



# PLANO BÁSICO AMBIENTAL PORTO SUL

ELABORAÇÃO DO PLANO BÁSICO AMBIENTAL DO  
PORTO SUL E DOS ESTUDOS COMPLEMENTARES  
NECESSÁRIOS À SOLICITAÇÃO DA SUA LICENÇA  
DE IMPLANTAÇÃO

PROGRAMA DE CONTROLE DE PROCESSOS EROSIVOS  
E ASSOREAMENTO

PORTO SUL  
PROGRAMA BÁSICO AMBIENTAL - PBA  
PROGRAMA DE CONTROLE DE PROCESSOS EROSIVOS E  
ASSOAREAMENTO

Abril de 2014

SUMÁRIO

<b>APRESENTAÇÃO .....</b>	<b>4</b>
<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>5</b>
1.1 CARACTERIZAÇÃO DO EMPREENDIMENTO.....	6
1.2 DESCRIÇÃO DO PROGRAMA .....	8
1.3 JUSTIFICATIVA .....	9
<b>2. OBJETIVOS.....</b>	<b>10</b>
2.1 OBJETIVO GERAL .....	10
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	10
<b>3. METAS.....</b>	<b>10</b>
<b>4. METODOLOGIA .....</b>	<b>11</b>
4.1 CARACTERIZAÇÃO DO EMPREENDIMENTO.....	11
4.2 CARACTERIZAÇÃO AMBIENTAL .....	15
4.3 PRINCIPAIS INTERVENÇÕES E IMPACTOS .....	16
4.3.1 <u>Intervenções previstas</u> .....	17
4.3.2 <u>Impactos Previstos no EIA/RIMA</u> .....	24
4.4 PROCESSOS EROSIVOS.....	29
4.4.1 <u>Erosão em Terrenos Desnudados</u> .....	30
4.4.2 <u>Erosão em Taludes de Corte e Aterro</u> .....	31
4.4.3 <u>Drenagem de Águas Pluviais e Assoreamento</u> .....	31
4.4.4 <u>Caracterização dos Processos Erosivos das Obras do Porto Sul</u> .....	32
<b>5. IDENTIFICAÇÃO E MAPEAMENTO DE PONTOS VULNERÁVEIS .....</b>	<b>35</b>
<b>6. CONTROLE DOS PROCESSOS EROSIVOS .....</b>	<b>36</b>
6.1 ESTABILIZAÇÃO E PROTEÇÃO DOS TALUDES DE CORTE E ATERRO ..	37
6.2 CONFORMAÇÃO TOPOGRÁFICA .....	38
6.3 IMPLANTAÇÃO DE SISTEMAS DE DRENAGEM .....	39
6.4 DESTINAÇÃO ADEQUADA DO MATERIAL DE BOTA-FORA .....	41
6.5 DESATIVAÇÃO DO CANTEIRO DE OBRAS .....	42
6.6 RECOMPOSIÇÃO DA COBERTURA VEGETAL .....	42
<b>7. MONITORAMENTO DE PROCESSOS EROSIVOS .....</b>	<b>43</b>
7.1 MEDIDAS CORRETIVAS .....	47
<b>8. INDICADORES .....</b>	<b>47</b>
<b>9. LEGISLAÇÃO APLICÁVEL.....</b>	<b>47</b>

<b>10. CRONOGRAMA FÍSICO.....</b>	<b>48</b>
<b>11. MEDIDAS MITIGADORAS RELACIONADAS .....</b>	<b>49</b>
<b>12. INTERRELAÇÃO COM OUTROS PROGRAMAS .....</b>	<b>50</b>
<b>13. EQUIPE TÉCNICA .....</b>	<b>51</b>
<b>14. RESPONSÁVEL PELA ELABORAÇÃO DO PROGRAMA .....</b>	<b>52</b>
<b>15. RESPONSÁVEL PELA EXECUÇÃO DO PROGRAMA.....</b>	<b>52</b>
<b>16. REFERÊNCIAS.....</b>	<b>52</b>

## ANEXOS

Anexo 1 – Cadastro Técnico Federal – CTF IBAMA

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1.1 -	Localização do Porto Sul .....	6
Figura 1.2 -	Empreendimento Objeto de Licença de Implantação .....	7
Figura 4.1 -	Layout do Complexo portuário no setor do retroporto .....	13
Figura 4.1 -	Conformação do pátio de estocagem de minério na configuração de final de projeto para 100Mtpa.....	13
Figura 4.3 -	Configuração das instalações administrativas.....	14
Figura 4.4 -	Localização de Canteiros e área de Boto-fora das obras do Porto Sul.....	14
Figura 4.5 -	Layout geral da área.....	17
Figura 4.6 -	Delimitação das sub-bacias hidrográficas que drenam a área do Porto. ....	22
Figura 4.7 -	Acessos Internos e Caracterização do Novo Traçado da BA 001 .....	23
Figura 4.8 -	Layout do sistema ferroviário, mostrando em vermelho os pontos de ocorrência de solos moles onde será necessário reforço com estaca de brita e estacas metálicas.....	24
Figura 4.9 -	Fotografia mostrando erosão do talude por escoamento concentrado, formando ravinas e cone de dejeção de sedimentos .....	30
Figura 4.10 -	Fotografia mostrando erosão de talude por remoção de massa com movimento rápido tipo deslizamento .....	30
Figura 4.11 -	Cicatrizes de erosão em um talude de corte de estrada .....	31
Figura 4.12 -	Formação de ravinas em processo de erosão por escoamento concentrado .....	31
Figura 4.13 -	Talude de aterro com material desagregado desprotegido, susceptível a erosão .....	32
Figura 4.14 -	Erosão em talude de corte protegido por canaleta de drenagem.....	32
Figura 4.15 -	Pluviometria média mensal em Ilhéus .....	34
Figura 6.1 -	Configuração da bacia de decantação e do reservatório .....	40
Figura 6.2 -	Extrato do Balanço Hídrico mensal em Ilhéus .....	43
Figura 6.3 -	Balanço do déficit e excedente Hídrico em Ilhéus .....	43
Figura 7.1 -	Foto ou imagem do ponto final da bacia da vertente oeste .....	46

## LISTA DE QUADROS

Quadro 3.1 - Metas do Programa de Controle de Processos Erosivos e Assoreamento .....	11
Quadro 4.1 - Quantitativos de obras previstas. ....	19
Quadro 10.1 - Cronograma Físico de Execução do Programa de Controle de Processos Erosivos e Assoreamento– Fase de Pré-Implantação do Empreendimento .....	48
Quadro 10.2 - Cronograma Físico de Execução do Programa de Controle de Processos Erosivos e Assoreamento– Fase de Implantação do Empreendimento .....	49
Quadro 10.3 - Cronograma Físico de Execução do Programa de Controle de Processos Erosivos e Assoreamento– Fase de Operação do Empreendimento.....	49
Quadro 13.1 - Perfil da Equipe Técnica do Programa de Processos Erosivos e Assoreamento .	51

## APRESENTAÇÃO

Os Programas que constituem o Plano Básico Ambiental – PBA do Porto Sul são apresentados em conformidade com a Licença Prévia Ibama nº. 447/2012. São abordados, no âmbito do PBA, 38 Programas listados a seguir:

- 1 Programa Ambiental para a Construção
- 2 Programa Compensatório de Plantio
- 3 Programa de Adequação da Infraestrutura das Comunidades do Entorno do Empreendimento
- 4 Programa de Afugentamento e Resgate da Fauna Terrestre
- 5 Programa de Apoio à Contratação e Mão de Obra Local
- 6 Programa de Apoio ao Empreendedorismo
- 7 Programa de Auditoria Ambiental
- 8 Programa de Capacitação da Mão de Obra Local
- 9 Programa de Compensação Ambiental
- 10 Programa de Compensação da Atividade Pesqueira
- 11 Programa de Comunicação e Interação Social
- 12 Programa de Controle de Erosão e Assoreamento**
- 13 Programa de Educação Ambiental
- 14 Programa de Emergência Individual (PEI)
- 15 Programa de Gerenciamento de Efluentes
- 16 Programa de Gerenciamento de Resíduos Sólidos (PGRS)
- 17 Programa de Gerenciamento de Riscos (PGR)
- 18 Programa de Gestão Ambiental (PGA)
- 19 Programa de Gestão e Monitoramento da Linha de Costa
- 20 Programa de Implantação dos Sistemas Locais de Habitação e Planos Locais de Habitação
- 21 Programa de Mitigação das Interferências no Sistema Viário
- 22 Programa de Monitoramento da Atividade Pesqueira
- 23 Programa de Monitoramento da Batimetria
- 24 Programa de Monitoramento da Biota Aquática
- 25 Programa de Monitoramento da Fauna Terrestre
- 26 Programa de Monitoramento da Qualidade do Ar
- 27 Programa de Monitoramento das Águas e Sedimentos
- 28 Programa de Monitoramento de Flora
- 29 Programa de Monitoramento de Ruídos e Vibrações
- 30 Programa de Prevenção à Exploração Sexual
- 31 Programa de Prospecção e Resgate Arqueológico e Educação Patrimonial
- 32 Programa de Reassentamento e Desapropriação
- 33 Programa de Recuperação de Áreas Degradadas (PRAD)
- 34 Programa de Reorientação da Atividade Turística no Litoral Norte
- 35 Programa de Reposição da Vegetação de Nascentes, Matas Ciliares e Manguezais
- 36 Programa de Resgate de Flora
- 37 Programa de Valorização da Cultura
- 38 Programa de Verificação e Gerenciamento da Água de Lastro dos Navios

## 1. INTRODUÇÃO

As obras do Porto Sul irão demandar a execução de extensas áreas planas para descarga e armazenamento de minério, construção das estruturas dos terminais de carga e de vias de acesso com baixa declividade, sobretudo no modal ferroviário. Para essas obras serão necessários serviços de terraplanagem e a movimentação de grandes volumes de terras.

Obras civis que envolvem interferências em grandes áreas e com mobilização de materiais construtivos quebram o equilíbrio natural das vertentes, causando alterações significativas na superfície do terreno, nos índices de infiltração e nas condições de escoamento.

A erosão que se instala nos terrenos alterados em sua conformação natural é um processo de evolução do relevo para uma condição mais estável, cuja intensidade estará relacionada ao grau de desequilíbrio estabelecido pela ação antrópica e influenciada por diversos fatores tais como: relevo, litologia, solos, cobertura vegetal, declividade dos terrenos, regime das precipitações, dentre outros.

O estabelecimento do novo equilíbrio do relevo ocorre a partir de fenômenos de redistribuição de massa das formações superficiais, com processos de erosão, transporte e deposição de sedimentos.

O PCPEA abrange as obras para construção do Terminal Privativo Aritaguá, do Porto Público e das vias de acesso nos modais rodoviário e ferroviário, além da interligação com a estrutura *offshore*.

O cronograma das obras estabelece um prazo total de 54 meses para a conclusão das obras do Complexo Portuário, sendo previstos 36 meses para as obras do Porto Público e 48 meses para as obras da BAMIN, incluindo as intervenções de apoio necessárias a execução das obras tais como canteiro, vias de circulação e de acesso, áreas de bota-fora e de estoque de materiais, bem como todas as áreas onde estão previstas intervenções de ordem física e que deixam a superfície dos terrenos vulneráveis ao desenvolvimento de processos erosivos.

Tendo por base os estudos ambientais de licenciamento, o Plano apresenta uma síntese da qualidade ambiental, importante na caracterização do estágio atual de conservação da área de influência da obra, como também os impactos e as medidas relacionadas a processos erosivos.

Além das ações para redução do risco de erosão e assoreamento associado às obras e acompanhamento dos processos erosivos e de assoreamento na área de influência do empreendimento são abordados também os mecanismos de erosão que podem comprometer a estabilidade das estruturas, especialmente nos trechos de taludes de corte e aterro, que deve ser cuidadosamente observado durante as obras e nos primeiros anos de operação.

O Plano está articulado com outros Planos/Programas apresentados nos Estudos Ambientais para licenciamento da obra, considerando também os impactos identificados e medidas mitigadoras previstas.

O Plano estabelece objetivos específicos, ações de monitoramento e metas a serem alcançadas, bem como os indicadores que servirão para aferição dos resultados esperados.

## 1.1 CARACTERIZAÇÃO DO EMPREENDIMENTO

O Porto Sul é um empreendimento concebido no Planejamento Estratégico do Estado da Bahia e corresponde ao Porto ligado à Ferrovia de Integração Oeste-Leste no Oceano Atlântico. Esta Ferrovia articula este porto marítimo com as regiões produtivas do oeste da Bahia e o Brasil Central. Seus objetivos estruturantes são:

- Reverter o processo de concentração da economia estadual na RMS;
- Reinsere o Estado no mercado nacional e global;
- Rearticular o Estado com seu próprio território;
- Reverter a atual dinâmica de decadência econômica vivida pela região a partir da crise do cacau.

O empreendimento se localiza na Costa Leste do Brasil, no litoral norte do município de Ilhéus-BA, entre as localidades de Aritaguá e Sambaituba, nas proximidades com o rio Almada. A **Figura 1.1** mostra a localização do empreendimento.

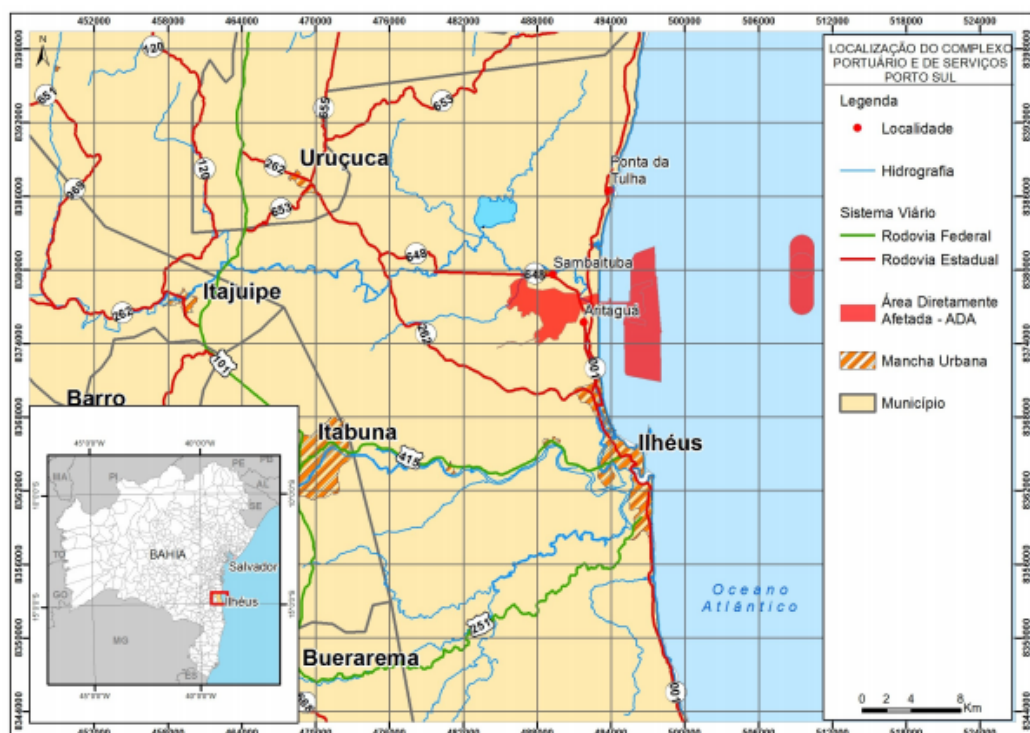


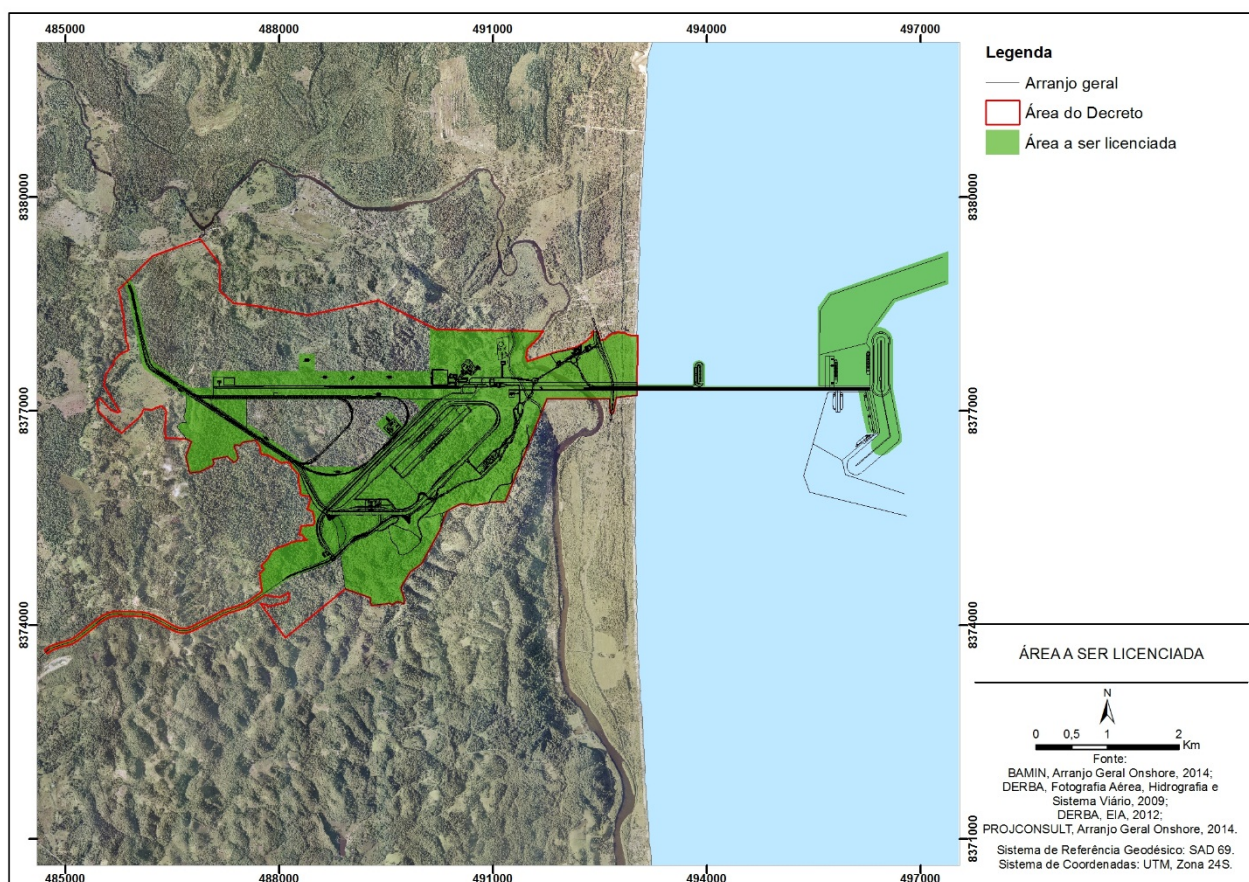
Figura 1.1 -Localização do Porto Sul

Diversos estudos foram realizados durante o processo de obtenção de Licença Prévia. Todos estes estudos foram realizados ponderando de forma integrada as repercussões da implantação e operação do Porto Sul, que inclui um Porto Público e o Terminal Privado da Bahia Mineração. Este processo culminou com a emissão da Licença Prévia nº. 447/12 por parte do IBAMA, em 14 de novembro de 2012.

Nesta nova etapa do processo do licenciamento (Licença de Implantação) estão sendo consideradas as seguintes estruturas para funcionamento geral do Porto e do Terminal Privado da BAMIN:

- acessos rodoviários e ferroviários ao porto, áreas comuns ao Porto Público e a BAMIN;
- parte dos acessos rodoviários e ferroviários internos ao Porto Público;
- seções da ponte marítima para atendimento ao terminal da BAMIN e do Porto Público;
- parte do quebra-mar para atendimento ao terminal da BAMIN e do Porto Público;
- berço para embarque de minério e dois berços para graneis associados ao Porto Público;
- berço para embarque do minério da BAMIN;
- dragagem associada ao canal de acesso e ao lado norte do quebra-mar;
- corredor central de serviços;
- estacionamento de caminhões;
- aduana;
- estações de tratamento de água e efluentes líquidos e central de resíduos;
- pedreira;
- píer provisório;
- canteiros de obras; e
- estruturaretroportuária e *offshore* do terminal da BAMIN.

A **Figura 1.2** mostra em verde a área objeto da Licença de Implantação.



**Figura 1.2- Empreendimento Objeto de Licença de Implantação**



Estas estruturas estão detalhadas no Volume 1 deste documento, que apresenta o projeto ora em Licenciamento de Implantação.

Todas as demais estruturas, associadas à operação das cargas a serem movimentadas pelo Porto Público, consideradas no processo das Licença Prévia, deverão ser objeto de licenciamento específico.

## 1.2 DESCRIÇÃO DO PROGRAMA

O Plano de Controle de Processos Erosivos e Assoreamento das Obras do Porto Sul apresenta ações preventivas e corretivas destinadas a promover o controle dos processos erosivos decorrentes das intervenções, em especial nas áreas de taludes de cortes e aterros, trechos com extensas superfícies desnudadas e sistema de drenagem de águas pluviais, a princípios, pontos de maior susceptibilidade a erosão em obras com grandes volumes de movimentação de terras.

O Programa está orientado para prevenir o surgimento e instalação de processos erosivos bem como remediar processos que venham a se instalar em função das obras, promovendo a estabilidade dos terrenos. Para tanto, está baseado em procedimentos operacionais de inspeção, recomendações técnicas, ações de acompanhamento e monitoramento, além de medidas corretivas, caso necessárias.

Os Estudos Ambientais para licenciamento caracterizam que, com a execução das obras do empreendimento, haverá exposição de solos desagregados e preparação de cortes e aterros. Parte dos terrenos a serem ocupados pelo projeto são inconsolidados, o que propicia o risco de ocorrência de processos erosivos e deslizamentos, caso não sejam adotadas medidas adequadas de estabilização dos taludes, definindo também que os processos erosivos podem ocorrer em se dar em áreas de bota-fora de material estéril e em áreas de empréstimo de materiais.

Os estudos ambientais caracterizaram também que o conjunto de intervenções pode promover a redução da capacidade de infiltração das águas, gerando possíveis aumentos do escoamento superficial, o que por sua vez intensifica os riscos de desenvolvimento de processos erosivos e assoreamento de mananciais.

Os estudos ambientais estabelecem como prováveis impactos relacionados:

- Aumento temporário dos níveis de material particulado em mananciais continentais
- Risco de desenvolvimento de processos erosivos e deslizamento de terras
- Risco de assoreamento de mananciais
- Compactação de solos com redução da permeabilidade
- Risco de desenvolvimento de processos erosivos lentos e rápidos

Desta forma, avaliados os efeitos adversos destas intervenções sobre o ambiente, foi indicado nos Estudos Ambientais a elaboração de um Programa de Controle de Erosão e Assoreamento.

Este Plano, portanto, contempla a proposições de medidas mitigadoras e de acompanhamento, medidas estas que se traduzem em um conjunto de orientações técnicas e condicionantes a serem implementados durante as obras de construção e posterior operação, reduzindo assim as situações de risco de ocorrência de processos erosivos. A orientação metodológica procura estabelecer critérios para identificação de processos deflagradores de erosões e de

assoreamentos nas áreas de maior vulnerabilidade, propondo medidas de prevenção/monitoramento aplicáveis as fases de implantação e posterior operação do empreendimento.

Considerando os altos índices pluviométricos e que as obras envolvem intervenções em grandes extensões de terras, a principal preocupação deve ser com o disciplinamento das águas de escoamento pluvial: sua adequada interceptação, condução e restituição à drenagem natural, desde quando a água é o principal agente de erosão dos solos.

### 1.3 JUSTIFICATIVA

A ocorrência de processo erosivos lineares acelerados em função da fragilidade temporária dos solos e ausência de vegetação, podem gerar instabilidade nos terrenos, com riscos de danos às estruturas, além de riscos de acidentes com pessoas e equipamentos.

As atividades de implantação do Porto demandarão a remoção da cobertura vegetal, adequação da topografia, preparação de fundações, alterações nos padrões de drenagem, dentre outras atividades que têm o potencial de gerar uma quantidade expressiva de solos desagregados e expostos a ação erosiva das chuvas e do conseqüente escoamento superficial.

A ocorrência de chuvas torrenciais durante as obras, como é típico na região de Ilhéus, pode ocasionar a erosão e transporte de sedimentos em suspensão, provocando alterações na qualidade das águas dos mananciais hídricos. Estas alterações de natureza física dizem respeito basicamente à elevação da turbidez, cor aparente e sólidos sedimentáveis, que podem comprometer temporariamente os usos das águas. Este aporte será particularmente relevante nas fases de supressão da cobertura vegetal e das atividades de terraplenagem.

O conjunto de intervenções reduzirá a capacidade de infiltração dos terrenos e terá como efeito uma alteração no balanço hídrico local, com a redução da infiltração e aumento do escoamento superficial instantâneo, gerando possíveis aumentos dos picos de cheias, o que por sua vez intensifica os riscos de desenvolvimento de processos erosivos com carreamento de sedimentos para os mananciais hídricos superficiais.

Ao atingir áreas de baixa velocidade e de baixa energia de transporte, haverá a tendência de precipitação do sedimento mais grosseiro, gerando assoreamento do leito com conseqüências sobre a biota aquática.

Prevendo a possibilidade de ocorrência destes impactos, os estudos Ambientais de licenciamento indicaram a execução deste Plano para o controle dos processos erosivos e de assoreamento durante as obras e na fase subsequente de operação, enquanto os terrenos estão instáveis e desprotegidos da ação das chuvas.

O Plano se justifica portanto pela necessidade de prevenção ou mitigação desses impactos que podem se ocasionados em função das obras, afetando não somente a integridade das estruturas como o ambiente no seu entorno.

## 2. OBJETIVOS

De maneira geral, o presente programa visa o atendimento ao PBA do Porto Sul conforme descrito nos itens que se seguem, a saber objetivo geral e objetivos específicos.

### 2.1 OBJETIVO GERAL

O Plano de Controle de Processos Erosivos – PCPE tem por objetivo caracterizar e estabelecer ações preventivas e corretivas para controle e mitigação de processos erosivos decorrentes das obras de construção e posterior operação do Terminal Privativo Aritaguá e do Porto Público.

### 2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar e caracterizar as áreas críticas para o desenvolvimento de processos erosivos durante as obras de construção e posterior operação do Porto.
- Propor medidas de conservação dos solos e prevenção de processos erosivos para as fases de implantação e operação do empreendimento.
- Indicar ações e dispositivos para manter a estabilidade dos terrenos e o controle de eventuais processos de erosão.
- Indicar atividades de monitoramento a serem implementadas principalmente durante a execução das obras com vistas a detecção e acompanhamento de processos erosivos, e
- Propor o monitoramento e controle da ocorrência de processos erosivos e de carreamento de sedimentos para os mananciais hídricos.

## 3. METAS

São metas estabelecidas para o Plano de Controle de Processos Erosivos as apresentadas no **Quadro 3-1**, que se segue.

**Quadro 3-1- Metas do Programa de Controle de Processos Erosivos e Assoreamento.**

<b>Metas</b>	<b>Quantidade</b>	<b>Prazo</b>
Reduzir o risco de instabilidade das estruturas do Porto incluindo pátio de estocagem de minério e das vias de acesso nos modais rodoviário e ferroviário	No entorno das estruturas de estocagem e vias dos modais rodoviário e ferroviário.	Ao final do segundo período chuvoso após as obras
Evitar eventuais danos ao meio ambiente decorrentes de processos de erosão e aporte de sedimentos aos mananciais hídricos	Ao longo dos mananciais hídricos superficiais que drenam a ADA	Ao final do segundo período chuvoso após as obras
Estabelecer critérios, rotinas e inspeção e de mapeamento de eventuais riscos geológico-geotécnicos devido a processos erosivos	Em torno do perímetro da obra	Ao final do segundo período chuvoso após as obras
Promover a recomposição e o equilíbrio em áreas de instabilidade devido às obras de construção do Porto, consolidando o recobrimento vegetal das superfícies desnudadas	Em todas as áreas desnudadas e superfícies de corte e aterro	Ao final do segundo período chuvoso após as obras
Garantir uma boa estabilidade das faces de taludes de corte e aterro e o funcionamento adequado do sistema de drenagem de águas pluviais	Em todos os taludes e sistema de drenagem da obra	Ao final do segundo período chuvoso após as obras

Fonte: Elaboração própria, 2014.

## 4. METODOLOGIA

A linha metodológica adotada na elaboração do Plano de Controle de Processos Erosivos e Assoreamento contempla uma sequência de procedimentos definidos a seguir:

- Caracterização do Empreendimento e da qualidade ambiental atual como referência da situação antes do início da obra;
- Conhecimento de todas as atividades inerentes às obras, em especial aquelas com possibilidades de gerar processos erosivos;
- Avaliação dos estudos ambientais, análise dos impactos previstos e medidas mitigadoras propostas;
- Identificação e caracterização dos processos erosivos;
- Apresentação das metodologias de controle dos processos erosivos;
- Ações de monitoramento e definição de Indicadores.

### 4.1 CARACTERIZAÇÃO DO EMPREENDIMENTO

O Porto Sul está localizado a 12 km a norte de sede municipal de Ilhéus, seguindo na direção norte pela estrada BA 001, em uma localidade conhecida como Aritaguá. O Complexo Portuário está projetado para operar com uma capacidade de exportação de 75 Mta, movimentando cargas de minério de ferro, clínquer, soja, farelo de soja e milho, etanol, óleo vegetal, fertilizantes, carvão, produtos siderúrgicos, contêineres e carga geral.

O Complexo Portuário é composto por uma estrutura de atracação *off-shore* com um píer de 300 metros, ligado ao continente por uma ponte marítima de 3,5 km, que garante uma profundidade de

24 metros. O Retroporto, estrutura on-shore do porto, possui uma área total projetada de 1.225 hectares que se estende para oeste em terrenos de altimetria mais elevada em relação à linha de costa.

A ligação do porto off-shore com a área do retroporto será feita por uma ponte sobre o rio Almada com extensão de 400 metros.

O Terminal Privativo Aritaguá de propriedade da Bahia Mineração, parte integrante do Complexo Porto Sul, foi projetado para a movimentação inicial de 20 Mtpa, podendo ser expandido em final de projeto para até 100 Mtpa. Este terminal tem a finalidade de receber, armazenar e embarcar o minério concentrado fino originário de Caetité, que chega ao porto transportado pela Ferrovia de Integração Oeste Leste (FIOL).

O modelo de operação portuária para minério exige grandes áreas contínuas destinadas a pátios de estocagem e para movimentação das máquinas empilhadeiras e recuperadoras conectadas as esteiras transportadoras de carga e descarga, além de extensas áreas para implantação da pera ferroviária e de espaço de manobras dos vagões de minério. O Complexo portuário, em seu arranjo atual demanda de uma área de aproximadamente 1.225 hectares, dos quais são necessários 765 hectares de áreas planas e contínuas para armazenamento de minérios e granéis sólidos.

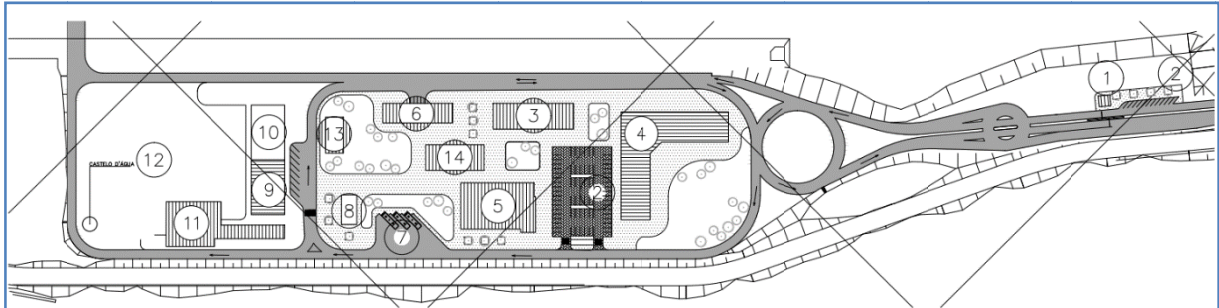
A infraestrutura do Terminal Privativo Aritaguá será composta por uma estação de descarregamento de vagões (virador de vagões), um pátio de estocagem de produtos com as estruturas das máquinas empilhadeiras e recuperadoras, transportadores de correia e o carregador de navios, além de uma oficina de locomotivas e vagões e das instalações administrativas e de apoio.

O Porto Público, também integrante deste Plano, é constituído por uma área de retaguarda onde estarão localizados os terminais para movimentação e armazenamento de cargas, prestação de serviços e onde serão construídas as edificações administrativas e operacionais.

A **Figura 4.1** apresenta o *layout* com a configuração do Complexo portuário, constando as vias de acesso, destacadas as áreas do Porto Público e o Terminal da Bamin, objetos destes PCPEA.



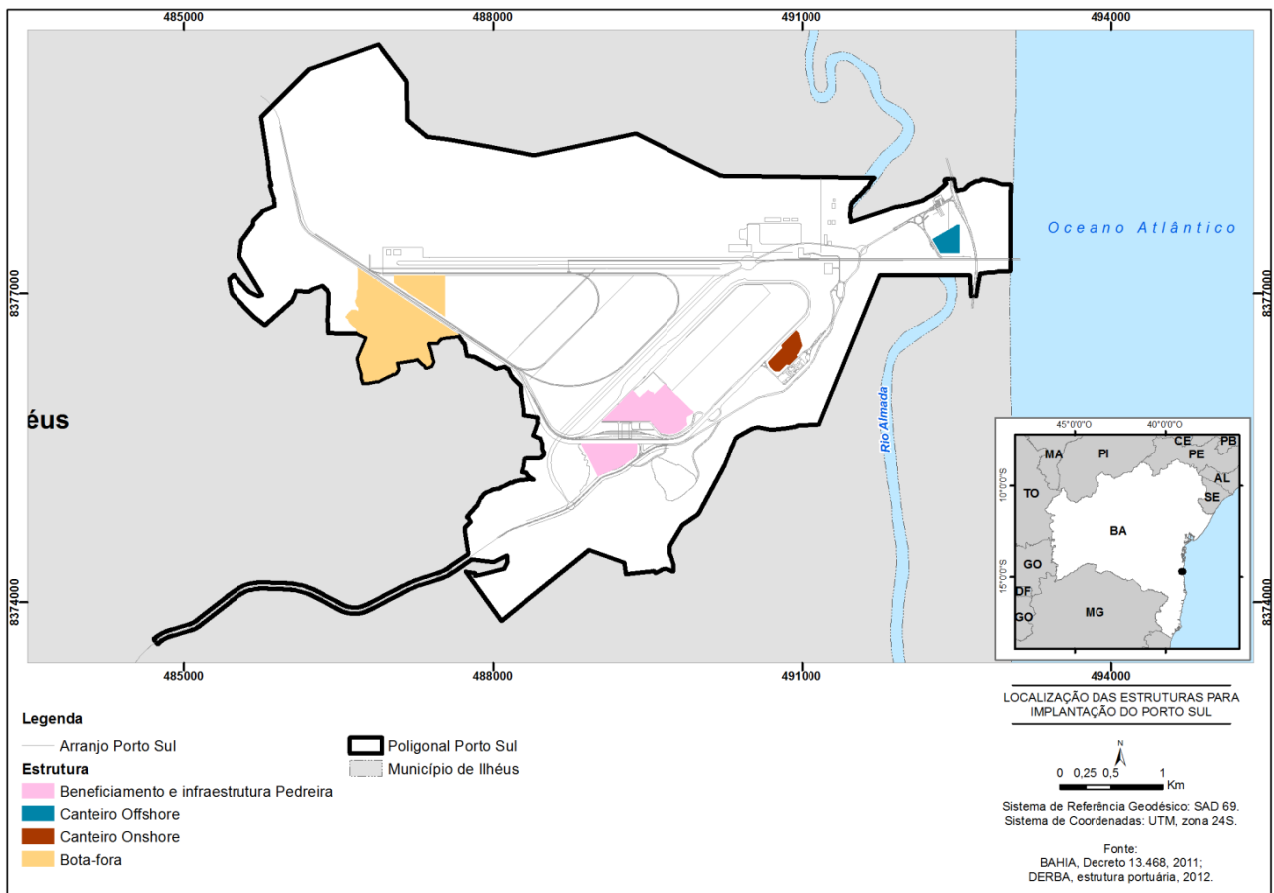
As instalações administrativas foram projetadas com uma área total de 5.207m<sup>2</sup>, apresentando uma configuração conforme **Figura 4.3**.



**Figura 4.3 -Configuração das instalações administrativas**

O total das intervenções no Terminal da Bamim perfaz uma áreas de aproximadamente 120 hectares com 12,89 hectares de canteiros de obra, enquanto que para o Porto Público, a área total é de 57,34 hectares.

Nas intervenções para o Porto Público está prevista a instalação de dois canteiros de obras com área total de 1,78 hectares e uma área para bota-fora de material, localizados conforme **Figura 4.4**.



**Figura 4.4 -Localização de Canteiros e área de Bota-fora das obras do Porto Sul**

## 4.2 CARACTERIZAÇÃO AMBIENTAL

O Porto Sul será implantado a norte da cidade de Ilhéus, em uma localidade conhecida como Aritaguá, no baixo curso do rio Almada.

A região destinada ao Terminal Privativo Aritaguá apresenta uma topografia irregular, com elevações crescentes para leste, a partir do nível do mar, possuindo tanto áreas de solo úmido de ambiente estuarino, sujeitas a alagamentos, como áreas mais elevadas com solo adequado aos serviços de terraplenagem.

Segundo os resultados das investigações geotécnicas, a maior parte do subsolo da região é constituído de argila siltosa de consistência mole e por um silte argiloso com consistência variada. Nas proximidades do rio Almada registra-se a presença de camadas espessas de areia siltosa.

A parte terrestre do Porto (retroporto), onde ficam localizados os terminais de carga e grande parte das estruturas, está projetado em áreas de topografia mais elevada adjacentes à linha de costa, correspondente a unidade geomorfológica dos Tabuleiros pré-litorâneos.

A conexão com a linha de costa e a estrutura *off-shore* do Porto será feita por meio de uma ponte sobre o rio Almada.

O baixo curso do rio Almada se apresenta como uma ampla planície costeira formada pela acumulação de sedimentos de origem marinha e fluviomarina compondo terrenos de topografia plana, em cotas altimétricas pouco metros acima do nível máximo da maré. Corresponde a modelados de acumulação pela ação fluvial e da dinâmica costeira, resultando em acumulações de sedimentos arenosos e lamosos compondo praias, terraços, cordões arenosos, áreas embrejadas, pântanos e mangues, todos associados a biomas específicos.

A planície costeira avança para o interior por mais de dez quilômetros seguindo o curso do rio Almada, que apresenta baixo gradiente, traçado meandrante e baixa energia de transporte. Próximo a linha de costa o rio Almada sofre uma inflexão para sul, seguindo um curso paralelo a linha de costa por mais de catorze quilômetros, desaguando nas proximidades da cidade de Ilhéus

Na margem direita do rio Almada esta planície costeira se mostra estreita, quando o rio Almada sofre uma inflexão para sul, contornando o relevo mais alto dos Tabuleiros, próximos a linha de costa. A área do Porto Sul está localizada nestes terrenos de topografia mais elevada, adjacentes à planície costeira, correspondente a unidade geomorfológica dos Tabuleiros pré-litorâneos.

A maior parte da poligonal que define a área do Porto está situada sobre as rochas sedimentares da Bacia do Almada, associadas a um relevo colinoso com altitudes que chegam a 80 metros acima do nível do mar. Apenas nas porções central e leste da área ocorrem terrenos rebaixados associados a sedimentos quaternários de origem fluvial ou marinha, onde o relevo é bastante plano, com a presença inclusive de áreas úmidas constituídas por brejos - na porção central, manguezais e restingas na porção leste.

A unidade dos Tabuleiros pré-litorâneos compõe um relevo suave ondulado a ondulado com colinas e morros de vertentes de declividade moderada com desníveis da ordem de 30 metros entre o topo e a base com modelado de dissecação nas áreas altas e de acumulação nos fundos de vales. A topografia é movimentada com vertentes suaves e cotas variando de 5 a 80 metros e cota média de 17 metros.



O perfil geotécnico executado na borda leste do pátio de estocagem de minério de ferro sobre litologias da Formação Urucutuca (ritmitos finos com folhelhos, arenitos conglomerados e pelitos) mostra uma camada de argila siltosa recobrimdo material siltico-argiloso em terreno de topografia movimentada. A morfologia da superfície do N.A, apesar da variação textural dos materiais, se apresenta em conformidade com o caimento da topografia.

O escoamento superficial ocorre condicionado por divisores de água bem definidos e em conformidade com a topografia local. A rede de drenagem apresenta um padrão dendrítico com densidade elevada, o que reflete uma baixa permeabilidade dos terrenos. A direção principal de escoamento é leste-oeste no sentido do encontro do rio Itariri, afluente do rio Almada. As calhas fluviais, em sua maioria são bem marcadas e de pequeno porte.

Nesta sub-bacia que faz a drenagem da área do Porto Sul, os talwegues são curtos, com declividade moderada a alta, em solos argilosos e de escoamento rápido. Os vales são de fundo plano e rio com padrão dendrítico com fluxo linear bem definido. Toda a água drenada na bacia do rio Itariri, incluindo a sub-bacia da vertente oeste, deságua na margem direita do rio Almada, a montante da localidade de Urucutuca.

O processo escoamento das águas pluviométricas se mostra confinado e muito controlado pelo relevo, tanto que a drenagem principal ocorre de leste para oeste, contrária a tendência geral oeste-leste da zona costeira, desaguardo na planície do rio Itariri, que por sua vez drena na direção preferencial norte até a confluência com o rio Almada.

Nos Estudos Ambientais para licenciamento, o Diagnóstico Ambiental do Meio Físico, item 1.6 - Recursos Hídricos, apresenta uma análise do escoamento médio na área de construção do Porto, concluindo que vazão específica média é da ordem de 454 mm/ano.

Os argissolos ocupam as partes mais elevadas da topografia, observando-se uma segregação na textura dos mesmos, variando de média/argilosa nas áreas de relevo ondulado para argilosa/muito argilosa nas áreas de relevo suave ondulado. O modelo hidrogeológico conceitual considerou estas áreas como de escoamento predominantemente superficial.

O sítio da obra apresenta em alguns trechos a ocorrência de sedimentos argilosos com constituição geológico-geotécnica de baixa qualidade para as estruturas previstas, sendo necessárias obras de reforço para melhoria da capacidade de suporte e resistência mecânica aos esforços compressivos e a cargas provocadas pelas tensões das fundações.

O nível do lençol freático é alto em toda a região. Na área prevista para o pátio de estocagem o nível médio encontrado está em torno da cota 6,50 m, devendo-se considerar a presença de água mesmo nos períodos de seca, em função do alto índice pluviométrico e da boa distribuição das chuvas durante todo o ano.

#### 4.3 PRINCIPAIS INTERVENÇÕES E IMPACTOS

A seguir são destacadas as principais intervenções previstas nas obras de implantação do Porto Sul, as quais estão relacionadas, direta ou indiretamente, a ocorrência ou desenvolvimento de processos erosivos.

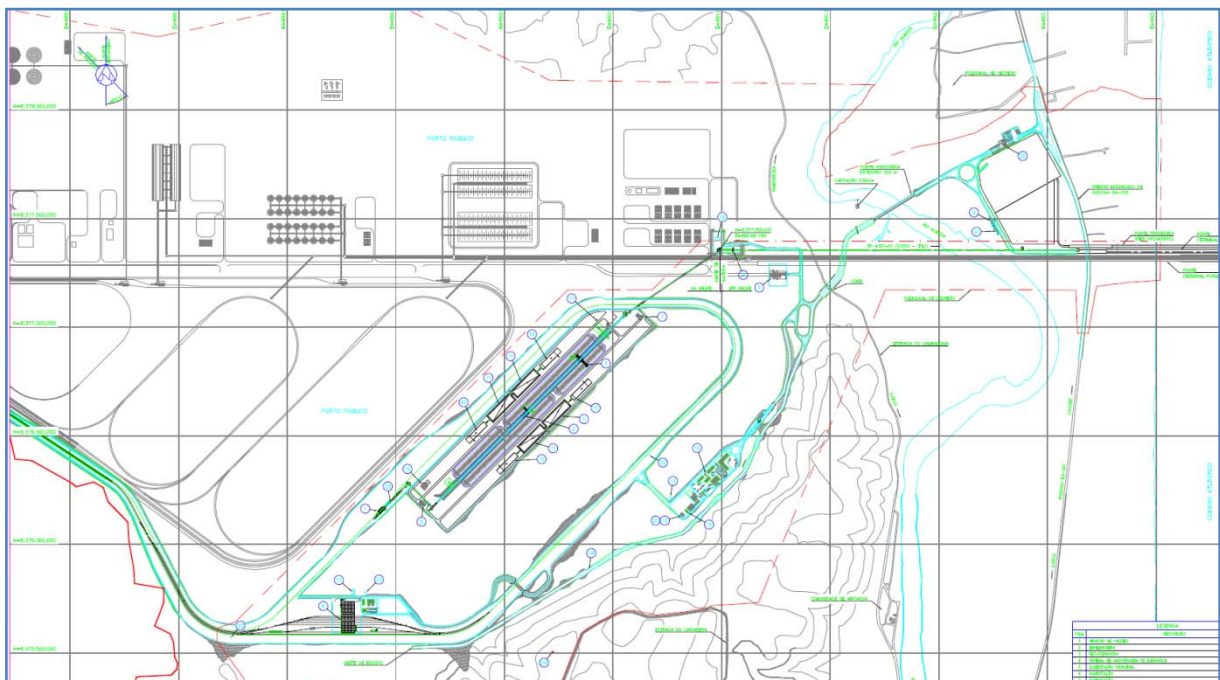
### 4.3.1 Intervenções previstas

As principais intervenções com obras de terraplanagem e pavimentação com modificações das características naturais do solo e possibilidade de desenvolvimento de processos erosivos são:

Estradas de acesso e vias de circulação internas, incluindo:

- Acesso à pedreira Aninga 11,46 ha
- Desvio da BA-001 e Portaria 4,10 ha
- Acesso ao píer 1,61 ha
- Acessos internos 3,81 ha
- Ramal ferroviário 87,88 ha
- Pátio de estocagem de minérios 34,6 ha
- Área de apoio administrativo 1,61 ha
- Ponte sobre o rio Almada 220 metros

O *layout* geral das obras programadas para a primeira etapa é apresentado na **Figura 4.5**.



**Figura 4.5 - Layout geral da área**

Para as obras dos Porto Público, são previstas as seguintes intervenções:

- Áreas de Pátio de Caminhões 0,47 ha
- Acessos Internos 0,25 ha
- Acessos Ferroviários 19,57 ha
- Acessos Rodoviários 33,02 ha
- Canteiros de Obras – *Onshore* 1,93 ha
- Canteiros de Obras – *Offshore* 0,80 ha
- Área da Administração 0,98 ha

Área de Utilidades	0,31 ha
Área da Portaria da Estrada de Acesso	0,16 ha
Área de Combate a Incêndio	0,32 ha

#### 4.3.1.1 Terraplanagem

Conforme estudos geotécnicos todo o solo local é constituído de sedimentos muito moles no caso de argilas e muito fofo no caso das areias. Estas características indicam deformações excessivas caso seja aplicada sobrecarga de aterro e/ou de utilização.

Assim, para todas as áreas onde ocorrerá movimentação de corte e aterro está previsto a remoção de uma faixa média de 40 cm de solo superficial. Para a plataforma ferroviária em aterro será considerado a remoção e substituição do material a uma profundidade de 2,0 metros. Estes serviços são precedidos de atividades preliminares de desmatamento, destocamento e limpeza. Para a determinação das áreas destinadas às operações de limpeza os limites dos “off-sets” foram acrescidos de uma faixa de 5,0 m de distâncias, para permitir os trabalhos de terraplanagem.

As cotas do projeto viário foram estabelecidas em função do balanço entre corte e aterro, e das características geológico-geotécnicas, sendo:

- Cota média para a plataforma da pera ferroviária: 10,0m;
- Cota média da região de estoque das pilhas: 12,00m;
- Cota média para áreas administrativas: 10,0m.

Para o pátio de estocagem, após os serviços de limpeza e remoção da camada superficial, será executada uma camada de brita de 50 cm de espessura e a aplicação de geodrenos nos fundos das grotas.

Materiais de 3ª categorias deverão ser destinados a área de bota-fora. Da mesma forma turfas e argilas orgânicas não poderão ser utilizadas e deveram ser destinadas ao bota-fora.

Antes da execução dos aterros deverá ser implantado dreno de fundo nos talvegues (grotas).

Para se conseguir o índice de segurança à ruptura do solo frente às cargas das pilhas e máquinas conforme especificado em projeto, sobre a camada final do corpo do aterro deverá ser aplicada uma camada de geogrelha com resistência a tração longitudinal de 400kN/m e transversal até 150kN/m.

Os quantitativos das obras de terraplanagem, incluindo escavação, aterro e serviços de proteção de taludes são apresentados no **Quadro 4-1** na seguir:

Quadro 4-1 - Quantitativos de obras previstas

Atividade	Unidade	Quantitativo
Áreas da plataforma	m <sup>2</sup>	1.047.660
Área de desmatamento e limpeza	m <sup>2</sup>	1.475.618
Remoção de solo vegetal	m <sup>3</sup>	655.248
Remoção de solo mole	m <sup>3</sup>	416.184
Escavação em Corte de 1ª Categoria	m <sup>3</sup>	1.800.415
Escavação em Corte de 2ª Categoria	m <sup>3</sup>	553.973
Escavação em Corte de 3ª Categoria	m <sup>3</sup>	415.481
Compactação de Aterro (Geométrico)	m <sup>3</sup>	3.419.696
Total de Aterro (com empolamento de 30%)	m <sup>3</sup>	4.445.605
Empréstimo	m <sup>3</sup>	2.277.764
Volume total de escavação	m <sup>3</sup>	4.684.342
Revestimento de talude grama em placa ou hidrossemeadura	m <sup>3</sup>	392.101
Volume total de Bota-Fora	m <sup>3</sup>	1.135.613
Aplicação de manta tipo bidim para drenagem de talvegue	m <sup>2</sup>	35.490
Aplicação de geodrenos para drenagem de talvegue	m <sup>2</sup>	27.300
Aplicação de brita para drenagem de talvegue	m <sup>2</sup>	13.650
Aplicação de geogrelha	m <sup>2</sup>	216.000

#### 4.3.1.2 Área de bota-fora

Os solos removidos na operação de limpeza e corte com a presença de matéria orgânica, deverão ser estocados nas áreas destinadas ao Bota-fora. O volume estimado de aproximadamente 1.135.613m<sup>3</sup> de solo orgânico, oriundos dos trabalhos de terraplenagem do Terminal Privativo Aritaguá, mais 200.000m<sup>3</sup> de material proveniente da fase inicial do processo de operacionalização das pedreiras deverão ser depositados na área de bota fora, com a possibilidade de serem reutilizados na recuperação de áreas degradadas.

A execução de escavação mecanizada em material de 1ª e 2ª categorias será utilizada na execução do corpo das plataformas em aterro. Materiais de 3ª categorias deverão ser destinados ao bota-fora.

Estima-se que a área destinada ao bota-fora tenha aproximadamente 30 hectares. O material armazenado formará uma pilha com aproximadamente 5,0 m de altura, que será devidamente executada evitando o carreamento de materiais sobre cursos de águas e grotas. Para a escolha do local de bota fora, devem ser considerados fatores como: uso do solo, topografia, recursos hídricos e acesso, minimizando o risco de contaminação ambiental.

Materiais pétreos provenientes de terraplenagem e classificados como de 3º categoria, deverão ser armazenados temporariamente na região da pedreira, ou nas áreas destinadas ao estoque de rocha para a construção do quebra-mar. Este material será classificado e reaproveitado como insumo para as obras de construção do terminal.

#### 4.3.1.3 Obras de contenção

Nas obras das pontes rodoviária e ferroviária, onde estão previstas contenções, o solo será reforçado com geogrelha e sobre esta será aplicado concreto projetado.

Para o encontro da ponte rodoviária sobre o rio Almada e para do viaduto do acesso à oficina de vagões serão utilizadas contenções denominadas Terra Armada, que consiste na aplicação de tiras metálicas de aço galvanizado, durante a execução do aterro, complementado por um paramento externo em concreto.

#### 4.3.1.4 Sistema de drenagem

O sistema de drenagem superficial destinados a interceptar, captar e conduzir as águas pluviais, de forma genérica constitui-se de estruturas de bueiros e canaletas de concreto, sarjetas, descidas d'água e caixas de passagem e dissipadores de energia.

O dimensionamento da seção das canaletas, sarjetas, valetas e canais, foram feito em função de suas características geométricas, área de implúvio, coeficiente de escoamento, coeficiente de rugosidade e segurança do usuário. A canaleta retangular está sendo adotada como solução básica.

Nos locais de interseção do leito dos acessos rodoviários e da ferrovia com os cursos d'água serão instalados bueiros de concreto, de maneira que o curso natural de escoamento da água não seja modificado. A jusante dos bueiros foram previstos canais trapezoidais revestidos em pedra argamassada.

Para o pátio de estocagem de minérios toda a água pluvial e águas provenientes da umidade do minério em repouso serão coletadas superficialmente pelos dispositivos de drenagem localizados nas extremidades do pátio de estocagem, e conduzidas ao sistema de tratamento e efluentes industriais.

Toda água pluvial do pátio e água industrial residual utilizada para abatimento de pó e limpeza será drenada e direcionada para as bacias de decantação, onde serão decantadas em um tanque primário e, por transbordo, direcionadas a um segundo tanque, com a função de armazenamento.

As bacias de decantação estão projetadas de modo a permitir que o material sólido se decante no fundo, possibilitando a retenção do sólido e o envio da água tratada aos reservatórios de acumulação contíguos a elas. Os sólidos decantados na bacia, composto basicamente de minério de ferro, serão retirados por carregadeiras e caminhões e depositados em área de bota fora.

Este sistema permitirá que as águas de escoamento pluvial contendo sólidos e partículas de minérios sejam tratadas e reaproveitadas para uso industrial no próprio Porto bem como para a aspersão das pilhas de minério.

Toda a água proveniente da drenagem offshore será conduzida, por gravidade, por canaletas a uma caixa de decantação localizada próximo ao acesso à ponte.

Na área do Porto Público, serão implantados três sistemas diferentes de coleta e transporte de águas pluviais:

- Sistema Pluvial limpo: este sistema deverá captar e transportar os deflúvios já condicionados para o deságue nos corpos receptores.
- Sistema Segregado: Este sistema será responsável pela captação e transporte das áreas comuns, como vias de circulação viária e ferroviária, as quais deverão ser condicionadas, através de sedimentação, antes de seguir para os corpos receptores.
- Sistema contaminado: neste sistema estarão as redes especiais cujos efluentes seguem para a estação de tratamento ou condicionamento correspondente.

Segundo o projeto, toda a água proveniente do sistema de drenagem segregado, até o limite da vazão gerada pela precipitação máxima de 50 anos de recorrência, será direcionada para a bacia de sedimentação correspondente. Em termos operacionais o procedimento é realizado com o barramento e captação, através de caixas, do trecho final dos canais que recebem toda a contribuição deste sistema de drenagem, e condução das águas através de canal de desvio para as bacias de sedimentação

Os dispositivos de drenagem foram definidos e dimensionados segundo manuais do DNIT, de forma a que se enquadrem dentro das exigências normativas. Consistem em bueiros (celular e circular), canaletas, valetas de proteção de berma de corte / saia de aterro, sarjetas para a drenagem de pista, canteiro central entre faixas, trecho de corte na sarjeta e descidas de água.

Segundo os estudos ambientais (hydros, 2012) a drenagem natural na área do Complexo portuário permite a individualização de três bacias de contribuição: Sub bacias do Timbuíba, Riacho do Jundiá e pequenos riachos tributários do Almada. A direção principal de escoamento é leste-oeste no sentido do encontro do rio Itariri, afluente do rio Almada e secundariamente de sul para norte e de oeste para leste com pequenos tributários afluentes do curso principal do Almada. As calhas fluviais, em sua maioria são bem marcadas e de pequeno porte.

A **Figura 4.6** mostra a delimitação das bacias hidrográfica de drenagem do Porto.

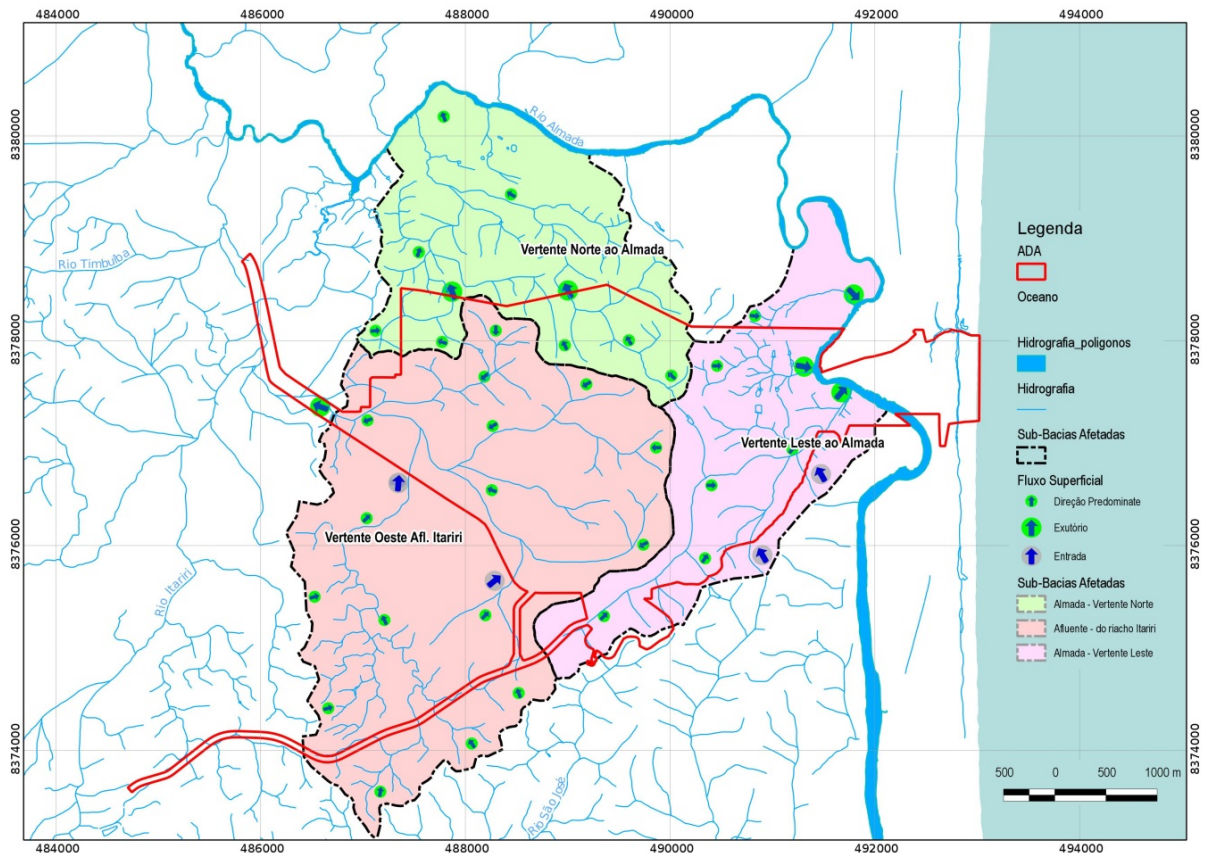


Figura 4.6 -Delimitação das sub-bacias hidrográficas que drenam a área do Porto

O rio Almada apresenta uma área de drenagem de 1.307 km<sup>2</sup> com uma vazão média de 19,3 m<sup>3</sup>/seg medida no posto Provisão II (53091000).

#### 4.3.1.5 Sistema viário e ferroviário

O acesso ao Porto Sul será feito pela Rodovia BA-001 (Ilhéus – Itacaré), onde está projetada uma interseção que permitirá acesso para veículos leves e ônibus. Outro acesso feito pela BA-262 se destina a caminhões que transportarão insumos para a operação do terminal.

As estradas de acesso e vias internas de circulação terão as seguintes especificações:

- |  |  |
|--|--|
| • Largura total da plataforma            | 12,0m – (10,0m acessos internos);      |
| • Velocidade máxima de tráfego veicular: | 60 km/h – (40 km/h acessos internos);  |
| • Raio mínimo:                           | 30 metros (15,0m p/ acessos internos); |
| • Rampa máxima:                          | 6% de inclinação;                      |
| • Faixas de tráfego                      | 2 x 3,5m;                              |
| • Acostamento                            | 2 x 1,50m;                             |
| • Faixas para dispositivos de drenagem   | 2 x 1,00m;                             |
| • Abaulamento da plataforma              | 3 %;                                   |
| • Inclinação dos taludes de corte        | 1,0 H : 1,0V;                          |
| • Inclinação dos taludes de aterro       | 3,0 H : 2,0V;                          |

A via principal contará com uma ponte com 220 m de comprimento sobre o rio Almada (**Figura 4.7**) e passará sobre um túnel com aproximadamente 32 m de comprimento, 8m de largura útil e 5,5 m de gabarito rodoviário, que deverá ser construído na atual estrada de acesso à Sambaituba, também conhecida com Estrada Centenária.



**Figura 4.7- Acessos Internos e Caracterização do Novo Traçado da BA 001**

O ramal ferroviário está projetado com a seguinte configuração:

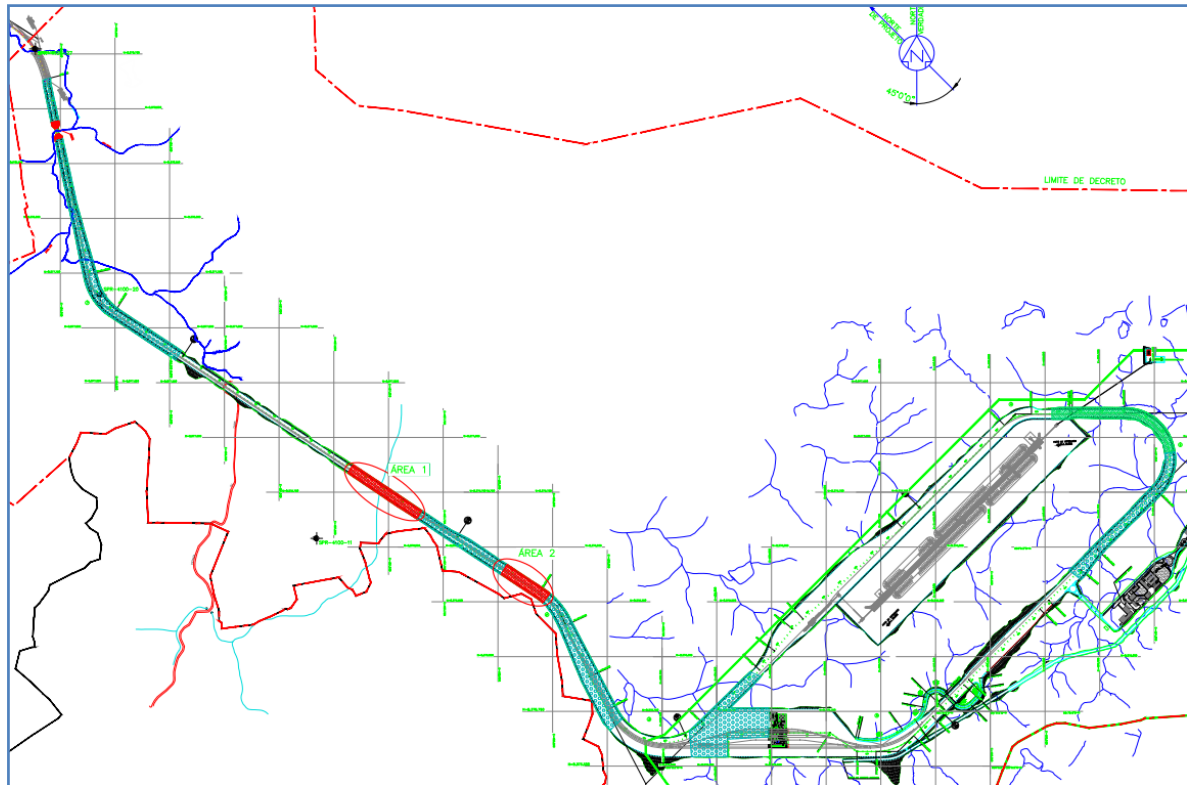
- Largura total da plataforma variável;
- Abaulamento da plataforma variável;
- Inclinação dos taludes de corte 1,0 H : 1,0V;
- Inclinação dos taludes de aterro 3,0 H : 2,0V;
- Faixa de domínio variável com a linha de off-set

A pera ferroviária tem aproximadamente 13,5 km de extensão, contando com um ramal de interligação com aproximadamente 700 metros. O sistema ferroviário será instalado sobre uma plataforma de terraplenagem com largura variável. A espessura do lastro em pedra britada é de 30 cm, sob a face inferior do dormente no eixo dos trilhos. A ferrovia será em nível, com bitola de 1,6 metros e cota de topo de trilho de 10,7 metros.

A estabilidade dos solos de aterro será garantida, conforme projeto, com a execução de estaca brita e estacas metálicas com capitéis de concreto nos locais onde o solo mole se mostrou mais espesso.



Conforme relatórios de projeto, o solo local é constituído de sedimentos muito moles no caso de argilas e muito fofo no caso das areias (**Figura 4.8**). Estas características indicam possibilidade de deformações excessivas caso seja aplicada sobrecarga de aterro e/ou de utilização.



**Figura 4.8- Layout do sistema ferroviário, mostrando em vermelho os pontos de ocorrência de solos moles onde será necessário reforço com estaca de brita e estacas metálicas**

#### 4.3.1.6 Sistema de abatimento de pó

Objetivando o controle de emissão de particulado, um sistema de aspersão proporcionará uma umectação superficial das pilhas de minério de modo a manter a superfície úmida e aglutinada sem gerar lama, erosão ou voçorocas, impedindo o arraste do material fino pelo vento.

O sistema de redução de poeira do Virador de Vagões será feito através de sprays de água com a finalidade de conter a poeira gerada durante o processo de descarregamento de vagões.

O Abatimento de Pó para Empilhadeira e Recuperadora será feito através de bicos pulverizadores.

#### 4.3.2 Impactos Previstos no EIA/RIMA

Os estudos ambientais elaborados com vistas ao licenciamento do Porto Sul definiram os fatores intervenientes e os impactos decorrentes do empreendimento, tanto para as fases de implantação quanto na operação, alguns destes fatores e impactos estão direta ou indiretamente relacionados

a processos de erosão e assoreamento devido às obras de construção das estruturas e pavimentos.

Nestes estudos, são identificadas como ações que podem ocasionar impactos relacionados a processos e erosão e assoreamento:

- Supressão Vegetal;
- Terraplanagem;
- Implantação dos Acessos Viários;
- Implantação de Acessos Internos e Trevos Rodoviários;
- Implantação da Ponte Sobre o Rio Almada;
- Implantação de Passagem na Estrada de Sambaituba;
- Implantação do Pátio de Estocagem;
- Implantação do Modal Ferroviário - Ramal E Pera;
- Construção de Estruturas Terrestres dos Terminais;
- Construção da Estrutura do Virador de Vagões;
- Instalação das Correias Transportadoras;
- Construção de Estruturas Administrativas e de Apoio Logístico ao Porto;
- Operação da Pedreira e suas Estruturas de Apoio;
- Construção de Canteiros de Obras;
- Operacionalização de Centrais de Concreto.

De acordo com os estudos do EIA/RIMA, foram identificados os seguintes impactos relacionados a processos erosivos, os quais serão mitigados com ações do Plano de Controle de Processo Erosivos.

#### 4.3.2.1 Fase de Implantação

- ✓ Aumento temporário dos níveis de material particulado em mananciais continentais.

A movimentação de terra durante a fase de implantação do empreendimento expõe o solo a processos erosivos e carreamento de sedimentos para a rede e sistema drenagem, elevando a turbidez e os sólidos em suspensão, o que contribui para a alteração da qualidade da água.

As atividades de implantação das diversas estruturas do empreendimento demandarão a remoção da cobertura vegetal, adequação da topografia e drenagem, preparação de fundações e outras atividades que têm o potencial de gerar uma quantidade expressiva de solos desagregados. Considerando que a região de implantação do projeto apresenta índices elevados de precipitação pluviométrica ao longo de todo o ano, haverá carreamento de material particulado inerte (solo) para o rio Almada e para as drenagens na área do empreendimento.

A ocorrência de chuvas torrenciais sobre estes terrenos pode ocasionar a erosão e transporte de matérias alóctones a esses ambientes, com transporte de sedimentos finos provocando alterações na qualidade das águas dos mananciais hídricos. Estas alterações de natureza física dizem respeito basicamente à elevação da turbidez, cor aparente e sólidos sedimentáveis, que podem comprometer temporariamente os usos das águas.

Antes de chegar ao rio Almada a drenagem desemboca em uma área de relevo plano, parcialmente embrejada, situada no baixo curso do rio Itariri, representando um ambiente de baixa energia de transporte, onde provavelmente ficará retida a parte mais grosseira do sedimento.

O aporte das águas de escoamento ricas em sedimento em suspensão irá gerar aumento das concentrações de sólidos em suspensão no rio Almada e alguns afluentes durante o período de implantação. Este aporte será particularmente relevante nas fases de supressão vegetal e terraplenagem, dada a formação de áreas extensas com solos expostos. Parte deste material será exportado para o ambiente marinho pela foz do rio.

O material de maior granulometria tenderá a sofrer processo de deposição na calha do rio Almada. Com o andamento das obras, serão implantadas estruturas de drenagem, fundações e estruturas de apoio, e mais adiante haverá impermeabilização de áreas e surgimento de edifícios e instalações do empreendimento. Portanto, as fontes de geração de material particulado para os mananciais serão muito expressivas no início das obras e irão sendo gradualmente reduzidas com o avanço destas.

O impacto foi considerado sinérgico, pois está relacionado com o assoreamento de mananciais.

- ✓ Risco de desenvolvimento de processos erosivos e deslizamento de terras

Com a execução das obras do empreendimento haverá exposição de solos desagregados com a movimentação de terras em operações de cortes e aterros. Parte dos terrenos a serem ocupados pelo projeto serão em material de aterro e a própria rocha e solo de alteração nos cortes podem se apresentar inconsolidadas, o que propicia o risco de ocorrência de processos erosivos e deslizamentos, caso não sejam levados em conta ângulos adequados para estabilização dos taludes, que dependem, sobretudo, das características dos terrenos que estão sendo trabalhados.

Os processos erosivos também podem ocorrer em áreas de bota-fora de material estéril e em áreas de empréstimo de materiais, caso não sejam obedecidas especificações de segurança em relação à inclinação de taludes, uso de bermas e outros métodos de contenção e estabilização de materiais desagregados.

A movimentação de veículos e máquinas pesadas nas vias internas de acesso, canteiro de obras promove a compactação das camadas superficiais, diminuindo a infiltração e aumentando o escoamento superficial, com a formação de sulcos que podem evoluir para processos de escoamento concentrado, com conseqüente erosão dos terrenos.

O desenvolvimento de processos erosivos acarreta como conseqüência imediata o assoreamento de talvegues de drenagem e mananciais próximos às áreas erodidas, além de dificultar a recomposição do terreno com vegetação após as obras.

Este impacto foi considerado como sinérgico, na medida em que pode acarretar o risco de assoreamento de mananciais.

- ✓ Risco de assoreamento de mananciais

O assoreamento de mananciais ocorre em função da exposição de solos e ação de processos erosivos, condicionando o seu carreamento pelas águas ou pelo vento para as calhas dos mananciais. O acúmulo de sedimentos altera as características do leito dos rios ou riachos, reduz a profundidade e pode determinar uma deterioração qualidade das águas, além de implicar em uma piora geral da qualidade ambiental do manancial.

O empreendimento movimentará volumes expressivos de terras, particularmente nas etapas de terraplenagem, construção de acessos e operação da pedreira. Os solos movimentados nessas operações podem ser carregados pelas águas das chuvas dos locais de disposição ou armazenamento temporário até o manancial mais próximo.

No contexto do empreendimento a rede de drenagem atingida seria o rio Almada e seus afluentes situados na área diretamente afetada. Os processos de assoreamento podem ser reduzidos com a adoção de diversas medidas de controle.

O impacto foi considerado cumulativo, na medida em que o rio Almada já se encontra assoreado na atualidade.

- ✓ Compactação de solos com redução da permeabilidade

As obras do empreendimento irão ocasionar a compactação de solos e redução da permeabilidade do terreno, devido às ações de terraplenagem, aquisição e transporte de pedras e processos construtivos do terminal público e do terminal de uso privativo. O conjunto de intervenções reduzirá a capacidade de infiltração dos terrenos e terá como efeito uma alteração no balanço hídrico local, com a redução da infiltração e aumento do escoamento superficial instantâneo, gerando possíveis aumentos dos picos de cheias, o que por sua vez intensifica os riscos de desenvolvimento de processos erosivos e assoreamento de mananciais.

Este impacto foi considerado sinérgico, pois potencializa os riscos de desenvolvimento de processos erosivos e assoreamento.

- ✓ Riscos de recalque e deformação dos terrenos do empreendimento

Este impacto relata a possível deformação de sedimentos associada ao peso de estruturas do empreendimento devido à presença de sedimentos da Formação Urucutuca subjacente ao terreno do empreendimento.

A Formação Urucutuca apresenta grande heterogeneidade composicional, com intercalações rítmicas de lamitos, arenitos e conglomerados, inclusive, localmente, com estratificações em ângulos variados, que podem apresentar, conseqüentemente, comportamentos geotécnicos também heterogêneos, especialmente na faixa do solo residual e rocha alterada, potencializando instabilidade de taludes com possibilidade de movimentos rápidos de massa tais como deslizamentos e desmoronamentos, erosões, deformações e recalques diferenciais.

A construção de estruturas do empreendimento sobre esta Formação pode acarretar problemas de instabilidade geotécnica das mesmas, que são particularmente importantes quanto se trata de estruturas tais como linha férrea, viradores de vagões, correias transportadoras, torres de transferência e das máquinas recuperadoras de minério.

O impacto foi considerado sinérgico devido ao risco de desenvolvimento de processos erosivos nas zonas de implantação das estruturas do Porto Sul.

#### 4.3.2.2 Fase de Operação

- ✓ Risco de assoreamento de mananciais

Na fase de operação haverá uma diversidade de atividades que geram material particulado, como concentrado de ferro, soja, fertilizante e clínquer, além de solos e outros resíduos que podem se desprender das locomotivas, vagões e caminhões. Consideram-se também os riscos associados carreamento e deposição de material derivado de processos erosivos nos taludes de corte e aterro e em solos expostos, bem como de movimentos rápidos tais como escorregamentos e desmoronamentos.

Assim, parte destes resíduos sólidos gerados nestas operações pode ser drenada para as calhas dos mananciais situados no entorno do empreendimento, com destaque para o rio Almada.

O impacto foi considerado cumulativo, em virtude de o rio Almada já estar assoreado.

- ✓ Risco de desenvolvimento de processos erosivos lentos e rápidos

A construção de vias de acesso com impermeabilização de pavimento e sistemas de drenagem contribui para a ocorrência de processos erosivos através da concentração do fluxo de escoamento superficial com conseqüente disposição no terreno natural ou na rede de drenagem. A ocorrência de chuvas torrenciais sobre estes terrenos desprotegidos pode ocasionar o transporte de matérias construtivos (material terroso) alóctone a esses ambientes, com transporte de sedimentos finos provocando alterações na qualidade das águas dos mananciais hídricos.

Estas alterações de natureza física dizem respeito basicamente à elevação da turbidez, cor aparente e teor de sólidos sedimentáveis, os quais podem comprometer temporariamente a qualidade das águas.

A exposição dos solos a erosão pode promover o transporte de sedimentos arenosos predominantemente grosseiros, com a possibilidade de assoreamento da calha da rede de drenagem local.

Os terrenos submetidos a intervenções que requerem movimentação de terra e operações de limpeza apresentam-se desprovidas da camada superficial, tornando o ambiente agressivo para o crescimento da vegetação natural e geralmente se tornam inaptas para outros usos. A superfície desnudada e com alterações das suas características físicas naturais fica também susceptível a ação de processo erosivo devido a compactação e impermeabilização.

Este impacto foi considerado como sinérgico, na medida em que pode acarretar o risco de assoreamento de mananciais.

- ✓ Riscos de recalque e deformação dos terrenos do empreendimento.

A possível deformação de sedimentos associada ao peso de estruturas do empreendimento, devido à presença de sedimentos da Formação Urucutuca subjacente ao terreno do empreendimento. Os sedimentos argilosos tendem a apresentar movimentos de contração e expansão em função do teor de umidade o que pode ocasionar movimentação diferencial dos terrenos das fundações ocasionando comprometimento de estruturas.

A formação de pilhas de minério pode ocasionar uma grande carga no terreno, forçando-o a fluir lateralmente, com possibilidade de danos as estruturas adjacentes devido a instabilidade geotécnica das mesmas.

Este impacto foi considerado sinérgico devido ao risco de desenvolvimento de processos erosivos nas zonas de implantação das estruturas do Porto Sul.

#### 4.4 PROCESSOS EROSIVOS

As obras civis para construção do Porto, incluindo a ferrovia e o pátio para estocagem de minério e estruturas de apoio logístico e de acessibilidade estão relacionadas a intervenções em extensões de terras significativas, mobilização de grandes volumes de materiais construtivos, instalação de canteiros de obras e abertura de vias de acesso. Estas obras irão promover também alterações significativas na dinâmica hídrica superficial e subterrânea das áreas diretamente afetadas e em seu entorno devido à impermeabilização dos terrenos, gerando um escoamento superficial significativo.

Durante as obras de construção do Porto, sobretudo essas obras de construção de pátio de minério e ramais rodoviários e ferroviários, os solos desnudados e descompactados ou com alta compactação devido à movimentação de terras e de máquinas deixa a superfície do terreno bastante vulnerável ao desenvolvimento de processos erosivos, que podem ocorrer como erosão hídrica superficial e ou erosão por remoção de massa.

A erosão hídrica superficial pode ser subdividida em:

- I. erosão pluvial, ou por embate, provocada pelo impacto das gotas de chuva diretamente sobre o solo exposto;
- II. erosão por escoamento difuso, formada a partir do desenvolvimento de sulcos que conduzem pequenos filetes de água em superfície;
- III. erosão laminar, quando o solo já saturado e com capacidade de infiltração reduzida, proporciona a formação de uma lâmina d'água contínua em superfície que carrega o material desagregado, e;
- IV. erosão por escoamento concentrado, quando o escoamento difuso evolui para sulcos mais aprofundados que concentram o fluxo, podendo por sua vez evoluir para ravinas, às vezes com entalhes de dezenas de metros.

Nos terrenos e vertentes, naturais ou de taludes de corte e aterro, estas formas de erosão ocorrem separadamente ou em conjunto, compondo o processo erosivo.

A concentração do escoamento laminar evolui para a formação de sulcos, os sulcos por sua vez ganham dimensão evoluindo para a formação de ravinas a medida que o volume de escoamento tende a aumentar (**Figura 4.9**), ambas se caracterizam como incisões ocasionadas pela concentração do escoamento difuso inicial.

Quanto aos processos de erosão por remoção de massa, mais relacionado a instabilidade geotécnica e que ocorrem com maior frequência nas áreas de taludes de corte ou aterro, podem ser lentos ou rápidos. Os lentos ocorrem através dos processos de rastejo/cripe, definido como um movimento contínuo de massa com limite superior de velocidade da ordem de um metro por ano, ou solifluxão, da ordem de alguns metros por dia, no caso do material se encontrar localmente saturado.

Os movimentos rápidos que são de efeito imediato podem ser do tipo deslizamento (**Figura 4.10**), quando uma porção do solo se desprende do resto do talude, ou escorregamento por ruptura do talude, que pode ser superficial, quando a superfície de

deslizamento passa acima ou no pé do talude, ou escorregamento profundo, quando esta mesma superfície se encontra afastada alguns metros a dezenas de metros do pé do talude.



**Figura 4.9- Fotografia mostrando erosão do talude por escoamento concentrado, formando ravinas e cone de dejeção de sedimentos**



**Figura 4.10- Fotografia mostrando erosão de talude por remoção de massa com movimento rápido tipo deslizamento**

#### 4.4.1 Erosão em Terrenos Desnudos

A energia erosiva das precipitações sobre o solo se manifesta através do impacto das gotas de chuva que desloca a partícula de solo para uma posição topograficamente mais baixa até que esta atinja um leito de escoamento concentrado. Esta energia está relacionada com características físicas das precipitações tais como energia cinética, intensidade e duração.

A supressão da vegetação contribui para a exposição dos solos a ação direta do impacto das gotas de chuva e para o aumento do escoamento superficial das águas pluviais. Áreas de vegetação densa são normalmente caracterizadas por apresentarem baixo escoamento superficial, altas taxas de infiltração e perda de solo insignificante, pois a vegetação que recobre a superfície do solo reduz o efeito da erosão hídrica pelo impacto das gotas de chuva, aumenta a infiltração e as irregularidades causadas pelas raízes retêm os sedimentos. Nestes terrenos, onde ocorre o desenvolvimento de um solo orgânico espesso, as chuvas de baixa intensidade normalmente não apresentam escoamento superficial e o escoamento acontece somente após o volume de chuva precipitada superar a capacidade de interceptação, o que ocorre de forma mais frequente após períodos chuvosos de grande intensidade. Por outro lado, em terrenos desmatados, onde a capacidade de interceptação do solo é baixa, é de se esperar, em relação à condição original, um aumento significativo de escoamento.

Quando ocorre a supressão da vegetação em um trecho de terreno plano ou de vertente registra-se um aumento na vazão média, efeito da redução da interceptação, infiltração e evapotranspiração pela retirada da cobertura. Nos casos em que o solo encontra-se descoberto, o escoamento tende a ser elevado, causando a concentração de fluxo e o conseqüente processo de erosão e transporte de sedimento.

O material retirado das encostas pelo processo erosivo é transportado para as cotas mais baixas do relevo e colmata os vales formando colúvios que se depositam na porção inferior das vertentes.

#### 4.4.2 Erosão em Taludes de Corte e Aterro

A formação de taludes devido a operações de corte e aterro condiciona a quebra do equilíbrio dinâmico natural do terreno, refletindo-se na ocorrência de solos instáveis, desprotegidos com possibilidade de surgimento de fenômenos erosivos acelerados.

As atividades de movimentação de terra promovem a exposição de terrenos compactados nas áreas de corte e a desagregação mecânica dos solos nas áreas de aterro. Associado a retirada da proteção da cobertura vegetal, estes materiais ficam expostos diretamente à ação de chuvas torrenciais e aos processos de escoamentos superficiais.

Nas áreas de taludes o impacto das gotas de chuva devido a precipitações intensas inicia o processo de erosão, desprendendo o material da superfície e projetando para uma porção mais baixa do talude, e a contribuição da chuva sobre o escoamento irá determinar a intensidade do transporte deste sedimento desprendido ao longo da vertente e em direção aos terrenos mais baixos, assim, a chuva e o escoamento são as características hidrológicas que mais influenciam a erosão em taludes.

A erosão não se mostra constante ao longo do talude e a perda de solo por unidade de área aumenta em função da distância do topo pelo efeito cumulativo do fluxo superficial e consequentemente de sua capacidade de desprendimento e transporte.

Sobre os taludes ocorre erosão em laminar quando o material da superfície é carreado de maneira homogênea, em lâminas, que evolui para uma erosão em sulco, formando canais por onde a água escoar e transporta o sedimento (**Figura 4.11 e Figura 4.12**).



Figura 4.11- Cicatrizes de erosão em um talude de corte de estrada



Figura 4.12- Formação de ravinas em processo de erosão por escoamento concentrado

#### 4.4.3 Drenagem de Águas Pluviais e Assoreamento



Durante as atividades de movimentação de terras, no período imediatamente após a conformação topográfica, quando o solo ainda encontra-se desprotegido e desagregado pela ação mecânica, especialmente nos taludes de corte e aterro (**Figura 4.13** e **Figura 4.14**), os terrenos ficam expostos à ação erosiva das chuvas e ao escoamento superficial concentrado, podendo ocasionar erosão e o transporte de sedimento.



**Figura 4.13-** Talude de aterro com material desagregado desprotegido, suscetível a erosão



**Figura 4.14-** Erosão em talude de corte protegido por canaleta de drenagem

Parte do material erodido na obra é carregada pelo fluxo da drenagem superficial. As partículas de granulometria mais fina permanecem em suspensão, causando alteração na qualidade da água. A porção mais grosseira, que não permanece em suspensão é depositada causando assoreamento do sistema de drenagem, caixas de passagem e leito natural o rio a jusante do deságue.

O carregamento de material para o leito do rio e o conseqüente transporte de sedimentos para áreas de jusante, altera as características do leito e a qualidade das águas. Estas alterações dizem respeito basicamente ao assoreamento dos mananciais e a elevação da turbidez e da cor aparente das águas, provocada pelos sólidos que permanecem em suspensão, podendo comprometer temporariamente os usos a jusante. Da mesma forma, o aumento da turbidez reduz a qualidade física do curso d'água e provoca perturbações na forma do canal, bem como impede a penetração de luz e do calor, reduzindo a atividade da fotossíntese e prejudicando a fauna e flora.

O assoreamento provoca mudança na morfologia do canal com redução na velocidade de escoamento e conseqüentemente na capacidade de transporte, com tendência a deposição de mais sedimentos erodidos e transportados pelo sistema de drenagem.

#### 4.4.4 Caracterização dos Processos Erosivos das Obras do Porto Sul

A implantação do Porto Sul irá promover modificações significativas no ambiente local devido a atividades de supressão da vegetação e obras civis necessárias a instalação de estruturas tais como abertura de vias de acesso, terraplanagens, cortes em terreno natural e aterros, escavações, estoque de matérias, e alterações na drenagem, modificações estas que podem favorecer a instalação de processos erosivos generalizados.

As intervenções físicas causadoras de processos erosivos estão relacionadas principalmente as atividades de terraplanagem e mobilização de materiais construtivos obtidos no próprio sítio da obra e no próprio canteiro de obras, onde são implantadas estruturas temporárias de apoio aos serviços.

Segundo estudos ambientais, a área diretamente afetada pelo empreendimento é de aproximadamente 1.225 hectares, dos quais 328,75 ha representam áreas parcialmente impermeabilizadas com estruturas ou pela compactação do solo, o que perfaz cerca de 26,8% do total da superfície.

Conforme planta do *layout* geral do Complexo Portuário, o Porto Público está projetado em uma área de 130,88 hectares, contando com mais 15,85 ha de Aduana e 32,98 hectares de Administração. A área total destinada aos terminais da BAMIN é de 502,97 ha, além de 97,07 ha de corredor de serviço.

A impermeabilização parcial dos terrenos em função destas obras terá como efeito uma alteração no balanço hídrico local, com a redução da infiltração de água no solo e aumento do escoamento superficial instantâneo.

Considerando as alterações no balanço hídrico da área de influência devido a impermeabilização de 328,75 hectares, conforme projeto geral do Complexo, foi estimado um aumento no escoamento superficial da ordem de 644.350 m<sup>3</sup>/ano, volume este que deve ser coletado pela rede de drenagem e direcionado para os cursos naturais.

O traçado ferroviário interno do porto, composto por uma rede de linhas ferroviárias independentes de forma a atender ao TUP BAMIN e ao Porto Público, foi integrado ao último pátio da Ferrovia de Integração Oeste-Leste – FIOL. Conforme estudos ambientais, dentro do retroporto as peras e ramais ferroviários totalizam 19 km de linha principal e 82,5km de linhas auxiliares, todas em bitola larga (1,60 m).

A via principal interna do Porto terá 4 faixas de 3,60 m (2 pistas) com 7,5 km de extensão e as vias secundárias de 2 faixas de 3,60 m (1 pista) com 16,5 km de extensão, fará a interligação entre pátios, porto, administração e demais instalações.

Os principais mecanismos responsáveis pela erosão que podem ocorrer associados a obras de construção do Porto Sul são:

- Deslocamento de partículas por impacto das gotas de chuva;
- Transporte da partícula pelo escoamento superficial difuso;
- Transporte de partículas por fluxo concentrado;
- Solapamento da base do talude;
- Liquefação de formações superficiais;
- Movimentos de massa localizados;
- Arraste de partículas por fluxos concentrados em canais em terreno natural;
- Erosão por transbordamento do sistema de drenagem.

Os solos desnudados e com alta compactação devido aos trabalhos de movimentação de terra e de máquinas, e as atividades de corte e aterro necessárias a instalação das estruturas e exploração de materiais construtivos, deixa a superfície do terreno vulnerável ao desenvolvimento de processos erosivos acelerados, que podem ocorrer na forma de erosão hídrica superficial, por

conta de precipitações pluviométricas intensas que ocorrem na região, ou erosão por remoção de massa, quando da saturação hídrica do material em terrenos instáveis.

A erosão hídrica superficial é aquela causada pelo escoamento das águas, de forma difusa ou concentrada, evoluindo para a formação de sulcos e ravinas, enquanto que a erosão por remoção de massa está relacionada a movimentos rápidos de material terroso por efeito da gravidade.

Os impactos relacionados a erosão e o conseqüente transporte e assoreamento das drenagens devido a obras civis podem ser em grande parte evitado pela adoção de métodos e técnicas de engenharia adequada, sobretudo na fase de implantação, quando ocorre a movimentação de materiais construtivos.

A previsão para as obras de implantação do Porto Sul é de 54 meses, perpassando mais de quatro anos hidrológicos e, portanto, a ocorrência de ao menos quatro períodos chuvosos durante as obras, embora, a região apresente boa distribuição das chuvas, que ocorrem durante todo o ano.

Com base em dados de estações climatológicas, os estudos ambientais concluíram que as precipitações são bem distribuídas durante todo o ano hidrológico. Em geral, as precipitações médias mensais mínimas ocorrem nos meses de agosto e setembro, enquanto que as máximas acontecem nos meses de março/abril e novembro/dezembro.

Dados climatológicos da hidroweb para o posto de Ilhéus indicam que a precipitação média anual é de 2.057,0 mm com média de 191 dias chuvosos, em um regime de chuvas que sofre influência de sistemas meteorológicos de grande escala, com penetração de sistemas frontais (frentes frias) de novembro a janeiro e deslocamento para sul da Zona de Convergência Intertropical - ZCIT de fevereiro a abril.

As chuvas são bem distribuídas ao longo do ano, com um trimestre menos chuvoso entre os meses e agosto a outubro (Figura 4.15).

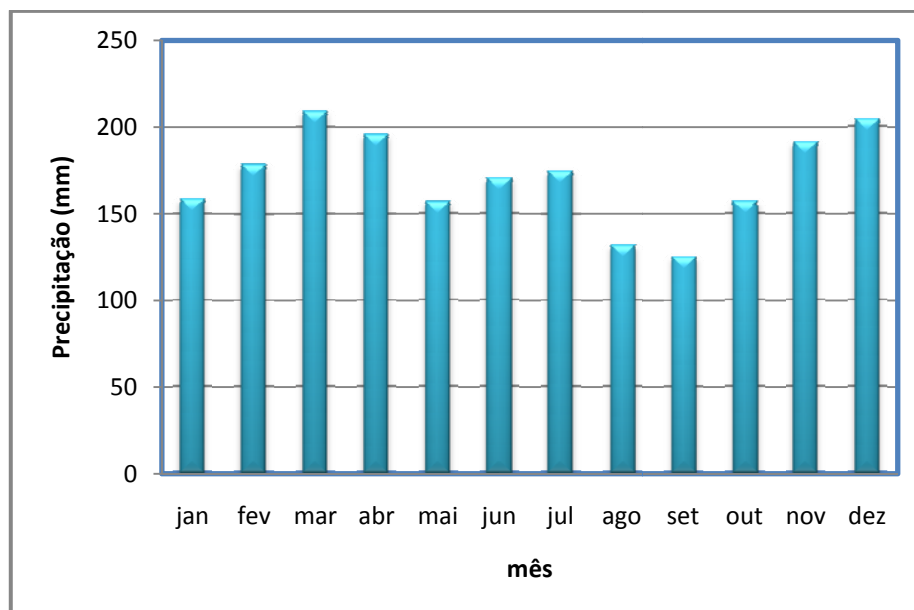


Figura 4.15- Pluviometria média mensal em Ilhéus

fonte: Hidroweb - ANA

Algumas atividades irão gerar grades superfícies de terrenos desnudos, parcialmente compactados, como também áreas de estoque de material friável, condicionando a possibilidade do desenvolvimento de processos erosivos e o carreamento de material para a rede de drenagem natural.

## 5. IDENTIFICAÇÃO E MAPEAMENTO DE PONTOS VULNERÁVEIS

O relevo da área de influência do empreendimento correspondente a morros de topos planos com vertentes retilíneas e íngremes com caimento para a rede de drenagem natural. As características geológico/geomorfológicas e de clima da região favorecem a ocorrência de processos erosivos por movimentos de massa, a exemplo de deslizamento de solo e/ou rocha em encostas.

Os estudos ambientais constataram que, quando se trata de terreno natural, o potencial de erosividade tem os graus de baixo e muito baixo em 41% da área e 47% da área se enquadram no grau de erosividade muito alto, na classe de declividade maior que 20%. Apenas 12% da área se enquadram nos graus de moderado e alto potencial de erosividade.

A ação antrópica na região, representada principalmente pelo desmatamento para implantação de pastagens, geralmente degradadas e com baixa cobertura, atualmente é o principal fator potencial de instabilidade dos terrenos.

O balanço hídrico regional mostra um regime pluviométrico com superávit elevado em cada um dos meses ao longo do semestre fevereiro-julho e os solos em sua maioria apresentam baixa capacidade de retenção de água. Como o relevo apresenta predominantemente declividades variáveis entre 11% e 40%, a probabilidade de ocorrência de deslizamentos em áreas de forte declividade é elevada. (Hydros, 2011)

As áreas de risco correspondem aos terrenos submetidos a atividades de corte e aterro com vertentes de declividade elevada ou bordas das áreas de terraplanagem cuja conformação topográfica final condicione a formação de vertentes de declividade acentuada em taludes de corte e aterro.

São também áreas de risco os trechos de movimentação de máquinas, caminhos de serviço, instalação de vias de acesso, e os trechos dos canais de drenagem, escavados ou com canaletas revestidas, caixas coletoras, dissipadores de energia e trechos de restituição à drenagem natural.

Em todos os terrenos submetidos a algum tipo de intervenção e ao longo da rede de drenagem de águas pluviais deve-se proceder a identificação e registro dos pontos onde há indícios de processos erosivos em estágio inicial de evolução ou trechos susceptíveis a estes. A identificação é feita através da observação e mapeamento de indicadores tais como: formação de sulcos em superfície, ocorrência de estruturas de torre, áreas de declividade acentuada desprovidas de cobertura vegetal; trechos de solo desagregado e superfícies marcadas por sulcos ou ravinas.

Áreas de solo revolvido e desagregado formando pilhas de materiais são trechos particularmente vulneráveis, incluindo as áreas de canteiro, Jazidas de materiais construtivos (terroso e arenoso), bota-fora e estoque de materiais, estradas de acesso e caminhos de serviço, englobando também a faixa de movimentação de máquinas no entorno da obra.

## 6. CONTROLE DOS PROCESSOS EROSIVOS

Na implantação do Porto Sul, as obras condicionam a execução de grandes superfícies de solo desagregado e desprotegido que associadas a índices pluviométricos elevados e a predominância de escoamento sobre a infiltração torna real o risco de desenvolvimento de processos erosivos e assoreamento.

Em alguns trechos do sistema viário e ferroviário, o método construtivo da pavimentação, para manter o controle tecnológico do sub-leito, prevê a substituição do material até uma profundidade de 60 centímetros, condicionando escavações e a formação de pilhas de estoque de material.

As maiores interferências em termos de área estão previstas para o pátio de estocagem de minério. Visando o controle do escoamento superficial está previsto a implantação da rede coletora de drenagem superficial de águas pluviais em todo o seu perímetro, com derivação para bacias de decantação.

Toda a água captada nas áreas impermeáveis do Porto será direcionada para bacias de decantação para posterior utilização ou restituição na rede de drenagem natural, modificando o hidrograma da sub-bacia, com provável aumento do pico de cheia. Assim, o projeto de drenagem deverá verificar o dimensionamento de bueiros e pontes existentes nas sub-bacias de contribuição até o desague no rio Almada.

Processos erosivos devido ao transbordamento de canais podem estar associados a obstrução devido ao acúmulo de resíduos sólidos ou sedimentos, danos estruturais, erro no dimensionamento ou ocorrência de precipitações máximas acima da Chuva de Projeto.

Durante as obras de terraplanagem existe a possibilidade da ocorrência de eventos de chuvas intensa, que podem ocasionar processos erosivos além de acidentes relacionados a estabilidade de taludes de corte e aterro. Assim, durante a fase de construção são períodos críticos os de execução das seguintes etapas:

- Desmatamento e limpeza do terreno.
- Remoção, estoque e redistribuição de camada de solo superficial.
- Execução de serviços de terraplanagem para o sistema viário e ferroviário.
- Construção do pátio de estoque de minério.
- Escavação e limpeza das fundações das edificações e equipamentos.
- Implantação das estruturas do sistema de drenagem de águas pluviais.

Durante as obras do Porto Público, principalmente para a fase de terraplanagem, deverá ser implantado um sistema de drenagem provisório, com os efluentes sendo lançados em bacias de decantação. Para toda a obra serão necessárias 10 bacias de decantação com capacidade de 2.300 m<sup>3</sup> cada.

## 6.1 ESTABILIZAÇÃO E PROTEÇÃO DOS TALUDES DE CORTE E ATERRO

A drenagem de águas pluviais, escolha da declividade adequada, proteção superficial e estruturas de contenção são algumas das principais técnicas de estabilização de taludes. O projeto de terraplanagem deve apresentar a solução mais adequada em função da geometria e das características geotécnicas dos materiais.

A garantia de estabilidade dos taludes, prevista na fase de projeto e dimensionada ao longo da obra, será obtida através da definição de uma inclinação adequada para cada trecho, função das características dos materiais.

Após a sua conformação os taludes devem ser protegidos contra o efeito erosivo das chuvas com reposição da camada orgânica dos solos e revestimento vegetal, sendo estas, práticas de caráter edáfico.

As análises de estabilidade devem subsidiar a previsão dos possíveis tratamentos com base na relação custo/benefício comparando declividades dos taludes versus tratamentos necessários à estabilidade.

Na definição da segurança para os diversos taludes de corte devem ser considerados os níveis de risco admissíveis para cada um deles em função da sua localização, caracterização dos materiais e da importância que sua estabilidade. Na estabilização de taludes quanto ao desenvolvimento de processos erosivos por remoção de massa, a exemplo de cripe, solifluxão, escorregamentos e deslizamentos, podem ser utilizados três métodos:

- Redução da declividade a partir da suavização do ângulo de inclinação.
- Redução do peso total do talude, com execução de patamares.
- Escoramento da base do talude com a execução de bermas.

Em caso de utilização de bermas, o projeto geométrico de talude deverá incluir altura e a inclinação da face de cada bancada e largura de cada berma, bem como suas declividades tanto no sentido longitudinal como no transversal. O projeto geométrico deverá consubstanciar todos os estudos elaborados de modo a compatibilizar os vários condicionantes geológico-geotécnicos inclusive as oscilações possíveis entre os contatos de diferentes horizontes geológico-geotécnicos

A avaliação das condições de estabilidade dos taludes é feita, sempre que possível, agrupando unidades de comportamentos semelhantes. Entretanto, os terrenos deverão ser adequadamente compartimentados em função da classificação geomecânica e os critérios para fixação de fatores de segurança mínimos a serem atendidos, considerando o potencial de dano em cada caso.

Na execução das vias de acesso e caminhos de serviço o traçado deve ser paralelo às curvas de nível, sempre que possível, de forma a promover a redução da declividade que deve ser aliado a um sistema de drenagem eficiente.

Taludes naturais no entrono da obra o ao longo das vertentes e proximidades de mananciais hídricos superficiais e que possam representar riscos à segurança das obras devem ser objeto de análise com os mesmos critérios considerados para os taludes de corte e aterro.

Os taludes de corte e aterro ao longo do traçado das vias de acesso viário e ferroviário deverão contar com os seguintes dispositivos e medidas:

- Sistema de drenagem superficial permanente das águas pluviais, com saídas d'água adequadas, contando com proteção contra erosão no pé do talude;
- estruturas de dissipação de energia
- estruturas de retenção de sólidos.

O sistema de drenagem superficial deve contar com dispositivos de afastamento das águas e de dissipação de energia do escoamento, tais com escadas hidráulicas, e deve funcionar como proteção das superfícies dos taludes de aterros e cortes de vertentes, de modo a evitar escoamento superficial concentrado, diretamente sobre as suas superfícies.

A saídas d'água deverão contar com estruturas de dissipação de energia, que poderão estar associadas a caixas de decantação/ sedimentação, para evitar o aporte de sólidos à rede de drenagem. As paredes e taludes laterais da restituição das saídas d'água ao curso d'água natural deverão estar devidamente protegidos, com enrocamentos, gabiões em caixa, solo-cimento ensacado, dentre outros.

Em toda superfície de cortes e aterro deverá ser feita cobertura vegetal de modo a proteger o solo contra o desenvolvimento de processos erosivos.

## 6.2 CONFORMAÇÃO TOPOGRÁFICA

Nas áreas de bota-fora ou áreas que não dependam de uma geometria específica, a exemplo dos bermas das vias de acesso, a recomposição da topografia é de fundamental importância para a redução dos impactos causados pelas atividades de movimentação de terra - atividades de corte e aterro, proporcionando uma suavização do terreno e condição morfológica adequada para o restabelecimento da vegetação e do equilíbrio natural das vertentes, bem como o controle dos processos de erosão, cuja intensidade é diretamente proporcional a declividade.

A conformação topográfica proporcionar condições adequadas para infiltração das águas de precipitação pluviométrica, minimizando os efeitos dos processos erosivos condicionados pelo escoamento concentrado, que atuam de forma mais intensa nos terrenos compactados ou muito friáveis, desprotegidos pela retirada da cobertura vegetal.

Deve-se promover a suavização dos terrenos em conformidade com a topografia local, tentando reproduzir a condição anterior à intervenção e seguindo as mesmas inclinações das vertentes adjacentes e que não foram alteradas pelas obras, favorecendo também aos aspectos paisagísticos.

As superfícies de corte e aterro realizados em locais favoráveis a ocorrência de processos erosivos ou de assoreamento de cursos d'água pelo carreamento de sólidos pelas águas superficiais, durante a execução das obras e antes da implantação de estruturas de drenagem, deverão contar com estruturas provisórias que orientem o escoamento das águas superficiais (drenagens de serviço) e retenham os sólidos carreados.

A construção de aterros próximos a cursos d'água deve ser precedida pela construção de estruturas de contenção/confinamento de sólidos que impeçam o deslocamento de material

inconsolidado além dos “off-sets” projetados, evitando assim o assoreamento dos cursos d'água. Estas estruturas podem ser constituídas por diques iniciais de contorno, construídos com solos devidamente compactados, com drenagem adequada e proteção contra erosão a exemplo de blocos de rocha e/ou “rachão” formando um enrocamento; caixas de gabião; solo-cimento ensacado; ou qualquer outra estrutura que funcione na retenção de sólidos, evitando que sejam carregados para os cursos d'água.

Quando não forem francamente drenantes, devem ser resistentes ao transbordamento, de tal forma que permitam a saída de água e a decantação e retenção dos sólidos. Estas estruturas, quando provisórias, podem se integrar às medidas de proteção contra a erosão nas margens dos cursos d'água.

### 6.3 IMPLANTAÇÃO DE SISTEMAS DE DRENAGEM

Os dispositivos de drenagem em obras de engenharia têm por objetivo conduzir escoamento das águas pluviais que se precipitam sobre a área das estruturas e terrenos em seu entorno de forma rápida e sem a possibilidade de que estas águas funcionem como agentes erosivos dos solos e terrenos desprotegidos. Estes devem captar as águas de escoamento superficial, conduzir adequadamente, reduzir a quantidade de sólidos em suspensão e fazer o lançamento em um corpo receptor, com baixa energia, controlando ou minimizando possíveis problemas de erosão no processo de restituição ao rio.

Durante a operação do Porto, as estruturas incluído pátio de estoque de minério, pistas de rolagem de pavimentação asfáltica, estacionamentos de veículos e cobertura das estruturas administrativas e de apoio irão compor uma grande superfície impermeabilizada que irá produzir grande quantidade de água de escoamento durante eventos de precipitações pluviométricas.

A principal função da drenagem nestas áreas é impedir a acumulação de água, pondo em risco a operação do porto e as próprias estruturas. Assim, toda a água deverá ser drenada de forma rápida, e direcionada para os canais de interceptação e condução.

A área do Porto Sul, na sua conformação atual, apresenta três sub-bacias de drenagem. A macrodrenagem do Porto deverá ser coincidente com esta configuração natural, fazendo a restituição em pontos distintos do rio Almada ou através de seus afluentes.

O projeto do Porto apresenta os tipos de estruturas de drenagem destinados a interceptar, captar e conduzir as águas pluviais, do modo a promover o disciplinamento do fluxo e evitar a ocorrência de processo erosivos.

O sistema de drenagem superficial de modo geral, constitui-se de bueiros e canaletas de concreto, sarjetas, descidas d'água e caixas de passagem.

Nos locais onde acontecer à interseção dos cursos d'água com o leito da ferrovia e acessos rodoviários, serão instalados bueiros de concreto, de maneira que o curso natural d'água não seja modificado.

Todas as obras situadas em locais com possibilidade de assoreamento de cursos d'água, pelo carregamento de sólidos devido ao escoamento das águas superficiais, deverão prever a implantação de estruturas de contenção/ confinamento de sólidos, que impeçam o deslocamento de material inconsolidado para o interior dos cursos d'água.



Sob as pilhas de minério foi projetada uma camada de argila, que terá a função principal de servir de selo, evitando que a água de chuva penetre no subsolo e que a água do subsolo suba à superfície.

Para o pátio de estocagem de minérios, o projeto desenvolvido, evita a necessidade de drenagens profundas na região das pilhas de minérios. Portanto, toda a água pluvial e águas provenientes da umidade do minério em repouso serão coletadas superficialmente pelos dispositivos de drenagem localizados nas extremidades do pátio de estocagem, e conduzidas ao sistema de tratamento e efluentes industriais.

Este sistema permitirá que a água contendo sólidos e partículas de minérios, seja tratada através de um sistema de tratamento por decantação, composto por bacias de decantação e reservatório da água tratada, de forma que seja utilizada para uso industrial. As bacias de decantação terão cerca de 115,0 metros de comprimento e largura de 24,4 metros, e leito maior com declividade de 0,15%. Após a bacia de decantação encontra-se o reservatório, com 140,0 metros de comprimento e largura de 35,0 metros. A **Figura 6.1** apresenta a configuração da bacia de decantação e do reservatório.

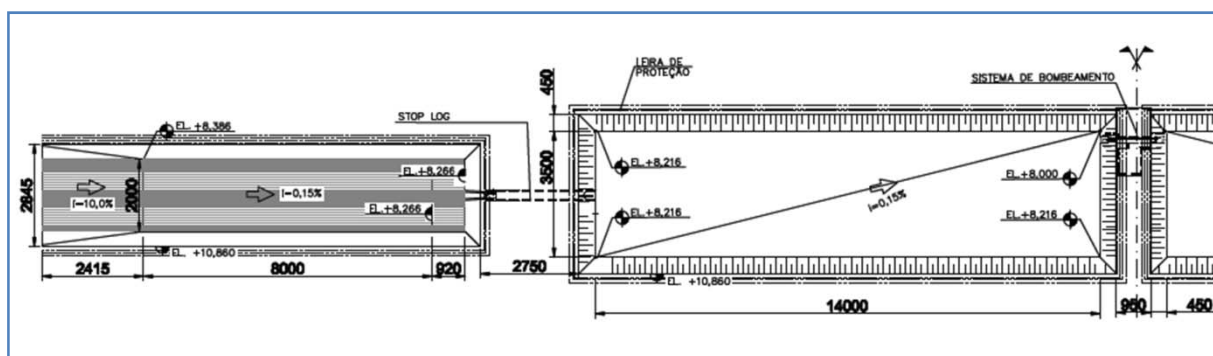


Figura 6.1- Configuração da bacia de decantação e do reservatório

Toda água pluvial do pátio e água industrial residual utilizada para abatimento de pó e limpeza será drenada e direcionada para as bacias de decantação, onde serão decantadas em um tanque primário e, por transbordo, direcionadas a um segundo tanque, com a função de armazenamento. Essa água será reutilizada no processo, como água industrial ou descartada conforme as normas vigentes.

As bacias de decantação deverão permitir que o material sólido, seja decantado e acumule no fundo da bacia. Estas foram posicionadas nas extremidades opostas à entrada da água turva do sistema de tratamento e projetadas de tal modo que permitam que o material sólido se decante no fundo, possibilitando a retenção do sólido e o envio da água tratada aos reservatórios de acumulação contíguos a elas.

Os sólidos decantados na bacia, composto basicamente de minério de ferro, serão retirados por carregadeiras e caminhões e depositados em área de bota fora. A água limpa acumulada no reservatório será utilizada para limpeza e aspersão das pilhas de minérios nos períodos de estiagem.

Para as unidades do Porto Público, as bacias de sedimentação, localizadas nos extremos das redes coletoras do sistema segregado, serão divididas em dois módulos, de forma a permitir a

parada para limpeza e manutenção sem prejuízo na operação do sistema. As referidas paradas serão programadas para a época de estiagem.

Segundo Projeto, toda a água proveniente do sistema de drenagem segregado, até o limite da vazão gerada pela precipitação máxima de 50 anos de recorrência, deverá obrigatoriamente passar por bacias de sedimentação. No dimensionamento das bacias de retenção e sedimentação foi considerada a afluência do escoamento proveniente de todos os dispositivos de drenagem superficial das áreas de circulação, incluindo vias rodoviárias, vias férreas e áreas administrativas.

Desta forma, os efluentes da drenagem das vias de circulação interna, rodoviárias e ferroviárias deverão passar por processo de sedimentação em bacias apropriadas, antes do seu lançamento nos corpos receptores. Para lançamento de efluentes dos deflúvios em corpos hídricos, os materiais sedimentáveis deverão estar visualmente ausentes.

## 6.4 DESTINAÇÃO ADEQUADA DO MATERIAL DE BOTA-FORA

Todo o material de bota-fora deverá ser encaminhado para a área de estoque destinada a esta finalidade. A área deverá apresentar uma superfície suavemente inclinada impedindo a acumulação d'água. Valetas longitudinais devem ser construídas para condução das águas pluviais.

Na fase final das obras, quando da desmobilização do canteiro de obras, deve-se proceder a suavização topográfica e proteção superficial deste material, reduzindo a possibilidade do desenvolvimento de processos erosivos pelas águas de chuva.

As pilhas de material de bota-fora devem ser dispostas com baixos ângulos de inclinação, inferior ao ângulo de repouso do material seco - que corresponde a acomodação natural do material por força da gravidade, evitando a ocorrência de movimento de massa quando se encontrar saturado.

As pilhas de material de bota-fora devem estar distantes da rede de drenagem natural e contornadas por uma estrutura de drenagem que intercepte as águas de chuva e as direcione para caixas de decantação e zonas de infiltração.

No decorrer das obras as áreas de bota-fora deverão contar com estruturas provisórias que orientem o escoamento das águas superficiais (drenagens de serviço) e retenham os sólidos carreados.

A construção de aterros próximos a cursos d'água deve ser precedida pela construção de estruturas que devem promover a contenção de sólidos e impedir o deslocamento de material inconsolidado além dos "off-sets" projetados, evitando assim o assoreamento dos cursos d'água.

Estas estruturas podem ser construídas na forma de diques de contorno, resistentes ao transbordamento e que funcionem como caixa de retenção de sólidos, permitindo a saída de água e a decantação e retenção dos sólidos.

Os resíduos provenientes da limpeza das bacias de sedimentação dos sistemas de drenagem de águas pluviais serão destinados a aterros licenciados, de acordo com o indicado pelo projeto básico ambiental.

## 6.5 DESATIVAÇÃO DO CANTEIRO DE OBRAS

Após a desativação da obra deverá ser feita a remoção de todas as instalações do canteiro de obras, detritos e restos de materiais e de construções, exceto naquelas áreas e estruturas que serão aproveitadas durante a operação do empreendimento.

A inspeção para verificação da ocorrência de processos erosivos e de assoreamento deve contemplar:

- Terrenos adjacentes desprovidos de vegetação;
- Sistema de drenagem e caixas coletoras;
- Verificação visual quanto a ocorrência de erosão laminar e sulcos de erosão.

Após a conclusão das obras devem ser adotadas medidas definitivas de proteção contra a erosão dos terrenos a exemplo da implantação de um sistema de drenagem eficiente, conformação geométrica adequada e a revegetação da superfície exposta.

## 6.6 RECOMPOSIÇÃO DA COBERTURA VEGETAL

Antes do início das obras o terreno objeto de intervenção deverá ser materializado em campo e claramente delineado e sinalizado, de modo a não ocorrer supressão de vegetação além do necessário. O solo superficial será removido e estocado para posterior aproveitamento.

Após conclusão das obras e conformação topográfica final é feita a recomposição da cobertura vegetal, sendo preferencialmente a última etapa dos procedimentos de controle de erosão e recuperação de áreas degradadas.

Estão disponíveis diversas metodologias de revegetação, cada uma delas orientadas a um determinado objetivo, função principalmente do grau de degradação e das características do ambiente.

A revegetação não tem por objetivo o retorno à condição natural e reposição de habitats ou manutenção da diversidade da biota, e sim, promover a conservação e estabilidade dos terrenos frente a possibilidade do desenvolvimento de processos erosivos.

Os trabalhos estão orientados à manutenção de uma vegetação de porte rasteiro, preferencialmente gramíneas que ofereçam uma boa cobertura de solo. Assim, para os solos desnudos e trechos de taludes deve-se proceder a revegetação com espécies agressivas e de boa cobertura, que proporcionem rápida proteção (gramíneas e leguminosas).

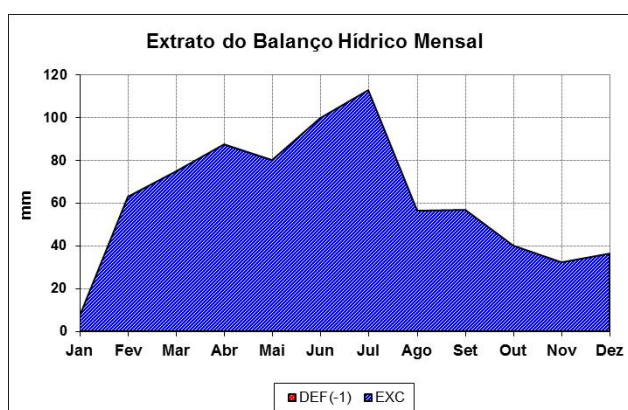
As chuvas na região de Ilhéus são bem distribuídas ao longo de todo o ano, permitindo condições favoráveis de umidade para os trabalhos de plantio e manutenção até a pega definitiva.

O balanço Hídrico climatológico desenvolvido por Thornthwaite&Mather (1955) define com base em variáveis meteorológicas a variação da quantidade de água disponível no solo, fornecendo, através da contabilização do suprimento natural de água ao solo pela chuva (P) e da demanda atmosférica pela evapotranspiração potencial (ETP), as estimativas da evapotranspiração real (ETR), da deficiência hídrica (DEF), do excedente hídrico (EXC) e do armazenamento de água no solo (ARM) para cada mês do ano.

Apresentado na escala mensal e para um ano médio, o balanço é elaborado a partir das normais climatológicas de temperatura média e chuva do local, sendo um instrumento útil na caracterização da aptidão agrícola e para quantificação da necessidade de irrigação de uma cultura.

A representação gráfica do balanço hídrico mostra o extrato do balanço hídrico (DEF e EXC), e os valores de P, ETP e ETR na forma de linhas e de barras, possibilitando visualizar, além da DEF e do EXC, as áreas de retirada de água do solo (alteração negativa, ALT-) e de reposição de água no solo (alteração positiva, ALT+).

O balanço hídrico para o município de Ilhéus é apresentado nas **Figura 6.2** e **Figura 6.3**.



**Figura 6.2- Extrato do Balanço Hídrico mensal em Ilhéus**

fonte Inemet



**Figura 6.3- Balanço do déficit e excedente Hídrico em Ilhéus**

fonte Inemet

Observa-se que durante todo o ano, o extrato do balanço hídrico mensal apresenta excedente, sem que seja registrado em nenhum período do ano déficit hídrico. Portanto, durante todo o ano é possível o plantio, considerando que as plantas podem encontrar água disponível do solo, traduzida na manutenção da umidade, proporcionando melhores resultados na fixação e crescimento da vegetação.

## 7. MONITORAMENTO DE PROCESSOS EROSIVOS

O controle de Processos Erosivos deve ser feito durante toda a vida útil do empreendimento, com verificação rotineira e inspeção da integridade dos terrenos, das áreas de taludes e do sistema de drenagem de águas pluviais. Após a fixação e efetiva cobertura da vegetação, as possibilidades de risco se tornam reduzidas, possibilitando que as inspeções sejam mais espaçadas e concentradas após períodos chuvosos.

A chuva e o escoamento são as características hidrológicas que mais influenciam na erosão do solo. A quantidade e o tipo de chuva são fatores chave para a erosão desde quando o volume e intensidade das chuvas são importantes no processo devido a sua influência sobre a dinâmica de desprendimento e manutenção da partícula em movimento.

Adicionalmente, grande parte da produção anual de sedimento de uma determinada área ocorre, normalmente, durante um limitado número de eventos extremos de precipitações e escoamento, conseqüentemente, o monitoramento para detecção de possíveis pontos de erosão deve ser feito após a ocorrência destes eventos.

O monitoramento durante a execução das obras e nos primeiros anos de funcionamento consiste na verificação periódica da eficiência das medidas propostas no Plano de Controle de Processo Erosivos e trabalhos de recomposição da cobertura vegetal, e no registro do efeito destas medidas sobre o ambiente, bem como a adoção de medidas emergenciais que por ventura sejam necessárias no decorrer do período de acompanhamento.

Durante a execução das obras é necessário:

- Inspeccionar periodicamente as várias frentes de serviço no campo, para acompanhar a execução das obras e sua adequação ou não ao programa ambiental relativo ao controle de processo erosivo;
- Implementar auditorias ambientais para verificar o grau de adequação das atividades executadas, em relação aos requisitos estabelecidos no Plano de Controle dos Processo Erosivo;
- O monitoramento como uma rotina a ser adotada no diário de obra, envolve:
- Inspeção visual as áreas de taludes de corte e aterro;
- Monitoramento das canaletas e estruturas de drenagem quanto a acumulação de sedimentos;
- Inspeção do sistema de drenagem quanto a danos estruturais – fissuras, rachaduras, recalque; e
- Monitoramento da qualidade da água na rede de drenagem – turbidez.

Destacam-se a seguir os três tipos básicos de inspeção a serem adotadas no monitoramento:

#### **i) Inspeções Rotineiras**

Consiste em inspeção visual a partir de visitas a todos os pontos críticos e frentes de obra a ser realizada com frequência mensal. Eventuais anomalias devem ser comunicadas imediatamente a administração.

#### **ii) Inspeções Periódicas**

Executada por profissional da área de geotecnia ou afim, com frequência bimensal até a estabilização dos terrenos e consolidação da vegetação de proteção, e quadrimestral durante os dois primeiros anos de operação, para preenchimento de uma planilha detalhadas de chek-list contendo todos os itens a serem verificados e locais inspecionados. Devendo gerar com produto, relatórios de inspeção sobre estabilidade dos terrenos e funcionamento do sistema de drenagem.

#### **iii) Inspeções Especiais**

Consiste na inspeção semelhante a Inspeção periódica, executada em condições especiais ou excepcionais, caracterizadas por eventos extremos de precipitação, ocorrência de anomalias que possam colocar em risco a segurança das estruturas. São previstas três inspeções:

- ao final dos serviços de terraplanagem;
- ao final da implantação do sistema de drenagem de águas pluviais e;
- ao final da obra, concomitante à desmobilização do canteiro.

Os indicadores ambientais sugeridos irão atestar, através se parâmetros qualitativos e quantitativos, a eficácia das medidas adotadas conforme as recomendações do Plano. São eles:

- Estabilização de áreas de taludes de corte e aterro
- Ausência de erosão laminar nas áreas de vertentes.
- Funcionamento adequado do sistema de drenagem de águas pluviais, que não devem apresentar danos na estrutura ou acumulação de sedimento e detritos.
- Efetiva retenção de sedimentos nas bacias de decantação.
- Ausência de erosão na rede de drenagem natural a jusante do ponto de restituição.
- Índice de pega e desenvolvimento satisfatório da vegetação de proteção.
- Percentual de reestabelecimento da cobertura vegetal – com meta de 100% de cobertura do solo

Posteriormente à reconformação topográfica e ao plantio para proteção dos solos desnudados devem ser adotados como práticas de acompanhamento e de avaliação de desempenho procedimentos de monitoramento da eficiência dos trabalhos, sobretudo no que se refere a conservação da estrutura dos taludes e efetiva regeneração da vegetação. Sendo assim, recomenda-se acompanhamento dos serviços por um técnico especializado e com prática de campo para proceder a correta avaliação de situações adversas e que possam vir a comprometer os resultados pretendidos.

Tais procedimentos são relativamente simples e podem ser feitos mediante avaliação visual, onde devem ser observados os principais aspectos referentes a:

- ocorrência e desenvolvimento de processos erosivos e de perda de solos;
- índice de pegamento da vegetação replantada;
- utilização indevida das áreas;
- sintomas de deficiência nutricional das plantas ou toxidez do solo.
- deficiência de umidade necessária ao desenvolvimento da vegetação.

Recomenda-se ao longo de todo o processo de controle proceder ao registro e manter a memória fotográfica de todas as atividades, o que permitirá análises comparativas das diversas etapas da obra.

As áreas em processo de recomposição da vegetação devem ser objeto de avaliação semanal, onde é feito o monitoramento do desenvolvimento das espécies introduzidas.

Nos casos de detecção de processo erosivos significativos, tanto de erosão laminar quanto de erosão concentrada, devem ser utilizados métodos para aferição de evolução e estimativa do volume de material erodido. Um dos métodos mais recomendados e de fácil execução é o Método dos Pinos.

O método dos pinos se caracteriza como um dos mais simples e eficientes métodos para monitorar a erosão dos solos e estabelecer a taxa de erosão de uma determinada área. Neste método é montada uma malha de distribuição regular com segmentos de vergalhão ou pregos

com um comprimento mínimo de 10 cm, enterrados perpendicularmente a superfície ao longo da encosta que esteja sofrendo erosão.

O monitoramento consiste em proceder medidas regulares, função da evolução observada visualmente, registrando-se a altura destes pinos acima do solo, sendo possível estimar a perda de solos ao final de um determinado período em termos de espessura e volume para a encosta como um todo ou em parte, destacando-se a atuação dos processos por segmento de área.

De acordo com a avaliação feita pelo técnico especialista responsável pelo acompanhamento dos serviços, práticas corretivas devem ser adotadas a exemplo de reconformação topográfica, recuperação de estruturas de drenagem, limpeza de canleas e caixas de passagem, replantio de vegetação, adubação complementar de cobertura, função, sobretudo, do problema identificado.

Grande parte dos terrenos destinados a intervenção das obras do Porto é drenada pela vertente oeste com uma áreas total de 11,912 km<sup>2</sup> com um escoamento convencional, onde parte das águas precipitadas infiltram enquanto que os excedentes escoam para áreas mais baixas do relevo direcionados por uma rede de drenagem superficial bem definida e condicionada pelo relevo.

No seu trecho final a o vale apresenta um estreitamento que corta transversalmente uma serra, através de uma garganta, que corresponde a um ponto de controle fluvial (**Figura 7.1**). A partir desse trecho, seguindo para oeste, deságua em uma área de relevo plano, parcialmente embrejada, baixo curso do rio Itariri, afluente do rio Almada. A conexão, portanto, entre a bacia da vertente oeste e a área do baixo Itariri ocorre através deste estreito por onde passa a maior parte da água drenada na área do Porto sul.



Figura 7.1- Foto ou imagem do ponto final da bacia da vertente oeste

## 7.1 MEDIDAS CORRETIVAS

Quando identificadas, durante as vistorias de campo, as ocorrências de processos erosivos e/ou feições de instabilização, estas serão caracterizadas e cadastradas, para que sejam adotadas medidas corretivas.

A caracterização envolve o dimensionamento das feições do fenômeno, a identificação de suas causas e dos mecanismos de formação e desenvolvimento. A partir desta caracterização, é que serão definidas as medidas corretivas, e quando necessário serão desenvolvidos projetos de engenharia específicos.

os locais afetados por processos erosivos devem ser isolados através de estruturas de retenção de sólidos, com características francamente drenantes, ou que permitam o seu transbordamento, funcionando como bacias de decantação de sólidos ou de sedimentação.

As medidas corretivas com soluções de engenharia somente poderão ser dimensionadas e detalhadas como projeto executivo a partir da identificação e cadastro dos locais de erosão.

## 8. INDICADORES

A eficácia da implantação do Plano de Controle de Processos Erosivos deve ser avaliada a partir da análise e registro de indicadores, função também do tipo de uso previsto para a área. Estes indicadores são:

- Fixação da cobertura vegetal em taludes;
- Ausência de marcas de erosão nos taludes;
- Ausência de indicadores de erosão laminar nas superfícies desnudadas;
- Ausência de sedimento das calhas e caixas de passagem dos sistemas de drenagem;
- Integridade estrutural das canaletas e dos dissipadores de energia;
- Registro fotográfico de todas as áreas submetidas a intervenções e estruturas de drenagem.

## 9. LEGISLAÇÃO APLICÁVEL

Todas as atividades e critérios adotados no trabalho deverão estar condizentes com a Lei nº 12.651 de 25 de maio de 2012 (Código Florestal) que estabelece normas gerais sobre a proteção da vegetação, áreas de Preservação Permanente e as áreas de Reserva Legal; a exploração florestal, o suprimento de matéria-prima florestal, o controle da origem dos produtos florestais e o controle e prevenção dos incêndios florestais.

O Decreto nº 14.024 de 06 de julho de 2012, que Aprova o Regulamento da Lei nº 10.431, de 20 de dezembro de 2006, que instituiu a Política de Meio Ambiente e de Proteção à Biodiversidade do Estado da Bahia, e da Lei nº 11.612, de 08 de outubro de 2009, que dispõe sobre a Política Estadual de Recursos Hídricos e o Sistema Estadual de Gerenciamento de Recursos Hídricos, dando diretrizes para os instrumentos de gestão, do zoneamento territorial ambiental e



gerenciamento costeiro, da poluição dos solos, das normas de emissões, qualidade e monitoramento.

Na execução das diversas atividades relacionadas ao PCPEA deverão ser observadas as recomendações e normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), dentre as quais são destacadas:

NBR 8044 (1983) – Projeto Geotécnico;  
NBR 10.703 TB 350 (1989), sobre Degradação do Solo;  
NBR 11.682 (1991) ABNT – Estabilidade de Encostas e Taludes;  
NBR 6.497 (1983) ABNT – Procedimentos para o Levantamento Geotécnico;  
NBR 6.122 ABNT – Projeto e execução de fundações  
NBR 6.484 (2001) ABNT – Execução de Sondagens de Simples Reconhecimento de Solos.

Devem ser observadas também normas específicas do DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES- DNIT.

NORMA DNIT 074/2006 – ES - Tratamento ambiental de taludes e encostas por intermédio de dispositivos de controle de processos erosivos – Especificação de serviço que define e fixa a sistemática do tratamento ambiental de superfícies de taludes de corte, aterros e encostas a montante da rodovia, de modo a reduzir custos de manutenção e controlar processos erosivos.

## 10. CRONOGRAMA FÍSICO

Os **Quadro 10-1** a **Quadro 10-3** apresentam os cronogramas físicos das fases de préimplantação, Implantação do Porto Sul.

**Quadro 10-1 - Cronograma Físico de Execução do Programa de Controle de Processos Erosivos e Assoreamento– Fase de Pré-Implantação do Empreendimento.**

ATIVIDADES	SEMESTRES												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Mapeamento dos locais com potencial erosivos													

Fonte: Elaboração própria, 2014.

**Quadro 10-2 - Cronograma Físico de Execução do Programa de Controle de Processos Erosivos e Assoreamento– Fase de Implantação do Empreendimento.**

ATIVIDADES	DIAS/SEMANAS/MÊSES/ANOS/SEMESTRES/TRIMESTRES											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Mapeamento dos locais com incidência de processo erosivos												
Vistoria no canteiro de obras e praças de serviço												
Verificação dos sistemas de drenagem provisórios												
Vistoria das condições de estocagem de solos e materiais construtivos												
Acompanhamento da abertura de Jazidas												
Acompanhamento da instalação das estruturas												
Instalação do sistema de drenagem definitivo												
Desativação de Canteiro												
Inspeções rotineiras												
Inspeções periódicas												
Inspeções especiais												

Fonte: Elaboração própria, 2014.

**Quadro 10-3 - Cronograma Físico de Execução do Programa de Controle de Processos Erosivos e Assoreamento– Fase de Operação do Empreendimento.**

ATIVIDADES	DIAS/SEMANAS/MÊSES/ANOS/SEMESTRES/TRIMESTRES											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Vistorio no sistema de drenagem de águas pluviais												
Vistorias nos taludes de corte e aterro												
Vistoria das áreas submetidas ao PRAD												

Fonte: Elaboração própria, 2014.

## 11. MEDIDAS MITIGADORAS RELACIONADAS

Como medida mitigadora dos impactos relacionados a processos erosivos e assoreamento, os estudos ambientais indicaram:

### **Fase de Implantação**

- Implantar rede de drenagem associada a uma bacia de contenção para retenção de sólidos, impedindo a migração destes para mananciais superficiais;
- Implantar drenagem nas áreas de canteiro e vias de circulação, com bacias para retenção/deposição de partículas sólidas grosseiras;
- Executar serviços de terraplanagem com balanço de corte e aterro;
- Executar ações de recuperação de áreas degradadas pelas obras;
- Utilizar jazidas comerciais de materiais de empréstimo, devidamente licenciadas;
- Implantar terraços nas obras de terraplanagem evitando interferência com a rede de drenagem e solos aluvionares;
- Priorizar a execução de atividades que envolvem movimentação de terras com operações de corte e aterro para o período de menor precipitação;
- Promover a execução gradual das atividades de movimentação de terras evitando a exposição concomitante de grandes superfícies desprotegidas.

- Elaborar estudos geotécnicos para a definição de inclinação segura para taludes de corte e aterro, garantindo a não ocorrência de escorregamentos e outros movimentos de massa;
- Disciplinar o escoamento de águas pluviométricas nas bases de taludes de corte e aterro.
- Exercer controle de uso do solo não ocupando ou ocupando a menor área possível em trechos rebaixados onde ocorrem solos areno-lamosos de elevada plasticidade e solos orgânicos.
- Implantar sistema de drenagem no entorno das áreas de terraplenagem, de modo a permitir a captação e decantação da drenagem, visando a maior retenção de sólidos possível antes do descarte das águas para os mananciais;
- Implantar sistema de drenagem e bacias de decantação em pontos apropriados da pedreira;
- Quando possível executar os canais de drenagem com baixa declividade e escavados em terreno natural, sem revestimento, favorecendo a recarga.
- Quando possível deve-se manter áreas entre as edificações e estruturas em terreno natural, protegidas apenas por vegetação de gramíneas, com vistas a aumentar a infiltração.
- Utilizar água captada das áreas impermeáveis e das bacias de decantação para controle de poeira nas pilhas, promovendo o reaproveitamento e reduzindo a necessidade de captações subterrâneas ou superficiais.
- Implantar programa de investigação geotécnica e definição de parâmetros e critérios de fundação na implantação e controle do empreendimento.

### **Fase de operação**

- Implantar de sistemas de drenagem conectados a bacias de decantação e tratamento de efluentes, para as áreas de pátios de estocagem, silos de armazenamento, viradores e alimentadores de vagões, áreas de lavagem de trenas e caminhões e outras;
- Manter áreas não ocupadas pelas instalações do empreendimento com paisagismo (vegetação recobrimdo os solos) de modo a reduzir as áreas com solos expostos, particularmente em zonas de taludes;
- Promover ações de recuperação de áreas degradadas;
- Promover manutenção preventiva dos taludes de corte e aterro;
- Proteger os solos com utilização de gramíneas;
- Disciplinar as águas pluviais tendo em vista o controle de processos erosivos;
- Projetar as edificações, vias de acesso e praças de estocagem para utilização da menor área possível;
- Fazer a conformação topográfica e proteção vegetal para os terrenos degradados;
- Implantar o Programa de Recuperação de Área Degradada – PRAD;
- Implantar programa de investigação geotécnica e definição de parâmetros e critérios de fundação na implantação e controle do empreendimento.

## 12. INTERRELAÇÃO COM OUTROS PROGRAMAS

O Plano de Processos Erosivos e Assoreamento apresenta relação com os seguintes Planos e Programas previstos nos estudos ambientais:

- Programa de Recuperação de Áreas Degradadas;
- Programa de Monitoramento das Água e Sedimento;
- Programa de Gerenciamento de Efluentes;
- Programa de Gerenciamento de Resíduos Sólidos;
- Programa Ambiental para a Construção.
- Programa de Gestão Ambiental.

O Plano de Controle de Processo Erosivos e Assoreamento tem uma forte relação com o Plano de Recuperação de Áreas Degradadas, desde quando as ações de recuperação das áreas de intervenção, em especial as de composição do horizonte orgânico dos solos e reposição da cobertura vegetal minimiza ou impede o desenvolvimento de processo erosivos.

O Plano de Recuperação de Áreas Degradadas – PRAD, deverá indicar, as atividades de remoção e estocagem de horizonte orgânico dos solos, com posterior utilização na recomposição da cobertura vegetal, sendo esta uma etapa importante no controle de processos erosivos pois fixa e protege os solos do poder erosivo das chuvas.

A eventual turbidez elevada em manancias hídricas superficiais, objeto de acompanhamento pelo Programa de Monitoramento de Qualidade da Água, representa um indicativo da ocorrência de processos erosivos.

Os Programas Ambiental para a Construção e de Gestão Ambiental devem indicar procedimentos com contribuem para a redução de processos erosivos e assoreamento, diretamente relacionados a qualidade ambiental da obra.

### 13. EQUIPE TÉCNICA

Na execução o Plano de Controle de Processos Erosivos e de Assoreamento está prevista a seguinte equipe técnica.

**Quadro 13-1 - Perfil da Equipe Técnica do Programa de Processos Erosivos e Assoreamento**

<b>Profissional</b>	<b>Formação/Experiência</b>	<b>Função</b>
GeólogoSenior	Mestre em erosão e conservação de solos ou áreas afins.	Coordenador
Geólogo/Agrônomo médio	Esp. em Sedimentologia e/ou Geomorfologia	Executar as impeções rotineiras e elaborar relatórios
Topógrafo	Experiência em atividades de levantamento de campo	Proceder as vistorias mensais e o levantamento da ocorrência de processo erosivos

Fonte: Elaboração própria, 2014.

## 14. RESPONSÁVEL PELA ELABORAÇÃO DO PROGRAMA

O presente programa foi elaborado pelo Geólogo Isaac Queiroz.

## 15. RESPONSÁVEL PELA EXECUÇÃO DO PROGRAMA

A execução deste programa é responsabilidade do empreendedor.

## 16. REFERÊNCIAS

BALENSIEFER, M. ; MASCHIO L. MONTOYA, J.J. Áreas degradadas: A Perspectiva da Pesquisa Florestal. In: I CONGRESSO FLORESTAL PAN-AMERICANO - Anais. SBS, SBEF, Curitiba - PR, 19-24 setembro de 1993 p. 716

BERTONI, J e F.J. LOMBARDI NETO. Conservação do Solo. 1985. Piracicaba, SP Livroceres

Companhia Energética de São Paulo, Recuperação de Áreas Degradadas da Mata Atlântica - Uma experiência da CESP Companhia Energética de São Paulo; Caderno 3 - 2ª edição, 2000.

CUQUEL, F. L. Recuperação de áreas degradadas através de arborização. ESALQ/ 1990, 33p. F 3869.

Departamento de Estradas e Rodagens do Estado de São Paulo. Manual de geotecnia: Taludes de rodovias: orientação para diagnóstico e soluções de seus problemas. São Paulo: Instituto de Pesquisa Tecnológicas, 1991. 206 p. (Publicação IPT 1843).

EMBRAPA – Prática de Conservação do Solo e Recuperação de Área Degradada – Rio Branco, 2003; 29 p.

GRIFFITH, J.J. O estado da arte de recuperação de áreas mineradas no Brasil. In: SIMPÓSIO NACIONAL SOBRE RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS, 1º, Curitiba, 1992. Anais, Curitiba, Universidade Federal do Paraná, 1993. p . 77-82.

IBAMA - Manual de Recuperação de Áreas Degradadas pela Mineração: técnicas de revegetação/IBAMA. - Brasília, 1990.

POGGIANI, F. Utilização de espécies florestais de rápido crescimento na recuperação de áreas degradadas. Série Técnica IPEF Piracicaba, v. 2, n.4 p. 1-26, 1981.

SAAD, ODILON. Máquinas e Técnicas de Preparo Inicial do Solo - 4.ed. - São Paulo: Nobel, 1984.

TUCCI, C.E.M., 1993. Escoamento Superficial. Hidrologia Ciência e Aplicação. ABRH/EDUSP. p: 391 - 437.

TUCCI, C.E.M., 1998. Modelos Hidrológicos, Porto Alegre, Ed. UFRGS/ABRH. 669 p.

---

## **ANEXOS**

---

Anexo 1 – Cadastro Técnico Federal – CTF IBAMA



Ministério do Meio Ambiente  
Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis



CADASTRO TÉCNICO FEDERAL  
CERTIFICADO DE REGULARIDADE - CR

<b>Registro n.º</b>	<b>Data da Consulta:</b>	<b>CR emitido em:</b>	<b>CR válido até:</b>
5261095	08/04/2014	08/04/2014	08/07/2014

**Dados Básicos:**

CPF: 464.659.365-34

Nome: Isaac Góes de Queiroz

**Endereço:**

Logradouro: rua dos Colibris, nº 539

N.º: Complemento:

Bairro: Imbui Município: SALVADOR

CEP: 41720-060 UF: BA

**Atividades de Defesa Ambiental:**

**Categoria:**

Código	Descrição
1	5001 - Consultor Técnico Ambiental - Classe 5.0

**Atividade:**

Código	Descrição
1	10 - Auditoria Ambiental
2	11 - Gestão Ambiental
3	8 - Recuperação de Áreas
4	6 - Recursos Hídricos
5	4 - Uso do Solo

Conforme dados disponíveis na presente data, CERTIFICA-SE que a pessoa jurídica está em conformidade com as obrigações cadastrais e de prestação de informações ambientais sobre as atividades desenvolvidas sob controle e fiscalização do Ibama.

O Certificado de Regularidade emitido pelo CTF não desobriga a pessoa inscrita de obter licenças, autorizações, permissões, concessões, alvará e demais documentos exigíveis por instituições federais, estaduais, distritais ou municipais para o exercício de suas atividades.

O Certificado de Regularidade não habilita o transporte e produtos e subprodutos florestais e faunísticos.

O Certificado de Regularidade tem validade de três meses, a contar da data de sua emissão.

Chave de autenticação	e326.wtiw.b2hi.sw17
-----------------------	---------------------