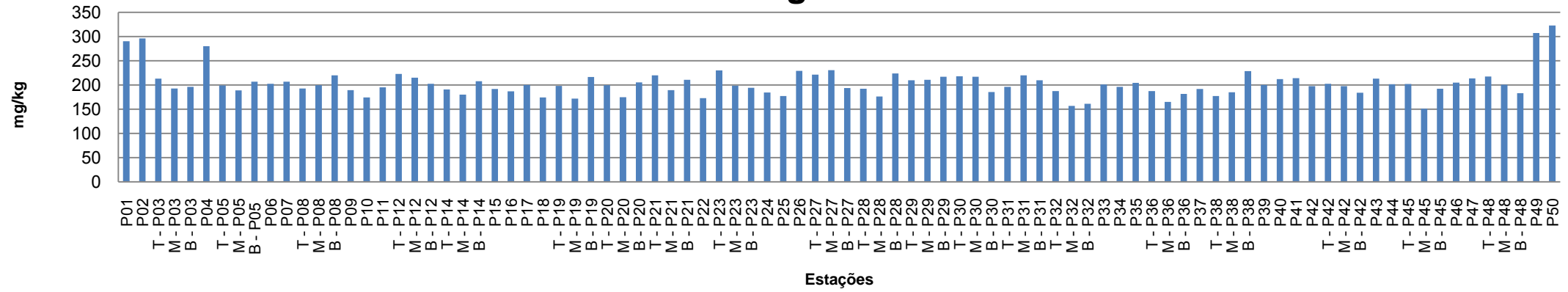


Figura 5.2-12: Distribuição do Manganês (mg/kg) nos sedimentos da área de dragagem.

TÍTULO
ESTUDO COMPLEMENTAR EIA DO PORTO SUL-ILHÉUS -BA
RELATÓRIO
CARACTERIZAÇÃO DOS SEDIMENTOS DE ACORDO COM A RESOLUÇÃO CONAMA Nº 344/04

Nº. BAMIN:
022.20.0005

PÁGINA
66/83

Nº FORNECEDOR
110504
CPM RT 269/11

REV.
B

Carbono Orgânico Total

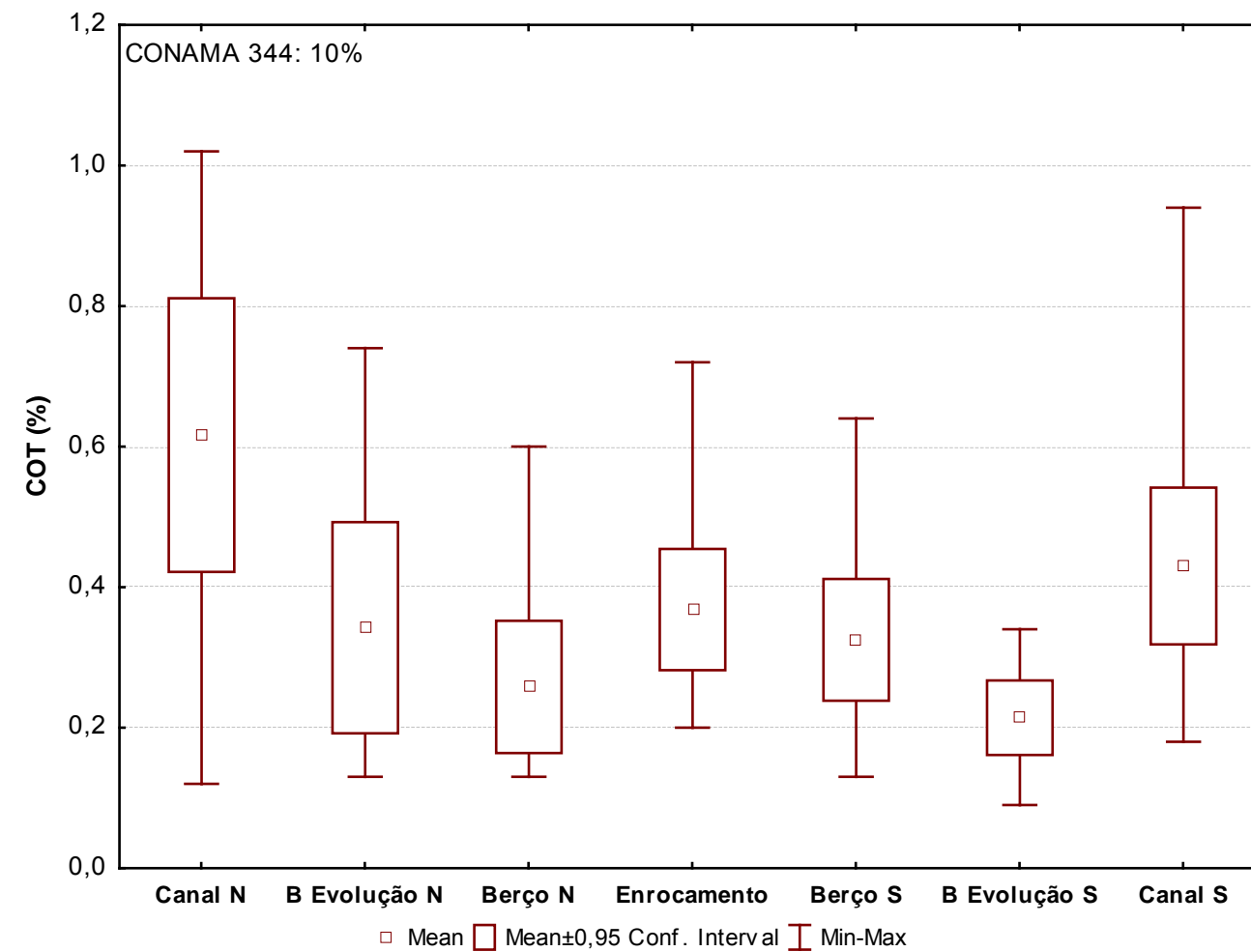
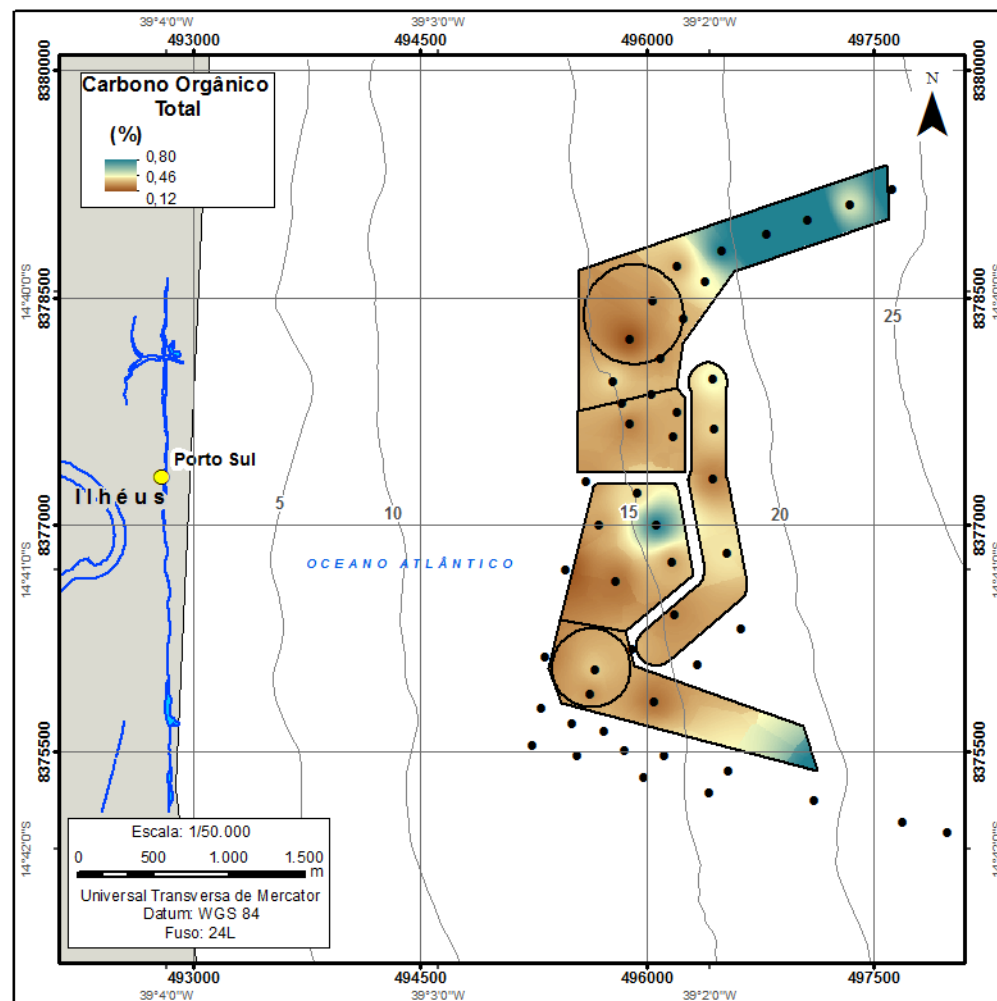
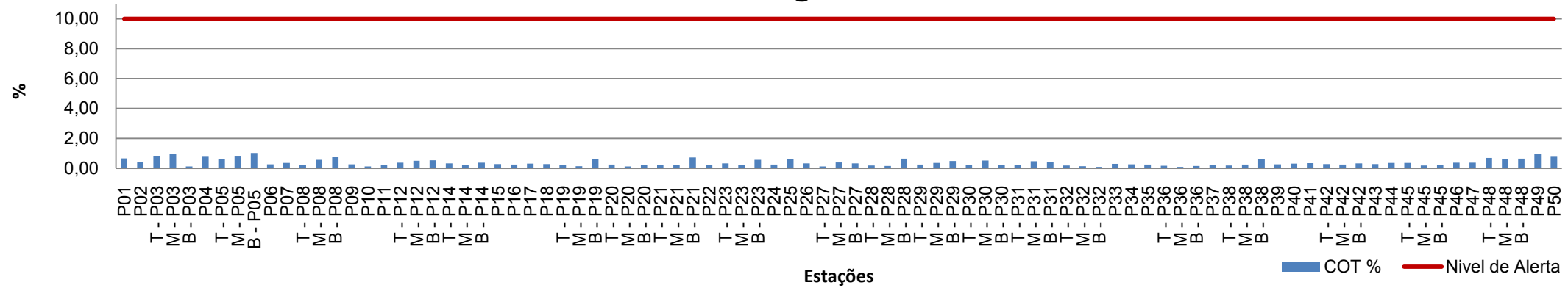


Figura 5.2-13: Distribuição do COT (%) nos sedimentos da área de dragagem.

TÍTULO
ESTUDO COMPLEMENTAR EIA DO PORTO SUL-ILHÉUS -BA
RELATÓRIO
CARACTERIZAÇÃO DOS SEDIMENTOS DE ACORDO COM A RESOLUÇÃO CONAMA N° 344/04

Nº. BAMIN:
022.20.0005

PÁGINA
67/83

Nº FORNECEDOR
110504
CPM RT 269/11

REV.
B

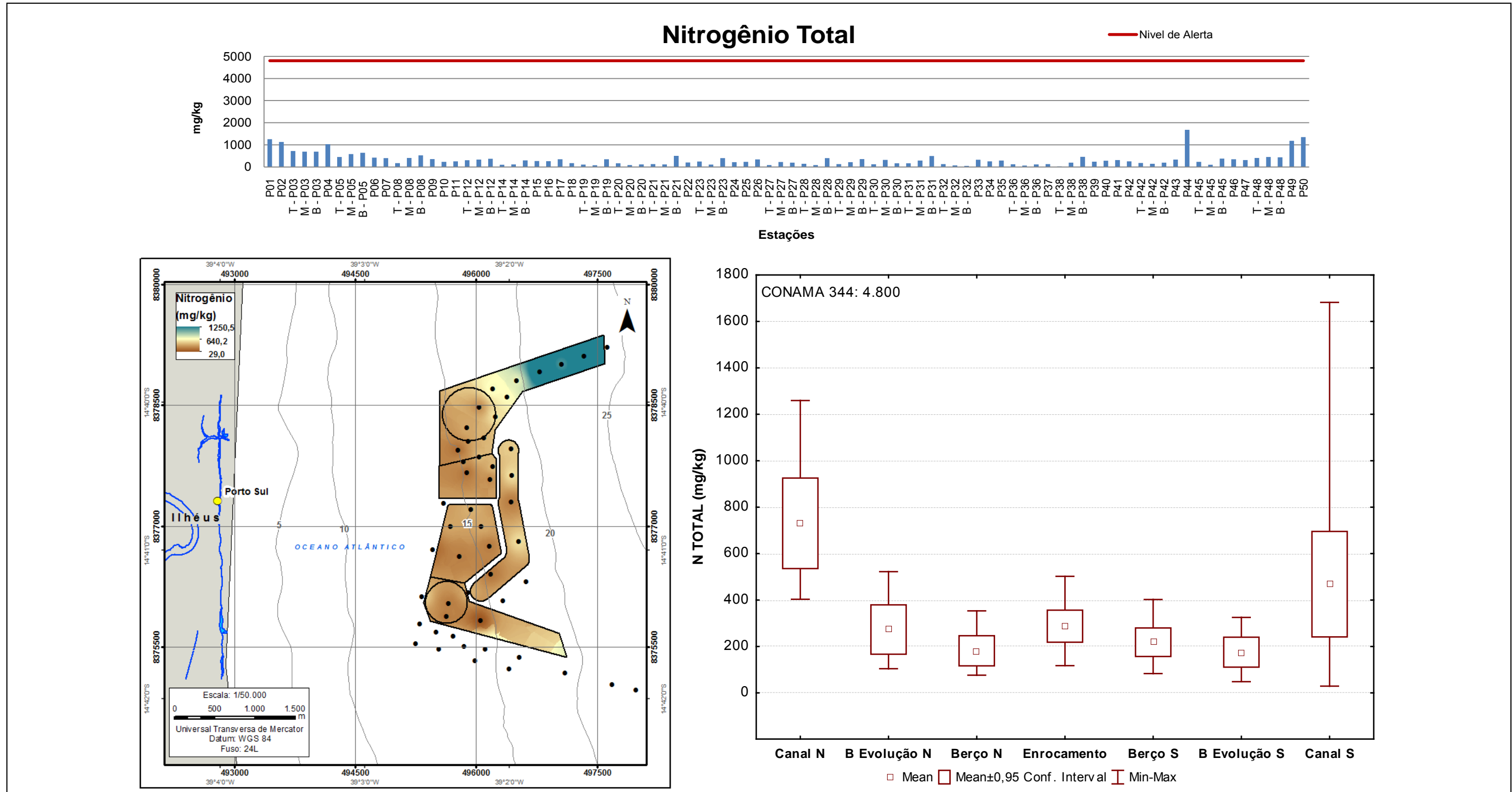


Figura 5.2-14: Distribuição do Nitrogênio Total (mg/kg) nos sedimentos da área de dragagem.

TÍTULO
ESTUDO COMPLEMENTAR EIA DO PORTO SUL-ILHÉUS -BA
RELATÓRIO
CARACTERIZAÇÃO DOS SEDIMENTOS DE ACORDO COM A RESOLUÇÃO CONAMA Nº 344/04

Nº. BAMIN:
022.20.0005

PÁGINA
68/83

Nº FORNECEDOR
110504
CPM RT 269/11

REV.
B

Fósforo Total

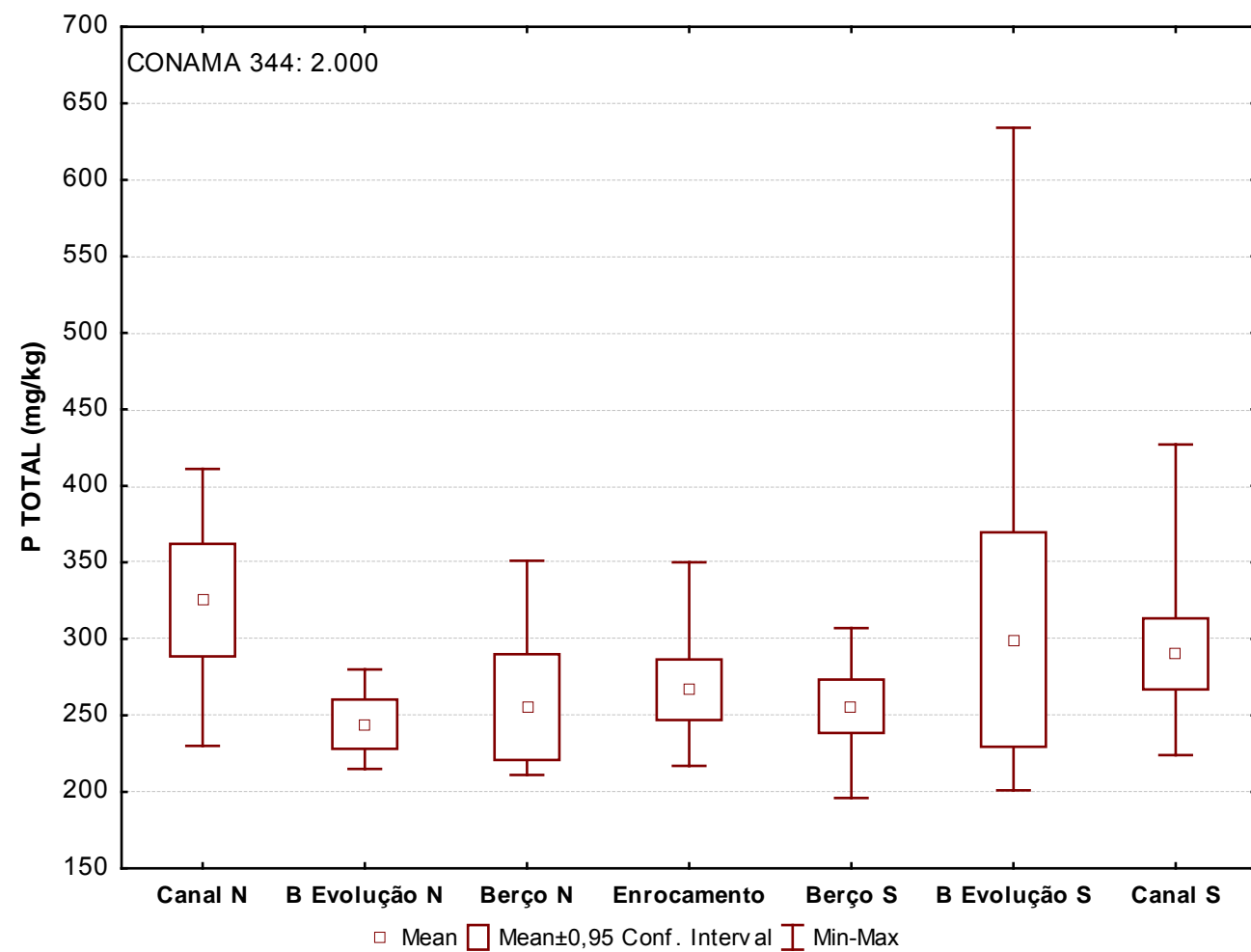
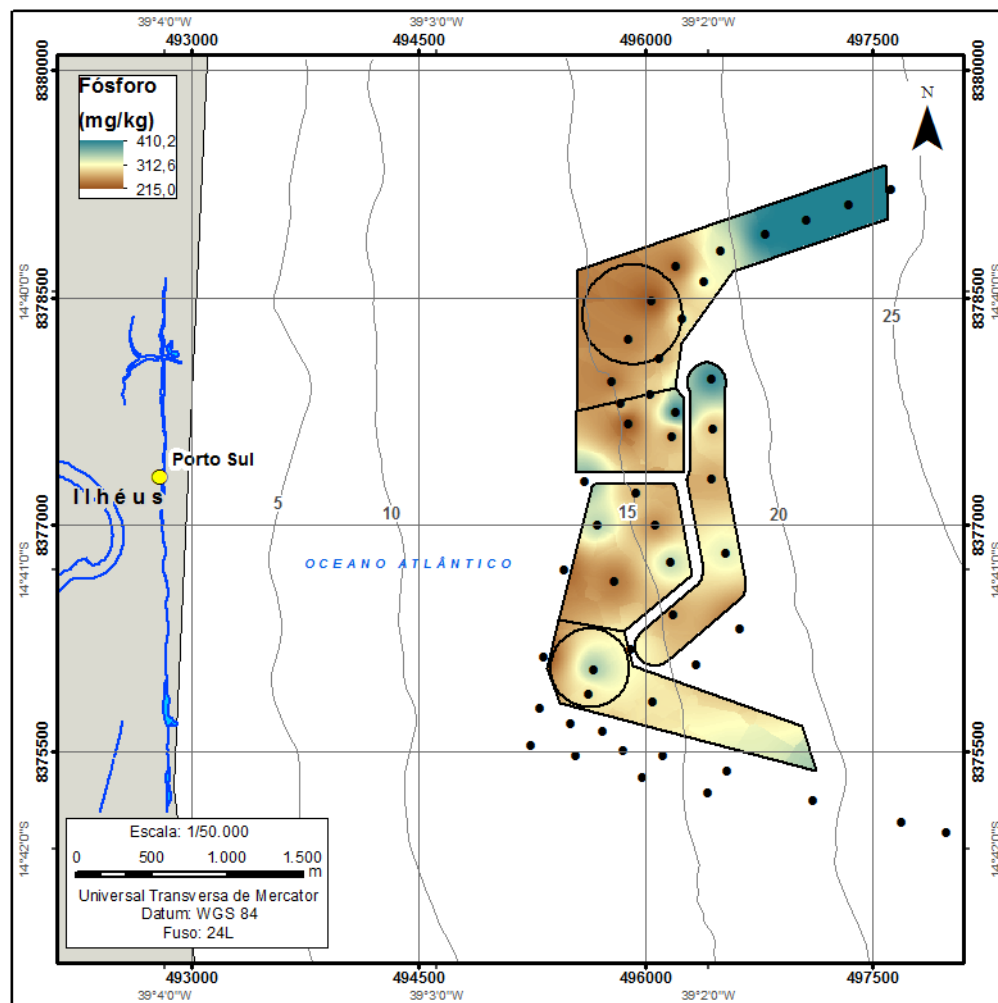
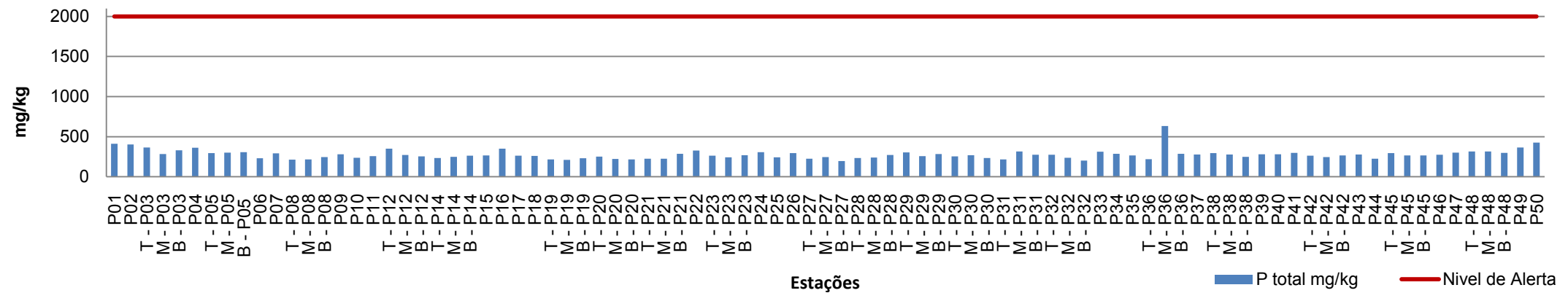




Figura 5.2-15: Distribuição do Fósforo (mg/kg) nos sedimentos da área de dragagem.

 BAHIA MINERAÇÃO		PROGRAMA PEDRA DE FERRO PROJETO PORTO SUL F1001-4	
TÍTULO ESTUDO COMPLEMENTAR EIA DO PORTO SUL-ILHÉUS -BA RELATÓRIO CARACTERIZAÇÃO DOS SEDIMENTOS DE ACORDO COM A RESOLUÇÃO CONAMA Nº 344/04	Nº. BAMIN: 022.20.0005	PÁGINA 69/83	
	Nº FORNECEDOR 110504 CPM RT 269/11	REV. B	

5.3 ANÁLISES ECOTOXICOLÓGICAS

Os resultados das análises de toxicidade do sedimento com Copépode *Nitokra* sp. (sedimento total) e *Echinometra lucunter* (elutriato) são apresentados na Tabela 5.3-1.

Um detalhamento dos testes realizados e dos resultados desses testes é apresentado no **Anexo IV** deste relatório.

Tabela 5.3-1: Resultados dos testes de toxicidade.

AMOSTRA	TESTE SEDIMENTO TOTAL (<i>Nitokra</i> sp.*)	CENO (%)	TESTE ELUTRIATO (<i>Echinometra lucunter</i>)		CE50% (36h)
			CEO (%)	VC (%)	
P03	Tóxico	100	-	-	NC
P05	Tóxico	100	-	-	NC
P08	Tóxico	100	-	-	NC
P12	Tóxico	NA	NA	NA	NA
P14	Tóxico	-	-	-	NC
P19	Tóxico	-	-	-	NC
P20	Tóxico	100	-	-	NC
P21	Tóxico	-	-	-	NC
P23	Tóxico	10	50	22,36	NC
P27	Tóxico	-	-	-	NC
P28	Tóxico	<10	10	-	NC
P29	Tóxico	10	50	22,36	NC
P30	Tóxico	-	-	-	NC
P31	Tóxico	-	-	-	NC
P32	Tóxico	<10	10	-	NC
P36	Tóxico	-	-	-	NC
P38	Tóxico	100	-	-	NC
P42	Tóxico	-	-	-	NC
P45	Tóxico	50	100	70,71	NC
P48	Tóxico	10	50	22,36	NC

CENO: Maior concentração real da amostra que não causa efeito deletério estatisticamente significativo no desenvolvimento embrionário dos organismos, nas condições de ensaio;



CEO: Menor concentração real da amostra que causa efeito deletério estatisticamente significativo no desenvolvimento embrionário dos organismos, nas condições de ensaio;

VC: Média geométrica da CENO e CEO;

CE50% (36h): concentração da amostra que causa efeito a 50% dos organismos em 36 horas de exposição, nas condições de ensaio;

NC: Não calculável.

NA: Não analisado. A amostra do ponto P12 não foi considerada por apresentar problemas no teste com *E. lucunter*.

 BAHIA MINERAÇÃO	 CEPEMAR 30 ANOS	PROGRAMA PEDRA DE FERRO PROJETO PORTO SUL F1001-4	
TÍTULO ESTUDO COMPLEMENTAR EIA DO PORTO SUL-ILHÉUS -BA RELATÓRIO CARACTERIZAÇÃO DOS SEDIMENTOS DE ACORDO COM A RESOLUÇÃO CONAMA Nº 344/04	Nº. BAMIN: 022.20.0005	PÁGINA 70/83	
	Nº FORNECEDOR 110504 CPM RT 269/11	REV. B	

Os resultados obtidos pela análise dos testes com *Nitokra* (fração total do sedimento) indicam a presença de toxicidade em todas as estações das Áreas de Dragagem.



Em relação aos testes com *E. lucunter* (elutriato), foi observado baixo potencial de toxicidade das amostras, haja vista que nenhum dos testes apresentou efeito a 50% dos organismos expostos no ensaio (não sendo possível calcular a CE50%), apesar de que em algumas amostras foi observado efeito crônico.

Segundo Carr & Biedenbach (1999), usualmente existe uma considerável variação nos resultados biológicos de teste para teste. Por exemplo, tratamentos com pequenos desvios- padrão (caso observado nestes testes) podem mostrar diferenças significativas do controle quando ocorre uma variação de apenas 5% nos resultados, enquanto em casos em que o desvio-padrão é alto, para ter uma diferença significativa entre duas amostras, pode-se requerer uma variação de até 50% nos dados. Baseados nisso, esses autores desenvolveram o conceito de MDS (mínima diferença significativa) para o teste embriolarval do ouriço *Arbacia punctulata* e observaram que somente os valores 16,4% inferiores ao valor do controle eram biologicamente significativos (95% de confiança). Prósperi (2002) fez o mesmo e observou que para o teste embriolarval do ouriço *Lytechinus variegatus*, somente valores 12% inferiores ao valor do controle eram biologicamente significativos. Segundo esses autores, existe grande chance de haver erros do tipo falso positivo para amostras que são muito semelhantes ao controle.

Com base nas informações obtidas no artigo publicado por Carr & Biedenbach (1999) e Prósperi (2002), decidiu-se aplicar o conceito de MDS aos dados obtidos no presente trabalho e, nesse sentido, devido ao fato de o valor de MDS ainda não ter sido calculado para o ouriço *Echinometra lucunter*, pois uma grande base de dados é necessária para isso, utilizou-se neste estudo o valor de 12% estabelecido para *Lytechinus variegatus*.

Assim, após a análise de variância dos dados e obtenção dos valores de CENO e CEO, aplicou-se o conceito de MDS aos dados das amostras que foram consideradas estatisticamente diferentes do controle, ou seja, que tiveram CEO menor ou igual a 100%.

Aplicando-se o valor de MDS desenvolvido por Prósperi (2002) para *Lytechinus variegatus* aos dados do controle do teste, tem-se como limite abaixo do qual existe efeito tóxico o valor de 79,55% de larvas plúteos normais. Assim, pode-se considerar que, entre as amostras que apresentaram ecotoxicidade, apenas as amostras das estações P23, P29 e P45 a 100% e P32 e P48 na concentração de 10% indicaram efeitos observáveis, e mesmo assim com taxas de sobrevivência acima de 70%, consideradas bastante elevadas.

 BAHIA MINERAÇÃO		PROGRAMA PEDRA DE FERRO PROJETO PORTO SUL F1001-4	
TÍTULO ESTUDO COMPLEMENTAR EIA DO PORTO SUL-ILHÉUS -BA RELATÓRIO CARACTERIZAÇÃO DOS SEDIMENTOS DE ACORDO COM A RESOLUÇÃO CONAMA Nº 344/04	Nº. BAMIN: 022.20.0005	PÁGINA 71/83	
	Nº FORNECEDOR 110504 CPM RT 269/11	REV. B	

Basicamente o que os testes demonstram é que, nos organismos testes que vivem enterrados nos sedimentos e ali se alimentam (*Nitokra*), alguns compostos podem estar causando efeito ecotoxicológico, considerando seu modo de vida e de alimentação e, é claro, a sua sensibilidade.

Já os organismos que vivem na massa d'água (representados pelas larvas do ouriço *E. lucunter*) estariam pouco sujeitos aos efeitos da dragagem, pois não se observou efeito tóxico significativo sobre eles ao promover a mistura de água e sedimento (elutriato).

5.4 ANÁLISES DAS SONDAGENS (SHELBY)



Com o intuito de caracterizar a qualidade dos sedimentos ao longo do perfil geológico que será dragado, foram realizadas as sondagens com amostrador Shelby para obter as amostras de profundidade.

Os laudos sedimentológicos e geoquímicos das amostras encontram-se nos **Anexos II e III**, respectivamente.

Na Tabela 5.4-1 estão apresentados os dados de classificação granulométrica das amostras. O gráfico da Figura 5.4-1 apresenta os teores de lama e areia nas amostras nos diferentes níveis do pacote sedimentar estudado.

Tabela 5.4-1: Teores de lama e areia das amostras coletadas com Shelby (Fonte: LABMAR).

Amostra	Profundidade	Lama (%)	Areia (%)
ARI00003SMA	Topo	90,98	9,02
	Meio	94,93	5,07
	Base	97,35	2,65
ARI00006SMA	Topo	92,48	7,52
	Meio	97,00	3,00
	Base	22,95	77,05
ARI00007SMA	Topo	95,75	4,25
	Meio	95,66	4,34
	Base	97,00	3,00
ARI00101SMA	Topo	91,03	8,97
	Meio	94,88	5,12
	Base	97,01	2,99
ARI00024SMA	Topo	94,35	5,65
	Meio	98,53	1,47
	Base	23,53	76,47
ARI00102SMA	Topo	88,92	11,08
	Meio	87,90	12,10
	Base	96,04	3,96
média		86,46	13,54
desvio		23,19	23,19

		PROGRAMA PEDRA DE FERRO PROJETO PORTO SUL F1001-4	
TÍTULO ESTUDO COMPLEMENTAR EIA DO PORTO SUL-ILHÉUS -BA RELATÓRIO		Nº. BAMIN: 022.20.0005	PÁGINA 72/83
CARACTERIZAÇÃO DOS SEDIMENTOS DE ACORDO COM A RESOLUÇÃO CONAMA Nº 344/04		Nº FORNECEDOR 110504 CPM RT 269/11	REV. B

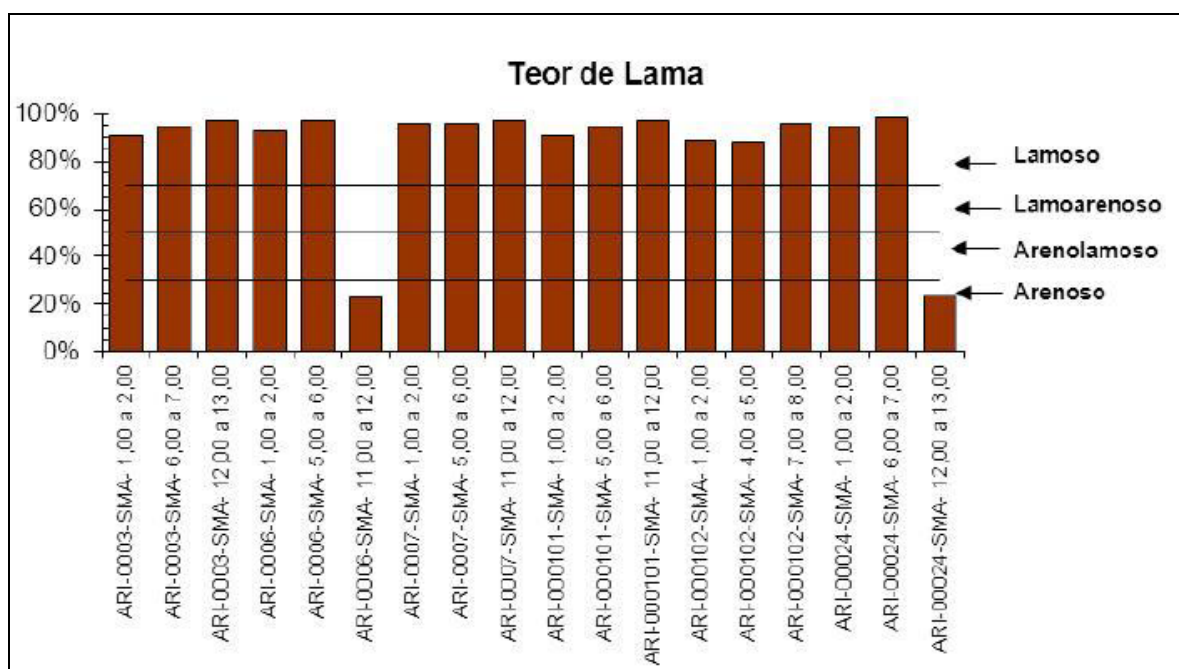




Figura 5.4-1: Teor de lama (%) nos perfis do pacote sedimentar da área de dragagem.

Os resultados apresentados acima reforçam a presença de lama na maior parte das amostras analisadas. Contudo, na base das amostras ARI00006SMA e ARI00024SMA observou-se a presença de um pacote de sedimentos composto por areia média/grossa com fragmentos de material carbonático. Essa tendência era esperada, pois, ao observar os laudos geotécnicos (**Anexo V**), verifica-se nitidamente a presença desse depósito entre 12 e 15,5m de profundidade. Como a proposta do projeto é escavar até encontrar essa camada de sedimentos mais grossos para suportar a estrutura do enrocamento, não se espera que esse material venha a ser dragado. Portanto, o material de interesse para classificação é o que está imediatamente acima dessa camada e composto essencialmente por lama.

A caracterização geoquímica dos sedimentos ao longo dos perfis sedimentares (Tabela 5.4-2 e Figura 5.4-2) permitiu evidenciar uma distribuição senão homogênea, sem uma tendência evidente. Comparando com as concentrações observadas na primeira etapa dos estudos (realizada em 2011), os valores de maneira geral foram muito próximos, à exceção do Al, Cd, Cr, Ni e dos nutrientes (COT, N e P) que se apresentaram mais enriquecidos nessa segunda etapa do levantamento. Esse comportamento pode ser explicado em parte pelas características dos sedimentos que mostraram um percentual maior de lama na sua composição, o que favorece esse processo de enriquecimento. Contudo, os parâmetros Cd e Ni apresentaram comportamento anômalo, principalmente se comparados aos resultados anteriores, e, apesar de os critérios de qualidade

 BAHIA MINERAÇÃO	 CEPEMAR 30 ANOS	PROGRAMA PEDRA DE FERRO PROJETO PORTO SUL F1001-4	
TÍTULO ESTUDO COMPLEMENTAR EIA DO PORTO SUL-ILHÉUS -BA RELATÓRIO CARACTERIZAÇÃO DOS SEDIMENTOS DE ACORDO COM A RESOLUÇÃO CONAMA Nº 344/04	Nº. BAMIN: 022.20.0005	PÁGINA 73/83	
	Nº FORNECEDOR 110504 CPM RT 269/11	REV. B	

analítica terem sido observados, problemas nas análises não podem ser descartados.

Os parâmetros que apresentaram concentrações fora dos limites da CONAMA 344-04 (Nível 1) foram o As, Cd, Cr e Ni. O As manteve a mesma tendência da primeira amostragem, enquanto o Cd, o Cr e o Ni apresentaram um enriquecimento associado ao aumento do teor de lama, porém acima do esperado.

Em relação à distribuição vertical, que foi o objetivo deste estudo complementar, não se observou tendência alguma de enriquecimento dos parâmetros caracterizados ao longo do perfil.

Mais uma vez não foram detectadas concentrações de Hidrocarbonetos, Pesticidas e PCBs nos sedimentos da região.

TÍTULO ESTUDO COMPLEMENTAR EIA DO PORTO SUL-ILHÉUS -BA RELATÓRIO CARACTERIZAÇÃO DOS SEDIMENTOS DE ACORDO COM A RESOLUÇÃO CONAMA Nº 344/04	Nº. BAMIN: 022.20.0005	PÁGINA 74/83
	Nº FORNECEDOR 110504 CPM RT 269/11	REV. B

Tabela 5.4-2: Resultados analíticos provenientes das amostras coletadas com Shelby (Fonte: INNOLAB).

Pontos	Profundidade	Al	As	Cd	Pb	Cu	Cr	Fe	Mn	Hg	Ni	Zn	COT	N	P
ARI00003SMA	Topo	22868	22	1,1	7	6,8	103	25542	215	<0,02	45	38	0,93	722,7	1122
	Meio	25253	26	1,1	8	6,3	61	25858	204	<0,05	13	35	0,88	699,4	553
	Base	48542	25	1,4	9	9,2	150	37868	238	<0,05	72	42	1,05	716,8	699
ARI00006SMA	Topo	26852	27	1,1	7	6,3	58	28644	238	0,09	14	40	0,89	564,9	454
	Meio	32644	26	1,2	10	6,7	60	30851	223	<0,05	13	39	0,92	573,8	541
	Base	28044	18	0,8	5	4	87	21615	123	0,07	41	21	0,96	338,5	746
ARI00007SMA	Topo	29738	26	1,2	7	6,6	86	31068	231	<0,02	31	41	3,15	748,8	501
	Meio	40724	27	1,2	8	7,6	84	34389	229	<0,05	28	39	0,84	651,1	611
	Base	50025	26	1,3	10	7,7	75	38138	222	<0,05	17	40	0,92	656	704
ARI00101SMA	Topo	26062	22	1	5	5,3	68	28531	194	<0,02	23	34	0,94	568,4	437
	Meio	29434	25	1,1	6	5,7	60	29555	195	<0,02	16	32	0,60	582	536
	Base	46870	26	1,4	10	8,1	82	36452	229	<0,02	23	40	0,90	778,1	715
ARI00102SMA	Topo	27261	22	1,1	5	5,7	57	29452	199	<0,02	13	36	0,83	618,2	501
	Meio	26201	24	1	5	6,4	62	27608	195	<0,02	12	31	0,99	468,9	458
	Base	36412	20	1,1	7	6,9	64,8	32126	215	<0,02	14	34	0,61	680,7	621
ARI00024SMA	Topo	28748	18	1,1	6	5,7	59,8	29669	193	<0,05	15	34	0,53	728,1	477
	Meio	30758	23	1	6	6	64	29490	187	<0,02	17	34	0,70	656	527
	Base	30854	23	0,9	5	3,8	60	26458	114	0,05	22	20	2,29	435,9	775
CONAMA 344 - NÍVEL 1*		-	8,2	1,2	46,7	34	81	-	-	0,15	20,9	150	-	-	-
CONAMA 344 - NÍVEL 2**		-	70	9,6	218	270	370	-	-	0,71	51,6	410	-	-	-
CONAMA 344 - Alerta		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10	4800	2000
Média		32627,2	23,7	1,1	7,0	6,4	74,5	30184,1	202,4	0,07	23,8	35,0	1,05	621,6	609,9
Desvio		8388,0	2,9	0,2	1,8	1,3	23,0	4374,2	34,8	0,02	15,4	6,2	0,64	116,8	167,1

Resultados expressos em mg/kg, exceto para o COT, em (%).

*Nível 01: limiar abaixo do qual se prevê baixa probabilidade de efeitos adversos à biota (superior ao nível 1 em verde claro).



**Nível 02: limiar acima do qual se prevê um provável efeito adverso à biota (superior ao nível 2 em verde escuro).

TÍTULO ESTUDO COMPLEMENTAR EIA DO PORTO SUL-ILHÉUS -BA RELATÓRIO CARACTERIZAÇÃO DOS SEDIMENTOS DE ACORDO COM A RESOLUÇÃO CONAMA Nº 344/04	Nº. BAMIN: 022.20.0005	PÁGINA 75/83
	Nº FORNECEDOR 110504 CPM RT 269/11	REV. B

Tabela 5.4-3: Comparação entre os valores médios observados nas amostras coletadas em 2011 (superficiais e corers) e em 2012 (sondagens Shelby).

ESTUDOS		PARÂMETROS													
		Al	As	Cd	Pb	Cu	Cr	Fe	Mn	Hg	Ni	Zn	COT	N	P
2011	Sup.	1,7	22,4	0,7	9,5	6,2	35,1	2,3	204,1	0,04	9,2	30,6	0,37	339,1	277,9
2012	Topo	2,69	22,8	1,1	6,2	6,1	72,0	2,9	211,7	0,04	23,5	37,2	1,21	658,5	582,0
	Meio	3,08	25,2	1,1	7,2	6,5	65,2	2,9	205,5	0,04	16,5	35,0	0,82	605,2	537,7
	Base	4,01	23,0	1,2	7,7	6,6	86,5	3,2	190,2	0,04	31,5	32,8	1,12	601,0	710,0

*Valores em mg/kg, exceto para COT, Ferro e Alumínio, em %.

 BAHIA MINERAÇÃO		PROGRAMA PEDRA DE FERRO PROJETO PORTO SUL F1001-4	
TÍTULO ESTUDO COMPLEMENTAR EIA DO PORTO SUL-ILHÉUS -BA RELATÓRIO CARACTERIZAÇÃO DOS SEDIMENTOS DE ACORDO COM A RESOLUÇÃO CONAMA N° 344/04	Nº. BAMIN: 022.20.0005	PÁGINA 76/83	
	Nº FORNECEDOR 110504 CPM RT 269/11	REV. B	



6.0 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A caracterização geoquímica dos sedimentos das áreas de dragagem do Porto Sul não indicou a presença de contaminantes em concentrações preocupantes. A exceção foi o Arsênio, mas, conforme demonstrado pelas referências apresentadas, as concentrações encontradas indicam um provável enriquecimento natural.

Em geral, as maiores concentrações de metais e nutrientes foram observadas nas áreas dos canais sul e norte, em profundidades superiores a 20 m. Nessas áreas foram observados também os maiores teores de material fino (lama). Cabe salientar que nessas áreas os volumes dragados são baixos devido à maior profundidade natural.

Não foi observada contaminação nos sedimentos por hidrocarbonetos, pesticidas e PCBs.

Por fim, com base nos testes de toxicidade, pode-se concluir que os compostos com potencial toxicológico estão fortemente ligados aos sedimentos e, no caso de mudanças nas condições ambientais provocadas pela remobilização dos sedimentos do fundo do mar, esses compostos apresentam baixa biodisponibilidade.

 BAHIA MINERAÇÃO		PROGRAMA PEDRA DE FERRO PROJETO PORTO SUL F1001-4	
TÍTULO ESTUDO COMPLEMENTAR EIA DO PORTO SUL-ILHÉUS -BA RELATÓRIO CARACTERIZAÇÃO DOS SEDIMENTOS DE ACORDO COM A RESOLUÇÃO CONAMA Nº 344/04	Nº. BAMIN: 022.20.0005	PÁGINA 77/83	
	Nº FORNECEDOR 110504 CPM RT 269/11	REV. B	

7.0 EQUIPE TÉCNICA

◆ *CEPEMAR MEIO AMBIENTE*

Profissional	Marcelo Poças Travassos, Oceanógrafo, M.Sc.
Responsabilidade	Gerente do Projeto e Revisor do Relatório
Conselho de Classe	AOCEANO 683

Profissional	Gisele Christina Tôso Kruger, MSc.
Responsabilidade	Geoquímica
Conselho de Classe	CRBio 38.100/02

◆ *LABORATÓRIOS*

Laboratório	INNOLAB do Brasil
Responsabilidade	Análises Químicas

Laboratório	APLYSIA
Responsabilidade	Análises Toxicológicas

Laboratório	LABMAR
Responsabilidade	Análises Granulométricas