



Universidade Federal  
do Rio de Janeiro  

---

Escola Politécnica

PROBLEMAS AMBIENTAIS ASSOCIADOS À MOVIMENTAÇÃO  
PORTUÁRIA DE MINÉRIOS, COM ÊNFASE EM  
EFLUENTES LÍQUIDOS

Bruna Guerreiro Tavares

Projeto de Graduação apresentado ao  
Curso de Engenharia Ambiental da Escola  
Politécnica, Universidade Federal do Rio  
de Janeiro, como parte dos requisitos  
necessários à obtenção do título de  
Engenheiro.

Orientadora: Iene Christie Figueiredo

Rio de Janeiro  
Setembro de 2012

PROBLEMAS AMBIENTAIS ASSOCIADOS À MOVIMENTAÇÃO  
PORTUÁRIA DE MINÉRIOS, COM ÊNFASE EM  
EFLUENTES LÍQUIDOS

Bruna Guerreiro Tavares

PROJETO DE GRADUAÇÃO SUBMETIDO AO CORPO DOCENTE DO CURSO DE ENGENHARIA AMBIENTAL DA ESCOLA POLITÉCNICA DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO COMO PARTE DOS REQUISITOS NECESSÁRIOS PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE ENGENHEIRO AMBIENTAL.

Examinada por:

---

Prof<sup>a</sup>. Iene Christie Figueiredo, D. Sc.

---

Prof. Gilberto Olympio Mota Fialho, D. Sc.

---

Eng. Betina Maciel Versiani , M. Sc.

RIO DE JANEIRO, RJ - BRASIL  
SETEMBRO de 2012

Tavares, Bruna Guerreiro

Problemas Ambientais Associados à Movimentação  
Portuária de Minérios, com Ênfase em Efluentes Líquidos/  
Bruna Guerreiro Tavares. – Rio de Janeiro: UFRJ/  
ESCOLA POLITÉCNICA, 2012.

IX, 89 p.: il.; 29,7 cm.

Orientadora: Iene Christie Figueiredo

Projeto de Graduação – UFRJ/ Escola Politécnica/  
Curso de Engenharia Ambiental, 2012.

Referencias Bibliográficas: p. 76-82.

1. Movimentação de Minérios. 2. Gestão Ambiental.  
3. Terminais Portuários. 4. Recursos Hídricos.

I. Iene Christie Figueiredo. II. Universidade Federal do  
Rio de Janeiro, Escola Politécnica, Curso de Engenharia  
Ambiental. III. Título.

“O mundo só mudará efetivamente quanto a distância entre o que se faz e o que se fala for drasticamente reduzida, até que num dado momento a fala será a própria prática.”

*Adaptado de Paulo Freire*

## **Agradecimentos**

Primeiramente agradeço a toda minha família que sempre foi meu guia e minha base, me ajudando nos momentos mais difíceis e a Deus por ter me dado a vida e as oportunidades que tive ao longo dela, decisivas para o meu crescimento espiritual e material.

À minha avó Rosa, que sempre aparecia no meu quarto, quando eu não saía de lá para terminar algum trabalho importante, para ver se eu estava precisando de algo e começava a contar suas histórias de Portugal. E também por toda a preocupação com o meu bem estar diário.

Aos meus pais, Celestina e Mauro, que fizeram e fazem tudo por mim, facilitando ao máximo a minha vida durante as minhas correrias do dia-a-dia e me acalmando em meus momentos de desespero e dúvidas.

Ao Eduardo, meu namorado, e sua incrível paciência e cabeça-fria diante dos problemas que surgiram ao meu redor, me ajudando a saná-los.

À minha orientadora que sempre me tranquilizava insistindo que no fim sempre dá tempo de terminar tudo e pelo apoio e auxílio.

Aos colegas de turma pela confiança que depositaram em mim e nas coisas que eu fazia em todos esses anos de faculdade.

Aos meus amigos que, estando próximos ou distantes, fizeram toda a diferença, principalmente em momentos em que precisei de conselhos e atenção especial.

À equipe do IVIG, sempre tão alegre e descontraída, que me ajudou muito a conseguir as informações que foram utilizadas nesse trabalho e a sanar dúvidas que tive ao longo dessa jornada.

Finalmente agradeço a pessoas que nem sabem quem eu sou, mas que trabalham diariamente, com atenção e dedicação para prover os serviços e bens que consumo, seja na faculdade, no supermercado, na academia, na rua ou mesmo numa barraquinha de pipoca.

Resumo do Projeto de Graduação apresentado à Escola Politécnica/ UFRJ como parte dos requisitos necessários para a obtenção do grau de Engenheiro Ambiental.

Problemas Ambientais Associados à Movimentação Portuária de Minérios,  
com Ênfase em Efluentes Líquidos

Bruna Guerreiro Tavares

Setembro/2012

Orientadora: Iene Christie Figueiredo

Curso: Engenharia Ambiental

Os minérios são importantes matérias-primas, fundamentais para a maioria dos processos industriais e produções de bens de consumo ao redor do mundo. A necessidade de movimentação dos granéis sólidos minerais entre os países, cujo transporte ocorre basicamente através de navios, gera a necessidade de terminais portuários especializados na movimentação desse tipo de carga, possibilitando a importação/exportação dos mesmos. O armazenamento e transporte de minérios nos terminais utiliza uma grande quantidade de água em seus processos e, por isso, o tratamento e reuso dessa água nessas instalações torna-se essencial. Além disso, a movimentação está associada a alguns problemas ambientais, como a poluição atmosférica gerada, o descarte inadequado de águas contaminadas com minérios diretamente para os corpos de água.

Este trabalho avaliou dois terminais presentes em portos brasileiros, que movimentam minério de ferro e carvão mineral, quanto aos impactos que geram no meio ambiente costeiro e as soluções por eles adotadas, com ênfase nos recursos hídricos utilizados e também comparando-os com as boas práticas de gestão descritas na revisão bibliográfica.

Ambos os terminais avaliados possuem sistemas de gestão e reuso de água, com diferentes graus de tratamento e de reuso, mas que se mostraram efetivos para cada tipo de minério. Porém ainda se observam variados problemas ambientais associados a esses terminais, principalmente no que tange o *runoff* inadequado das águas que arrastam os minérios espalhados por locais que não possuem drenagem adequada, permitindo o descarte desse efluente contaminado diretamente nos corpos hídricos.

*Palavras-chave:* Gestão Ambiental em Portos, Minério de Ferro, Carvão Mineral, Reuso de Água, Armazenamento e movimentação de minérios.

Abstract of Undergraduate Project presented to POLI/UFRJ as a partial fulfillment of the requirements for the degree of Engineer.

Environmental Problems Associated with Ore Handling in Ports with Emphasis on  
Wastewater

Bruna Guerreiro Tavares

September/2012

Advisor: Iene Christie Figueiredo

Course: Environmental Engineering

The ores are important raw materials, which are essential for most of the industrial processes and production of final goods around the world. The necessity of handling mineral dry bulk between the countries, which transport occurs mainly through ships, generates the need for port terminals specialized on handling this type of cargo, enabling the import / export of them. The storage and transportation operations on the ore terminals use a large amount of water in their processes, so the processing and reuse of this water in these facilities become essential. Moreover, the handling process is associated with some environmental problems such as air pollution and the improper disposal of contaminated water with ore residues directly into bodies of water.

This study evaluated two terminals from Brazilian ports, which handle iron ore and coal, about the impacts on coastal environment and the solutions they have adopted to control them. The emphasis was given to the water resources and also to compare the terminals solutions with the good management described in the literature review.

Both of the terminals that were evaluated have management systems and water reuse, with different treatment and reuse, but that proved to be effective for each ore type. However, there are still a variety of environmental problems associated with these terminals, especially related with inappropriate water runoff, which drag ores scattered on locations that do not have proper drainage, allowing the discharge of contaminated effluent directly into water bodies.

*Keywords:* Ports environmental management, Iron ore, Coal, Water reuse, Ore storage and handling.

## Sumário

I) INTRODUÇÃO .....	1
II) OBJETIVOS .....	4
III) REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	5
III.1) Características portuárias: definições, conceitos e legislações pertinentes.....	5
III.2) Armazenamento e transporte de minérios nos portos .....	9
III.3) Problemas Ambientais Associados .....	14
III.3.1) Ar.....	16
III.3.2) Solo .....	19
III.3.3) Água .....	20
III.3.4) Área Adjacente .....	22
III.4) Boas Práticas para Controle da Poluição Hídrica em Operações de Granéis Sólidos Mineraiis .....	23
III.4.1) Boas Práticas associadas à logística do minério.....	24
III.4.2) Boas Práticas associadas ao controle de <i>runoff</i> .....	25
III.4.3) Boas Práticas associadas ao controle das poeiras e dos efluentes gerados na umectação das pilhas .....	27
III.4.4) Boas Práticas associadas ao reuso de água.....	28
III.4.5) Boas Práticas em Sistemas de Tratamento de Efluentes .....	29
III.4.6) Medidas adotadas pela CODESA (ES) .....	32
III.4.7) Medidas adotadas pela CSN em pátios de carvão.....	33
III.4.8) Medidas adotadas pela <i>Gujarat Pollution Control Board</i> .....	34
III.4.9) Medidas adotadas por um Porto Australiano .....	35
IV) METODOLOGIA .....	38
IV.1) Caracterização dos terminais .....	38
IV.2) Levantamento de Dados.....	41
V) RESULTADOS E DISCUSSÕES .....	44



V.1) Impactos no Ambiente Portuário.....	44
V.1.1) Terminal VALE.....	46
V.1.2) Terminal CSN .....	49
V.2) Sistemas De Tratamento dos Terminais .....	52
V.2.1) Terminal VALE.....	52
V.2.2) Terminal CSN .....	58
V.3) Análise Comparativa das Práticas de Gestão dos Efluentes em Terminais Portuários.....	69
VI) CONCLUSÃO .....	78
VII) BIBLIOGRAFIA .....	81
ANEXOS .....	88

## **I) INTRODUÇÃO**

O Brasil é historicamente um país de exorbitantes diversidades natural e cultural, além de uma grande extensão territorial que propicia a produção de bens diversificados e o coloca numa privilegiada posição de possibilidade de crescimento. Atualmente ocupa um lugar de destaque entre as economias mundiais, como a sétima maior economia do mundo (Economy Watch, 2010), apesar de ainda ocupar uma posição de país em desenvolvimento (BBC News, 2012) e por isso ainda ter muitos desafios pela frente, principalmente nas áreas social e ambiental.

O país se encontra em plena expansão de suas relações externas e conseqüentemente, a movimentação de mercadorias segue em ritmo de ascensão, um exemplo desse crescimento é o setor portuário brasileiro. Este se encontra num estágio de expansão, com aumento da circulação de mercadorias e necessidade de ampliação do sistema portuário para conseguir atender esse crescimento. Segundo ANTAQ, 2011, no ano de 2010 houve a maior movimentação total de cargas (833.882.796 toneladas) nos portos da história do país, retomando o crescimento da movimentação de cargas nos portos brasileiros, uma vez que em 2011 essa movimentação foi ainda maior atingindo cerca de 890 milhões de toneladas, sendo 60,6% de graneis sólidos, 24,8% de graneis líquidos e 14,6% de carga geral, esta última abrangendo carga solta e contêineres (GUIA PORTUÁRIO, 2012). Essa relação percentual entre os três tipos de carga tem sido mantida nos últimos anos (ANTAQ, 2011), com os graneis sólidos liderando a lista e ocupando em média 60% das movimentações portuárias que ocorrem nos portos brasileiros, como pode ser observado na Figura 1.

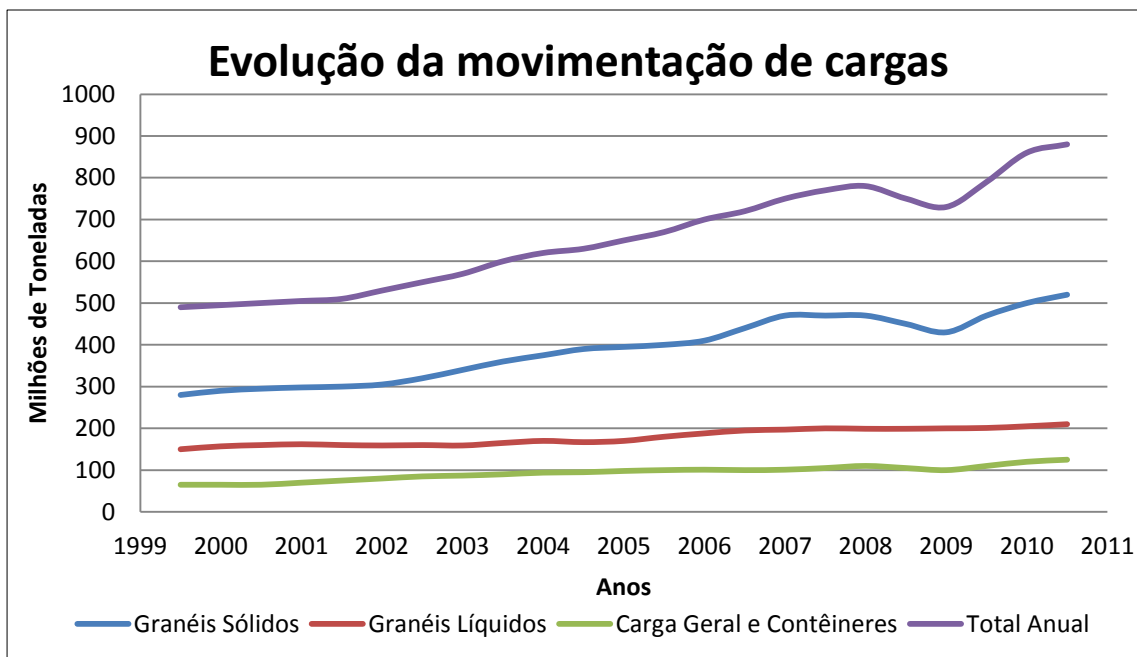


Figura 1: Gráfico da evolução da movimentação de cargas nos portos brasileiros (Adaptado de: Guia Portuário, 2012)

Nesse cenário de ampliação, os minérios possuem um papel importante, pois segundo FARIA, 2002, a história do Brasil sempre teve uma relação próxima com a procura e utilização de recursos minerais existentes no território nacional, os quais sempre tiveram importante destaque na balança comercial do país. Esses minérios são commodities que se tornam matérias-primas essenciais na produção mundial de máquinas e equipamentos, que vão por sua vez produzir novos bens de consumo, cada vez mais requisitados num mundo de consumidores progressivamente mais ávidos por novidades tecnológicas.

Os minérios, mais especificamente o minério de ferro, o carvão mineral e a bauxita, responderam por aproximadamente 44,2% da tonelagem movimentada em 2011 pelos portos brasileiros (ANTAQ, 2011). Isto mostra a grande participação dos mesmos nas movimentações de carga do país e, portanto sua importância irrefutável para o PIB brasileiro. Porém, a movimentação e armazenagem destes minérios nos portos, geram problemas ambientais e exigem uma logística especial para que as perdas de material possam ser controladas e a poluição gerada minimizada.

Segundo ANTAQ, 2011 e GUIA PORTUÁRIO, 2012, a infraestrutura pública portuária não tem conseguido acompanhar essa movimentação recorde de cargas (sejam materiais acabados ou matérias-primas) a cada ano, principalmente por falta de investimento do poder público. Dessa forma, o sistema privado, que obtém concessões para operar nesses locais, vem investindo, nos últimos anos, vultosas somas para que

possa operar dentro dos mesmos, fazendo modificações de infraestrutura para atender as especificações das licenças de operação dos órgãos ambientais e para conseguir acompanhar o aumento de movimentação de cargas.

Além da necessidade de ampliações para acompanhar o crescimento, os portos brasileiros apresentam muitos problemas relacionados aos resíduos que são gerados pelas embarcações e também pelas operações relacionadas à própria logística do porto, sendo os problemas ambientais muitas vezes visíveis a olho nu, como por exemplo muito lixo gerado nas operações e que precisa ser destinado corretamente, a contaminação do mar por óleos e material orgânico despejado sem tratamento, a poluição do ar por partículas muito finas e tóxicas que são lançadas ao ar durante as operações de carga e descarga, o ruído excessivo do maquinário. Estes e tantos outros problemas ambientais acabam transformando o porto num inimigo da cidade, ao invés de um aliado.

Nesse contexto de expansão e problemas ambientais se faz necessário que os portos realizem diagnósticos ambientais e a partir deles, proponham e implementem soluções para os problemas observados em campo. Por isso, o presente trabalho apresenta uma avaliação ambiental de áreas portuárias, verificando suas não conformidades e as práticas ambientais que adota.

As informações descritas foram levantadas no âmbito do projeto da Secretaria de Portos – SEP/PR, desenvolvido pelo Programa de Planejamento Energético (PPE)/COPPE/UFRJ e pelo Instituto Virtual Internacional de Mudanças Globais (IVIG)/COPPE/UFRJ, intitulado “Programa de conformidade do gerenciamento dos resíduos sólidos e efluentes líquidos nos portos marítimos brasileiros”, que tem como objetivo diagnosticar a geração de resíduos sólidos e efluentes líquidos, além da incidência de fauna sinantrópica nociva em 22 (vinte e dois) portos marítimos brasileiros.

A partir das informações coletadas, serão analisadas as características de dois terminais localizados dentro de portos públicos brasileiros, um que movimenta minério de ferro e outro que movimenta carvão mineral e minério de ferro, quanto ao armazenamento e a movimentação de minérios, as práticas adotadas e a relação das mesmas com as boas práticas internacionais na gestão de efluentes líquidos.

## **II) OBJETIVOS**

Este trabalho está focado na questão do uso da água e da geração de efluentes líquidos durante o armazenamento e a movimentação de produtos minerais em dois terminais portuários distintos, bem como nas possibilidades de reaproveitamento das águas que são utilizadas durante o mesmo. Dessa forma, terá como objetivos específicos:

- Identificar os impactos gerados na movimentação e armazenagem de minério nos terminais avaliados;
- Apresentar as metodologias aplicadas pelos terminais para controle de poluição dos efluentes líquidos gerados;
- Fazer uma análise comparativa entre as boas práticas na gestão dos efluentes nos terminais de minério de ferro e de carvão mineral em diferentes portos internacionais e a gestão implementada nos terminais avaliados;
- Indicar possíveis melhorias para a gestão de efluentes nos terminais em questão.

### **III) REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

Nesta parte do trabalho serão, primeiramente, descritos alguns conceitos de cargas e movimentações nos portos para auxiliar o entendimento e permitir uma leitura mais contínua na sequência do trabalho. Além disso, também serão apresentadas algumas legislações específicas e pertinentes ao ambiente portuário.

Em seguida serão abordados os processos realizados para o transporte e armazenamento de minérios em portos, desde a chegada ao porto, até seu carregamento nos navios.

Os problemas ambientais associados ao ambiente portuário aparecem em sequência, explicitando os problemas ambientais relacionados a solo, ar e água que a movimentação e armazenamento de minérios geram na área portuária.

Por fim serão abordadas as boas práticas internacionais no que tange os recursos hídricos associados ao armazenamento de minérios nos terminais e ao transporte do mesmo da área de estocagem para o carregamento da embarcação, de modo a possibilitar uma comparação mais contextualizada na sequência dos objetivos do trabalho.

#### **III.1) Características portuárias: definições, conceitos e legislações pertinentes**

No Brasil, a Agência Nacional de Transportes Aquaviários (ANTAQ) foi instituída pela Lei nº10.233 de 2001. É o órgão que regula e supervisiona as atividades de prestação de serviços e de exploração da infraestrutura de transportes aquáticos e atividades portuárias no território brasileiro, de modo a garantir a movimentação de pessoas e cargas dentro dos padrões de segurança, eficiência, regularidade e conforto, além de equalizar os objetivos dos usuários, das entidades e das empresas que atuam nesse setor de transporte aquaviário, evitando conflitos de interesses ou competições imperfeitas. Esta agência é uma autarquia especial vinculada ao Ministério dos Transportes (BRASIL, 2001).

Há outros órgãos do governo aos quais os agentes portuários e as empresas que atuam dentro da área portuária devem informar suas atividades, de forma que as mesmas possam ser planejadas, fiscalizadas e catalogadas, são eles:

- Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA);
- Polícia Federal;
- Marinha do Brasil;
- Receita Federal;
- Secretaria de Portos (SEP);
- Autoridades Portuárias de cada porto organizado;
- Serviço de Vigilância Agropecuária Internacional (Vigiagro), órgão vinculado à Secretaria de Defesa Agropecuária (SDA).

Todas essas agências atuam dentro do porto garantindo o andamento das atividades e a segurança das mercadorias que circulam, desse modo, se faz interessante compreender o conceito de Porto Organizado, onde de fato ocorre essa circulação de mercadorias. Segundo a Resolução da ANVISA nº 217 de 21 de novembro de 2001, que trata da vigilância sanitária de embarcações e portos de controle sanitário, entende-se por Porto Organizado:

Aquele construído e aparelhado para atender às necessidades da navegação, movimentação e armazenagem de mercadorias e deslocamento de viajantes, concedido ou explorado pela União, cujo tráfego e operações portuárias estejam sob a jurisdição de uma autoridade portuária. (Anexo, Artigo 1º, item XXXIX)

A Lei 8.630/1993, conhecida como a Lei dos Portos, dispõe sobre o regime jurídico da exploração dos portos organizados e das instalações portuárias no Brasil. Ela define como a área portuária deve ser organizada e quem pode operar ou administrar a mesma, bem como determina usos possíveis para as áreas e instalações portuárias. Além disso, define as obrigações de cada entidade que faz parte da administração e operação dentro da área do porto, entre outras determinações (BRASIL, 1993). Segundo esta lei, a Operação Portuária é definida como:

A de movimentação de passageiros ou a de movimentação ou armazenagem de mercadorias, destinados ou provenientes de transporte aquaviário, realizada no porto organizado por operadores portuários. (Art.1º, parágrafo 1º, item II)

As cargas transportadas nessas operações portuárias podem ser classificadas quanto à sua forma de armazenamento e transporte em (MTE, 2001, PIP, 2012):

- *Carga Granel*: esse tipo de carga não é acondicionada em nenhuma embalagem, isto é, ela é transportada em grandes quantidades/peso, diretamente nos porões dos navios e posteriormente armazenada em pátios ou cilos nos terminais portuários, ou vice e versa. Ela necessita de transporte individualizado, pois caso contrário, diferentes cargas seriam misturadas. As cargas granel podem ser líquidas ou sólidas.

- Exemplos de granéis sólidos: qualquer sólido fragmentado ou grão vegetal, minérios em geral, bauxita, carvão, sal, trigo em grão, soja, fertilizantes, etc.

- Exemplos de granéis líquidos: petróleo, álcool, óleos vegetais, suco de laranja, melão, gasolina, etc. Eles são movimentados por meio de bombas através de dutos.

- *Carga Geral*: mercadorias que geralmente são embaladas, podendo vir soltas em certo estágio industrial, e que necessitam ser arrumadas para que possam ser transportadas num navio. Alguns exemplos de mercadorias que precisam ser embaladas são: aramados, bobinas, caixotes aramados. Já exemplos de mercadorias que não necessitam ser embaladas são: tubos de ferro, pneus soltos, veículos, animais vivos, chapas de ferro, pedras em bloco, madeira ou aço.

- *Carga Containerizada*: mercadorias que são acondicionadas em contêineres, os quais são grandes caixas ou recipientes metálicos dentro dos quais as mercadorias são dispostas e depois lacradas. O contêiner só volta a ser aberto quando chega ao porto de destino e no mesmo podem ser transportadas de 10 a 30 toneladas, dependendo do seu tamanho. Esse tipo de carga pode ser refrigerada, comum, líquida (contêiner tanque), entre outros.

A Lei dos Portos citada acima, também conhecida como Lei de Modernização dos Portos, deu início a uma série de reformas no modelo portuário do Brasil desde 1993, quando foi sancionada, tais como reduzir custos, aumentar produtividade, verificar excesso de pessoal e burocracia governamental. Um exemplo dessa reforma é o novo modelo administrativo, onde o setor privado é concessionário e operador do espaço portuário e o setor público deve ser o grande regulador. Porém, o setor de gestão ambiental ainda não está totalmente incorporado nesse novo sistema portuário, deixando as questões ambientais em segundo plano ao considerar as ações ambientais um fator encarecedor e por isso que ameaça a competitividade (KITZMANN e MILTON, 2006).



Com o intuito de tentar lidar com as questões ambientais relativas ao setor portuário variadas legislações já foram sancionadas, sendo algumas relativas à poluição gerada por navios, como a Convenção Marpol 73/78; e outras abrangendo instalações portuárias e prevenção relativa às suas operações, como é o caso da Lei 9966 de 2000, que dispõe sobre a prevenção, o controle e a fiscalização da poluição causada por lançamento de óleo e outras substâncias nocivas ou perigosas em águas nacionais.

Existem ainda outras legislações pertinentes a este trabalho que não são específicas para a área portuária, mas que estão relacionadas à poluição ambiental gerada pelas operações portuárias.

No caso da poluição das águas, é o caso da Resolução nº 430 de 2011, do Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA) que veio complementar e alterar a Resolução 357, de 2005, do CONAMA. Ela dispõe sobre condições e padrões de lançamento de efluentes em corpos hídricos dentro do território nacional. Na área portuária as operações necessitam de água e conseqüentemente geram efluentes por conta deste uso, os quais devem ser tratados adequadamente e lançados nos corpos hídricos próximos apenas se estiverem dentro dos padrões estabelecidos pela resolução acima citada. Entre os padrões a serem observados e respeitados seus limites estão: DBO, sólidos em suspensão, metais, óleos e graxas e substâncias inorgânicas em geral.

Quanto à poluição atmosférica, as Resoluções CONAMA nº 005 de 1989 e CONAMA nº 003 de 1990 instituíram, respectivamente, o Programa Nacional de Controle da Qualidade do Ar (PRONAR) e os limites e padrões de qualidade do ar atmosférico de forma a criar uma rede de monitoramento e regulação que objetiva melhorar a qualidade do ar (CONAMA, 1990), principalmente em regiões onde há empreendimentos de elevado porte, como grandes portos que movimentam granéis sólidos e/ou líquidos, e grandes centros urbanos, onde há intensa movimentação de automóveis emitindo altíssimas concentrações de poluentes diariamente.

A Agenda Ambiental Portuária, criada pelo Grupo Integração do Gerenciamento Costeiro (GI-GERCO) em 1998, procura conciliar a atividade portuária com a preservação ambiental, indicando a atuação da autoridade portuária como executora e asseguradora dos compromissos da atividade portuária com o meio ambiente. Esta agenda objetiva promover o controle ambiental da atividade portuária, implementar o gerenciamento ambiental nos portos organizados, regular procedimentos de operação

mais adequados à nova visão ambiental (ANTAQ, 2012). As organizações portuárias podem e devem utilizar essa agenda como um guia para criar seus próprios mecanismos e projetos de regulação ambiental, objetivando sérias mudanças em prol das melhorias ambientais nas zonas portuárias.

O Plano de Desenvolvimento e Zoneamento (PDZ) é uma ferramenta de gestão portuária que inclui a gestão ambiental e surge nesse contexto para auxiliar a implantação da Agenda Ambiental Portuária porque indica que uso será dado para o porto em questão e a necessidade de medidas mitigadoras efetivas para cada terminal que será operado (ANTAQ, 2012).

### **III.2) Armazenamento e transporte de minérios nos portos**

As jazidas de minério geralmente não estão localizadas próximas aos portos através dos quais os minérios serão exportados para outros países, o que gera a necessidade de criar uma logística capaz de realizar este transporte da mina, onde o minério é explorado, até os portos, para ser armazenado e carregado no navio de exportação (ANPET, 2007).

A logística de transporte e armazenamento de minério não é trivial. Segundo ANPET (2007), o minério é transportado até o porto por trem, mas não é possível descarregar os vagões diretamente nos compartimentos dos navios. Além disso, em geral o fluxo de trens chegando ao porto não acompanha o ritmo de chegada dos navios, tornando necessário o armazenamento num pátio de estocagem dentro do porto para posteriormente encaminhar o minério ao navio.

Dessa forma, o gerenciamento de um pátio de minério num porto envolve as operações de descarga de minérios no pátio, organização e disposição das pilhas de armazenagem e o embarque nos navios. Nessa logística, o armazenamento do minério proporciona o equilíbrio da operação e garante a continuidade de fornecimento na hora da exportação (ANPET, 2007).

Os pátios de operação necessitam de máquinas e equipamentos de grande porte para movimentar o minério, estocando-o de forma a facilitar seu posterior carregamento no navio. Portanto, o minério passa por uma sequência logística específica de movimentação entre o pátio de armazenamento e o carregamento/d Descarregamento do navio. De acordo com ANPET (2007) e CARDOSO (2011), o processo de exportação dos minérios envolve:

- Virador de vagões

É um equipamento que realiza o semi-giro (aproximadamente 180°) do vagão, em seu eixo longitudinal, de forma a despejar o minério que está dentro dele no alimentador de sapatas. A Figura 2 mostra um virador de vagões realizando o giro do vagão, ainda com o minério em seu interior. Essa operação é realizada logo que o trem chega ao porto.



Figura 2: Operação do virador de vagões (Fonte: Projeto Resíduos Portuários, 2012)

- Alimentador de Sapatas

É utilizado quando o impacto da descarga de minérios do virador de vagões é muito grande, impossibilitando o despejo direto na correia transportadora. A função é receber os minérios despejados do virador de vagões e transferi-los para o transportador de correia, evitando assim que este seja muito impactado. Dessa forma, pode-se dizer que o alimentador de sapatas atua como um regulador de fluxo.

É comum também acoplar uma moega, geralmente em formato cônico, à estrutura para garantir que todo o material do vagão caia dentro da mesma, evitando assim perdas durante o despejo do minério e amortecendo o impacto da queda.

- Transportador de Correia

É utilizado não apenas para transportar o minério do local onde ele é retirado dos vagões até o local onde será estocado no pátio de armazenagem, mas também para encaminhar o minério deste pátio para o carregamento no navio. Dessa forma, o transportador de correia (Figura 3) permite a movimentação de minério pelo pátio.

Após passar pelo transportador, o minério precisa ser empilhado de forma a otimizar o espaço do pátio, armazenando a maior quantidade possível de minério no espaço físico disponível e facilitando a movimentação do mesmo.



Figura 3: Transportadora de correia para minérios (Fonte: GeoLocation, 2012)

- Empilhadeira

Recebe o minério que foi movimentado pelos transportadores de correia desde o virador de vagões até o pátio, realizando então a organização das pilhas de minérios no pátio de estocagem, dimensionando as pilhas da maneira mais eficiente possível. A empilhadeira (Figura 4) percorre o pátio de minério em cima de trilhos.



Figura 4: Empilhadeira em operação (Fonte: Metso, 2012)

- Pátio de Armazenamento

Este pátio fica a céu aberto e possui grandes dimensões, permitindo o armazenamento de grandes quantidades de minério, na configuração de pilhas que possuem tamanhos variados dependendo do terminal. Segundo CARDOSO (2011), as operações de carga e descarga são mais fáceis e eficientes quando as dimensões das pilhas são grandes porque permite que o maquinário opere por mais tempo com menor número de manobras, gerando um ganho energético e logístico. Porém o autor ressalta que pilhas muito grandes limitam o acesso aos pátios, podendo gerar perda de flexibilidade para as manutenções. A Figura 5 ilustra um exemplo de pátio de armazenamento de minérios.



Figura 5: Exemplo de pátio de armazenamento de minério (Fonte: GuiaMetal, 2012)

- Recuperadora

A recuperadora possui a função contrária da empilhadeira, sendo então utilizada para recuperar o minério que foi anteriormente armazenado em pilhas nos pátios, utilizando um mecanismo de roda de caçambas que escavam a pilha e depositam o minério nos transportadores de correias, para que seja encaminhado ao carregador de navios. A recuperadora (Figura 6), assim como a empilhadeira, percorre o pátio de minério em cima de trilhos.

Essa operação pode ser dificultada quando as pilhas já foram bastante escavadas e o equipamento começa a se aproximar do solo, sendo necessário o uso de retroescavadeiras para reempilhar, concentrando assim o minério e permitindo o melhor recolhimento da pilha.





Figura 6: Recuperadora em operação (Fonte: 3In Tecnologia, 2012)

- Carregador de Navios

Os transportadores de correia transportam o minério recuperado do pátio até o píer, onde está localizado o carregador de navios (Figura 7) que é o equipamento responsável por efetuar o embarque do minério nos navios.

Há também a possibilidade de fazer o caminho oposto, com uma máquina semelhante ao carregador, porém com a finalidade de recuperar o minério dos navios recém-atracados nos portos, é o chamado descarregador de navios.



Figura 7: Equipamento carregando minério num navio (Fonte: Projeto Resíduos Portuários)

Essa sequência logística se dá no sentido oposto quando se trata da importação de minérios, como é o caso do carvão mineral no Brasil, seguindo do navio até o pátio de armazenagem e posteriormente para os vagões do trem.

É fundamental perceber que todos esses processos de armazenamento e transporte de minérios geram um impacto muito grande no ambiente portuário, propiciando a geração de poluição atmosférica, sonora, hídrica, entre outras. Dessa forma, a seguir serão observados alguns dos principais problemas ambientais no ambiente portuário, principalmente associados ao ar, ao solo e à água, relacionados às operações de armazenamento e transporte descritas acima.

### **III.3) Problemas Ambientais Associados**

As operações portuárias, incluindo as de armazenamento e transporte de minério apresentadas no item anterior, geram uma série de impactos ambientais no entorno e nas áreas do porto. Segundo ESPO (2010), entre as principais prioridades para o setor de meio ambiente dos portos europeus, nos últimos quinze anos, estão: qualidade do ar e poeiras associadas à movimentação de cargas, operações de dragagem e disposição dos sedimentos dragados, resíduos sólidos gerados nas operações, desenvolvimento do porto quanto à utilização da água e do solo, ruídos associados às operações, efluentes industriais e descargas de efluentes dos navios. Esses mesmos problemas se aplicam aos portos brasileiros, apesar da ordem de importância entre eles não ser a mesma que a apresentada nos portos da Europa, principalmente nos últimos anos, uma vez que o setor portuário europeu apresenta ótimos padrões de controle de poluição, enquanto que os brasileiros ainda necessitam de mais atenção e investimento.

Segundo a ANTAQ (2012), há três principais fontes de impactos ambientais nos portos: empreendimentos portuários, operações portuárias e navegação. Será realizada abaixo uma breve descrição dos mesmos.

- **Infraestrutura portuária**

Há impactos devido a obras que necessitam ser realizadas para a ampliação/manutenção do porto, tais como dragagens de berços de acesso e novas frentes de atracação. Quando essas obras são realizadas de modo inadequado, podem gerar supressão de ecossistemas locais, alterações na dinâmica sedimentar, além de modificar o regime aquático e acarretar em poluição dos recursos naturais da região.

- Operações portuárias

Os impactos são gerados pela manutenção e abastecimento de embarcações, pelas operações de manuseio, transporte e armazenagem da carga, pelos serviços de manutenção de veículos e máquinas, pela geração de esgoto sanitário nas instalações portuárias. Todos esses serviços são potencialmente poluidores, pois quando realizados de forma inadequada, geram resíduos sólidos e líquidos que contaminam o ar, os corpos de água próximos, o solo e o subsolo, alterando consideravelmente a paisagem e gerando distúrbios na flora e na fauna local. Além disso, segundo ANTAQ (2011), há também geração de ruídos e maus odores e também a atração de animais que são vetores de doenças.

- Navegação

Os impactos oriundos de embarcações são mais comuns nas proximidades dos portos, em decorrência de vazamentos ou derramamentos de resíduos oleosos ou combustíveis durante as operações de abastecimento e transferência dos mesmos; da poluição do ar gerada nas operações com carga seca como cimento, grãos e minério; da transferência de agentes patogênicos e organismos aquáticos nocivos, por meio da água de lastro; dos efeitos de tintas tóxicas usadas nas embarcações (a base de estanho-orgânicos), que se desprendem e contaminam a água; e ainda do armazenamento e despejo inapropriado de esgotos sanitários e lixo.

A partir dessa visão dos impactos existentes nos diferentes setores do porto organizado, serão, a seguir, observados os impactos ambientais específicos quando se trata de armazenamento e transporte de minérios, cujas operações foram tratadas no item anterior.

Os portos armazenam seus granéis sólidos, como os minérios, que são matérias primas, e produtos (intermediários ou finais), em pilhas de estocagem, geralmente a céu aberto e em grandes pátios de modo que estes ficam sujeitos aos ventos e às chuvas, causando grandes impactos ao meio ambiente em seu redor (GLMRI, 2009). Durante o transporte do minério do pátio até o navio há certa perda do material, uma vez que os maquinários sempre acabam espalhando certa quantidade durante o trajeto, contaminando não apenas o local onde fica estocado, mas também os locais por onde é transportado. Além disso, as operações portuárias tem impacto direto também na área



em torno do porto, impactando tanto comunidades vizinhas, quanto flora e fauna existentes no local.

### **III.3.1) Ar**

É notável em portos que movimentam minérios, ou qualquer outro granel sólido, a grande quantidade de material particulado (ou poeiras) que é gerada e fica suspensa no ar. Isto ocorre porque praticamente todas as operações de movimentação, apresentadas anteriormente (descarga, transporte e armazenagem), suspendem poeiras. Além disso, há também a constante ação dos ventos sobre as pilhas de armazenamento de minérios e sobre outras áreas cobertas por poeiras, como as vias de acesso do porto. A emissão de particulados descrita é bem mais efetiva quando os granéis sólidos se encontram pouco úmidos, uma vez que a reduzida umidade torna as partículas mais leves e suscetíveis à dispersão (GUEDES, 2005) e (GLMRI, 2009).

É possível considerar também como contribuintes para a poluição atmosférica no porto a emissão de gases na queima de combustíveis fósseis por motores à explosão dos maquinários que circulam através do pátio e que são utilizados para transportar o minério (PAIVA, 2006). Essa movimentação de máquinas também amplia a emissão de particulados nas épocas de maior estiagem, pois ocorre em áreas não pavimentadas e cobertas por minérios. Contudo, de acordo com GUEDES (2005), vale lembrar que muitos equipamentos portuários utilizam gás e/ou energia elétrica.

A poluição do ar ligada à operação portuária afeta diretamente a qualidade do ar tanto nos portos, quanto no seu entorno, podendo atingir comunidades próximas, pois o particulado de minério é muito fino e viaja distâncias consideráveis pelo ar. Essa poluição atmosférica pode, então, gerar graves riscos à saúde, como problemas respiratórios tanto para os trabalhadores portuários quanto para as populações circunvizinhas do empreendimento (GUEDES, 2005).

De modo a auxiliar o controle da poluição do ar gerada pelos empreendimentos, desde o final da década de 80 o país conta com o PRONAR, que é um instrumento de gestão ambiental que permitiu a criação de políticas nacionais para gestão da qualidade do ar, tais como o estabelecimento de limites de emissões e estratégias de controle da poluição e fiscalização (REGATTIERI, 2010). Dessa forma, os empreendimentos e operações que emitem poluentes atmosféricos precisam estruturar mecanismos que reduzam esta emissão, de forma a cumprir a legislação vigente.

Um desses mecanismos de redução das emissões atmosféricas, de acordo com REGATTIERI (2010) é utilizar, misturado à água, o supressor de pó, que é um produto parafínico, aplicado através de aspersores localizados em diversos pontos da área de movimentação dos minérios -como os viradores de vagão e as correias transportadoras- que, desse modo, evitam o levante de material particulado para a atmosfera e, portanto, mantém o ar mais limpo. É aplicado também sobre as pilhas de minério fino e de carvão (Figura 8), formando uma película sobre as pilhas que minimiza a emissão de poeira provocada pelo vento.



Figura 8: Aspersão de supressores nas pilhas de armazenagem (Fonte: REGATTIERI, 2010)

Segundo GLMRI (2009), há algumas outras maneiras de controlar ou minimizar a quantidade de materiais particulados gerados durante o armazenamento e operação de minérios, tais como:

- Utilizar mecanismos de transportes (tais quais as correias transportadoras) fechados, tanto na parte superior, quanto nas laterais (BACCHIONI, 2008) para diminuir o espalhamento do material em torno do equipamento e a formação de pó.
- Suspender as operações de descarregamento e movimentação de minérios quando as condições do tempo estiverem desfavoráveis, por exemplo, com ventos ou chuvas muito fortes que podem potencializar a dispersão de poeiras no primeiro caso e gerar *runoff* excessivo no segundo.
- Realizar um acompanhamento logístico das pilhas de minério estocadas, de acordo com as necessidades dos clientes, de modo a controlar a quantidade de material que fica exposto às condições climáticas, evitando assim maiores formações de poeira e *runoff*. Além disso, é importante também realizar inspeções constantes nas pilhas e maquinários, garantindo assim a qualidade e eficiência da operação.

- Utilizar equipamentos que recolham os materiais particulados mais finos durante as operações, tais como supressores a vácuo; ou que formem uma cobertura para os locais de movimentação de minério, impedindo a dispersão da poeira.

Outros trabalhos também mostram metodologias efetivas na redução da quantidade de poeira gerada na área de operação/movimentação dos minérios, seguem abaixo duas outras formas eficazes de controle:

- Utilizar a chamada *wind fence*, ou barreira de vento, que atua diminuindo a velocidade do vento que age sobre as pilhas de minério, reduzindo então a geração de poeira de minério no ar. Segundo VALE (2011), a redução é de aproximadamente 77% na emissão de poeira proveniente do pátio.

- Utilizar, durante o carregamento do navio, um equipamento chamado *telescoping chute* (Figura 9). BACCHIONI (2008) afirma que seu uso evita em grande parte a formação de poeiras nesse processo.



Figura 9: Equipamento *telescoping chute* em operação (Fonte: Telestack. 2012)

- Umectar as vias de acesso aos pátios (Figura 10) para evitar que o fluxo de veículos seja responsável pelo arraste/levante de poeiras (REGATTIERI, 2010).



Figura 10: Umectação de vias de transporte (Fonte: REGATTIERI, 2010)

### **III.3.2) Solo**

De acordo com GUEDES (2005), o solo do ambiente portuário é normalmente impactado por acidentes, pela incorreta armazenagem e manipulação das cargas que são movimentadas, ou ainda pela disposição inadequada de resíduos contaminantes, quando não são devidamente destinados/tratados. Neste último caso, o risco de contaminação se configura, principalmente, porque os poluentes podem ser levados por águas superficiais ou se infiltrar, atingindo as águas subterrâneas.

O grande problema associado aos solos contaminados nos ambientes portuários é que seu uso é mutável, uma vez que o zoneamento do porto é modificado ao longo dos anos, permitindo que locais que abrigavam solos permanentemente confinados possam sofrer perturbações em seus sedimentos com a mudança do uso do solo, liberando a contaminação, outrora latente, e possibilitando sua dispersão para outras áreas (GUEDES, 2005).

Num pátio de armazenamento de minério, a vegetação, outrora existente, é retirada e o solo fica desprotegido, com maior possibilidade de erosão (PAIVA, 2006), principalmente quanto à ação das águas pluviais, sendo então necessárias ações constantes de limpeza dos canais de drenagem para que o solo e o minério, que são carregados com as chuvas, não cheguem até o corpo hídrico, evitando contaminações. Além disso, o solo que é exposto ao minério pode também perder suas propriedades, porque fica submetido a grandes concentrações de carga, uma vez que as pilhas de armazenagem são muito grandes, fazendo com que o solo fique cada vez mais compactado e com reduzida porosidade (PAIVA, 2006).

A chamada colmatação do solo reduz drasticamente a condutividade hidráulica do solo que perde a porosidade antes existente. Esse fenômeno ocorre porque os materiais em suspensão na água ou muito finos penetram nos interstícios do solo, obstruindo os canais de água que existiam outrora e reduzindo então sua condutividade hidráulica (DE SOUZA, 2002). Esse fenômeno é consideravelmente agravado pelas grandes cargas (maquinário e pilhas de minérios) que os solos dos pátios sustentam, fazendo com que os finos penetrem mais profundamente no solo, até impermeabilizá-los.

A partir da percolação das águas pluviais contaminadas pelo material arrastado das pilhas, o solo superficial do pátio de armazenamento acaba por também ficar contaminado, bem como os solos adjacentes a ele (GLMRI, 2009).

Segundo CARDOSO (2011) e GLMRI (2009), os pátios a céu aberto para a armazenagem do minério devem ser pavimentados com concreto asfáltico ou argila, que devem ser capazes de suportar as inúmeras e enormes pilhas que sobre a superfície são depositadas.

### III.3.3) Água

Os setores de armazenagem e transporte de minérios nas zonas portuárias são intensivos utilizadores de recursos hídricos, uma vez que a água se faz necessária em praticamente todos os setores da operação: aspersão de água em pilhas de minério e vias, lavagem de equipamentos e peças e também para o consumo humano, com gastos em sanitários, vestiários, bebedouros e no preparo de alimentos (REGATTIERI, 2010).

GUEDES (2005) explica que no caso dos resíduos oleosos, provenientes da manutenção dos equipamentos utilizados nas operações de movimentação no porto, é necessário que eles sejam corretamente coletados e armazenados em recipientes específicos para posterior recolhimento por empresas especializadas. Este sistema evita que o resíduo oleoso seja diretamente drenado para os corpos hídricos próximos, o que poderia comprometer seriamente a flora e a fauna destes corpos hídricos.

Segundo GLMRI (2009), as precipitações proporcionam a lixiviação e o *runoff* de contaminantes que são carregados pelas águas pluviais. Esse efluente contaminado pode, por sua vez, escorrer e seguir para os corpos hídricos próximos ou ainda percolar os solos, podendo atingir os lençóis freáticos que são pouco profundos nas áreas costeiras. Esse processo é bem mais lento nos solos impermeabilizados pela colmatação

Ainda de acordo com GLMRI (2009), os sedimentos minerais que são carreados dos pátios podem não apenas poluir os corpos hídricos, como também causar problemas para as futuras dragagens, principalmente no mar, que além de mais recorrentes, ainda necessitarão de um maior controle ambiental para a disposição final dos sedimentos dragados, que provavelmente estarão contaminados.

De acordo com GALATTO *et al* (2009) e MENEZES *et al* (2004), a chamada drenagem ácida é mais recorrente em áreas próximas às minas de extração do minério, como nas frentes de lavra a céu aberto e nas pilhas de estéreis, mas também ocorre nos pátios onde há armazenamento de minérios beneficiados, isto é, aqueles que já sofreram processos de tratamento para modificar sua granulometria ou a concentração relativa das espécies minerais presentes. Ela é gerada a partir da oxidação de sulfetos em rejeitos

de carvão dispostos a céu aberto e, quando em contato com a água e o solo, gera grave poluição (RUBIO e SILVA, 2009-2), pois os efluentes dela derivados são, em geral, caracterizados pelo baixo pH, elevada acidez e por conter metais (Fe, Al, Mn e Zn) e sulfatos (GALATTO *et al*, 2009), parâmetros que unidos possuem uma grande capacidade de contaminação.

Os níveis de enxofre são menores nos minérios já beneficiados, uma vez que durante o beneficiamento retira-se do minério de ferro a pirita (mineral sulfetado que carrega a maior parte do enxofre presente no minério de ferro bruto). Apesar disso, ainda resta certa quantidade de enxofre (ABM, 2008), que pode ser responsável pela drenagem ácida em outros locais onde o minério fique armazenado.

RUBIO e SILVA (2009-1) consideram como drenagem ácida fresca, aquela gerada pela passagem de córregos, água da chuva e afloramentos naturais por pilhas de estocagem de carvão. Isto é, essa drenagem é formada, principalmente, em zonas de fluxo de água, entrando em contato com o material mineral por um curto período de tempo, que é exatamente o que ocorre nos pátios de minérios nos portos.

Atentando para a grande poluição que pode ser gerada nos corpos hídricos, é preciso estar atento à legislação específica (RUBIO e SILVA, 2009-1), como a CONAMA 430, que já foi citada neste trabalho, de modo que os monitoramentos realizados para verificar a conformidade dos efluentes que estão sendo lançados nos corpos hídricos possam ser enquadrados nos padrões e assim avaliados e se necessário corrigidos.

Quanto ao reuso de recursos hídricos, é importante resaltar que a reutilização de água da chuva já se tornou fundamental para os procedimentos de umectação das pilhas de minério evitando a dispersão de material particulado (VALE, 2011). Pode ser também utilizada em outros processos e operações do ambiente portuário e por isso está se expandindo para muitos terminais e com grande aceitação e apoio.

REGATTIERI (2010) afirma que algumas empresas possuem seu próprio sistema de gestão de recursos hídricos de forma a reduzir o consumo de água, criar sistemas de reuso e recirculação de água e efluentes pelas unidades operacionais e também reutilizar as águas das chuvas. Estas iniciativas contribuem para reduzir a geração de efluentes nas áreas portuárias e também reduzir o consumo de água das empresas, que seria muito maior sem os sistemas de reaproveitamento.

### III.3.4) Área Adjacente

As operações portuárias geram impactos não apenas para a zona portuária, mas também para as comunidades próximas a elas. Há casos em que o porto se encontra praticamente dentro da cidade, sendo difícil distinguir o limite da área portuária, pois ela está intrinsecamente ligada e misturada às áreas residenciais e comerciais da cidade.

De acordo com GLMRI (2009), os potenciais impactos ambientais que atingem as áreas próximas ao porto são a poeira gerada pela movimentação e armazenamento de granéis sólidos, bem como pela movimentação de equipamentos pesados nos portos; o odor gerado pela emissão de gases dos veículos; o barulho emitido durante as operações; as fortes luzes utilizadas à noite nos terminais e píeres para permitir operações noturnas; o intenso tráfego gerado nas proximidades do porto por conta da fila de caminhões que é formada, principalmente nas épocas das safras, para o caso de granéis alimentícios.

Ainda segundo GLMRI (2009), grande parte dos problemas apresentados pode ser resolvida, ou pelo menos amenizada, quando há diálogo entre a autoridade portuária e a população que vive nas comunidades ao redor. Algumas opções para reduzir ou amenizar o impacto gerado para os vizinhos estão indicadas a seguir:

- Distribuir para a população contatos, através dos quais ela possa se comunicar com a autoridade portuária, indicando reclamações e sugestões.
- Investir em melhorias para a comunidade, além estar atento às suas necessidades, participando ativamente na vizinhança.
- Investir em programas de redução da geração de poeiras, como já foi explanado no item que abordou a poluição atmosférica, como supressores e verificar periodicamente sua efetividade, a partir de análises atmosféricas pertinentes.
- Criar uma política interna do porto, para que funcionários, uma vez percebendo fumaças, odores e barulhos não usuais, reportem estas não conformidades aos superiores, para que possam ser tomadas, rapidamente, as devidas providências.
- Instalar barreiras sonoras nos limites da área portuária.
- Regulamentar os horários e a necessidade de ativação de sirenes, buzinas de veículos, sinalizações sonoras de trens e navios, além de agendar as operações de forma a evitar que estas ocorram durante a noite e nos finais de semana (este mesmo modelo serve também para o uso de luzes noturnas).

- Utilizar barreiras acústicas ou a topografia local como agente amortecedor do barulho gerado pelas operações, esta pode também ajudar a reduzir o impacto dos odores (BACCHIONI, 2008).

- Realizar estudos de eficiência energética para eliminar ou substituir equipamentos de iluminação pouco eficientes e também focalizar a iluminação para o chão, exatamente em cima da operação, evitando que a luz seja dispersada para fora do perímetro portuário.

- Restringir a iluminação de trens, navios e caminhões, de forma que apenas iluminem áreas portuárias quando estiverem se movimentando.

- Cooperar com autoridades locais na organização de planos de tráfego que reduzam a quantidade de congestionamentos nas proximidades do porto.

- Garantir que a sinalização para o controle de tráfego e marcações de pavimento nas ruas estejam em conformidade com os requisitos legais e funcionando corretamente, de forma a reduzir os engarrafamentos na área.

Além das indicações já explanadas sobre como melhorar a qualidade de vida da população que mora ao redor de áreas portuárias e ratificando alguns tópicos já expostos acima, REGATTIERI (2010) afirma que é essencial uma boa relação entre a comunidade da cidade onde o porto está instalado e a autoridade portuária e empresas existentes dentro do porto. Essa relação amigável entre a empresa e a sociedade propicia um ganho mútuo, quando é bem administrada, e gera uma compensação para a população que está sendo diretamente impactada pelas operações realizadas no porto.

#### **III.4) Boas Práticas para Controle da Poluição Hídrica em Operações de Granéis Sólidos Minerais**

A partir dos impactos ambientais que são gerados na operação de granéis sólidos minerais, se faz necessário que as empresas manipuladoras desses materiais tomem precauções para reduzi-los, estruturando medidas mitigadoras para evitar que o material contamine o meio ambiente portuário e seu entorno. Por isso, serão analisadas as boas práticas relativas a esse tema encontradas na literatura, com enfoque na parte associada à proteção dos recursos hídricos e reutilização de águas, e como esse controle pode evitar a poluição do solo e atmosférica.



Primeiramente é importante compreender que a aplicação de boas práticas ambientais nos portos, bem como nos outros setores da economia, ainda é um conhecimento em construção e que ao longo dos anos grandes investimentos tem sido realizados para que elas se ampliem. Segundo ESPO (2010), entre 2004 e 2009, houve, na Europa, um crescimento de 27% no número de portos que possuem um sistema de gerenciamento ambiental, o que demonstra o aumento da preocupação ambiental nos setores portuários.

A seguir serão apresentadas diferentes práticas utilizadas em portos nacionais e internacionais relativas ao controle dos efluentes gerados durante as operações de armazenamento e transporte de minérios nas áreas portuárias.

#### **III.4.1) Boas Práticas associadas à logística do minério**

A logística utilizada para o armazenamento e o transporte do minério, pode ser fundamental no controle da poluição hídrica, ou mesmo para evitar que esta ocorra em primeira instância.

De acordo com GLMRI (2009), algumas das maneiras de controlar o uso de água e a geração de efluentes nas operações com minérios, estão intimamente ligadas à logística de organização e disposição do minério, como por exemplo:

- Minimizar as distâncias entre os locais de armazenamento e de carregamento do navio, de forma a minimizar a queda de material pelo chão do porto durante esse transporte, que ficaria então exposto às intempéries.
- Realizar a varrição, seja ela mecanizada ou não, para recuperar o minério que cai durante o seu transporte do pátio de estocagem até o navio, sendo assim possível recuperar o material, que pode ser devolvido às pilhas. Esse procedimento também reduz as chances deste minério que ficou para trás ser carregado pela água da chuva e direcionado ao corpo hídrico, sem tratamento.
- O tamanho e a forma da pilha de armazenamento de minério estão intimamente ligados ao controle do escoamento das águas pluviais, que pode ser responsável pela escavação excessiva das pilhas ou pela contaminação dos solos e águas. Desse modo, a configuração geométrica dessas pilhas vai ditar o *runoff* gerado e a concentração de poluentes resultante.

Uma pilha compacta com laterais de inclinação íngreme e topo também inclinado irá gerar mais escoamento na superfície da pilha durante a ocorrência de chuvas, porém a carga poluente será minimizada. Por outro lado, uma pilha menos compacta, com uma

base ampla, laterais levemente inclinadas e um topo plano ou suavemente inclinado; será capaz de reter maior quantidade de água da chuva, que infiltrará através da pilha, gerando assim menor *runoff* imediato, porém resultará numa maior migração de carga poluente posterior, quando a água for drenada (após percolar através da pilha) e escoar pelo pátio de armazenamento.

- Cobrir a pilha com uma grande lona impermeável, logo após a descarga do minério no pátio, e ajustá-la conforme o material for retirado da pilha que foi formada.

- Conhecer e manter a inclinação ótima da pilha, de modo a minimizar tanto o *runoff* quanto a infiltração e também saber como subseqüentes adições de minério à pilha podem alterar estes mecanismos.

- Inspeccionar os pátios de armazenamento após a chuva, observando como está ocorrendo o escoamento superficial e programar medidas preventivas, caso o mesmo não esteja de acordo com o desejado.

- Para o caso de pátios que armazenam mais de um tipo de granéis sólidos se faz necessário manter um inventário atualizado, onde constem os tipos de materiais que foram movimentados no mesmo.

GPCP (2008) estabelece que áreas utilizadas para movimentação de minério não devem ser alocadas em terras agricultáveis. É importante também que estejam localizadas a, pelo menos, 500 metros de distância de áreas residenciais, escolas, colégios, monumentos históricos, templos/locais religiosos, áreas de proteção biológica, como por exemplo, florestas.

A logística de disposição das pilhas de minério é não menos importante e deverá ser avaliada de modo que as pilhas de carvão não sejam mais altas que 4,6 metros e a distância entre duas pilhas seja de aproximadamente 5 metros (GPCP, 2008), porque essas medidas permitem a aproximação mais eficaz em caso de incêndios, permitindo um combate mais rápido e efetivo.

#### **III.4.2) Boas Práticas associadas ao controle de *runoff***

Segundo GLMRI (2009), o *runoff*, ou escoamento das águas pluviais pelas pilhas de minério, possui uma importância significativa na geração de efluentes e por isso é fundamental que seja controlado. Além disso, como já explicado acima, vale ressaltar que o tamanho e disposição das pilhas será decisivo para a geração e o controle do *runoff*.

Para realizar o controle dos efeitos derivados da pluviosidade no pátio, são indicados alguns mecanismos, que, de acordo com GLMRI (2009), podem ser:

- Realizar o armazenamento somente em superfícies impermeáveis, tais como asfalto, concreto ou argila, sendo esta última mais indicada por ser menos suscetível a rachaduras, as quais facilitam as infiltrações que acabam chegando às águas subterrâneas.
- Construção de canais de desvio para as águas pluviais no entorno das pilhas ou elevar o terreno do pátio de armazenagem, facilitando o escoamento das águas pluviais.
- Utilizar uma bacia de retenção para o *runoff*, com tempo de detenção do efluente que permita a sedimentação dos poluentes, de forma que o sobrenadante seja enviado para os corpos hídricos já com concentrações de poluentes abaixo do limite permitidos pela lei.
- Instalar telas nos canais de drenagem capazes de reter sólidos grosseiros e metais pesados que estejam conjugados. Nesse caso é necessário limpar periodicamente essas telas e destinar adequadamente o sedimento que ficou retido.
- Alocar as pilhas de armazenagem à menor distância possível dos corpos hídricos, evitando potenciais escoamentos de *runoff* diretamente para os mesmos e também potenciais contaminações.

Nos casos em que a localização dos pátios é ditada pelos equipamentos utilizados na carga e descarga do material, não sendo possível estar distante dos corpos de água, devem ser utilizados mecanismos de controle, tais como filtros, barreiras impermeáveis, práticas constantes de limpeza/varredura do local e ainda inclinações do terreno na direção oposta a dos corpos de água próximos.

De acordo com METROPOLITANA (2009), é preciso que nos pátios de minério haja profundas valas de drenagem, dentro das quais as águas que escorrem dos pátios possam ser encaminhadas até uma bacia de acumulação de efluentes líquidos, que deve ser monitorada constantemente. Em seguida o efluente será encaminhado para uma bacia de sedimentação para minimizar os contaminantes presentes no efluente.

Segundo BACCHIONI (2008), as águas que são armazenadas nas bacias de contenção, provenientes da drenagem pluvial, não devem ser descartadas diretamente no corpo receptor, porém as bacias de contenção são muito importantes e devem ser usadas em áreas com risco de descargas acidentais. O autor afirma que dispositivos como separadores água e óleo deveriam existir em todos os sistemas de drenagem pluvial para

evitar que os efluentes oleosos que estejam dispersos pelo ambiente portuário possam ser carregados para os corpos de água e para prevenir o aporte de sedimentos devem ser instalados filtros.

Apesar das metodologias existentes para controle do *runoff* da água da chuva e dos efluentes presentes no pátio, é possível que alguns sedimentos ainda sejam carregados, gerando conseqüentemente poluição nas águas superficiais e subterrâneas. Logo, BACCHIONI (2008) considera muito importante que sejam realizados monitoramentos constantes da qualidade das águas marítimas, avaliando o impacto do descarte dos efluentes das operações, e também das águas subterrâneas, verificando contaminações por infiltração de contaminantes e vazamentos que ocorram no local. Os parâmetros indicados no trabalho são: turbidez, sólidos suspensos, cloro, metais, condutividade, temperatura, densidade e oxigênio dissolvido. O autor também instrui quanto ao monitoramento dos sedimentos no fundo do mar próximo à costa, de acordo com o preconizado na legislação local, para verificar suas características e potencial de contaminação.

#### **III.4.3) Boas Práticas associadas ao controle das poeiras e dos efluentes gerados na umectação das pilhas**

A utilização de recursos hídricos na armazenagem e movimentação de minérios no porto está intimamente ligada às tentativas de redução da concentração de material particulado no ar, uma vez que para atingir esse objetivo, as técnicas existentes usam muita água para molhar/umectar o minério para que ele fique mais denso e agregado, conseqüentemente menos suscetível a arrastes pelo vento e a dispersão quando manuseado/movimentado (REGATTIERI, 2010 e PAIVA, 2006).

Os sistemas de supressão de pó do tipo aspersão podem ser utilizados nas pilhas de minérios (CDP, 2011), evitando assim o carregamento de partículas de poeira pelo vento. A Figura 11 mostra um equipamento utilizado para lançar jatos de água sobre as pilhas de armazenamento de minério, para evitar a emissão de particulados. De acordo com CDP (2011), o sistema de drenagem projetado para um terminal de minérios deve encaminhar o efluente contaminado para uma estação de tratamento de efluente localizada dentro do próprio terminal. A água tratada por essa ETE será armazenada e reciclada para o sistema de aspersão, além de funcionar como reserva para incêndio. Segundo o projeto da CDP (2011), além do sistema de drenagem de água contaminada

estabelecido para os pátios de estocagem, é importante também haver um sistema de drenagem convencional, que permita a coleta das águas pluviais que precipitam sobre o solo do terminal por uma rede de drenagem independente, que será composta por sarjetas, caixas de ralo, caixas de passagem, poços de visita, galerias e canaletas.

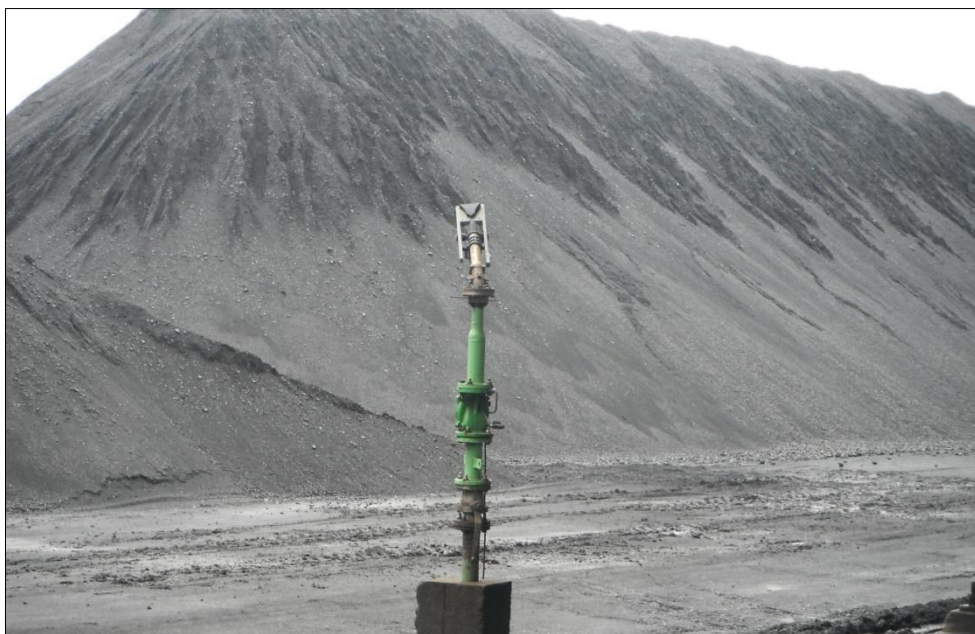


Figura 11: Equipamento para umectação das pilhas de minério (Fonte: Projeto Resíduos Portuários, 2012)

De acordo com CVRD (2007), além da formação de pó em suspensão durante as operações de movimentação dos minérios, como o carvão mineral, há também intenso atrito e compactação do minério durante a construção da pilha, que podem proporcionar um incêndio (combustão instantânea) com formação de gases tóxicos, sendo, portanto, fundamental a instalação e manutenção de sistemas de asperção de água sobre essas pilhas.

Quanto ao espalhamento do material no solo e no ar, durante o transporte sobre correias transportadoras, CVRD (2007) propõe instalar equipamentos e sistemas de proteção nas próprias correias transportadoras, com sistemas de monitoramento por câmeras. Além disso, realizar manutenções constantes, de modo que elas não arrebentem facilmente ou percam eficiência de transporte.

#### **III.4.4) Boas Práticas associadas ao reuso de água**

No que tange o reaproveitamento de águas nos portos, é possível conseguir uma redução considerável do gasto de água realizando o reuso da mesma. Um exemplo é a

reutilização de água no Porto de Tubarão, no Espírito Santo, que provocou, em 2010, uma redução de 60% no consumo de água potável (VALE, 2012). Atualmente, em todos os terminais deste mesmo porto, o índice de reuso global da água utilizada é de 94% (VALE, 2011) e há também captação de água da chuva, nesse sistema. Segundo a empresa, a reutilização é resultado da automatização realizada no sistema de reuso da Estação de Tratamento de Efluentes do pátio de carvão mineral, que proporcionou agilidade ao processo de tratamento de efluentes e permitiu que um volume maior estivesse disponível para as operações portuárias realizadas na área.

O reservatório de água citado armazena e distribui água para variados usos no porto: lavagem de pneus, aspersão de pilhas, umectação de vias e de correias transportadoras. A unidade pode ainda fazer uso de água potável ou de água tratada, proveniente da chuva, que é acionada automaticamente quando o nível de água do reservatório se encontra baixo.

#### **III.4.5) Boas Práticas em Sistemas de Tratamento de Efluentes**

A partir dos potenciais danos ao meio ambiente, diversos estudos e projetos ambientais são desenvolvidos no intuito de minimizar o volume ou a concentração de poluentes que são lançados nos meios bióticos. Algumas das ações desenvolvidas nesse sentido são: recuperação e reciclo de águas de processos, otimização de processos e redução de desperdícios, manutenção preventiva das instalações utilizadas, treinamento adequado dos operadores, atendimento aos padrões requeridos, recuperação e reciclagem de produtos do processo, purificação dos efluentes antes do seu descarte, aprimoramento dos modelos de disposição adequada dos poluentes que foram separados (RUBIO e TESSELE, 2002).

Os sistemas de tratamento de efluentes tornam-se importantes porque evitam que o efluente contaminado que escorre dos pátios de armazenagem seja lançado diretamente no corpo hídrico, passando por processos físicos e/ou químicos antes de ser reutilizado ou direcionado ao corpo receptor.

RUBIO e TESSELE (2002) afirmam que os processos de tratamento de efluentes devem ser economicamente viáveis, simples e eficientes, de modo a tratar todo o volume gerado e economizar reagentes. A Figura 12 mostra alguns dos possíveis tratamentos para efluentes e como a recirculação de água está vinculada a ele, tornando-

se uma peça chave para a redução de gastos e gerando um ciclo contínuo de geração e consumo.

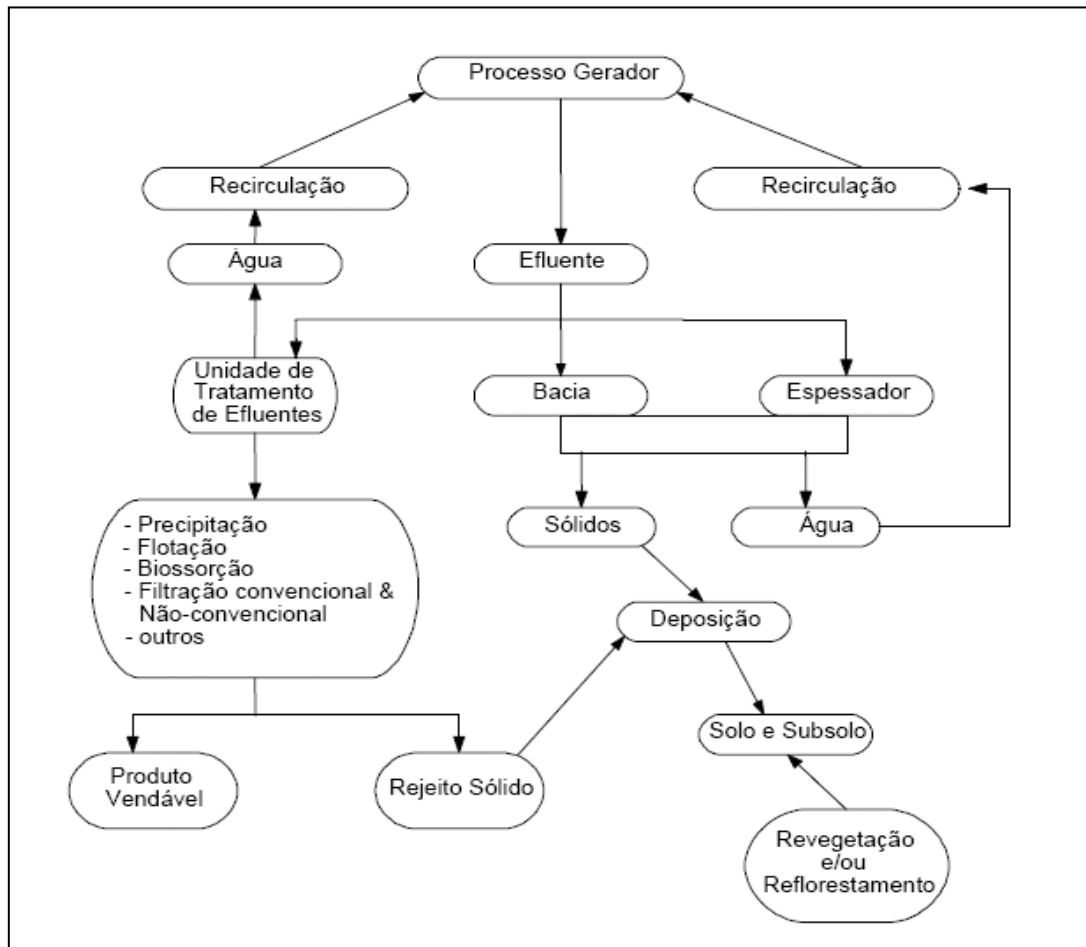


Figura 12: Fluxograma geral de processos do tratamento de efluentes (Fonte: RUBIO e TESSELE, 2002)

Os tratamentos para os efluentes existentes estão, em geral, baseados na separação sólido-líquido, que pode ser feita através da adição de tensoativos, coagulantes e floculantes. O desenvolvimento de novos materiais, como os floculantes poliméricos, permite a obtenção de resultados satisfatórios em sistemas com altos teores de sólidos ultrafinos e partículas coloidais, aumentando a eficiência de separação. Esses materiais utilizados no sistema podem: cal, sais hidrolisáveis de ferro e alumínio, polieletrólitos, polímeros aquosolúveis não-iônicos, amidos e derivados (RUBIO e TESSELE, 2002).

De acordo com ESPO (2001), o tratamento das águas contaminadas oriundas das operações portuárias pode ser baseado em absorção dos contaminantes por produtos naturais ou carbono, bem como utilizar a osmose reversa e mesmo a extração de solvente dos efluentes. Estes novos métodos chamados de não convencionais, apesar de mais onerosos (o custo se torna um fator restritivo), podem ser bastante oportunos uma

vez que, segundo RUBIO e TESSELE (2002), o convencional processo precipitação-sedimentação não é eficiente para atender os padrões de emissão da legislação e novos processos tecnológicos são necessários no setor.

Os processos de sorção atuam a partir da seleção de um sólido sorvente reativo que vai acumular os contaminantes presentes no efluente e assim tratá-lo. Como é o caso do carvão ativado, que possui uma grande capacidade de absorção/retenção de metais pesados presentes nos efluentes. A água contaminada passa através de colunas de percolação ou tanques de agitação, de forma que entre em contato com o carvão ativado e assim os contaminantes presentes fiquem retidos nele (RUBIO e TESSELE, 2002).

Ainda segundo RUBIO e TESSELE (2002), há sorventes alternativos ao carvão ativado, ou materiais similares como resinas de troca iônica, que apresentam melhores custos, sem perder em eficiência no tratamento de águas contaminadas. Alguns deles são: particulados minerais, microrganismos, tecidos vegetais, materiais industriais e rejeitos, que surgem como potenciais práticas para o tratamento de efluentes líquidos e/ou reciclagem de águas. Um sorvente pode ser considerado de baixo custo quando requer pouco processamento, é abundante na natureza ou consiste em um subproduto industrial.

Entre os minérios existentes, no caso do carvão mineral, a quantidade de enxofre presente no minério vai influenciar bastante a qualidade do efluente gerado no porto, de forma que quanto menor o teor de enxofre, menor o risco de contaminação do solo e da água que entra em contato com o carvão, e conseqüentemente há menor impacto para o ambiente (BACCHIONI, 2008). Mas essa presença de enxofre pode propiciar a formação de drenagens ácidas nos locais de estocagem de carvão, como já dito anteriormente.

De acordo com RUBIO e SILVA (2009-2) e MENEZES *et al* (2004), o tratamento para drenagens ácidas pode ser realizado por meio da adição de cal virgem ou de cal hidratada, para a correção do pH (neutralização) e o aumento do pH causa a precipitação dos hidróxidos dos metais ferro, manganês, alumínio, chumbo e demais metais pesados presentes no meio. Na etapa de floculação RUBIO e SILVA (2009-2) utilizou um polímero de elevado peso molecular foi utilizado para auxiliar a formação dos flocos. Segundo o autor esse método foi eficaz na remoção de íons de ferro e a redução do pH foi atingida, porém não foi eficaz para a remoção de enxofre do efluente.

Segundo MENEZES *et al* (2004), a separação de fases através de um sistema de flotação por ar dissolvido (FAD) apresenta elevada eficiência para remover sólidos



dissolvidos, suspensos e metais dos efluentes e também facilidades quanto ao manuseio e disposição do lodo formado, com vantagens sobre a tradicional separação gravítica em termos cinéticos, teor de sólidos no lodo formado e facilidade de remoção dos sólidos, reduzindo custos operacionais. Desse modo, o procedimento é um dos mais econômicos e efetivos métodos de recuperação-remoção de sólidos, óleos emulsionados, microrganismos, redução da DBO insolúvel e no espessamento de lodos; mostrando-se promissor quanto à otimização de parâmetros para projetos de unidades maiores e reuso de águas de processo.

Entre todos esses métodos de tratamento dos efluentes, há várias combinações entre eles que vão subsidiar as plantas de tratamento de efluentes. Os próximos itens deste trabalho mostrarão alguns desses exemplos.

#### **III.4.6) Medidas adotadas pela CODESA (ES)**

Na movimentação de ferro-gusa pelo Cais de Paul, pertencente à CODESA, que é a autoridade portuária do porto de Vitória -Espírito Santo-, são utilizados aspersores de água para evitar a emissão de particulados e o efluente excedente da aspersão, juntamente com a água que escorre da correia transportadora, são direcionados para tanques de decantação.

Após passar pela decantação o efluente é encaminhado para uma Estação de Tratamento de Efluentes (ETE), já desativada atualmente, onde é tratado com sulfato de alumínio e cal virgem, para que as partículas sólidas se aglomerem e haja a correção do pH. Para realizar o tratamento, o efluente passa por tanques de equalização, floculação e decantadores; o lodo que se forma nas estruturas é recolhido por empresa licenciada para receber o destino correto. Já tratada, a água é encaminhada para outro reservatório coberto, onde fica armazenada para então ser reutilizada, voltando ao sistema de aspersão.

A água da chuva, a água utilizada em eventuais limpezas do cais e os efluentes gerados no processo de umectação convergem todos para o sistema em questão, que possui recirculação total. Portanto toda a água é reutilizada, não havendo despejo na baía de Vitória.

O consumo de água na umectação do ferro gusa é alto e por isso há necessidade frequente de captação de água da chuva ou da CESAN para alimentar o sistema, porém quando ocorre forte precipitação e o sistema não consegue comportar toda a água

precipitada, o sistema é fechado, despejando a água pluvial na baía de Vitória a partir da abertura de uma válvula localizada ao lado dos tanques de tratamento.

O sistema completo de reuso de água está esquematizado na Figura 13, com seus processos e fluxos indicados.

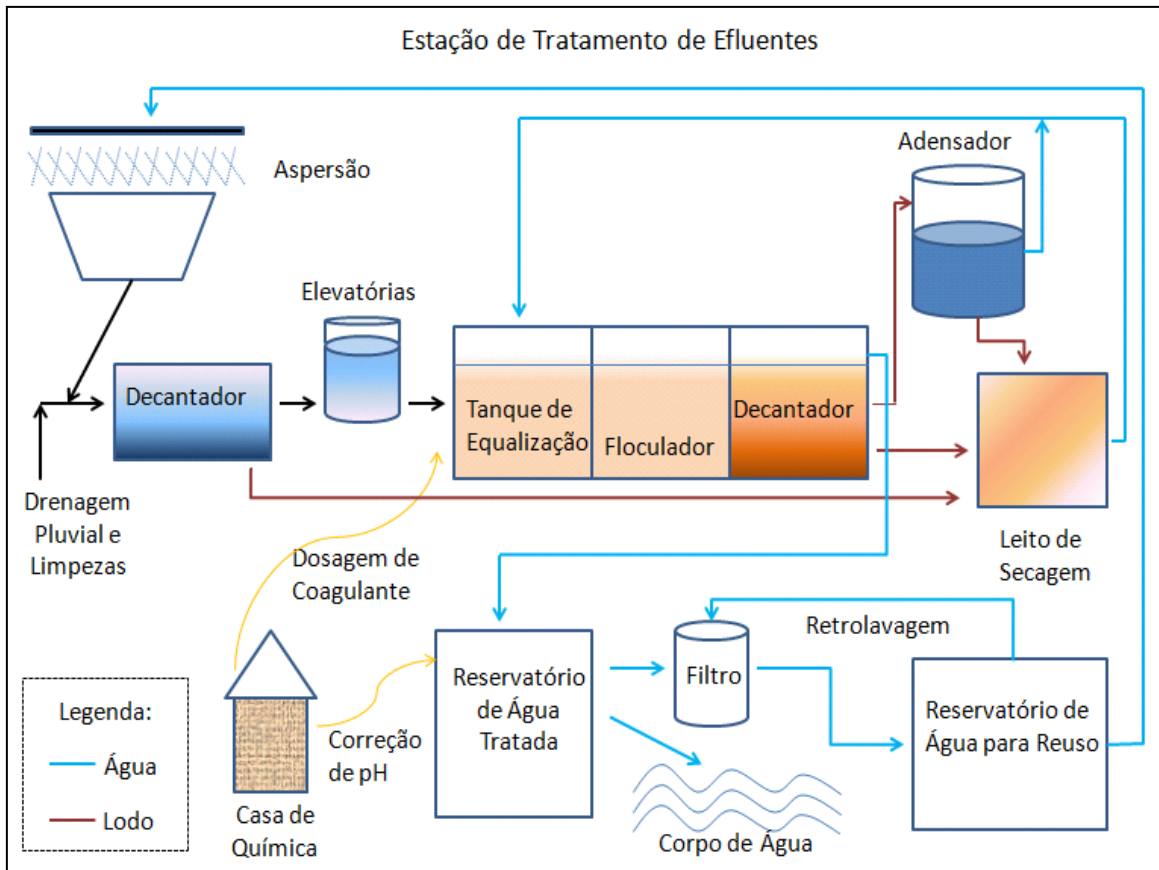


Figura 13: Fluxograma do sistema de tratamento de efluentes (Adaptado de: CODESA, 2010)

### III.4.7) Medidas adotadas pela CSN em pátios de carvão

De acordo com CSN (2001), algumas medidas devem ser tomadas para a adequação ambiental da movimentação de granéis sólidos, tais como:

- Impermeabilização/ asfaltamento de pátio, para evitar a poluição e contaminação do solo;
- Instalação de sistema de umectação, utilizando sistemas de aspersão de água no pátio de granéis sólidos, com objetivo de reduzir a poluição atmosférica na cidade;
- Construção de sistema de drenagem e decantação, recuperando a drenagem proveniente do pátio de carvão, com construção de vertedor de sólidos e sobrenadantes, para auxiliar o controle da poluição hídrica por arraste de finos do pátio;

- Implantação de bicos de spray no descarregador de navios para o controle da poluição atmosférica proveniente das operações de descarregamento de navios;
- Instalação de coletor paliativo (lonas) nos descarregadores de navio, de forma a diminuir a queda de material no mar durante as operações de carga e descarga;
- Elaboração e execução de auditorias ambientais para acompanhar o desempenho ambiental do terminal, identificando não conformidades ambientais, definindo planos de ação e ratificando ações já implantadas.

A empresa também propõe outras medidas paliativas e de adequação para esgotos sanitários, contaminação de corpos hídricos por óleo de navios e operações, planos de contenção para desastres ambientais que eventualmente possam ocorrer, sistemas de gerenciamento de resíduos gerados nas plantas de movimentação dos granéis. (CSN, 2011)

#### **III.4.8) Medidas adotadas pela *Gujarat Pollution Control Board***

O governo de Gujarat, estado localizado no oeste da Índia, constituiu a organização chamada *GPCB (Gujarat Pollution Control Board)* com o intuito de proteger o meio ambiente e controlar a poluição da água no estado do Gujarat. Essa instituição desenvolveu um documento que lista diretrizes para o controle ambiental em operações de movimentação de minérios, seguem abaixo listadas algumas delas, relacionadas à geração e controle de efluentes (GPCB, 2008):

- Sistemas para regular umectação e lavagem do piso das instalações, além de varrições regulares das vias, para evitar excesso de material exposto às intempéries.
- Sistemas de asperção devem estar equipados para continuamente lançar água na parte superior da pilha, evitando assim a formação de poeiras e combustões.
- Para as operações de carga e descarga, transporte e armazenagem, deve estar disponível uma rede de tubulações fixas, com água armazenada e capacidade de bombeamento suficientes para garantir a aspersão de água em todas as fases da movimentação do minério, suprimindo assim a geração de materiais particulados.
- As operações devem estar sujeitas ao Plano de Gestão Ambiental estabelecido pela administração do terminal que atuará como um guia para ajudar na manutenção dos padrões e medidas de controle ambiental estabelecidos.
- Toda a área de armazenamento de minério deve ser provida de um sistema de drenagem adequado, de modo que toda a água proveniente da aspersão sobre as pilhas

seja encaminhada e recolhida em um tanque comum a toda a drenagem. Posteriormente essa água poderá ser reutilizada, após passar por uma filtragem através de um filtro de carvão.

A organização estipula ainda limites para emissões de alguns poluentes atmosféricos e níveis sonoros máximos, que não devem ser excedidos, além de ser importante realizar o monitoramento constante dos mesmos.

Segundo a organização é importante que seja previsto, durante a seleção do local para a construção de um terminal se haverá disponibilidade de água suficiente para suprir as necessidades do mesmo.

#### **III.4.9) Medidas adotadas por um Porto Australiano**

A empresa *Port Waratah Coal Services Limited* (PWCS) é responsável por dois terminais de carvão, localizados no Porto de Newcastle na Austrália, que movimentam por ano 133 milhões de toneladas de carvão mineral (PWCS website, 2012).

De acordo com PWCS (2008) e PWCS (2011), o sistema de gestão de águas que foi desenvolvido para o maior terminal de carvão do porto australiano é fechado e está projetado para eventos de chuva de grandes proporções, sendo capaz de capturar essa água e depois reutilizá-la em suas operações.

O sistema opera de forma a coletar a água proveniente de todas as atividades operacionais, principalmente a umectação das pilhas de estocagem, e do escoamento superficial, encaminhando-as para o processo de reciclagem das águas. Desse modo, a drenagem da água superficial proveniente de toda a área portuária, inclusive do cais, é canalizada e direcionada, primeiramente para lagoas de sedimentação, em seguida para tanques de clarificação e após isso é encaminhada para o reuso. De acordo com PWCS (2011), a água coletada pelo sistema de drenagem é normalmente caracterizada por grandes concentrações de sólidos suspensos totais devido ao contato com as finas partículas de carvão presentes no pátio, então a drenagem e os processos de tratamento estão projetados para permitir que essas partículas sejam sedimentadas. Desse modo, nos tanques de sedimentação já citados ocorre a decantação dos finos que se encontram em suspensão e de acordo com PWCS (2011), não são utilizados produtos químicos para auxiliar a deposição dos sólidos sedimentáveis nesse processo.

Na planta de reuso, que pode ser analisada na Figura 14, existem duas lagoas de sedimentação e dois tanques de clarificação, conta também com bombas para o

encaminhamento da água tratada e com um o suprimento extra de água de abastecimento, para as épocas de estiagem. Todo esse sistema de armazenagem/tratamento está localizado entre o pátio onde ficam dispostas as pilhas de minério e o traçado da linha do trem que chega ao terminal.

Após passar pelos sistemas de sedimentação e clarificação descritos acima, a água é encaminhada para as bombas que são responsáveis por redistribuir essa água para os sistemas de água de cada operação existente. Desse modo, a água é reutilizada para umectar as pilhas de carvão e auxiliar no controle da emissão de particulados; para lavagens e limpezas do cais do porto, de transportadoras, de empilhadeiras, de recuperadoras e de casas de transferência; para o combate a incêndios e para irrigação da vegetação ornamental (PWCS, 2011 e PWCS, 2008). O monitoramento da qualidade dessa água é realizado regularmente, para garantir que ela está adequada para os processos de reuso, de acordo com os padrões locais.

A qualidade das águas superficiais e subsuperficiais também é monitorada constantemente de modo a avaliar potenciais impactos gerados pelas atividades de movimentação do minério (PWCS, 2011).

Durante períodos chuvosos prolongados é possível que haja excesso de água dentro do sistema. Por isso, existe um canal de transbordo que direciona esse excesso de água para o rio próximo. Qualquer tipo de transbordo que ocorra, seja por um evento de precipitação intensa ou por acúmulo de água proveniente de um longo período úmido, é reportado e documentado como parte do programa ambiental de monitoramento operacional (PWCS, 2008).

São implementadas medidas de controle de sedimentos e da erosão dos solos não operacionais adjacentes às áreas de operação, e também realizadas obras de estabilização da superfície (PWCS, 2011). A efetividade deste controle é regularmente monitorada por equipes operacionais.

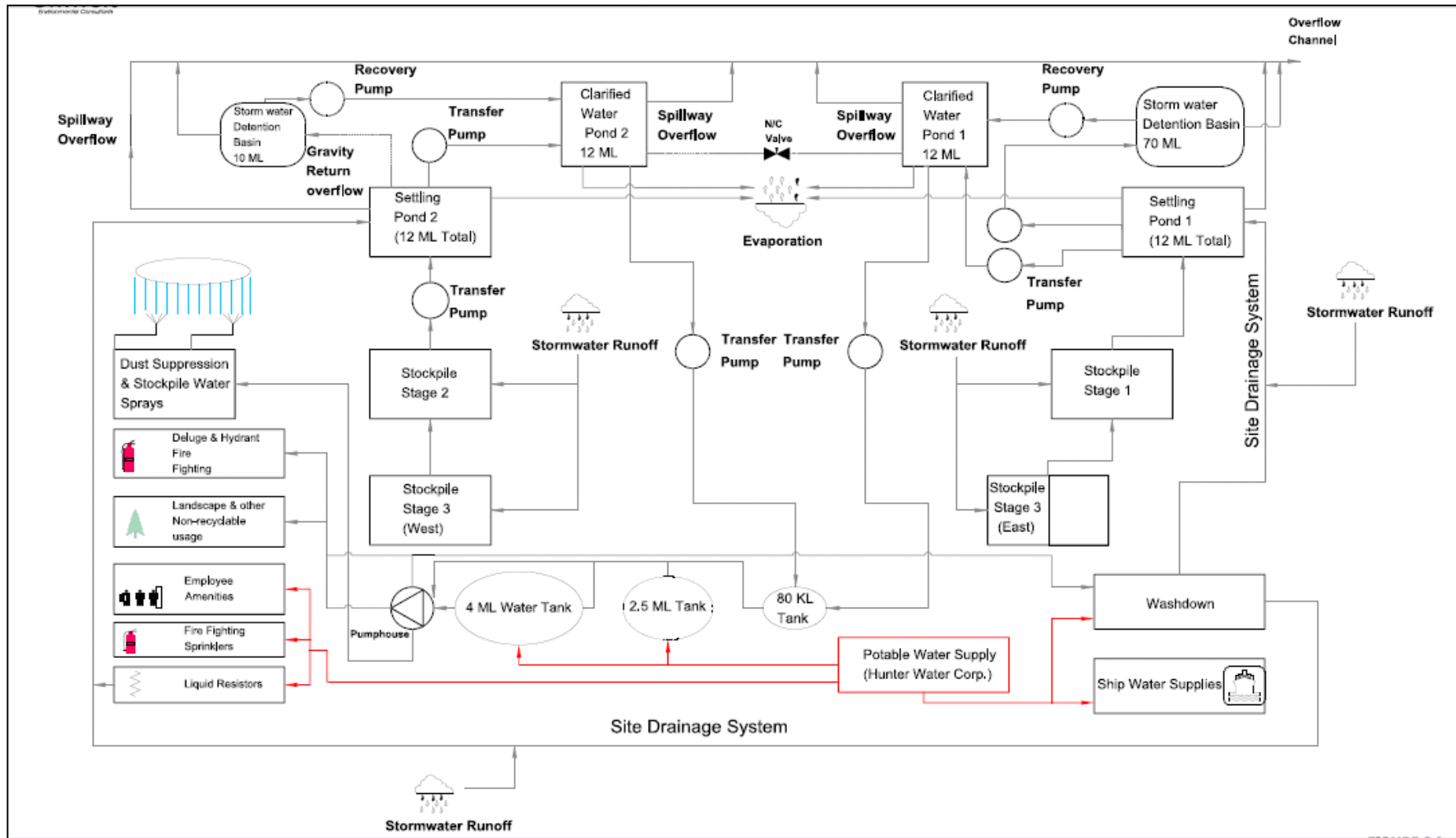


Figura 14: Fluxograma de reuso de água do porto australiano (Fonte: PWCS, 2008)

## **IV) METODOLOGIA**

A metodologia adotada para a realização deste trabalho está relacionada à busca de informações existentes em livros, trabalhos, teses e relatórios de meio ambiente e de logística portuária; além da coleta de informações em campo, com registro fotográfico, e avaliação criteriosa do ambiente portuário visitado, obtendo assim um diagnóstico relativo aos efluentes líquidos gerados na área analisada que possibilita comparar metodologias de tratamento.

A obtenção das informações apresentadas neste trabalho esteve subordinada à metodologia adotada pelo Projeto “Programa de conformidade do gerenciamento dos resíduos sólidos e efluentes líquidos nos portos marítimos brasileiros”.

Destaca-se que a análise realizada neste trabalho se baseia em uma avaliação qualitativa das informações obtidas em cada um dos terminais avaliados.

### **IV.1) Caracterização dos terminais**

Ambos os terminais analisados estão localizados no Porto de Itaguaí, abrangido pelo Projeto Resíduos Portuários.

O Porto de Itaguaí foi fruto de estudos realizados em 1973 e estava destinado a atender, principalmente, ao complexo industrial de Santa Cruz (RJ), que viria a ser implantado naquela área. (ANTAQ,2012)

A partir da fusão dos estados da Guanabara e do Rio de Janeiro, em 1975, essa implantação ficou a cargo da Companhia Docas do Rio de Janeiro (CDRJ) e as obras de construção foram iniciadas em 1976, sendo a inauguração em 1982.

O Porto de Itaguaí está localizado na costa norte da baía de Sepetiba, no município de Itaguaí, Estado do Rio de Janeiro, ao sul e a leste da Ilha da Madeira, ocupando uma área total de aproximadamente 7,2 milhões de metros quadrados. (CDRJ, 2006).



Figura 15: Imagem aérea do Porto RJ. (Fonte: Google Earth, 2012)

A CDRJ administra as áreas públicas e concede o uso das áreas arrendadas a empresas privadas que passam a possuir terminais arrendados, como é o caso do Terminal da VALE e do Terminal da CSN, que serão analisados nesse estudo e brevemente caracterizados a seguir, de forma a ser possível entender suas características principais. O terminal pertencente à empresa VALE movimenta minério de ferro para exportação desde 1996, fruto de um arrendamento para esta empresa que o administra até os dias atuais. A sua capacidade de movimentação é de aproximadamente 18 (dezoito) milhões de toneladas por ano (MENDONÇA, 2008).

A capacidade de movimentação das correias transportadoras e dos carregadores de navios é de 8 (oito) mil toneladas por hora. Nos pátios, há uma recuperadora/empilhadeira e também um conjunto de descarregadores de vagões com viradores mecânicos e linhas de correias transportadoras para empilhar o minério. O pátio tem capacidade de estoque de 1,5 milhões de toneladas, distribuídas por quatro pátios (ANTAQ, 2007 e MENDONÇA, 2008). A Figura 16 mostra uma visão aérea do pátio do terminal VALE.

A estrutura desse terminal não permite operações simultâneas, desse modo, ou se carrega o navio ou descarrega-se a composição ferroviária (MENDONÇA, 2008) e a extensão da correia transportadora é aproximadamente 3 (três) quilômetros, do pátio até o navio.





Figura 16: Foto aérea terminal VALE (Fonte: GoogleEarth, 2012)

Já o terminal CSN opera tanto a exportação de minério de ferro, quanto a importação de carvão mineral e embora ambos fiquem armazenados no mesmo terminal, a logística de movimentação é diferente.

A CSN administra o pátio de carvão mineral do terminal sob sua responsabilidade desde 1997, sendo que a movimentação deste granel sólido no local já existe desde 1982. Sua capacidade de movimentação é de 8 (oito) milhões de toneladas por ano (ANTAQ, 2007 e MENDONÇA, 2008).

O carvão mineral é descarregado dos navios no píer por meio de 3 (três) descarregadores de navios e segue pelas correias transportadoras com capacidade de transporte de 4.500 (quatro mil e quinhentas) toneladas por hora, até chegar aos quatro pátios descobertos, onde fica armazenado, com capacidade estática total de 680 (seiscentos e oitenta) mil toneladas. Neste pátio há duas empilhadeiras, duas recuperadoras e um conjunto de silos para realizar o carregamento dos vagões, com capacidade de 2 (duas) mil toneladas por hora. O terminal permite realizar o descarregamento de navios e o carregamento de composições ferroviárias em simultâneo (MENDONÇA, 2008).

Dentro do terminal CSN há também um terminal de minério de ferro, que foi inaugurado em 2007, com capacidade de exportação de 34 (trinta e quatro) milhões de toneladas por ano. Ele possui um carregador de navios e correias transportadoras com capacidade de 17 (dezessete) mil toneladas por hora. No pátio possui duas recuperadoras/empilhadeiras e um conjunto de descarregadores de vagões com

viradores mecânicos e linhas de correias transportadoras para realizar o empilhamento/recuperação do minério. Assim como no pátio de carvão, é possível realizar operações de descarga dos vagões e carregamento no navio em simultâneo (MENDONÇA, 2008). A Figura 17 mostra uma visão aérea do pátio do terminal CSN.

As correias transportadoras dessa empresa, que movimenta minério de ferro e carvão mineral, possuem uma extensão aproximada de 3,6 quilômetros; levando os granéis minerais do pátio para o navio e vice versa.

É importante lembrar que o terminal CSN está visando sua expansão para ampliar a movimentação de minério de ferro para a capacidade de embarque de 84 (oitenta e quatro) milhões de toneladas de minério de ferro por ano.



Figura 17: Foto aérea do terminal CSN (Fonte: GoogleEarth, 2012)

#### **IV.2) Levantamento de Dados**

Os dados sobre a operação e transporte dos minérios nos terminais analisados foram fruto de visitas aos locais, conversas com os responsáveis da área de meio ambiente da empresa, constatações visuais observadas nas visitas a campo e aplicação de um *checklist* utilizado pela equipe de efluentes do projeto para verificar as operações e instalações relativas a efluentes, tais como plantas de reuso de água e a existência de tanques de sedimentação. A íntegra deste *checklist* está disponível no Anexo 1.

É importante ressaltar que neste trabalho não foram utilizadas todas as informações coletadas através do *checklist*, uma vez que ele é composto por questões

referentes a todas as áreas onde há geração de efluentes ou potencial contaminação de corpos de água nos portos, estando essas áreas divididas entre três categorias: esgotos sanitários, efluentes industriais e drenagem pluvial. Portanto, foram utilizadas apenas as informações que eram relevantes para as operações de movimentação e transporte dos minérios, tais como: unidades de tratamento utilizadas e sua dinâmica de operação, existência de drenagens pluviais segregadas, reuso de águas pluviais, entre outras.

As informações do *checklist* de Esgotos Sanitários não foram utilizadas, uma vez que não são relevantes para a parte de armazenamento e movimentação de minérios. Vale também ressaltar que não foram descritas as informações quantitativas do documento.

No *checklist* de efluentes industriais foram utilizadas apenas algumas questões, que estão abaixo descritas e comentadas:

- Sistemas/unidades de tratamento ou de reuso

Este item aborda vários subitens que questionam o funcionamento das unidades existentes, sendo eles: tipologia das instalações; procedimentos operacionais utilizados; contrato com a empresa responsável por retirar os efluentes gerados ou responsável pelos sistemas de tratamento; qual reuso do efluente, se existente; inspeção *in loco* para verificar estado de conservação das instalações; dados de vazão das estruturas ou capacidade de armazenamento.

Essa parte do *checklist* permitiu conhecer os procedimentos das estações de tratamento existentes, ou dos processos de tratamento utilizados pelo terminal.

- Documentos para auxílio e caracterização

Este item foi importante para obter algumas informações adicionais sobre os processos, uma vez que questiona a existência de documentos que comprovem as atividades e os monitoramentos realizados pela empresa e que auxiliem o entendimento da dinâmica de geração e retirada de efluentes. Questiona também a existência de projetos futuros de melhoria.

- Separadores de água e óleo

Apenas foram utilizadas as informações desse item quando elas estavam relacionadas a algum sistema de reuso dos efluentes - para ser possível entender sua dinâmica - verificando-se então volume e frequência de retirada do resíduo oleoso; condições construtivas das instalações; destino dos efluentes após passar pelo

tratamento; frequência de funcionamento das unidades; empresa responsável pela retirada dos resíduos e existência de programas de monitoramento da qualidade dos efluentes que saem da caixa separadora de água e óleo.

Quanto ao *checklist* de drenagem pluvial, todas as informações presentes eram importantes, uma vez que o armazenamento do minério em pátios abertos, expostos ao tempo, está diretamente associado aos eventos de chuva e seu potencial *runoff*. Os itens abordados estão abaixo descritos e comentados:

- Operações portuárias

Todos os subitens dessa parte estão relacionados a este trabalho, sendo eles: efluentes gerados nos pátios e armazéns por conta das cargas movimentadas; estado de conservação da rede de drenagem; existência de pontos permanentes de acúmulo de água; destino da água drenada; existência de tanques de decantação no sistema de drenagem pluvial.

Essas informações ajudaram a entender a dinâmica de drenagem e as estruturas existentes, bem como seu estado de conservação e possíveis problemas estruturais observados.

- Documentos para auxílio/caracterização.

Esse item questiona a presença de plantas de drenagem do terminal e a existência de projetos futuros de melhoria das estruturas e mecanismos.

As plantas de drenagem não foram utilizadas nesse trabalho, porque uma parte delas não foi disponibilizada e as existentes estavam desatualizadas. Quanto aos projetos existentes, foi um item que se mostrou relevante para o trabalho, indicando projetos futuros existentes.

## V) RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os resultados aqui apresentados consistem na indicação dos principais impactos gerados pelos terminais no ambiente portuário, observados durante as visitas ao local, e também na explicação dos sistemas de tratamento por eles utilizados para o controle da poluição hídrica, baseado nas informações obtidas por meio do *checklist* e visitas a campo.

### V.1) Impactos no Ambiente Portuário

Os impactos gerados pelos terminais englobam solo, ar e água, estando todos eles interligados de forma que o ambiente portuário fica submetido a todos eles.

É comum nos terminais os impactos associados à dispersão dos particulados durante a movimentação dos minérios, ao acúmulo de material ao longo dos trajetos que percorre e à geração de efluentes que não tenham descarte ou drenagem adequada.

Ressalta-se que os produtos dos dois terminais avaliados atravessam uma extensa área entre o píer de atracação e o pátio de armazenagem, portanto, as correias transportadoras são bastante extensas, necessitando cuidados mais efetivos com a sua manutenção e troca sempre que arrebentarem. Além disso, é preciso atentar para sua cobertura, que em muitos pontos está degradada ou mesmo não existe (Figura 18), permitindo que as chuvas e os ventos carreguem parte do material que está sendo transportado.



Figura 18: Esteiras transportadoras descobertas, facilitando a dispersão do material movimentado. (Fonte: Projeto Resíduos Portuários, 2012)

Ainda tratando das esteiras transportadoras, abaixo e ao lado delas acumula-se grande quantidade de graneis sólidos que pouco a pouco caem, principalmente por conta da trepidação das mesmas, e vão sendo depositados e formando uma crosta de material sedimentado, como pode ser observado na Figura 19. Por isso, de modo a não atrapalhar o funcionamento das esteiras, esse excesso de material precisa ser limpo de tempos em tempos e a principal maneira de fazer isso é utilizando um jato de água que lava esse excesso de material presente nas esteiras e nas estruturas ao seu redor. Porém esse procedimento deixa uma lama no local, gerando um problema, uma vez que ambos os terminais não possuem calhas específicas em torno das esteiras ao longo de toda a sua extensão, margeando a costa até chegar ao píer de atracação, para recolhimento desse material, portanto, em dias de grandes chuvas esse material e a lama podem ser arrastados para o mar.



Figura 19: Acúmulo de graneis sólidos abaixo das correias transportadoras. (Fonte: Projeto Resíduos Portuários, 2012)

Em ambos os terminais analisados foram observadas grandes poças, com água contaminada pelos produtos movimentados, e bastante lama dentro da área que é abrangida pela drenagem superficial do pátio (Figura 20). Porém, apesar do grande impacto visual que as poças geram, o solo desses pátios já está bastante impermeabilizado por conta do processo intenso de colmatação que ele já sofreu e, portanto, os efluentes acumulados sobre esse solo infiltram numa taxa extremamente lenta. Essas poças se tornam quase perenes em alguns locais, uma vez que o ritmo de evaporação não é suficiente para compensar o acúmulo de água, originada nos processos, nesses pontos de empocamento. Além da colmatação do solo que dificulta a infiltração da água contaminada, quando o efluente está localizado numa área que



possui drenagem segregada, como é o caso dos pátios, durante a chuva ele é carregado diretamente para as calhas de drenagem e de lá para a bacia de sedimentação, evitando a contaminação dos corpos de água próximos. Porém nos locais sem drenagem segregada, como algumas partes dos cais, essas poças são direcionadas diretamente para os corpos hídricos, levados pelas chuvas.



(a)

(b)

Figura 20: Poça no Pátio VALE (a) e lamas no pátio CSN (b) – grande impacto visual (Fonte: Projeto Resíduos Portuários, 2012)

Apresentados os problemas comuns aos terminais analisados, a seguir serão apresentados impactos mais específicos que foram observados em cada terminal, associados aos recursos hídricos utilizados por eles.

### V.1.1) Terminal VALE

Alguns trechos das calhas de drenagem do terminal encontram-se um pouco assoreadas e com grama, como pode ser observada na Figura 21, o que pode impedir e/ou dificultar seu bom funcionamento durante as chuvas.



Figura 21: Calhas assoreadas e com vegetação crescendo. (Fonte: Projeto Resíduos Portuários, 2012)

É importante ressaltar que as poças de água formadas no terminal que de fato são importantes, no sentido de gerar impacto de fato para o ambiente, são aquelas formadas em locais onde não há drenagem adequada, isto é, além da fronteira dos pátios.

Por outro lado, há poças que acumulam água contaminada embaixo e nas laterais das correias transportadoras nas áreas do cais próximas ao início do píer de embarque da empresa (Figura 22), que possivelmente drenam diretamente para o mar durante as chuvas mais intensas. Além disso, as canaletas que deveriam auxiliar a drenagem do local estão entupidas (Figura 23), prejudicando drasticamente a drenagem superficial. Segundo responsáveis, elas são limpas de acordo com um planejamento interno, porém aparentemente não tem sido o eficiente.



Figura 22: Poças de água no píer, na lateral das correias transportadoras. (Fonte: Projeto Resíduos Portuários, 2012)





Figura 23: Canaletas entupidas no cais do terminal VALE (Fonte: Projeto Resíduos Portuários, 2012)

Observou-se também no cais, próximo ao local onde é lançado o efluente do tanque de decantação, vestígios que indicam a drenagem inadequada neste local (Figura 24). Além disso, as pilhas de minério que ficam acumuladas ao longo da extensão da correia transportadora, que atravessa o porto, ficam na iminência de serem carregadas pela água da chuva diretamente para o corpo hídrico, que no caso da Figura 24 é o mar.



Figura 24: Local de encontro da drenagem de água pluvial com o mar. Verificação de um caminho preferencial para o mar (Fonte: Projeto Resíduos Portuários, 2012)

Após a segunda bacia do Tanque de Decantação Norte e próximo ao corpo de água para o qual o excedente de água tratada é destinado, há uma rua anexa ao pátio (Figura 25), que não é atendida pelo sistema de drenagem da instalação. Desse modo, em períodos chuvosos, o minério que ficou espalhado por essa rua é arrastado diretamente para um córrego próximo, sem nenhum tratamento prévio. Esse fato ocorre com a maioria das ruas ao redor do pátio, que acabam possuindo uma drenagem natural inadequada.



Figura 25: Rua ao lado do pátio de minério sem drenagem adequada (Fonte: Projeto Resíduos Portuários, 2012)

Na área do píer do terminal VALE não há estruturas de drenagem em sua interface com o mar, pois seguem apenas as estruturas das correias transportadoras, dessa forma, o material que cai das mesmas vai diretamente para as águas da Baía de Sepetiba sobre a qual o píer está construído. Além disso, o minério de ferro que fica acumulado nas treliças das estruturas das correias que o direciona até o píer é varrido pelos operários diretamente para o mar, fato que foi observado em campo.

### **V.1.2) Terminal CSN**

Em alguns pontos das canaletas de drenagem, tanto no pátio de carvão mineral quanto no de minério de ferro, foram observadas obstruções por conta do acúmulo de material em seu interior, dificultando a drenagem superficial em alguns pontos, como pode ser observado nas Figura 26 e Figura 27. Apesar das calhas serem limpas conforme necessidade, o acúmulo de sedimento nas mesmas faz com que a drenagem seja insuficiente e no caso de uma chuva forte, isso pode acarretar num extravasamento dos efluentes gerados ou empoçamento excessivo no pátio.



Figura 26: Acúmulo de sedimentos na canaleta de drenagem dos pátios de minério de ferro do terminal CSN. (Fonte: Projeto Resíduos Portuários, 2012)



Figura 27: Acúmulo de sedimentos na canaleta de drenagem dos pátios de carvão mineral do terminal CSN. (Fonte: Projeto Resíduos Portuários, 2012)

As águas pluviais presentes no Descarte Sul apresentaram uma camada oleosa em sua superfície (Figura 28), indicando provável presença de resíduos oleosos na drenagem pluvial.





Figura 28: Água drenada para Descarte Sul com presença de camada oleosa. (Fonte: Projeto Resíduos Portuários, 2012)

Além disso, o filtro de brita deste mesmo ponto de descarte possui caminhos preferenciais, principalmente em suas laterais, pelos quais a água passa sem ser filtrada, como pode ser observado na Figura 29.



Figura 29: Caminho preferencial formado na lateral do filtro de brita. (Fonte: Projeto Resíduos Portuários, 2012)

No píer de movimentação, que acompanha as esteiras até o carregamento/descarregamento no navio, tanto de minério quanto de carvão, há algumas falhas estruturais que permitem que o material transportado caia diretamente no mar.

O sistema de drenagem superficial existente no píer de atracação para carregamento/descarregamento dos granéis está degradado e, portanto não funciona corretamente. A drenagem deste local está conectada a quatro filtros, todavia, estes não

atendem à sua função, devido a seu mal estado de conservação (Figura 30(c)), bem como as calhas (Figura 30(b)) e as conexões (Figura 30(a)).

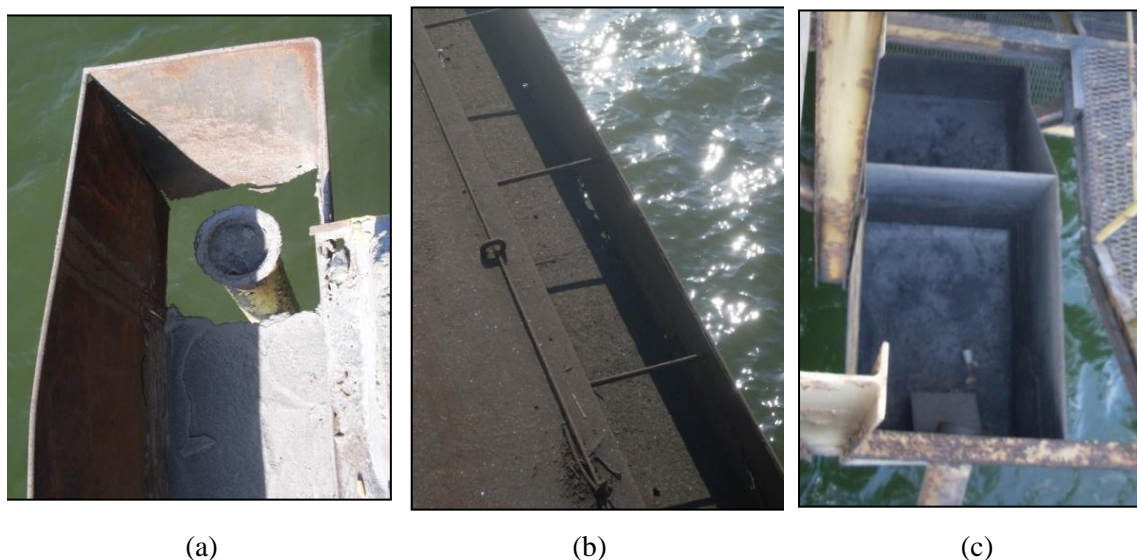


Figura 30: Calhas, filtros e conexões corroídas e em mal estado de funcionamento. (Fonte: Projeto Resíduos Portuários, 2012)

## V.2) Sistemas De Tratamento dos Terminais

### V.2.1) Terminal VALE

O terminal conta com quatro tanques de decantação distribuídos entre as suas instalações, sendo que apenas dois atuam como sistemas de reuso de água.

Os tanques de decantação coletam as águas que drenam pelo pátio e estas vão passar pelo processo físico de decantação. A água clarificada segue para posterior reuso nas funções do pátio e adjacências, tais como: molhar vias; limpeza dos equipamentos que ficam com minério de ferro grudado, dificultando sua movimentação, como os trilhos das correias transportadoras; e também para limpeza das estruturas, nas quais as pilhas formadas pelo minério de ferro que cai das operações se acumulam.

Quanto à umectação das pilhas de minério para evitar arraste de poeiras, um funcionário explicou que antigamente, quando eram movimentados minérios de ferro mais finos (reduzida granulometria), era necessário utilizar polímeros aglomerantes para evitar a dispersão de material particulado e molhar as pilhas constantemente. Porém, atualmente o minério de ferro movimentado possui uma granulometria maior e, por isso, não é mais necessário molhar as pilhas com tanta frequência, na realidade, elas

apenas são molhadas quando está ventando muito, para evitar a dispersão, e também é frequente no verão.

No terminal há um poço de captação de água subterrânea, provavelmente água salobra, por conta da proximidade com o mar, que é utilizada no pátio e adjacências. Ela é bombeada do poço para caminhões-pipas que levarão a água até os locais onde seu uso seja necessário. Vale ressaltar que a água desse poço é amostrada e analisada de acordo com a frequência de monitoramento da empresa, avaliando a qualidade da água que eles bombeiam para usar no pátio.

Toda a água que cai no pátio escoar para as valas presentes ao redor do seu perímetro que são direcionadas para o TANQUE SUL e para o TANQUE NORTE.

As calhas de drenagem (Figura 31(a)) são limpas mensalmente, pelo próprio terminal, com escavadeiras que retiram o material, que vai sedimentando conforme a água passa por elas. As canaletas do terminal VALE não são impermeabilizadas, sendo escavadas no próprio solo local e o destino do material que é retirado delas, durante as limpezas de manutenção, não foi informado.

Ao longo de uma das laterais do pátio, que margeia a rua interna do terminal, há conexões entre a drenagem da rua e as valas que recolhem a água drenada do pátio (Figura 31(b)), de modo que a água que empoça na rua é direcionada primeiramente para as valas ao redor do pátio e posteriormente para os tanques de sedimentação.



(a) Calha de Drenagem

(b) Conexão da rua com a calha

Figura 31: Calhas de drenagem em volta do terminal (Fonte: Projeto Resíduos Portuários, 2012)

O esquema de reuso de água do terminal VALE está indicado na Figura 32, mostrando os fluxos da água utilizada no terminal e seu reuso, que serão explicados em seguida.

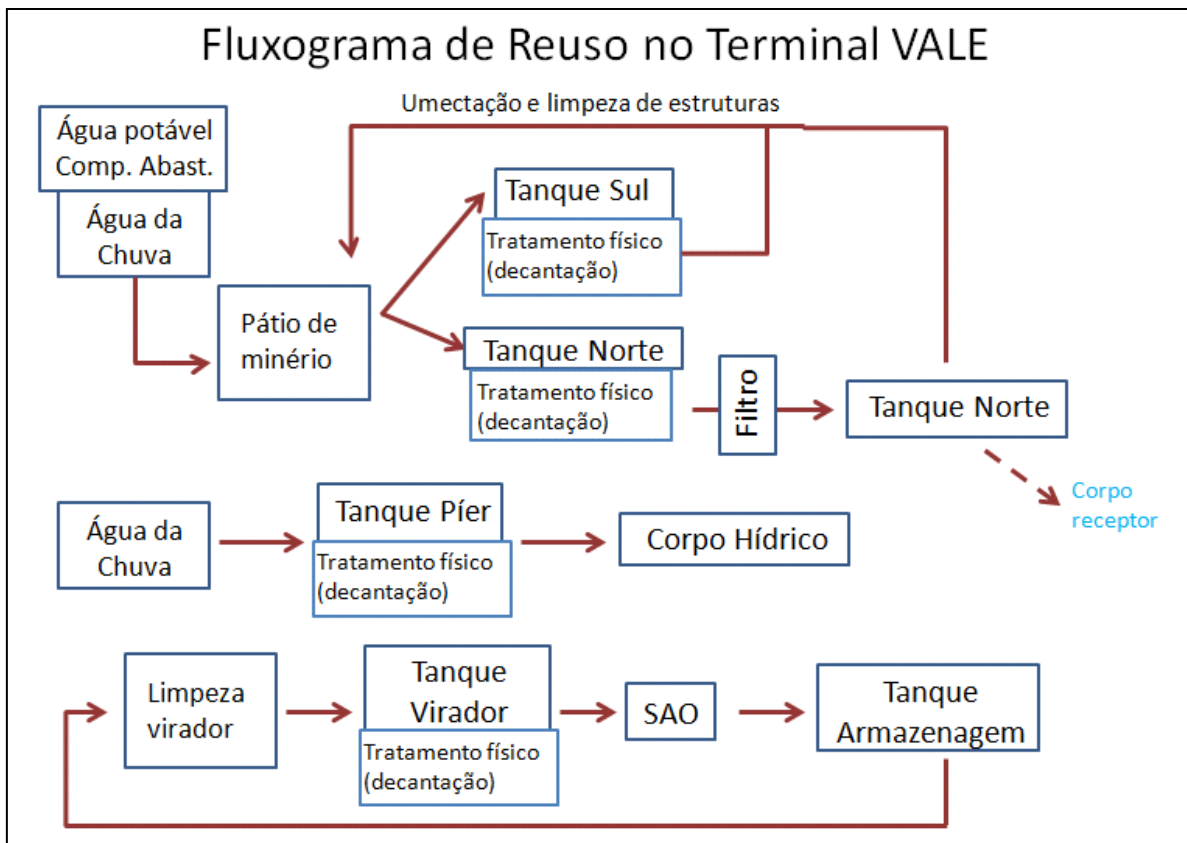


Figura 32: Fluxograma que esquetiza o reuso de efluentes que ocorre no terminal VALE (Elaboração própria)

O chamado TANQUE SUL (Figura 33), adjacente ao pátio de minério, é um tanque de decantação que armazena as águas que drenam pelo pátio. Ele possui forma retangular e é construído em concreto, de modo que a água e o sedimento ficam retidos no tanque até que a água clarificada verta para o outro lado, sendo bombeada para reuso em seguida. Porém atualmente, por falta de uma bomba, este tanque encontra-se desativado e não há previsão para voltar a funcionar. Os responsáveis não disponibilizam outras informações sobre esse tanque; como por exemplo, a frequência de limpeza do material que decanta.





Figura 33: Tanque Sul do Terminal VALE. (Fonte: Projeto Resíduos Portuários, 2012)

O chamado TANQUE NORTE (Figura 34), também adjacente ao pátio de minério, está atualmente recebendo toda a água que é drenada dos pátios, uma vez que o TANQUE SUL está desativado. Este tanque atua também como um tratamento físico, porém é bem diferente do outro. Ele é formado por duas bacias escavadas no chão, separadas por um dique de cascalho (granulometria grossa) que atua como meio filtrante, retendo os particulados de minério que não sedimentaram no primeiro tanque. Após essa etapa, a água é então efetivamente utilizada no pátio. A água que não é reutilizada ou que excede o uso escoar para o rio próximo, chamado de Rio Cação, por uma canaleta e uma manilha (Figura 35). Há um programa de monitoramento para avaliar a qualidade dessa água que é encaminhada ao corpo de água.



Figura 34: Tanque Norte de decantação. (Fonte: Projeto Resíduos Portuários, 2012)





Figura 35: Ponto de deságue no Rio Cação do efluente tratado. (Fonte: Projeto Resíduos Portuários, 2012)

Os sedimentos que se acumulam no fundo da primeira bacia do TANQUE NORTE são chamados de “minério especial” e têm como característica reduzida granulometria. Eles são retirados e recuperados pela própria empresa.

A aspersão de água no terminal é realizada por caminhões-pipas que recebem a água armazenada no TANQUE NORTE através de bombas e depois levam esta água aos locais necessários.

O TANQUE DO VIRADOR (Figura 36) é utilizado para realizar o tratamento físico da água de lavagem do virador de vagões. Após a limpeza, o efluente remanescente fica armazenado num compartimento localizado embaixo do virador de vagões e de lá é direcionado para um tanque de sedimentação. O sobrenadante dessa etapa passa por um separador água e óleo e a água que sai desse separador segue para outro reservatório, onde fica armazenada. A água deste reservatório é bombeada até o virador para posterior reutilização na sua limpeza. Vale lembrar que o sedimento que fica retido no fundo do decantador está contaminado com óleos e graxas porque é derivado de lavagem de máquinas e por isso precisa de descarte especial (empresa especializada o recolhe), não podendo ser recuperado pela própria VALE, isto é, não pode retornar às pilhas de minério.



Figura 36: Tanque de decantação e sequência de tratamento da água de lavagem do virador de vagões. (Fonte: Projeto Resíduos Portuários, 2012)

O TANQUE PÍER (Figura 37) está localizado no cais, próximo à correia transportadora que transporta o minério de ferro até o navio. Ele fica embaixo da torre de amostragem, próximo ao laboratório que analisa/avalia a qualidade do minério que está sendo exportado. Esse tanque não é direcionado para reuso, funcionando apenas como clarificador da água coletada no píer (oriunda da drenagem pluvial ou remanescente de lavagens das estruturas). Seu efluente é descartado na Baía de Sepetiba através de duas tubulações. Desse modo, a decantação não tem como objetivo o tratamento do efluente para reuso, mas sim evitar seu lançamento diretamente na baía. É realizado um monitoramento dessa água que é direcionada para o corpo hídrico.



Figura 37: Tanque de decantação localizado no píer do terminal VALE (Fonte: Projeto Resíduos Portuários, 2012)

Já o píer do terminal VALE não possui estruturas de drenagem, porém existe um projeto para direcionamento do efluente contaminado gerado nessa estrutura para novas caixas de decantação a serem construídas.

O terminal VALE recupera o minério de ferro que cai pelo chão durante as suas operações, como por exemplo, aquele que fica acumulado nos tanques de decantação, o que é deixado pelo raspador de correias e o que é varrido pelos operários, de modo que todos eles retornam ao pátio de armazenamento, voltando ao sistema de movimentação.

### **V.2.2) Terminal CSN**

A partir da operação diferenciada do terminal, que movimenta tanto o minério de ferro quanto o carvão mineral, há também diferenças entre os tratamentos dos efluentes gerados em cada movimentação.

O terminal possui seis pátios, os Pátios 0 a 3 estão destinados à armazenagem de carvão mineral e os Pátios 4 e 5 armazenam minério de ferro, como já foi indicado anteriormente na Figura 17.

Há drenagens segregadas para cada material, com canaletas ao redor de cada sequência de pátios (Figura 38) que encaminham o efluente drenado até 4 (quatro) tanques de decantação, dois para a drenagem do minério de ferro e dois para a drenagem do carvão mineral. Cada um desses tanques (Figura 39) é limpo aproximadamente a cada três ou quatro meses, momento em que o sedimento depositado no fundo do reservatório é retirado, com o auxílio de máquinas, e encaminhado para um pátio de secagem. Depois de seco é analisada a viabilidade de recuperar esse material para as pilhas. Esse retorno é mais fácil quando se trata do minério de ferro porque ele possui um critério de análise e avaliação mais consistente dentro do terminal, Já no caso do carvão mineral, a recuperação do material não é tão simples e ele fica armazenado no pátio até sua destinação ser definida.





(a)



(b)

Figura 38: Canaletas de drenagem ao redor dos pátios de minério (a) e carvão (b), para escoamento da água. (Fonte: Projeto Resíduos Portuários, 2012)



Figura 39: Tanques de decantação de minério de ferro (à frente) e de carvão mineral (ao fundo). (Fonte: Projeto Resíduos Portuários, 2012)

O esquema de reuso de água do terminal pode ser observado na Figura 40, que representa o fluxograma do sistema de reuso do Terminal CSN, indicando os caminhos que o efluente percorre as instalações existentes e as entradas de água no processo.

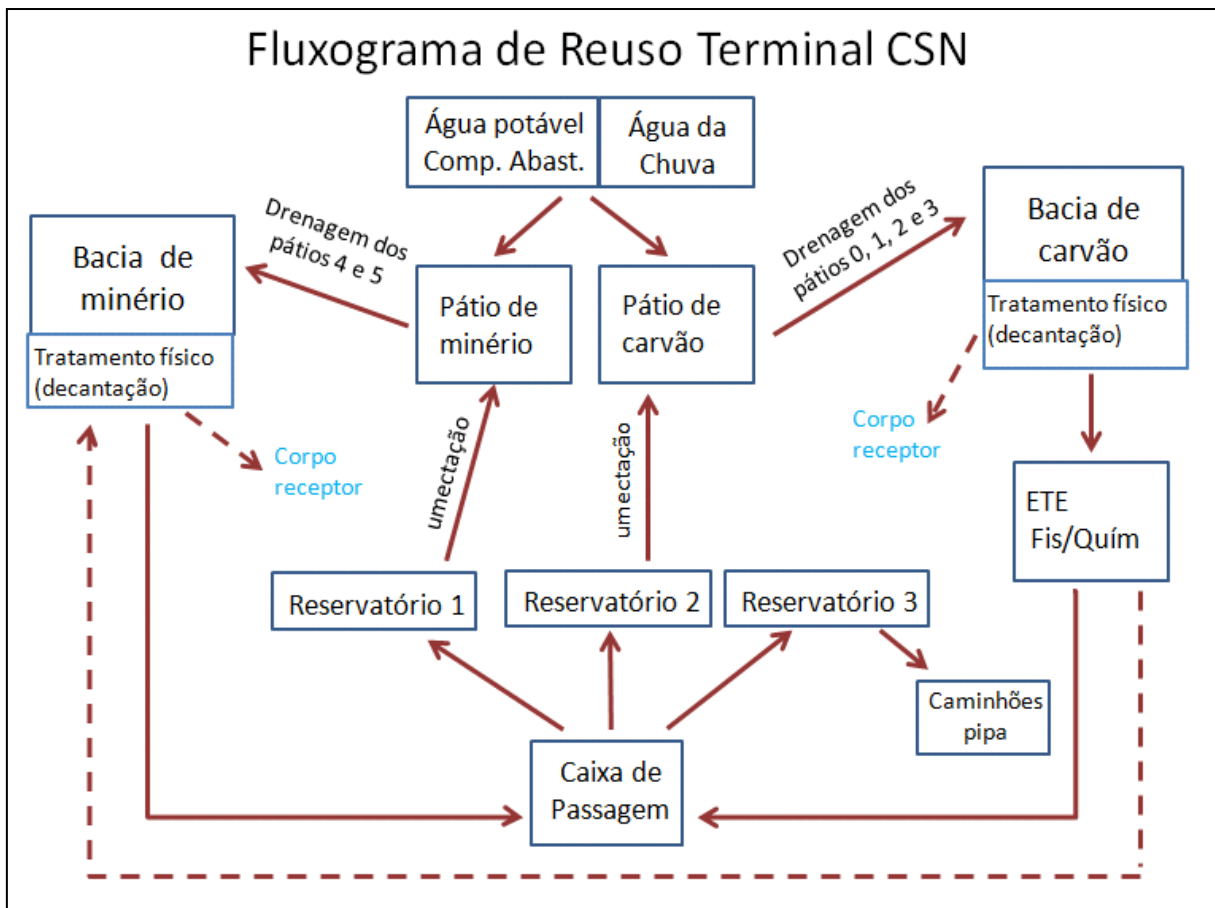


Figura 40: Fluxograma que esquematiza o reuso de efluentes que ocorre no terminal CSN (Elaboração própria)

Toda a operação do sistema de reuso de água é automatizada e, portanto, é controlada por um operador que gerencia os processos de tratamento e a distribuição dos efluentes já tratados (através do controle das bombas) pelos tanques de armazenamento, para o posterior reuso da água. Desse modo é possível gerenciar a quantidade e qualidade da água existente, redirecionando-a para os locais que demandem esta água e assim evitando a necessidade de fornecimento de água da companhia de abastecimento.

Após passar por tratamento físico no tanque de decantação, o efluente proveniente do minério de ferro já está em boas condições para reuso. Porém no caso do carvão mineral apenas esse tratamento físico não é suficiente, sendo necessário que o clarificado que sai do tanque de decantação passe por um processo físico-químico numa Estação de Tratamento de Efluentes (ETE) própria, localizada próxima aos tanques de sedimentação (Figura 41).



Figura 41: Imagem do sistema de tratamento de água do terminal – tanques de decantação, unidade físico-química e tanques de armazenagem do efluente já tratado. (Fonte: GoogleEarth, 2012)

O funcionamento da ETE é dividido em algumas partes, como será explanado a seguir:

- Primeiramente o clarificado do tanque de decantação do carvão mineral é bombeado para a entrada da ETE;
- A primeira estrutura pela qual passa é a PENEIRA ESTÁTICA (Figura 42), que vai atuar como um filtro, retirando do efluente os sólidos grosseiros que vieram remanescentes do primeiro tratamento;



Figura 42: Peneira Estática da ETE – primeiro tratamento do efluente. (Fonte: Projeto Resíduos Portuários, 2012)

- Após essa unidade, o efluente segue para um compartimento de centrifugação constante, no qual são adicionados dois produtos ao efluente: o policloreto de alumínio e a soda cáustica, sendo o primeiro utilizado como coagulante e o segundo para correção de pH. A mistura que ocorre nesse CENTRIFUGADOR (Figura 43) permite a homogeneização do coagulante adicionado ao efluente. A correção do pH da solução se faz necessária porque o coagulante utilizado torna o efluente mais ácido, sendo portanto preciso adicionar um produto básico para corrigir o pH do meio.





Figura 43: Centrifugador da ETE, onde há coagulação dos sólidos no efluente. (Fonte: Projeto Resíduos Portuários, 2012)

- No chamado CLARIFLOCULADOR (Figura 44) ocorre a floculação e a decantação do sedimento coagulado. Primeiramente o efluente entra na câmara de floculação, que fica no centro desse equipamento, permitindo que os flocos aumentem de tamanho, depois passa para o decantador, onde os flocos irão sedimentar e a água clarificada verterá pelas bordas do equipamento. O lodo decantado é retirado pelo fundo do CLARIFLOCULADOR e levado para o Pátio 3, para desidratação. Depois de seco é dado um destino apropriado, que pode ser o descarte em empresa licenciada ou o retorno para as pilhas de minério.





Figura 44: Clarifloculador do terminal CSN –vista superficial. (Fonte: Projeto Resíduos Portuários, 2012)

- Ainda no CLARIFLOCULADOR há uma estrutura que separa possíveis materiais flotantes (Figura 45), como por exemplo, escumas residuais às etapas de tratamento anteriores.



Figura 45: Estrutura de remoção para materiais flotantes. (Fonte: Projeto Resíduos Portuários, 2012)

O clarificado que verte da última unidade da ETE se junta ao clarificado que é bombeado dos tanques de decantação do minério de ferro em uma caixa de passagem. Esse efluente tratado pode ter variados destinos, dependendo da necessidade do sistema, que é interligado e permite manejar a água tratada da melhor forma possível.

Os destinos possíveis do efluente tratado são:

- Tanque de decantação do minério de ferro, quando seu nível está muito baixo, ajudando a manter o nível do reservatório;
- Caixa de água/reservatório de água a ser utilizada nos pátios de minério de ferro;
- Caixa de água/reservatório de água a ser utilizada nos pátios de carvão mineral;
- Caixa de água/reservatório ao lado da ETE, onde a água armazenada é utilizada para encher caminhões-pipas que são destinados para realizar a umectação das vias e lavagem das correias transportadoras.

Após ser bombeada para os reservatórios, a água está pronta para ser reutilizada no sistema. O principal uso é a umectação das pilhas de minério e carvão, que é realizada através de aspersores mecanizados e automáticos, cuja liberação de água está associada ao controle do operador que aciona a aspersão quando necessária. Atualmente é utilizado o controle visual da poeira e vincula-se a isso a umectação, mas pretende-se instalar um sistema de temporizador, que automaticamente controle a aspersão de água sobre as pilhas num intervalo de tempo pré-definido.

A drenagem do pátio capta toda água que escorre das pilhas molhadas, porém quando há chuvas muito intensas, o volume de água que segue para os decantadores pode ser maior que sua capacidade de armazenagem e quando isso ocorre, o volume excedente é direcionado aos chamados DESCARTE LESTE e DESCARTE SUL, que desembocam respectivamente num manguezal e na baía (corpos de água receptores), para não comprometer os processos de tratamento e evitar transbordos dos tanques de decantação. Esses pontos de descartes serão mais detalhados posteriormente.

O terminal CSN utiliza a aspersão de água sobre as pilhas (Figura 46) e também de água com polímero, sendo este utilizado apenas para o minério de ferro extremamente fino, chamado de PF, pois no caso desse material a água sem adição de polímeros não é efetiva no controle da dispersão atmosférica do produto. Portanto, no caso do minério mais fino o polímero é misturado à água em caminhões que então seguem até o local das pilhas e realizam a aspersão da solução sobre elas.



Figura 46: Aspersão de água sobre as pilhas de carvão mineral (Fonte: Projeto Resíduos Portuários, 2012)

O terminal possui também um lavador de pneus (Figura 47), com um tanque de decantação que recebe a água drenada do lavador e separa os sedimentos e a água para ser reutilizada. Há também uma caixa separadora de água e óleo acoplada para reter o óleo que desprende do veículo durante a lavagem e se mistura à água, porém não foi especificado o destino desse efluente oleoso. Quanto à lavagem do virador de vagões, quando necessário a água de alguma das bacias é direcionada para essa função, porém não há reuso específico para isto.



Figura 47: Lavador de pneus do terminal CSN e equipamento para reuso da água (Fonte: Projeto Resíduos Portuários, 2012)

Na lateral do pátio do terminal há uma ETE e uma bacia de decantação (Bacia Leste) desativadas que eram utilizadas para tratar os efluentes originados no antigo pátio de armazenagem de enxofre (o material era movimentado pelo terminal). Há uma

ligação entre a bacia de decantação e o sistema de drenagem do carvão mineral existente, que atuava como uma saída para a drenagem do carvão, no caso de haver algum problema ou falha no sistema de tratamento do enxofre. Vale lembrar que há projetos para reativação desse sistema de tratamento, pois o terminal CSN pretende ampliar a movimentação de carvão e minério de ferro e, portanto, necessitará de unidades de tratamento adicionais às existentes atualmente.

Ao lado desta ETE desativada há um descarte de água pluvial, chamado de Descarte Leste, que drena a água pluvial ao redor do pátio de carvão, encaminhado-a para um sistema de filtração, com britas e cascalhos (Figura 48), antes de ser descartada no mangue ao lado do terminal. Esse sistema de filtração foi implantado recentemente.



Figura 48: Descarte Leste, de águas pluviais e calha de drenagem pluvial, do pátio do terminal CSN. (Fonte: Projeto Resíduos Portuários, 2012)

Há outro descarte de água pluvial no terminal CSN chamado de Descarte Sul (Figura 49 (a)), que drena a água captada pelas canaletas ao redor do terminal diretamente para a baía onde o terminal está localizado. Assim como no Descarte Leste, esse sistema também possui um filtro de britas através do qual a água passa antes de seguir para a baía, como pode ser observado na Figura 49 (b).





(a)

(b)

Figura 49: Descarte Sul (a) e detalhe para as pedras de brita que o compõem (b). (Fonte: Projeto Resíduos Portuários, 2012)

Na eventualidade de uma chuva muito forte, a água sobressalente que é drenada para os tanques de decantação é redirecionada para esses descartes, evitando o transbordo das bacias de decantação. Porém é raro ocorrer uma chuva que justifique esse desvio, a última ocorreu em 2009.

Há uma drenagem superficial segregada (Figura 50), ligada a quatro filtros, localizados nos vértices do píer de movimentação dos produtos, para evitar que os efluentes cheguem ao mar, porém esse projeto de drenagem não funciona corretamente e estão previstas mudanças para melhoria do sistema.

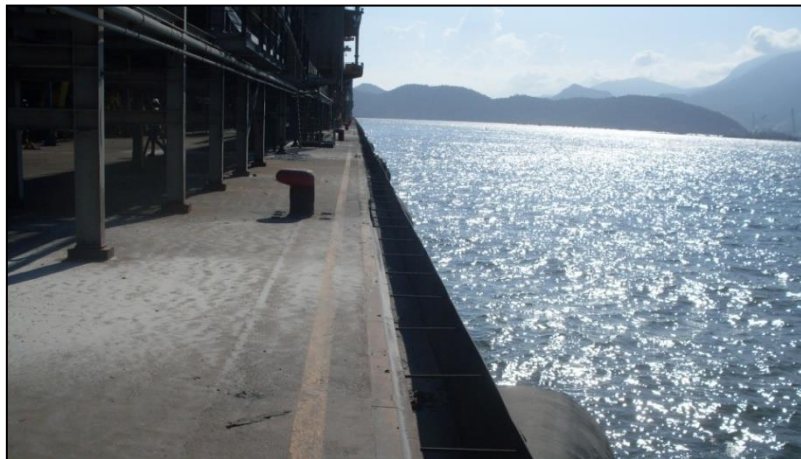


Figura 50: Calhas de drenagem do píer do terminal CSN. (Fonte: Projeto Resíduos Portuários, 2012)

### **V.3) Análise Comparativa das Práticas de Gestão dos Efluentes em Terminais Portuários**

Apresentados os principais impactos ambientais associados aos recursos hídricos e os sistemas de tratamento dos terminais analisados, a seguir serão discutidas as técnicas de tratamento e reuso de água e os impactos nos recursos hídricos existentes, bem como indicadas possíveis melhorias para reduzir seus efeitos no ambiente portuário.

Ambos os terminais analisados possuem sistemas de reuso de água, porém o terminal CSN possui estruturas que proporcionam maior controle de tratamento e reuso, facilitando a gestão da água tratada e dos sedimentos gerados. Ressalta-se que o reuso de água gera economia financeira para as empresas, uma vez que a movimentação de granéis minerais requer elevado volume de água em suas operações, principalmente para controlar o particulado gerado, evitando a dispersão do material e a poluição atmosférica associada.

A quantidade de água utilizada no terminal está associada às condições climáticas, uma vez que os pátios de minério e carvão estão alocados em área aberta, sem barreiras físicas. Portanto, fatores climáticos como a umidade e a velocidade do vento, dentre outros, definem a adequada umectação das pilhas de minério. Além disso, a granulometria do minério também é fundamental, pois os tipos extremamente finos e leves são arrastados sob qualquer perturbação no ar. Para esses casos é preciso utilizar água combinada com polímeros para molhar as pilhas.

Os terminais já são ocupados a mais de quinze anos pelas empresas que os administram atualmente, sendo que a ocupação do Terminal CSN é ainda mais antiga. Portanto, o bioma costeiro inicial dos locais estudados já está impactado há bastante tempo, com reflexos principalmente na flora e fauna que foram substancialmente suprimidas durante a alocação inicial do empreendimento, numa época em que as questões ambientais não eram tão relevantes. Porém, no entorno dos terminais ainda há significativa quantidade de vegetação, principalmente nas áreas de mangue, mais distantes dos píeres.

A comparação entre as medidas de reuso e controle de poluição, adotadas pelos terminais analisados e as técnicas encontradas na revisão bibliográfica para locais que movimentam os mesmos granéis minerais, originou o quadro comparativo a seguir, que demonstra as medidas adotadas, indicando algumas ressalvas.

Quadro1: Comparativo entre terminais e a bibliografia

TIPO DE MEDIDAS UTILIZADAS	TERMINAL VALE	TERMINAL CSN	BOAS PRÁTICAS DE OUTROS TERMINAIS
Umectação das pilhas de minério/carvão	SIM (só em casos ventos fortes)	SIM	SIM
Uso de polímeros nas pilhas	NÃO (sem necessidade)	SIM (um tipo de minério)	SIM (evitar dispersão pelo ar)
Umectação das vias por onde os veículos transitam	SIM	SIM	SIM
Movimentação em correias transportadoras cobertas	SIM	SIM	SIM
Reuso de água	SIM	SIM	SIM
Captação de água da chuva no sistema de reuso	SIM	SIM	SIM
Tanques de decantação	SIM	SIM	SIM
Estações de Tratamento dos Efluentes	NÃO	SIM	SIM (depende qual o destino da água de reuso)
Utilização de bombas e canalização específica para o sistema de reuso	NÃO	SIM	SIM
Utilização de água de reuso para combate a incêndios	NÃO	NÃO	SIM
Canaletas de drenagem segregada no pátio	SIM	SIM	SIM
Canaletas de drenagem pluvial por fora da segregada	NÃO	SIM	SIM
Separadores água e óleo/ sobrenadantes antes do descarte	NÃO	NÃO	SIM
Sistema de filtragem da água pluvial da drenagem	SIM (Tanque Norte)	SIM	SIM
Drenagem segregada no píer de carregamento	NÃO	SIM (inadequado funcionamento)	SIM
Controle da qualidade dos efluentes tratados e das águas subterrâneas	SIM	SIM	SIM

Descarte emergencial para corpo de água próximo	SIM	SIM	SIM
Armazenamento do minério em superfícies impermeáveis	NÃO	NÃO	SIM (como argila, concreto ou asfalto)
Realização periódica de obras de estabilização da superfície	NÃO	NÃO	SIM
Recuperação parcial do material que cai durante a movimentação	SIM	SIM	SIM
Aspersão de água sobre os carregamentos/descarregamentos	NÃO	NÃO	SIM
Existência de população próxima	NÃO	NÃO	SIM (em geral)
Elaboração de auditorias ambientais e Planos de Gestão Ambiental	NÃO	NÃO	SIM

A análise do quadro permite observar algumas similaridades e diferenças entre os terminais e verificar pontos que ainda precisam ser melhorados ou implementados pelos mesmos.

A umectação das pilhas é o principal método de controle da poluição atmosférica e ambos os terminais realizam, porém no terminal VALE ela só é realizada quando o vento está muito forte, porém o conceito que define forte ou fraco é bastante subjetivo, o que pode gerar grande dispersão de minério de ferro para as áreas adjacentes ao pátio até que seja observada a necessidade de molhar as pilhas. Além disso, o terminal VALE não possui um sistema automatizado para a umectação das pilhas e por isso o procedimento é mais demorado porque é preciso buscar a água no reservatório com caminhões pipas e seguir com eles até as pilhas para realizar a aspersão.

O uso de polímeros na umectação das pilhas está relacionado à granulometria/tipologia do minério e por isso ele nem sempre é necessário, pois para minérios de maior diâmetro somente a água é suficiente para prevenir a dispersão do material. Por isso, apenas o terminal CSN utiliza-o, uma vez que trabalha com minério de ferro de baixa granulometria.

Ambos os terminais realizam também a umectação das vias, utilizando caminhões-pipas, de acordo com as boas práticas, evitando o levante de particulados gerado pelo trânsito dos veículos nos terminais e vias de acesso.



As esteiras transportadoras, que movimentam os minérios entre o pátio e o navio, são cobertas nos dois terminais. Porém é importante ressaltar que essa cobertura encontra-se com partes faltando, necessitando de manutenção, pois a falta dessa cobertura pode propiciar a dispersão dos materiais transportados.

A utilização de aspersão de água sobre os equipamentos de carregamento/descarregamento ou da cobertura dos mesmos com lona são técnicas que atualmente não são utilizadas por nenhum dos terminais, mas que podem ajudar a reduzir a poluição atmosférica e a evitar queda de granéis no mar e nos pátios durante a movimentação.

Há uma considerável distância entre os pátios de armazenamento e os píeres de atracação de ambos os terminais, propiciando maior dispersão do material durante seu transporte e os problemas a isso associados.

Tanto o terminal VALE quanto o CSN possuem sistemas de reuso de água, como já foi dito, e estes estão diretamente associados com a captação da água da chuva que cai sobre os pátios, permitindo então que a água da chuva siga para as canaletas de drenagem e de lá para os sistemas de reuso. Desse modo, há menor necessidade de fornecimento de água tratada da concessionária de distribuição.

Nenhum dos dois terminais dispõe de reservas de água específicas para controle de incêndios nas áreas de armazenagem e transporte, e as águas de reuso poderiam ser utilizadas para este fim, desde que respeitando as especificações necessárias para esse fim.

Os sistemas de tratamento existentes estão associados ao reuso de água, sendo que o sistema da CSN possui mais robustez e mobilidade, de acordo com o que é recomendado na literatura. Ele suporta maiores cargas e é organizado, com mais unidades de tratamento e flexibilidade operacional que o terminal VALE, como por exemplo, a possibilidade de bombear a água de reuso para qualquer um dos sistemas, equilibrando-os e compensando necessidades. Além disso, o uso de uma ETE automatizada, no terminal CSN, confere maior agilidade aos processos de tratamento. Porém é preciso lembrar que os terminais avaliados transportam diferentes matérias-primas e, portanto o tratamento necessário para reuso não é o mesmo para os dois.

Quanto à drenagem superficial de efluentes nos terminais analisados, os principais problemas associados foram majoritariamente similares, tais como: a falta de drenagem especial em algumas ruas adjacentes aos pátios de armazenagem de minério, a constante geração de poeira (inerente à movimentação e armazenagem desse tipo de granel sólido), que deixa bastante particulado espalhado pelo chão do terminal, e a presença de

pilhas espalhadas nas laterais do pátio e no cais dos terminais, que podem gerar um *runoff* inapropriado potencialmente direcionado para os corpos de água.

Ambos os terminais possuem drenagens segregadas ao redor dos pátios, porém no caso da VALE, as canaletas de drenagem são escavadas diretamente no solo, e no CSN elas são retificadas num canal e mais estreitas e profundas. Verificou-se em campo algumas canaletas entupidas no CSN e algumas assoreadas na VALE, o que pode perturbar a drenagem e gerar poças ao longo do pátio.

Apenas o terminal CSN possui uma rede de drenagem pluvial no entorno do terminal, externa à drenagem segregada que existe ao redor dos pátios, e com filtros adjacentes, como recomendado pelas boas práticas. Essa rede de drenagem pluvial permite que mais sólidos suspensos sejam retidos nas fronteiras do terminal, minimizando impactos nos corpos de água. Porém foi observado que um desses filtros de brita existentes está bastante danificado e apresenta caminhos preferenciais, fazendo com que a água não seja tratada adequadamente.

Já o terminal VALE não possui essa drenagem em volta do terminal, permitindo que os particulados depositados nas ruas e nas adjacências ao redor do pátio não sejam adequadamente drenados e, portanto, não há controle do direcionamento para os corpos de água. E, apesar de existir a rede de drenagem pluvial em volta do terminal CSN, faltam algumas canaletas para escoar a água que se acumula ao longo da estrada que leva aos pátios de armazenamento de minério e carvão, favorecendo o aparecimento de poças.

É importante que também exista uma drenagem segregada ao longo do trajeto das esteiras transportadoras e também nos píeres de atracação, evitando a chegada do minério e do carvão que se dispersam ao longo dessas estruturas aos corpos de água próximos. Apesar da importância, não há drenagens segregadas desse tipo funcionando de fato em nenhum dos dois terminais avaliados, e, além disso, alguns funcionários ao realizar a limpeza das estruturas do píer acabam jogando os minérios que ficam acumulados nelas diretamente no mar. Vale ressaltar que não é possível criar sistemas de tratamento no próprio píer, pois não há espaço suficiente para isso, sendo preciso encaminhar o efluente até o cais para devido tratamento.

Essa grande dispersão dos granéis movimentados para os corpos de água próximos, por conta de drenagens inadequadas, pode aumentar a frequência de dragagens no porto onde o terminal está instalado para conseguir manter o calado

necessário para a chegada dos navios, além de impactar a qualidade das águas nesses corpos hídricos.

Portanto, o controle ambiental a partir da análise de qualidade das águas (superficiais e subterrâneas), que é recomendado e realizado pelos terminais em alguns pontos específicos, é fundamental para saber o quanto de fato as operações portuárias estão impactando no ambiente e que medidas de controle são necessárias.

A recomendação para o uso de unidades de remoção de resíduos oleosos antes do descarte nos corpos hídricos deve ser seguida, visando evitar descartes inapropriados, uma vez que parte dos efluentes dos portos está contaminada com resíduos oleosos, frequentes no ambiente portuário por conta da grande circulação de máquinas e veículos que no local. Dessa forma, a presença de substâncias oleosas nas águas de drenagem não necessariamente está associada a um descarte inadequado de efluente oleoso, podendo ser proveniente do arraste de resíduos oleosos espalhados pelas vias durante a precipitação sobre as áreas adjacentes aos pátios. Apesar da recomendação, é preciso avaliar a real viabilidade de instalar um separador para resíduos oleosos num local onde há extravasamento de água durante as grandes chuvas, uma vez que essa unidade precisaria ter dimensões que suportem grandes volumes e acabaria ficando superdimensionada.

Foi encontrado um efluente oleoso remanescente numa das saídas de drenagem pluvial do terminal CSN, o que poderia ser evitado caso fossem utilizadas caixas SAO, de modo que o efluente passe por elas, retendo o óleo, antes de seguir para o descarte final.

O descarte emergencial dos efluentes nos corpos hídricos no caso de uma chuva muito intensa, que gera uma sobrecarga no sistema, é recomendado e também utilizado por ambos os terminais avaliados como uma “válvula de escape” para a água excedente. Este procedimento é esporádico e, uma vez que o volume de água e de materiais carreados é muito grande, pode gerar impactos, seguidos ao descarte no corpo receptor.

Quanto à recomendação para armazenar os granéis minerais sobre superfícies impermeáveis, aparentemente nenhum dos pátios nos terminais possuem tais estruturas, porém, como já foi descrito neste trabalho, os solos dos terminais já foram praticamente impermeabilizados por conta do processo de colmatação e estão bastante impactados, necessitando de recuperação. Apesar disso, em relação a obras de estabilização e recuperação das superfícies, não há previsões para serem realizadas pelos terminais,

apesar de necessárias em muitos pontos dos pátios avaliados, principalmente onde há formações de poças constantes.

Há recuperação dos materiais que caem durante as operações por ambos os terminais, principalmente quando se trata do minério de ferro, porém a recuperação não se apresenta muito efetiva no caso do carvão mineral do terminal CSN. Apesar de este procedimento ser realizado, foram encontradas diversas pilhas de granéis abandonados ao longo dos terminais já há bastante tempo e que provavelmente não serão mais recuperados.

A CDRJ, autoridade portuária à qual os terminais arrendados VALE e CSN estão subordinados, também é responsável por cobrar a mitigação dos impactos gerados pelas empresas no Porto de Itaguaí, porém ela não o faz de forma efetiva e o que se observa é a continuidade desses problemas descritos neste trabalho.

Os terminais analisados não estão localizados próximos a áreas residenciais, não sendo identificados assim, problemas de poluição atmosférica, sonora, visual ou mesmo hídrica que afetem um grande número de pessoas na área adjacente aos terminais. Estes impactos se restringem, portanto, aos trabalhadores portuários e às pessoas que circulem constantemente nos terminais e nos seus arredores.

A importância da elaboração de auditorias ambientais e de planos de gestão ambiental para garantir uma gestão ambiental efetiva já é bastante conhecida, apesar disso, nenhum dos terminais os faz efetivamente, produzindo apenas relatórios anuais de monitoramento ambiental, baseados em análises realizadas em pontos de monitoramento definidos.

Baseado nas avaliações dos terminais e nas comparações entre os mesmos, a seguir serão descritas possíveis melhorias para a gestão dos efluentes e redução da contaminação dos recursos hídricos próximos. Os terminais devem, portanto:

- Instalar unidades de tratamento, tais como sistemas de recolhimento do material e filtros, nas áreas do cais por onde passam as correias transportadoras e nos píeres de atracação dos navios, impedindo que os efluentes que se formam e o particulado presente nessas áreas seja carregado para o mar durante as chuvas;
- Consertar as coberturas danificadas das esteiras transportadoras, ou se possível substituí-las por modelos mais novos e eficientes;
- Designar reservatórios específicos para armazenar água para controle de incêndio, de forma que numa situação de necessidade, este volume de água esteja sempre disponível;

- Implantar caixas SAO em todos os descartes e/ou pontos de recepção das águas recolhidas nas canaletas ao longo dos pátios, evitando a chegada de efluentes oleosos aos corpos receptores;
- Implantar uma logística de recuperação dos materiais que ficam dispersos pelas áreas dos terminais, principalmente próximos às correias transportadoras e aos locais de carga e descarga, além de realizar limpezas mais frequentes e eficientes nas estruturas dos píeres, ampliando a possibilidade de recuperação do material;
- Avaliar o impacto das operações sobre os solos dos pátios de armazenamento que foram colmatados ao longo dos anos e realizar a estabilização dessas superfícies, permitindo assim menos empoçamentos de água ao longo dos pátios;
- Ampliar os planos de gestão ambiental dos terminais, indicando melhorias para os problemas observados;
- Implementar melhorias não apenas na questão hídrica, mas também nos outros setores ambientais, visando a gestão sistêmica do porto.

Além das melhorias a serem aplicadas nos terminais pelas empresas responsáveis, é também fundamental ampliar a fiscalização da autoridade portuária responsável, à qual as empresas estão submetidas, de forma que cobre dos terminais as medidas necessárias para controlar o impacto ambiental gerado na área portuária.

Há também algumas ações mais específicas de cada terminal:

- O terminal VALE deve reativar o TANQUE SUL, que é mais estruturado, ampliando a capacidade total de tratamento e armazenamento;
- Desobstruir o sistema de drenagem do TANQUE PÍER, pois as canaletas encontram-se totalmente obstruídas, permitindo que os efluentes presentes no cais drene direto para o mar, sem tratamento;
- Criar um sistema de reuso automatizado, com encanamentos conectados e dispositivos para umectação automática das pilhas, e, portanto mais simples de controlar operacionalmente, descartando então a necessidade de caminhões-pipas transitando pelo pátio;
- O terminal CSN precisa consertar o filtro de brita do DESCARTE SUL, para garantir a filtragem da água pluvial que sai pelo descarte sul;

- Seria importante realizar um controle atmosférico mais efetivo, porque o carvão movimentado deixa uma atmosfera escurecida, gerando incômodo e desconforto para as pessoas que lá trabalham ou transitam;
- Desobstruir algumas partes de calhas de drenagem que se encontram entupidas para promover melhor drenagem do terminal.

## VI) CONCLUSÃO

As operações de transporte e armazenamento de granéis sólidos minerais num terminal portuário impactam significativamente o ambiente costeiro ao seu redor, uma vez que necessitam, entre outros, de vastos espaços para armazenamento, grandes e robustas máquinas para realizar sua movimentação e elevados volumes de água para controlar as emissões atmosféricas geradas com a sua movimentação.

É importante ressaltar que as análises realizadas neste trabalho foram meramente qualitativas e que as conclusões podem não acompanhar aquelas que serão apresentadas no projeto Resíduos Portuários da SEP.

A avaliação dos terminais VALE e CSN possibilitou perceber que, apesar de possuírem sistemas definidos para o controle da poluição hídrica e atmosférica associada a essas operações, ainda geram outros impactos no ambiente portuário que precisam ser adequados para impedir a chegada aos corpos de água de materiais que possam contaminá-los.

Os tipos de tratamento dos efluentes e os sistemas de reuso utilizados pelos terminais nos seus pátios estão de acordo com o que é preconizado pelas boas práticas internacionais, porém em outras instalações dos terminais, como os cais e os píeres, os tratamentos não são eficientes.

É importante lembrar que os tratamentos variam, conforme as exigências requisitadas nas licenças ambientais para operação de cada terminal e, portanto não são sempre os mesmos para cada empresa.

Os principais impactos encontrados nos terminais avaliados foram relativos à falta de drenagem apropriada em variadas áreas ao redor dos sistemas de transporte, do pátio de armazenagem até o píer de embarcação, e à existência de estruturas danificadas que prejudicavam os sistemas de tratamento e reuso propostos, bem como à falta de limpeza periódica dos granéis que ficam espalhados nessas áreas. Portanto, é preciso que ambos os terminais comecem a investir em estruturas que evitem a poluição dos corpos de água próximos ao ambiente portuário.

Há diversos ganhos derivados das melhorias implementadas na gestão ambiental do ambiente portuário, tais como a redução das perdas de granéis, ao utilizar transporte e armazenamento mais eficientes, e o menor uso de recursos ambientais, sejam eles energéticos ou hídricos, nas movimentações. Além disso, todos os impactos observados no solo, no ar e na água, afetam não apenas as pessoas que trabalham e moram próximo

ao porto, como também todo o ecossistema próximo a ele (a flora, a fauna e a biodiversidade local), portanto as melhorias na gestão ambiental seriam bastante interessantes para a preservação do meio biótico.

Os terminais avaliados não possuem população vizinha significativa e, portanto, as poluições atmosféricas e sonoras não possuem muita repercussão, isto é, não há muitas reclamações sobre isso. Porém é preciso considerar o fato que a população tende a aumentar próximo às áreas portuárias, por serem locais que concentram mercadorias e onde há grande circulação de pessoas diariamente, por isso a densidade populacional ao redor de um porto é bastante dinâmica.

De forma a manter a qualidade do ar enquadrada nos níveis aceitáveis para os terminais avaliados, seria interessante a instalação de uma rede de controle atmosférico, com estações que permitissem um monitoramento diário do ar, indicando suas características e estabelecendo limites de emissão, ajudando no controle atmosférico principalmente dos materiais particulados, que é o parâmetro mais significativo quando se trata de granéis sólidos. Essa rede de controle auxiliaria também a verificar a necessidade de umectação, relacionando-a com os fatores climatológicos.

O terminal CSN está passando por uma expansão para duplicar sua capacidade de movimentação e por isso está investindo em novos espaços, na expansão dos projetos de tratamento de efluentes líquidos e reuso de água, como a construção de novas ETEs, e também num projeto para a adequação da drenagem do píer. Essas alterações já estão previstas no projeto e devem seguidas, visando melhorar a gestão ambiental do terminal e os sistemas de tratamento e controle de poluição, impedindo a chegada dos granéis movimentados aos corpos de água e a poluição associada a isso.

Os ambientes portuários em geral não estão expostos apenas aos problemas associados à gestão das suas cargas granéis; há outros fatores importantes e potencialmente poluentes, tais como os efluentes oleosos, os esgotos sanitários da área e a presença de substâncias tóxicas no local. Todos esses fatores, caso não recebam o tratamento adequado, trazem grandes impactos para o bioma local; por isso a importância da visão sistêmica dos problemas existentes, entendendo suas relações e verificando as soluções mais adequadas para cada um deles.

Dessa forma, a gestão ambiental portuária, seja nos portos analisados ou em tantos outros existentes, ainda possui muitos desafios e conflitos de interesse a serem vencidos para obter a aceitação das empresas e a cooperação das pessoas que trabalham nos portos, pois todos esses agentes precisam entender que suas ações interferem



diretamente na qualidade dos recursos ambientais existentes e que, portanto também são responsáveis por eles. Logo, a adequada gestão ambiental nos portos também passa pela educação ambiental, ensinando os trabalhadores portuários e seus gestores a forma correta de destinar resíduos e efluentes, pois são eles que de fato operam os terminais e interagem com esse ambiente. Portanto, é fundamental que os trabalhadores portuários entendam a dinâmica ambiental do porto e o que suas ações podem acarretar para o ecossistema da região.

## VII) BIBLIOGRAFIA

- ABM (Associação Brasileira de Metalurgia e Materiais), 2008, **Estudo Prospectivo do Setor Siderúrgico: 2008**, Brasília: Centro de Gestão e Estudos Estratégicos. Disponível em: <[http://www.abmbrasil.com.br/epss/arquivos/documentos/2011\\_4\\_19\\_11\\_18\\_10\\_21931.pdf](http://www.abmbrasil.com.br/epss/arquivos/documentos/2011_4_19_11_18_10_21931.pdf)>. Acesso em: 29/08/2012.
- Anônimo, 2012, “O impacto da mineração na água”, **GTÁguas: A revista das águas**, Ano 6, Número 11 (Fev). Disponível em: <<http://revistadasaguas.pgr.mpf.gov.br/edicoes-da-revista/edicao-tual/materias/impacto-da-mineracao-na-agua>>. Acesso em: 15 abril. 2012, 16:10.
- ANPET (Associação Nacional de Pesquisa e Ensino em Transportes), 2007, “**Um Estudo Sobre a Movimentação e o Armazenamento de Minérios nos Pátios de Estocagem dos Portos**”, Rio de Janeiro. Disponível em: <[http://www.anpet.org.br/ssat/interface/content/autor/trabalhos/submissao/2007/2007\\_vlmfbwrsgdijxgglmcoh.pdf](http://www.anpet.org.br/ssat/interface/content/autor/trabalhos/submissao/2007/2007_vlmfbwrsgdijxgglmcoh.pdf)>. Acesso em: 17/08/2012, 22:30.
- ANTAQ (Agência Nacional de Transportes Aquaviários), 2012, **Agenda Ambiental Portuária**. Disponível em: <[http://www.antaq.gov.br/portal/MeioAmbiente\\_AgendasAmbientais.asp](http://www.antaq.gov.br/portal/MeioAmbiente_AgendasAmbientais.asp)>. Acesso em: 15/08/2012, 12:00.
- ANTAQ, 2011, **Gerência de Estudos e Desempenho Portuário 4ºTrimestre/2011**. Disponível em: <<http://www.antaq.gov.br/portal/pdf/BoletimPortuario/BoletimPortuarioQuartoTrimestre2011.pdf>>. Acesso em: 30/04/2012, 15:40.
- ANTAQ, 2011, **Análise da Movimentação de Cargas nos Portos Organizados e Terminais de Uso Privativo**. Disponível em: <<http://www.antaq.gov.br/Portal/AnuarioEstatisticoAquaviario/pdf/AnalisedeMovimentacaodeCargas2010.pdf>>. Acesso em: 06/07/2012, 12:50.
- ANTAQ, 2012, **Gestão Portuária** (site da agência). Disponível em: <<http://www.antaq.gov.br/Portal/GestaoPortuaria/Index.asp>>. Acesso em: 24/05/2012, 20:00.

- ANTAQ, 2012, **Impactos Ambientais dos Portos**. Disponível em: [http://www.antaq.gov.br/Portal/MeioAmbiente\\_ImpactosAmbientais.asp](http://www.antaq.gov.br/Portal/MeioAmbiente_ImpactosAmbientais.asp)>. Acesso em: 24/07/2012, 19:00.
  
- ANTAQ, Porto de Itaguaí, 2012 Disponível em: <<http://www.antaq.gov.br/Portal/pdf/Portos/2012/Itaguaui.pdf>>. Acesso em: 06/05/2012, às 18:40.
  
- ANTAQ, 2007, **Relatório de Gestão Ambiental**. Disponível em: <<http://www.antaq.gov.br/portal/PDF%5CMeioAmbiente%5CRelatorios%5CRelatoriosSIGA20062007%5CRioItaguaui.pdf>>. Acesso em: 03/09/2012, 10:00.
  
- ANTAQ, 2011, **O porto verde: Modelo Ambiental Portuário**, Brasília, pp. 45-48
  
- BACCHIONI, A., 2008, **Best Practices in Port Management: An Assessment of Two Ports**, M.Sc. dissertation, Duke University, North Carolina, USA. Disponível em: <[http://dukespace.lib.duke.edu/dspace/bitstream/handle/10161/490/MP\\_arb34\\_b\\_200805.pdf?sequence=3](http://dukespace.lib.duke.edu/dspace/bitstream/handle/10161/490/MP_arb34_b_200805.pdf?sequence=3)>. Acesso em: 30/08/2012, 13:00.
  
- BBC News, **Brasil Country Profile**, 2012. Disponível em: <[http://news.bbc.co.uk/2/hi/europe/country\\_profiles/1227110.stm](http://news.bbc.co.uk/2/hi/europe/country_profiles/1227110.stm)>. Acesso em: 01/05/2012, 20:00.
  
- BRASIL. Lei nº 8.630, de 25 de fevereiro de 1993. Dispõe sobre o regime jurídico da exploração dos portos organizados e das instalações portuárias. Disponível em: <[https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/l8630.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l8630.htm)>. Acesso em: 01/04/2012, 15:00.
  
- BRASIL. Lei nº 10.233, de 5 de junho de 2001. Disponível em: <<http://www2.camara.gov.br/legin/fed/lei/2001/lei-10233-5-junho-2001-338107-normaatuizada-pl.html>>. Acesso em: 22/07/2012, 19:00.
  
- CARDOSO, J. L., 2011, “**Proposição de uma metodologia para a comparação de desempenho operacional de terminais portuários de granéis sólidos minerais**”, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 170 pp.
  
- CDP (Companhia Docas do Pará), 2011, **Arrendamento de Terminais de Carvão e de Placas e Bobinas Precedido de Construção do Terminal de Múltiplo uso 2 no Porto de Vila do Conde**, Belém, outubro. Disponível em: <[http://www.cdp.com.br/arquivos/tmu/pdf/Termo\\_Referencia\\_Especificacoes\\_tmu2\\_final.pdf](http://www.cdp.com.br/arquivos/tmu/pdf/Termo_Referencia_Especificacoes_tmu2_final.pdf)>. Acesso em: 29/08/2012, 13:00.

- CDRJ (Companhia Docas do Rio de Janeiro), **Plano de Desenvolvimento e Zoneamento do Porto de Itaguaí**, 2006. Disponível em: <[http://www.portosrio.gov.br/itaguaui/porto\\_organizado/pdz/pdz\\_itaguaui.pdf](http://www.portosrio.gov.br/itaguaui/porto_organizado/pdz/pdz_itaguaui.pdf)>. Acesso em: 15/04/2012, 23:24
- CSN (Companhia Siderúrgica Nacional), 2001, “Suplemento Ambiental 2001- Meio Ambiente em números por unidade de produção”. Disponível em: <[http://www.mzweb.com.br/csn/web/arquivos/CSN\\_Annual\\_SuplementoAmbienta2001\\_port.pdf](http://www.mzweb.com.br/csn/web/arquivos/CSN_Annual_SuplementoAmbienta2001_port.pdf)>. Acesso em: 29/08/2012, 13:15.
- CSN, 2012, Histórico da Companhia. Disponível em: <[http://www.mzweb.com.br/csn/web/conteudo\\_pt.asp?idioma=0&conta=28&tipo=1351](http://www.mzweb.com.br/csn/web/conteudo_pt.asp?idioma=0&conta=28&tipo=1351)>. Acesso em: 02/09/2012, 22:00.
- CVRD (Companhia Vale do Rio Doce), 2007, **UTE Barcarena – Relatório de Impacto Ambiental**, Março. Disponível em: <[http://www.sema.pa.gov.br/download/Usina%20Termel%C3%A9trica%20de%20Barcarena\\_RIMA.pdf](http://www.sema.pa.gov.br/download/Usina%20Termel%C3%A9trica%20de%20Barcarena_RIMA.pdf)>. Acesso em: 29/08/2012, 13:30.
- CODESA, 2010, **Funcionamento da estação de tratamento de água do cais Paul de Ferro Gusa**, Autoridade Portuária do Porto de Vitória
- CONAMA. Resolução nº 003, de 28 de junho de 1990. Disponível em: <[http://portal.saude.gov.br/portal/arquivos/pdf/conama\\_03\\_90\\_padroes\\_de\\_qualidade\\_do\\_ar.pdf](http://portal.saude.gov.br/portal/arquivos/pdf/conama_03_90_padroes_de_qualidade_do_ar.pdf)>. Acesso em: 09/08/2012, 19:00.
- CONAMA. Resolução nº 005, de 15 de junho de 1989. Disponível em: <[http://portal.saude.gov.br/portal/arquivos/pdf/resolucao\\_conama\\_n\\_005\\_pronar.pdf](http://portal.saude.gov.br/portal/arquivos/pdf/resolucao_conama_n_005_pronar.pdf)>. Acesso em: 09/08/2012, 19:10.
- CONAMA. Resolução nº 430, de 13 de maio de 2011. Disponível em: <[http://www.saude.mg.gov.br/publicacoes/estatistica-e-informacao-em-saude/residuos-de-servicos-de-saude/RE%20CONAMA%204032011\\_Lancamento%20de%20Efluentes.pdf](http://www.saude.mg.gov.br/publicacoes/estatistica-e-informacao-em-saude/residuos-de-servicos-de-saude/RE%20CONAMA%204032011_Lancamento%20de%20Efluentes.pdf)>. Acesso em: 09/08/2012, 19:40.
- DE SOUZA, 2002, **Estudo experimental de trincheiras de infiltração no controle da geração do escoamento superficial**, Tese de D.Sc., UFRGS, Rio Grande do Sul, Brasil. Disponível em: <<http://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/3006/000330321.pdf?sequence=1>>. Acesso em: 04/09/2012, 23:00.

- Economy Watch, **The World's Largest Economies**, 2010. Disponível em: <<http://www.economywatch.com/economies-in-top/?page=full>>. Acesso em: 30/04/2012, 20:22
  
- ESPO (European Sea Ports Organisation), 2010, **EcoPorts Port Environmental Review 2009 - European Sea Ports Organisation's Review of Environmental Benchmark Performance in collaboration with the EcoPorts Foundation (EPF)**, Brussels. Disponível em: <[http://www.shortsea.nl/main/attachements/milieu\\_milieurapport\\_2009\\_van\\_ESPO\\_en\\_EcoPorts.pdf?language=1](http://www.shortsea.nl/main/attachements/milieu_milieurapport_2009_van_ESPO_en_EcoPorts.pdf?language=1)>. Acessado em: 24/07/2012, 14:00.
  
- ESPO, 2001, **Environmental Review**. Disponível em: <[http://www.portonovoproject.org/clubUploads/fckeditor/port/file/Good%20Practice%20Documents/General/ESPO\\_2001.pdf](http://www.portonovoproject.org/clubUploads/fckeditor/port/file/Good%20Practice%20Documents/General/ESPO_2001.pdf)>. Acesso em: 31/08/2012, 13:00.
  
- FARIA, C. G., 2002, **A mineração e o meio ambiente no Brasil**, Centro de Gestão e Estudos Estratégicos - Ciência, Tecnologia e Inovação. Disponível em: <[http://www.finep.gov.br/fundos\\_setoriais/ct\\_mineral/documentos/ct-mineral03\\_mineracao\\_meio\\_ambiente.pdf](http://www.finep.gov.br/fundos_setoriais/ct_mineral/documentos/ct-mineral03_mineracao_meio_ambiente.pdf)>. Acesso em: 22/04/2012, 21:45.
  
- GALATTO, S. L., PETERSON M., ALEXANDRE N. Z., et al, 2009, “Incorporação de resíduo do tratamento de drenagem ácida em massa de cerâmica vermelha”, **Revista Cerâmica**, v.55, n. 333, São Paulo, Jan./Mar. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0366-69132009000100007](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0366-69132009000100007)>. Acesso em: 29/08/2012, 20:30.
  
- GeoLocation, 2012. Disponível em: <<http://www.geolocation.ws/v/P/21707811/correia-transportadora-manuseando/en>>. Acesso em: 22/08/2012, às 13:00.
  
- GLMRI (Great Lakes Maritime Research Institute), 2009, “**Manual of Best Management Practices For Port Operations And Model Environmental Management System**”, University of Wisconsin and University of Minnesota Duluth Consortium. Disponível em: <<http://www.glmri.org/downloads/resources/manualBestManagementPorts.pdf>>. Acesso em: 06/05/2012, às 16:30.
  
- GUEDES, L. F., 2005, **Subsídios para a implantação do sistema de gestão ambiental em portos organizados**, Tese de Mestrado, Instituto Militar de Engenharia,

Rio de Janeiro, RJ, Brasil. Disponível em: < <http://transportes.ime.eb.br/MATERIAL%20DE%20PESQUISA/DISSERTA%C3%87%C3%95ES/DIS210.pdf>>. Acesso em: 21/08/2012, 10:00.

- GuiaMetal, 2012. Disponível em: <<http://www.guiametal.com.br/noticia/mmx-preve-investir-r-64-bi-ate-2014-e-a-construcao-de-porto-proprio.html>>. Acesso em: 23/08/2012, 10:00.

- Grupo Update, Guia Portuário, 2012

- GPCB (Gujarat Pollution Control Board), 2008, **GUIDE LINES FOR COAL HANDLING UNITS**. Disponível em: <<http://gpcb.gov.in/pdf/coal-handling-guidelines.pdf>>. Acesso em: 30/08/2012, 22:00.

- KITZMANN, D., MILTON, A., 2006, “Gestão ambiental portuária: desafios e possibilidades”, Fundação Universidade Federal do Rio Grande (Furg). Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rap/v40n6/06.pdf>>. Acesso em: 24/07/2012, 11:00.

- MENDONÇA. S., 2008, **Porto de Itaguaí: os terminais portuários e suas operações**, Tese de graduação, Universidade Cândido Mendes, Rio de Janeiro, RJ, Brasil. Disponível em: <[http://www.avm.edu.br/docpdf/monografias\\_publicadas/K206319.pdf](http://www.avm.edu.br/docpdf/monografias_publicadas/K206319.pdf)>. Acesso em: 02/09/2012, 23:00.

- MENEZES, C. T. B., LEAL L. S., SANTO E. L., et al, 2004, **Tratamento de drenagem ácida de mina: experiência da carbonífera metropolitana**. Disponível em: <[http://www.ufrgs.br/ltn/attachments/208\\_DAMFAD.pdf](http://www.ufrgs.br/ltn/attachments/208_DAMFAD.pdf)>. Acesso em: 28/08/2012, 20:00.

- MTE (Ministério do Trabalho e Emprego), 2001, Manual do trabalho portuário e e mentário. Brasília, SIT (Secretaria de Inspeção do Trabalho, 152 p. Disponível em: <[http://www.prt7.mpt.gov.br/at\\_portuario/Manual\\_Portuario.pdf](http://www.prt7.mpt.gov.br/at_portuario/Manual_Portuario.pdf)>. Acesso em: 22/07/2012, 23:00.

- METROPOLITANA, C., 2009, **26º Relatório Ambiental Quadrimestral – Depósito de Finos de Carbono**, Santa Catarina, Set. a Dez. Disponível em: <[https://www.jfsc.jus.br/acpdocarvao/conteudo/csn/imagens/Anexo\\_9.7.7/26\\_%20Relatorio\\_Ambiental\\_Quadrimestral.pdf](https://www.jfsc.jus.br/acpdocarvao/conteudo/csn/imagens/Anexo_9.7.7/26_%20Relatorio_Ambiental_Quadrimestral.pdf)>. Acesso em: 29/08/2012, 12:00.

- Metso, 2012. Disponível em: <[http://www.metso.com/br/Articles\\_br.nsf/WebWID/WTB-100201-22576-75F59?OpenDocument&mid=B0B58025FB94E727C225767F0049FD63](http://www.metso.com/br/Articles_br.nsf/WebWID/WTB-100201-22576-75F59?OpenDocument&mid=B0B58025FB94E727C225767F0049FD63)>. Acesso em: 23/08/2012, 20:00.
- PAIVA, C., 2006, “Proposta de Metodologia para Análise de Passivos Ambientais da Atividade Minerária”, Ministério de Minas e Energia (MME), Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD), Brasília, 117 p. Disponível em: <[http://www.mma.gov.br/port/conama/reuniao/dir934/RelatConsultoriaApresentaoMME\\_PassivosAmbientais.pdf](http://www.mma.gov.br/port/conama/reuniao/dir934/RelatConsultoriaApresentaoMME_PassivosAmbientais.pdf)>. Acesso em: 30/07/2012, 21:00.
- PIP - Portal de Informações Portuárias, Projeto Porto sem Papel – Glossário Portuário. Disponível em: <[http://www.portosempapel.gov.br/glossario?pathbar=glossario\\_portuario](http://www.portosempapel.gov.br/glossario?pathbar=glossario_portuario)>. Acesso em: 22/07/2012, 23:00.
- PWCS (Port Waratah Coal Services Limited) website, 2012. Disponível em: <<http://www.pwcs.com.au/pages/about/index.php>>. Acesso em: 30/08/2012, 22:00.
- PWCS, 2011, **Operation Environmental Management Plan - KCT 120Mtpa Modified Project Approval**. Disponível em: <<http://www.pwcs.com.au/pages/environment/documents.php>>. Acesso em: 30/08/2012, 23:00.
- PWCS, 2008, **APPENDIX 1 - Construction Surface Water Management Plan**. Disponível em: <<http://www.pwcs.com.au/pages/environment/documents.php>>. Acesso em: 30/08/2012, 23:00.
- REGATTIERI, A., 2010, **Estudo das Práticas de Preservação e Controles Ambientais da VALE – Porto de Tubarão**, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Vitória, 71 p.
- RUBIO, J., SILVA, R. D. R. da, 2009 (1), **Tratamento de Drenagem Ácida de Minas de Carvão: Tendências Tecnológicas**, Portal Tratamento de Água. Disponível em: <[http://www.tratamentodeagua.com.br/r10/Lib/Image/doc\\_\\_1514599320\\_Drenagem%20C3%81cida%20de%20Minas%20no%20Brasil.pdf](http://www.tratamentodeagua.com.br/r10/Lib/Image/doc__1514599320_Drenagem%20C3%81cida%20de%20Minas%20no%20Brasil.pdf)>. Acesso em 28/08/2012, 23:00.
- RUBIO, J., SILVA, R. D. R. da, 2009 (2), “Tratamento ativo de drenagem ácida de minas de carvão: situação atual e tendências tecnológicas”, **XXIII ENTMMME**,

Gramado, Rio Grande do Sul, Brasil, Setembro/Outubro. Disponível em: <[http://www.ufrgs.br/ltn/attachments/416\\_Silva%20e%20Rubio%20-%20DAM-LTM-Final.pdf](http://www.ufrgs.br/ltn/attachments/416_Silva%20e%20Rubio%20-%20DAM-LTM-Final.pdf)>. Acesso em: 29/08/2012, 15:00.

- SEP (Secretaria de Portos)/ COPPE; 2012, **Programa de conformidade do gerenciamento dos resíduos sólidos e efluentes líquidos nos portos marítimos brasileiros**, no prelo

- SILVA, J. P., 2007, “**Impactos ambientais causados por mineração**” Revista Espaço da Sophia, Ano 1, Número 08 (Nov.) Disponível em: <<http://www.espacodasophia.com.br/revista/edicoes-anteriores/edicao-08.html>>. Acesso em: 22/04/2012, 17:30.

- SM Canaviais, 2012. Disponível em: <[http://www.smcanaviais.pt/items/catalogo\\_telescopicos.pdf](http://www.smcanaviais.pt/items/catalogo_telescopicos.pdf)>. Acesso em: 23/08/2012, 23:00.

- Telestack. 2012, Disponível em: <<http://www.telestack.com/products/mobile-truck-unloadersshiploaders-384>>. Acesso em: 30/08/2012, 17:00.

- VALE, 2012, **Destaques da Vale: Reaproveitamento de água**, site da Vale. Disponível em: <<http://www.vale.com.br/pt-br/sustentabilidade/destaques/paginas/reaproveitamento-de-agua.aspx>>. Acesso em: 10/07/2012, 15:30.

- VALE, 2011, “Tubarão é exemplo de eficiência”, **Caderno Especial Logística**, (Fev), pp.10. Disponível em: <[http://saladeimprensa.vale.com/pt/book/pages/vale\\_news.pdf](http://saladeimprensa.vale.com/pt/book/pages/vale_news.pdf)>. Acesso em: 01/05/2012, 21:20.

- 3In Tecnologia, 2012. Disponível em: <<http://www.3in.com.br/Index.asp?Ir=Areas&Area=6>>. Acesso em: 23/08/2012, 09:00.



**ANEXOS**

**CHECKLISTS UTILIZADOS NO**

**PROJETO RESÍDUOS PORTUÁRIOS**

## Drenagem Pluvial

Porto:	Terminal:
Data:	Grupo responsável:
Cargo:	Contato:
Tel.:	E-mail:



	Info obtida? (S/N)	Descrição do ocorrido (Em caso negativo)
<b>1 Operações portuárias</b>		
1.1 Efluentes de pátios e armazéns- rede drenagem - manuseio carga geral e líquidos a granel		
1.2 Caracterização/ Estado de conservação da rede de drenagem pluvial		
1.3 Poças e águas retidas - pontos de acúmulo de água de chuva		
1.4 Destino da água drenada		
1.5 Existência de tanques de decantação		
<b>2 Documentos para auxílio/ caracterização</b>		
2.1 Plantas da Rede de drenagem pluvial do Porto/ Terminal		
2.2 Projetos e estudos existentes		

## Efluentes Industriais

Porto:	Terminal:
Data:	Grupo responsável:
Cargo:	Contato:
Tel.:	E-mail:




	Info obtida? (S/N)	Descrição /Dado
<b>1 Operações de Bordo (GERAL PARA O PORTO)</b>		
1.1		Tipo de resíduo líquido (mistura de condensação, lavagem de porão, outros)
1.2		MANIFESTO - Empresa responsável (contrato), licenças, características do resíduo, etc
1.3		Volume retirado
1.4		Frequência de retiradas
<b>2 Atividades de Apoio e Manutenção</b>		
2.1		Existência de oficinas de manutenção e lavagem de equipamentos.
<b>3 Separadores Água Óleo (SAO) / Caixas SAO</b>		
3.1		Área de drenagem

3.2	Condições atuais construtivas		
3.3	Funcionamento das unidades instaladas		
3.4	Volumes útil e de borra de óleo (resíduo oleoso)		
3.5	Frequência de limpeza / Manifestos		
3.6	Armazenamento e transporte		
3.7	Destino Efluentes		
3.8	Programas de monitoramento da qualidade dos efluentes finais - CONTROLE OPERACIONAL e eficiência de remoção da carga oleosa no SAO		
<b>4 Sistemas / Unidades de Tratamento e / ou Reuso de Efluentes</b>			
4.1	Tipologia das instalações		
4.2	Verificar procedimentos operacionais		
4.3	Contrato da empresa que faz retirada dos efluentes e/ou do responsável pelo sistema de tratamento		
4.4	Reuso		
4.5	Inspeção <i>in loco</i>		
4.6	Dados de vazão		

5	Armazenamento de Resíduos Classe I / Produtos Químicos / Efluentes Industriais		
6	Área IMO		
7	<b>Documentos para auxílio/ caracterização</b>		
7.1	Caracterização dos produtos químicos utilizados na atividade de tratamento de efluentes		
7.2	Outros contratos de aluguel ou prestação de serviços associados a retirada/ tratamento de efluentes industriais		
7.3	Projetos e estudos existentes		

## Esgotos Sanitários

Porto:	Terminal:	 <p><b>COPPE</b> UFRJ Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós-Graduação e Pesquisa de Engenharia</p>
Data:	Grupo responsável:	
Cargo:	Contato:	
Tel.:	E-mail:	

	Info obtida? (S/N)	Descrição /Dado
<b>1</b>		<b>Número de pessoas / Regime de Trabalho (8h/d ou 12h/12h ou outros)</b>
1.1		Administração
1.2		Refeitório/Cozinha
1.3		Operacional (OGMO)
<b>2</b>		<b>Documentos para auxílio/ Caracterização</b>
2.1		Conta água
2.2		Conta Eletricidade
2.3		Contrato /Aluguel e manutenção de banheiros químicos / Manifestos ou inventários
2.4		Número de banheiros químicos X número de usuários
2.5		Outros contratos de aluguel ou prestação de serviços associados a retirada/ Tratamento de esgotos sanitários (ex. navios de passageiros, etc)

<b>3</b>	<b>Sistemas ou Unidades de tratamento / Tipologia</b>	
3.1	Condições atuais construtivas	
3.2	Funcionamento dos sistemas/unidades instaladas	
3.3	Volume útil de esgoto sanitário tratado pela unidade	
3.4	Frequência de limpeza (manifestos - caso seja fossa ou tanque de acúmulo)	
3.5	Procedimentos operacionais (caso uma ETE ou ETAR)	
3.6	Transporte	
3.7	Lançamento final dos efluentes pós tratamento Efluentes	
3.8	Programas de monitoramento da Qualidade dos efluentes (caso seja ETE , ETAR ou Fossa Filtro) - EFICIÊNCIA DA UNIDADE	
<b>4</b>	<b>Caixa de gordura - restaurante e cantinas (antes da fossa) / Manifesto</b>	
<b>5</b>	<b>Rede Pública - Esgotamento sanitário - VERIFICAR CONCESSIONÁRIAS E EXISTÊNCIA DE SISTEMA DE TRATAMENTO DE ESGOTOS</b>	