

LEONARDO KANASHIRO FELIZARDO
MAURÍCIO ADRIANO SEVERO BATISTA
MILTON JOSÉ PIMENTA SEGUNDO
NURYA BARROS CASTILHO ROSAS

REFORMA DE TERMINAL PORTUÁRIO

Projeto de Formatura apresentado à
Escola Politécnica da Universidade de
São Paulo, no âmbito do Curso de
Engenharia Civil

São Paulo
2014

LEONARDO KANASHIRO FELIZARDO
MAURÍCIO ADRIANO SEVERO BATISTA
MILTON JOSÉ PIMENTA SEGUNDO
NURYA BARROS CASTILHO ROSAS

REFORMA DE TERMINAL PORTUÁRIO

Projeto de Formatura apresentado à
Escola Politécnica da Universidade de
São Paulo, no âmbito do Curso de
Engenharia Civil

Orientador: Prof. Dr. Kamel Zahed Filho

São Paulo
2014

Catálogo-na-publicação

Felizardo, Leonardo Kanashiro
Reforma de terminal portuário / L.K. Felizardo; M.A.S. Batista; M.J. Pimento Segundo; N.B.C. Rosas. -- São Paulo, 2015.
160 p.

Trabalho de Formatura - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia Hidráulica e Ambiental.

1.Portos interiores 2.Hidráulica geral 3.Portos 4.Redes coletoras I.Batista, Maurício Adriano Severo II.Pimento Segundo, Milton José III.Rosas, Nurya Barros Castilho IV.Universidade de São Paulo. Escola Politécnica. Departamento de Engenharia Hidráulica e Ambiental V.t.

Agradecimentos

Ao Prof. Dr. Kamel Zahed Filho, que pacientemente nos orientou e aconselhou durante essa fase de nossa vida acadêmica.

Ao Eng. Aluisio de Souza Moreira, que cedeu seu tempo para contar sua enriquecedora experiência e que gentilmente se prontificou a nos acompanhar em uma proveitosa visita ao porto.

Aos nossos pais e familiares que nos apoiaram e incentivaram ao longo dessa jornada, conduzindo-nos a essa grande vitória.

"[...] Até aqui nos ajudou o Senhor."
(*1 Samuel 7:12*)

Sumário

1	INTRODUÇÃO	1
2	OBJETIVOS	3
3	O PORTO DE SANTOS.....	4
3.1	Resumo histórico	4
3.2	Situação atual	6
3.3	O PAC e seu impacto no Porto de Santos	8
3.4	Arrendamento do terminal portuário do Saboó	9
4	PANORAMA GERAL DE UMA REFORMA DE TERMINAL PORTUÁRIO	13
4.1	Considerações iniciais	13
4.2	Obras externas	14
4.2.1	Rodovias de acesso.....	14
4.2.2	Acessos ferroviários e hidroviários.....	19
4.2.3	Canal portuário.....	21
4.3	Obras internas	24
4.3.1	Berço de Atracação	24
4.3.2	Automatização do Terminal Portuário	26
5	ESTRUTURA LOGÍSTICA PORTUÁRIA	31
5.1	Introdução à Logística Portuária	31
5.2	Características portuárias atuais.....	32
5.3	Atividades envolvidas na operação.....	34
5.3.1	Espera	34
5.3.2	Atracação/Desatracação;	35
5.3.3	Operação dos equipamentos de carga/descarga;	36
5.3.4	Operação dos equipamentos na área de retroporto;	39

5.3.5	Armazenagem e despacho de carga.....	40
5.4	Análise de viabilidade	42
6	PROJETO DO SISTEMA DE DRENAGEM	54
6.1	Considerações iniciais	54
6.2	Referências, normas e critérios de dimensionamento	54
6.3	Concepção e descrição do sistema	55
6.4	Estudos hidrológicos	55
6.5	Método racional	62
6.6	Canaletas de drenagem	68
6.7	Tubos de ligação e tubos coletores	71
6.8	Considerações finais	77
7	PROJETO DO SISTEMA DE APROVEITAMENTO DE ÁGUA DE CHUVA.....	78
7.1	Introdução	78
7.2	Qualidade da água para fins não potáveis	79
7.3	Demanda de água não potável	81
7.4	Sistema de tratamento de água de chuva	82
7.4.1	Descrição do sistema	82
7.5	Concepção do sistema	83
7.5.1	Área de captação	83
7.5.2	Captação de água de chuva	86
7.5.3	Filtro de detritos – Filtro Fino Vortex Wisy	86
7.6	Volume de reservação	88
7.7	Simulação	89
7.8	Premissas adotadas	90

7.9	Tratamento da água	93
7.9.1	Estações de tratamento	93
7.10	Rede de Distribuição	94
7.11	Abrigo	95
8	PROJETO DA REDE DE ÁGUA POTÁVEL	97
8.1	Considerações iniciais	97
8.2	Referências, normas e critérios de dimensionamento	97
8.3	Concepção e descrição do sistema	97
8.4	Demanda de água potável	98
8.5	Dimensionamento	99
8.6	Considerações finais	105
9	PROJETO DA REDE DE ESGOTO SANITÁRIO	106
9.1	Considerações iniciais	106
9.2	Referências, normas e critérios de dimensionamento	106
9.3	Concepção e descrição do sistema	106
9.4	Dimensionamento da rede	107
9.5	Estação elevatória	111
9.6	Considerações finais	113
10	MEIO AMBIENTE.....	114
10.1	Conceitos Necessário à Análise de Impacto Ambiental	115
10.1.1	Gestão Ambiental Portuária	115
10.1.2	Proprietário	117
10.1.3	Servidão Ambiental	117
10.1.4	Taxa de Controle e Fiscalização Ambiental (TCFA)	118
10.1.5	Licenciamento Ambiental	118

10.1.6	Processo de Licenciamento	119
10.1.7	Estudos de Impactos Ambientais.....	120
10.1.8	Impacto Ambiental	121
10.2	Considerações iniciais	124
10.2.1	Matriz de Leopold.....	124
11	CONSIDERAÇÕES FINAIS	127
12	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	128
ANEXO I		131
ANEXO II		136
IMPLANTAÇÃO GERAL – REDE DE DRENAGEM		147
IMPLANTAÇÃO PARCIAL 1/6		148
IMPLANTAÇÃO PARCIAL 2/6		149
IMPLANTAÇÃO PARCIAL 3/6		150
IMPLANTAÇÃO PARCIAL 4/6		151
IMPLANTAÇÃO PARCIAL 5/6		152
IMPLANTAÇÃO PARCIAL 6/6		153
DETALHES 1/2 – REDE DE DRENAGEM.....		154
DETALHES 2/2 – REDE DE DRENAGEM.....		156
IMPLANTAÇÃO GERAL – REDE DE ÁGUA POTÁVEL.....		157
IMPLANTAÇÃO GERAL – REDE DE ESGOTO SANITÁRIO		158

IMPLANTAÇÃO GERAL – SISTEMA DE APROVEITAMENTO DE ÁGUA DE CHUVA	159
--	-----

RESUMO

Este trabalho tem como objetivo propor reformas de melhorias e dimensionar algumas soluções para a infraestrutura na área portuária do Saboó, no Porto de Santos. Os terminais requerem investimentos em infraestrutura e logística para melhorar as condições operacionais, visando aumentar sua atratividade econômico-financeira. A atenção do trabalho voltou-se, mais especificamente, à estrutura logística, ao sistema de drenagem, sistema de água fria, sistema de esgoto e ao sistema de aproveitamento de água de chuva, com propostas para melhorias para o primeiro e elaboração de novos projetos para os dois últimos.

Palavras-Chave: Santos; Porto de Santos; Saboó; Logística; Sistemas de drenagem; Sistemas de aproveitamento de água de chuva;

ABSTRACT

This work aims to propose improvements of reforms and scale some solutions to the infrastructure in the area of Saboó, on the Port of Santos, located in the city of Santos. The terminals require investments in infrastructure and logistic to improve its operational conditions, objecting to enhance its economical attractiveness. This work emphasizes on the logistical structure, drainage system, cold water system, sewer system and rainwater harvesting system, presenting suggestions of improvement to the first and new designs to the two latter.

Key-words: Santos; Port of Santos; Saboó; Logistic; Drainage systems; Rainwater harvesting systems;

LISTA DE FIGURAS

Figura 3.1: Trapiche de acesso aos navios.	5
Figura 3.2: Sede da Codesp, em Santos.	6
Figura 3.3: Vista aérea do Porto de Santos em 2014.	7
Figura 3.4: Cidade de Santos. No detalhe, região do Saboó	10
Figura 3.5: Vista por satélite do terminal do Saboó.	10
Figura 3.7: Equipamento presente no navio para o carregamento da carga de projeto.	12
Figura 4.1: Participação dos diversos modais de transportes no Brasil.	15
Figura 4.2: Caminhoneiros fora de seus veículos durante congestionamento na Rod. Cônego Domênico Rangoni.	16
Figura 4.3: Projeto de adequação do trevo da SP-055 com a BR-101 no quilômetro 248.	17
Figura 4.4: Seção transversal de projeto para ampliação da capacidade da Rodovia Cônego Domênico Rangoni, entre quilômetros 262 e 270.	17
Figura 4.6: Comparação entre capacidade de carga de modais de transportes.	19
Figura 4.7: Mapa de ferrovias na região de Santos.	20
Figura 4.8: Potenciais plataformas logísticas a serem acessadas pela hidrovia.	21
Figura 4.9: Tipos mais comuns de embarcações.	22
Figura 4.10: Navio realizando dragagem no Porto de Santos	23
Figura 4.11: Plano de dragagem do canal do Porto de Santos.	23
Figura 4.13: <i>Gate</i> para caminhões	27
Figura 4.14: Pórtico de Fechamento Automático.	28
Figura 4.15: <i>Gate</i> para ferrovias.	28
Figura 4.16: <i>Gate</i> para caminhões.	29
Figura 4.17: <i>SeeDot</i> , controle de número de caminhões.	29
Figura 4.18: Relação entre investimento em cabeamento estruturado e não-estruturado.	30
Figura 5.1: Pure Car Carrier	33
Figura 5.2: Base de um MHC (<i>Mobile Harbour Crane</i>) instalado para transporte de contêineres.	36
Figura 5.3: O gráfico demonstra a capacidade de carga em função do alcance da lança de um MHC (<i>Mobile Harbour Crane</i>).	37
Figura 5.4: Desenho esquemático de um STS (<i>Ship-To-Store Crane</i>).	38

Figura 5.5: STS (<i>Ship-To-Store Crane</i>) em operação em terminal vizinho à região do Saboó.....	38
Figura 5.6: RTG (<i>Rubber Tyre Gantry Crane</i>).....	39
Figura 5.7: <i>Reach Stacker</i> , equipamento utilizado para movimentação de contêineres na área de retroporto.....	40
Figura 5.8: Pátio de contêineres estocados.	41
Figura 6.1: Vista superior da canaleta de drenagem.....	69
Figura 6.2: Vista frontal da canaleta de drenagem.....	69
Figura 6.3: Corte da boca de engolimento.	71
Figura 7.1: Sanitários existentes no terminal portuário a serem atendidos pela água de chuva tratada.....	82
Figura 7.2: Ilustração das coberturas consideradas para captação de água de chuva (coberturas hachuradas)	85
Figura 7.3: Cobertura do galpão número 4 e parte da área destinada à implantação do sistema	86
Figura 7.5: Skid com equipamentos do sistema de tratamento de água de chuva. ..	93
Figura 7.6: Contêiner para abrigo dos equipamentos do sistema de tratamento de água de chuva.....	96
Figura 8.1: Chave de nível tipo boia (esquerda) e válvula solenoide (direita)	99
Figura 8.2: Simulação realizada no EPANET.....	102
Figura 9.1: Curva de performance da linha de bombas Piranha.	112

LISTA DE TABELAS

Tabela 6.1: Valores de α para equação de Eng. Otto Pfafstetter	56
Tabela 6.2: Valores de β para equação de Eng. Otto Pfafstetter	57
Tabela 6.3: Valores de a, b e c para equação de Eng. Otto Pfafstetter	57
Tabela 6.4: Parâmetros para Santos da equação "ln-ln".....	58
Tabela 6.5: Intensidade pluviométrica pela equação do tipo "ln-ln".	58
Tabela 6.7: Intensidade pluviométrica pela equação do Eng. Otto Pfafstetter. Dados do posto Itapema.....	59
Tabela 6.8: Velocidades médias de escoamento superficial sobre diversos tipos de coberturas. Velocidades em m/s. Fonte: Chow et al. (1988)	60
Tabela 6.9: 30 maiores chuvas medidas nos 3 postos de Santos. Fonte: ANA.	61
Tabela 6.12: Vazão de projeto para setor de drenagem B	65
Tabela 6.14: Vazão de projeto para setor de drenagem D.....	66
Tabela 6.16: Vazão de projeto para setor de drenagem F	67
Tabela 6.17: Dimensionamento dos coletores do setor A.	72
Tabela 6.19: Dimensionamento dos coletores do setor B	73
Tabela 6.21: Dimensionamento dos coletores do setor C	74
Tabela 6.23: Dimensionamento dos coletores do setor D	75
Tabela 6.24: Verificação do dimensionamento dos coletores do setor D	75
Tabela 6.25: Dimensionamento dos coletores do setor E	76
Tabela 6.26: Verificação do dimensionamento dos coletores do setor E	76
Tabela 6.27: Dimensionamento dos coletores do setor F	76
Tabela 7.1: Requisitos de qualidade da água de chuva para usos não potáveis	80
Tabela 7.2: Áreas de cobertura consideradas.....	84
Tabela 7.3: Capacidade dos modelos de filtros vortex Wisy(catálogo do fornecedor)	87
Tabela 7.4: Tabela de escolha dos modelos de filtros Vortex	87
Tabela 7.7: Volumes de reservatório adotados nos sistemas de captação de água de chuva.....	91
Tabela 7.8 - Dimensionamento de equipamentos para distribuição	94
Tabela 8.1: Relação entre velocidades máximas e diâmetros nominais. Fonte: (Sabesp, 1999).....	101
Tabela 8.3: Resultados de pressão para os nós.	103

Tabela 9.1: Dimensionamento da rede de esgoto sanitário.	110
---	-----

LISTA DE SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
AF	Água fria (potável)
AGS	<i>Automatic Gate System</i>
ANA	Agência Nacional de Águas
ANTAQ	Agência Nacional de Transportes Aquaviários
BPDM	<i>Brazil Port Demand Model</i>
BTP	Brasil Terminal Portuário
CODESP	Companhia de Docas do Estado de São Paulo
CONAMA	Congresso Nacional do Meio Ambiente
EIA	Estudo de Impactos ambientais
ES	Esgoto sanitário
ETAC	Estação de tratamento de água de chuva
FIESP	Fundação das Indústrias do Estado de São Paulo
IDF	Intensidade-duração-frequência
LI	Licença de instalação
LP	Licença prévia
LO	Licença de operação
MHC	<i>Mobile harbour crane</i>
MLLW	<i>Mean Lower Low Level</i>
NBR	Norma Brasileira
NPV	<i>Net positive value</i>
NTS	Norma técnica Sabesp
PAC	Programa de Aceleração do Crescimento
PBA	Plano Básico Ambiental
PCC	<i>Pure Car Carrier</i>
RDC	Regime diferenciado de contratação
RIMA	Relatório de impactos no meio ambiente
RoRo	<i>Roll-on roll off</i>
RTG	<i>Rubber Tyre Gantry crane</i>
SAAC	Sistema de aproveitamento de água de chuva
SABESP	Companhia de Saneamento Básico do Estado de São

	Paulo
SAC	Sistema de Amortização Constante
SAF	Sistema de Amortização Francês
SINDUSCON	Sindicato da Indústria da Construção Civil
SISCOMEX	Sistema integrado do comércio exterior
TEU	<i>Twenty equivalent units</i>
TIR	Taxa interna de retorno
UFC	Unidades formadoras de colônia
USEPA	<i>United States Environmental Protection Agency</i>

1 INTRODUÇÃO

O crescimento de um país está intimamente associado ao aporte de investimentos voltados principalmente à área de infraestrutura. No campo da mobilidade da carga, o que se percebe no contexto brasileiro é que o transporte rodoviário teve prioridade sobre os demais modais durante décadas, o que foi fruto da aplicação de uma série de políticas públicas das quais são exemplo:

- O "Plano de Avenidas da Cidade de São Paulo", do ex-prefeito de São Paulo Francisco Prestes Maia;
- O lema "Governar é abrir estradas", do ex-presidente Washington Luís;
- O bordão "50 anos em 5", do ex-presidente Juscelino Kubitschek.

O resultado deste desenvolvimento unilateral da infraestrutura brasileira foi a depreciação dos outros modais de transporte, causando certa obsolescência em portos, aeroportos, ferrovias e hidrovias nacionais, fazendo com que um país de dimensões continentais, como o Brasil, dependesse de um único modal de transporte com custos muito altos para o transporte necessário. Isso contribuiu para um aumento do Custo Brasil e diminuiu nossa competitividade frente a outros países. Nos últimos anos, houve uma tendência de reversão deste quadro, principalmente com o auxílio do Programa de Aceleração do Crescimento (PAC), implantado nos governos Lula e Dilma.

Embora o Porto de Santos tenha conseguido superar as dificuldades estruturais do país, sendo o mais importante porto da América Latina, há carência de investimentos em infraestrutura em diversas de suas áreas. Visando aumentar sua produtividade, utilizando-se de capital próprio e auxílio do PAC, estão previstos cerca de R\$ 9 bilhões em investimentos em infraestrutura no Porto de Santos, dentre os quais está previsto o arrendamento de áreas para exploração por parte da iniciativa privada.

Este contexto motivou este grupo a produzir um trabalho no sentido de desenvolver um dos modais de transportes que foram, historicamente, desprivilegiados. O arrendamento do terminal de cargas gerais e contêineres do Saboó mostrou-se uma excelente oportunidade para se realizar os estudos. Embora seja evidente que o arrendatário não realizará uma reforma completa do terminal, o

que não seria economicamente atrativo, optou-se por uma abordagem de um conceito geral de reforma portuária, como uma forma de exercício. Entretanto, como este é um tema extremamente extenso, não seria possível obter a adequada abordagem para um trabalho de engenharia, de maneira que foram escolhidos alguns tópicos a serem aprofundados, que poderão ou não vir a ser implementados pelo arrendatário.

2 OBJETIVOS

O objetivo deste trabalho de formatura é fazer um panorama dos tópicos a serem levados em consideração na exploração de um porto e na implementação de melhorias. O trabalho dará um enfoque em assuntos no intuito de fornecer os projetos de sistemas de drenagem e aproveitamento de água de chuva, bem como realizar uma análise da estrutura logística existente do terminal do Saboó, a ser arrendado.

Primeiramente, serão apresentados diversos aspectos a serem considerados como possíveis objetos de uma reforma de terminal portuário, abordando inclusive elementos que, embora não façam parte da área portuária propriamente dita, são fundamentais para seu bom funcionamento, tais como as vias de acesso. Será indicado como uma reforma nestes elementos poderia afetar positivamente a operação do terminal, com sugestão de soluções e indicação de quais estudos adicionais seriam necessários para a realização.

Para o projeto de sistema de drenagem, será apresentado um memorial de estudos hidrológicos, para determinação da chuva de projeto, e posterior descrição e dimensionamento dos elementos utilizados, com indicação em planta de suas localizações.

O projeto de aproveitamento de água de chuva oferece ao terminal portuário uma melhora no aspecto ambiental, visando redução do consumo de água e consequente redução de custos. Neste projeto, será apresentada uma análise da viabilidade de implantação do sistema de aproveitamento de água de chuva (SAAC), considerando a demanda de água não potável estimada e a escolha de um volume de reservação ótimo. A partir daí, será apresentada a concepção do sistema de tratamento da água de chuva captada, especificando equipamentos e premissas do tratamento.

A análise da estrutura logística tem por finalidade avaliar a capacidade instalada frente à demanda prevista dentro de um horizonte de projeto e propor melhorias, levantando aspectos relativos à sua viabilidade e aos impactos sobre o nível de serviço oferecido.

3 O PORTO DE SANTOS

3.1 Resumo histórico¹

Embora o Porto de Santos tenha sido inaugurado oficialmente em 2 de fevereiro de 1892, as atividades portuárias mais antigas datam de 1543, 12 anos após a fundação de São Vicente, e antes mesmo da fundação da Vila de Santos, em 1545, por Braz Cubas.

Foi de Braz Cubas, inclusive, a ideia de transferir o porto da baía de Santos para seu interior, visando protegê-lo do ataque de piratas. Em 1550, estabeleceu-se a alfândega, e até meados do século XIX o Porto de Santos manteve-se em padrões estáveis de tamanho, com o mínimo de mecanização e grande demanda de mão-de-obra.

Em 1867, o início da operação da São Paulo Railway, que ligou, por via ferroviária, a região da Baixada Santista ao Planalto, melhorou substancialmente o sistema de transportes, estimulando o comércio e o desenvolvimento da cidade e do Estado de São Paulo. À época, a cultura de café se estendia por todo o Estado, inclusive em regiões da Baixada Santista.

Em 12 de julho de 1888, pelo Decreto nº 9.979, após concorrência pública, o grupo liderado por Cândido Gaffrée e Eduardo Guinle foi autorizado a construir e explorar por 39 anos, tempo ampliado posteriormente para 90 anos, o Porto de Santos, com base no projeto do engenheiro Sabóia e Silva. Para esta finalidade, constituíram a empresa que posteriormente veio a se chamar Companhia Docas de Santos.

¹ Adaptado de: PORTO DE SANTOS. **Resumo histórico.** Disponível em: <<http://www.portodesantos.com.br/historia.php>>. Acesso em: 07 maio 2014

Figura 3.1: Trapiche de acesso aos navios.



Fonte: FERREZ, 1892

A Figura 3.1 traz uma visão do porto à época de 1892, ocasião na qual a Companhia de Docas de Santos finalizou os primeiros 260 m de cais, na região do Valongo, inaugurando, assim, oficialmente, o Porto de Santos, que passou por diversos processos de expansão desde então.

Após Segunda Guerra Mundial, houve no mundo um acelerado movimento em direção à globalização; e com isto o mundo experimentou o surgimento de diversas tecnologias, a difusão de ideias e a identificação de oportunidades. Diante desse contexto, surgiram os primeiros contêineres nos Estados Unidos na década de 1950. Esse acessório viria a revolucionar o transporte de carga geral ao redor do mundo ao permitir maior eficiência no transporte ao agregar a carga em células.

Os contêineres chegaram ao Brasil pela primeira vez em Santos em 1960 e, assim como em outras regiões do mundo, propiciaram grande progresso na estrutura portuária, uma vez que esse avanço exigia grande investimento em tecnologia. Isso influenciou não apenas as dimensões dos novos equipamentos empregados, de modo a alcançar altura e alcance de lança para atender os novos navios, mas também exigiu maior capacidade de carga e potência instalada, dado que somente os contêineres vazios já pesavam cerca de 2 toneladas. Dessa forma, com o passar do tempo os guindastes a vapor pouco a pouco foram sendo substituídos por guindastes elétricos.

Em 1980, com o término do período de concessão pela Companhia Docas de Santos, foi criada a Companhia Docas do Estado de São Paulo, a Codesp, entidade de economia mista, com capital majoritário da União, até hoje administradora do Porto de Santos, cuja sede se localiza no bairro do Macuco em Santos-SP, como mostra a Figura 3.2.

Figura 3.2: Sede da Codesp, em Santos.



Fonte: Autoria própria. Foto tirada em 07/11/2014

3.2 Situação atual

Atualmente, o Porto de Santos é o maior porto da América Latina e o 41º maior porto do mundo, utilizando como critério a carga mobilizada (Codesp, 2014). Possui uma extensão de cais de 15.960 m e área útil total de 7,8 milhões de metros quadrados. Conta com 65 berços de atracação, dos quais 14 são de terminais privados. Possui terminais especializados nas duas margens do estuário, como os de veículos, de contêineres, de fertilizantes/adubos, produtos químicos, cítricos, sólidos de origem vegetais, sal, passageiros, trigo, etc. O canal de navegação foi aprofundado para 15 metros e alargado. Atualmente, seu trecho mais estreito possui 220 m de largura.

O Porto de Santos movimenta anualmente 105 milhões de toneladas de carga (Aliceweb Portal, 2014)², o que representa uma cifra de R\$ 245,3 bilhões em produtos, ou seja, uma participação direta de 25,8% na balança comercial brasileira. No entanto, ao analisar sua área de influência no país esse número cresce para 56%, atingindo direta ou indiretamente a vida de 75 milhões de pessoas e 67% do PIB nacional.

Figura 3.3: Vista aérea do Porto de Santos em 2014.



Fonte: Codesp, 2014

O Porto de Santos dispõe de uma capacidade instalada para atender até 8,8 milhões de TEU³ por ano, ao passo que a demanda atual compromete apenas 50% dessa capacidade, isto é, 4,3 milhões por ano. Isso aparentemente pode representar uma folga substancial, no entanto, dado o crescimento das atividades portuárias, estima-se que a demanda dobre até 2024, atingindo cerca de 9,0 milhões de TEU por ano, enquanto a capacidade instalada deve atingir 11,1 milhões de TEU, reduzindo a folga e aumentando a fragilidade na operação do sistema do porto (Internave Engenharia, 2014). Para se ter uma ideia da movimentação no porto, 5.595 navios atracaram em Santos em 2012, um valor médio de 466 navios/mês ou 15,5 navios/dia (Codesp, 2014).

² Dados referentes a 2012.

³ *Twenty-foot equivalent unit*, em inglês, ou unidade equivalente a vinte pés, em português, é uma medida padronizada utilizada para calcular o volume de um contêiner. Equivale à capacidade de carga de um contêiner de 20 pés de comprimento por oito de largura e altura.

3.3 O PAC e seu impacto no Porto de Santos

O Programa de Aceleração do Crescimento, lançado pelo governo Lula em 2007, teve como objetivo estimular a economia a curto, médio e longo prazo, destinando investimentos sobretudo à infraestrutura. Para o PAC 1, foram previstos cerca de R\$ 500 bilhões, e, para o PAC 2, cerca de R\$ 1,59 trilhões de investimento, no total.

De acordo com essa proposta, os portos serão os principais beneficiados do programa, de modo que os investimentos previstos para o Porto de Santos, englobando capital próprio, capital privado e auxílio do PAC, totalizam uma quantia de R\$ 9 bilhões. Estes investimentos podem ser divididos em:

- Dragagem e derrocamento, sendo R\$ 247 milhões do PAC e R\$ 115 milhões da CODESP;
- Acessos viários, sendo R\$ 1,1 bilhões, divididos pelo PAC e pela Codesp;
- Reforço do cais e programas ambientais, estimado em um total de R\$ 200 milhões a serem investidos pela Codesp;
- Construção e reforço de berços, totalizando R\$ 542 milhões, divididos pelo PAC e pela Codesp;
- Novos terminais e reforma de terminais existentes arrendados (12A, Tecondi, NST, BTP e Embraport), totalizando R\$ 4,0 bilhões a serem investidos pela iniciativa privada;
- Investimentos em infraestrutura pela iniciativa privada, totalizando R\$ 2,5 bilhões, por meio do arrendamento de terminais, tais como:
 - Terminal de contêiner Conceiçãozinha/Prainha/Libra;
 - Terminal multiuso Saboó;
 - Terminal de passageiros
 - Carga Geral;

Em Anexos, se encontram os mapas que localizam os terminais citados neste item na cidade de Santos.

3.4 Arrendamento do terminal portuário do Saboó

A Audiência pública nº03/2013, da Agência Nacional de Transportes Aquaviários (ANTAQ) lançou o edital do leilão, através da lei do Regime Diferenciado de Contratação (RDC), 12.462/11, para o arrendamento por parte da iniciativa privada de dez lotes contendo diversos terminais, sendo cinco destes lotes do Porto de Santos e outros cinco em Belém, no Pará.

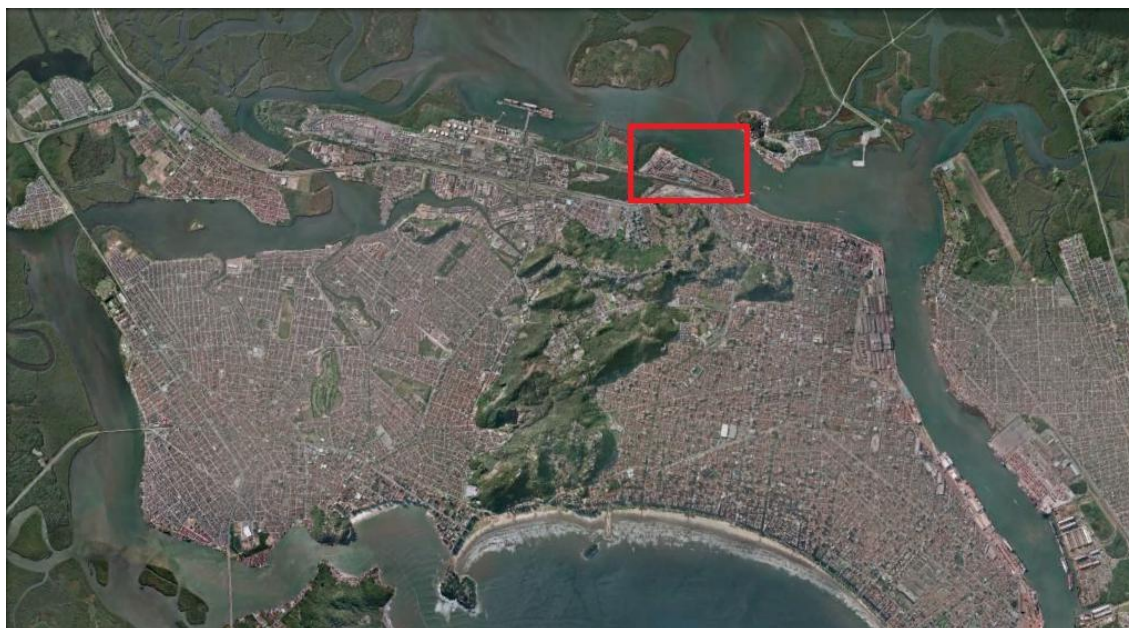
Arrendamento, de acordo com a definição do próprio edital, é a cessão onerosa de área e infraestrutura pública, localizada dentro do porto organizado, para exploração de atividade portuária, de acordo com o Plano de Desenvolvimento e Zoneamento, com atividades e tipos de carga previamente definidas em edital.

Os estudos realizados neste trabalho de formatura tratam, especificamente, de projetos envolvendo o STS 10, de contêineres e carga geral, do lote 5, localizado na região do Saboó, em Santos. O vencedor do leilão poderá usufruir dos terminais por 10 anos e o lance mínimo está estipulado em um valor mensal de R\$ 1,96 milhões, além das tarifas de serviço que deverão ser pagas em função dos tipos de cargas movimentadas.

O arrendamento do Saboó, cujo código de identificação no edital é STS 10, conta com dois berços de atracação, possui aproximadamente 236.000 m², acesso ferroviário e uma capacidade mínima de 104 mil TEUs por ano. Estima-se que a receita ao longo destes 10 anos de exploração seja de R\$ 1,2 bilhões.

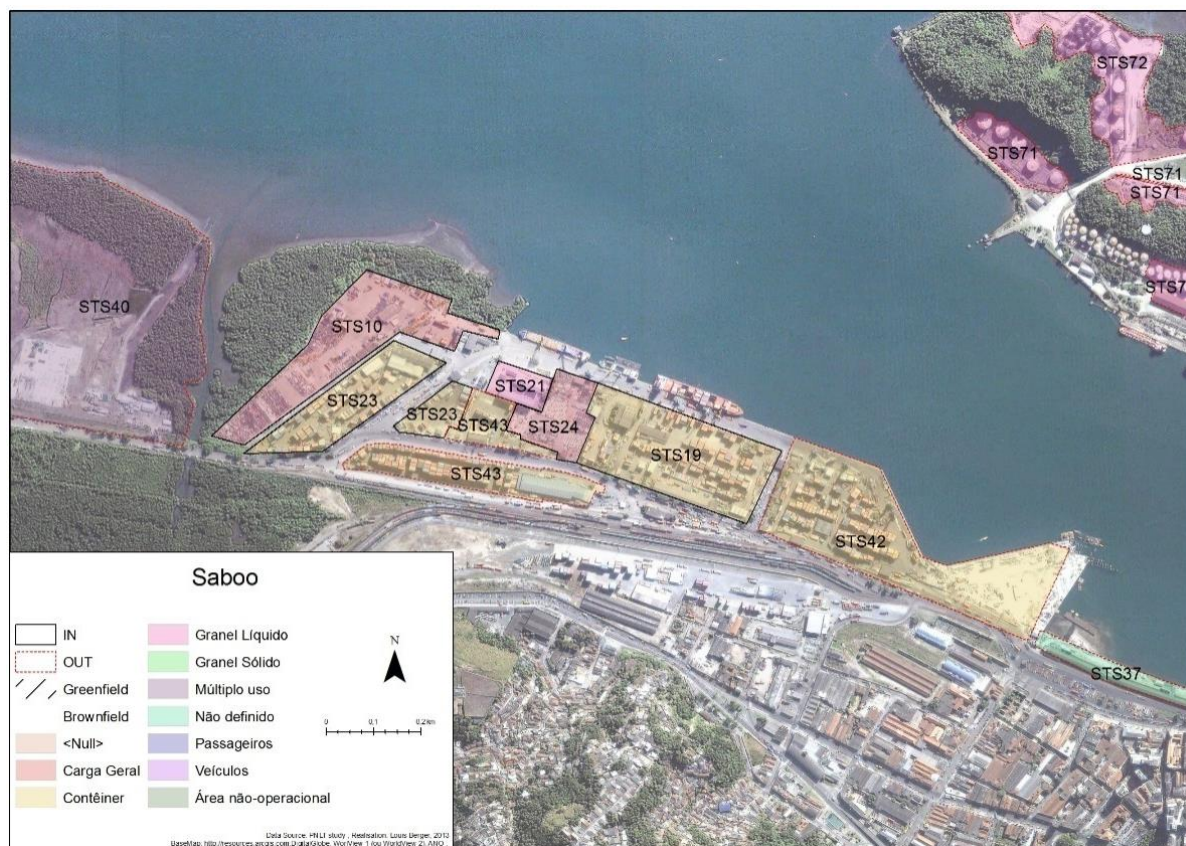
A Figura 3.4 mostra a localização do terminal portuário localizado no Saboó, em Santos, ao passo que a Figura 3.5 mostra um detalhe da região.

Figura 3.4: Cidade de Santos. No detalhe, região do Saboó



Fonte: Google Earth, 2014

Figura 3.5: Vista por satélite do terminal do Saboó.



Fonte: ANTAQ, 2013. Os terminais a serem arrendados pelo edital da ANTAQ são os STS 10, 23, 21, 24 e 19.

A arrendatária será obrigada, por contrato, a investir em melhorias na infraestrutura do terminal. Ainda que não houvesse tal obrigação, seria conveniente que a arrendatária estudasse o investimento em melhorias na parte operacional do terminal, visando a redução do tempo de permanência dos bens, bem como o aumento da eficiência global e da lucratividade do terminal.

Devido à restrição de área, a região do Saboó conta com diversos equipamentos do tipo MHC (*Mobilie Habor Crane*), uma vez que estes demandam pequena área para operação, em contraposição aos portêineres⁴, muito utilizados nos terminais vizinhos. O portêiner é um equipamento guiado por trilhos e composto geralmente por uma lança em balanço destinado às operações básicas de embarque e desembarque de cargas em um navio e é utilizado sobretudo para frotas internacionais especializadas nos quais o tempo de atracação deve ser reduzido.

Figura 3.6: MHC, Terminal do Saboó



Fonte: Autoria própria. Foto tirada em 07/11/2014

⁴ Acrônimo de “porta contêiner”. Equipamento utilizado para operação de carga e descarga de contêineres, composto por uma lança em balanço equipada com um trilho que guia o volume.

O MHC, conforme apresentado na Figura 3.6, apesar de apresentar menor produtividade no transporte de contêineres, opera a diesel automotivo e apresenta um custo relativamente mais baixo, além de ser mais flexível para sua locomoção, uma vez que se movimenta sobre pneus e não sobre trilhos.

Os principais produtos exportados atualmente são:

- Veículos;
- Contêineres;
- Cargas de Projeto;
- Laranja e derivados da laranja (casca, suco em diferentes concentrações).

As chamadas Cargas de Projetos são elementos de grandes dimensões que necessitam de uma logística diferenciada no carregamento e descarregamento da peça. Para que seja realizada necessita de equipamento especial normalmente presente no próprio navio que irá realizar o transporte.

Figura 3.7: Equipamento presente no navio para o carregamento da carga de projeto.



Fonte: Autoria própria. Foto tirada em 07/11/2014

Nesta região do porto podem atracar até 4 navios ao mesmo tempo dependendo do comprimento. Para que sejam feitos os carregamentos e descarregamentos nos navios tanto dos graneis (cargas que não necessitam qualquer tipo de embalagem) como dos contêineres são utilizados os MHC's, que operam, portanto, na interface cais-navio. Já na parte do retroporto ou pátio operam principalmente o RTG, sobre pneus, e empilhadeiras.

4 PANORAMA GERAL DE UMA REFORMA DE TERMINAL PORTUÁRIO

4.1 Considerações iniciais

Dentro deste capítulo são abordadas as obras que compõem a reforma do porto de Santos em todo o seguimento das obras externas à área do porto e às obras internas. A construção deste capítulo foi realizada com base nos comentários da banca após a apresentação do Trabalho de Formatura I e com base nos conhecimentos adquiridos pela entrevista com o Engenheiro Aloísio e na visita ao Porto. Foram assim geradas as análises que compõem as obras descritas.

A reforma de um terminal portuário visa aumentar sua produtividade, objetivando um retorno econômico-financeiro. Esse aumento de produtividade pode ser entendido como um aumento na capacidade de escoamento de produção do porto, decorrente, por exemplo, da criação de um novo berço de atracação, resultando num aumento de toneladas/hora potencialmente transportadas num horário pico, ou do aumento no transporte médio de carga, seja por redução de tempos ociosos no processo ou por redução do tempo de inoperância do terminal por falha de equipamentos ou infraestrutura, conhecido no meio como *downtime*, cujo valor corriqueiro em portos brasileiros é de cerca de 2% (ALFREDINI, 2009).

A reforma proposta, neste caso, deve, portanto, ser entendida num sentido amplo: não se trata somente de obras civis, como reconstruções de vias, redes de utilidades e edifícios, mas também como aquisição de novos equipamentos e estudo de planos de logística.

As obras de melhoramento de portos - entendidas em seu sentido restrito de reconstrução - podem ser divididas, essencialmente, entre obras externas e internas. Obras externas ao porto propriamente dito envolvem melhorias nas condições de acesso por via terrestre e aquática, como, por exemplo, o aumento da capacidade de rodovias e ferrovias (do lado terrestre) e melhorias nos canais de acessos e bacias (do lado aquático). Por outro lado, as obras internas se referem àquelas implantadas nas áreas abrigadas, como obras de acostagem, estruturas para os equipamentos de movimentação de cargas, e obras relacionadas ao retroporto de estocagem (vias e pátios rodoferroviários, oficinas, docas secas e estaleiros).

Portanto, o projeto de obras portuárias envolve o conhecimento de várias ciências aplicadas. A Hidráulica Marítima e a Fluvial fornecem os fundamentos

requeridos para estimar a ação hidrodinâmica de ondas e correntes sobre estruturas de abrigo, acostagem, canais de bacias e conhecimentos referentes ao transporte de sedimentos. A Geotecnia e a Mecânica dos Solos são necessárias aos projetos das fundações das obras portuárias e à estabilidade de taludes de maciços e aterros. Somam-se a isso os conhecimentos necessários ao dimensionamento das estruturas para suportar os esforços estáticos e dinâmicos dos equipamentos e cargas, bem como as forças de impacto e de amarração dos navios; conhecimentos gerais de estabilidade dos flutuantes e princípios de segurança da navegação; características dos equipamentos de movimentação de cargas.

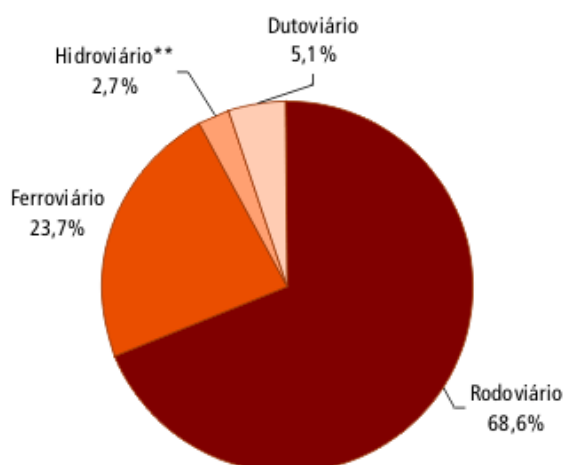
Devido à complexidade e multidisciplinaridade do assunto em questão, não seria possível abordar satisfatoriamente toda a gama de tópicos relacionados à reforma. Portanto, optou-se por limitar a análise a um nível mais superficial para alguns aspectos, apresentando-os conceitualmente, evidenciando sua importância para um aumento na produtividade do terminal e mostrando soluções adotadas em outros portos e inclusive mostrando as soluções que foram tornadas públicas mas ainda não executadas para o próprio Porto de Santos. Por outro lado, foram selecionados três tópicos para um estudo aprofundado, que serão apresentados em outros capítulos: a logística, o sistema de drenagem e o sistema de aproveitamento de água de chuva. Neste capítulo, serão abordados os demais temas, de uma maneira simplificada, e divididos entre obras externas e internas ao porto.

4.2 Obras externas

4.2.1 Rodovias de acesso

O transporte rodoviário constitui um importante componente na matriz de transportes do Brasil, sendo responsável por cerca de 70% da total carga movimentada (SCP,2008), o que torna essencial seu entendimento no funcionamento do Porto de Santos.

Figura 4.1: Participação dos diversos modais de transportes no Brasil.



Fonte: SCP, 2008

Em fevereiro de 2013, o já conhecido e recorrente problema da capacidade das rodovias que dão acesso às cidades de Santos e Guarujá veio à tona de uma maneira sem precedentes quando houve intenso fluxo de caminhões provenientes, principalmente, da região Centro-Oeste, em decorrência de uma grande safra de grãos.

Em maio de 2013, a Prefeitura de Cubatão, cidade vizinha a Santos na qual ficam inúmeros pátios de estacionamento de caminhões, restringiu o horário de entrada dos caminhões nos pátios, somente das 8h às 18h, fato que provocou filas com mais de 50 km e um prejuízo estimado pelo Sindicato das Agências de Navegação Marítima do Estado de São Paulo que superava a marca de US\$ 50 milhões⁵.

⁵ Conforme noticiado em <http://g1.globo.com/sp/santos-regiao/noticia/2013/03/congestionamentos-causam-prejuizo-de-r-115-milhoes-no-porto-de-santos.html>

Figura 4.2: Caminhoneiros fora de seus veículos durante congestionamento na Rod. Cônego Domênico Rangoni.



Fonte: G1, 2013.

As duas principais rodovias de acesso, a Rodovia Anchieta, que liga a cidade de São Paulo com a Baixada Santista e a Rodovia Cônego Domênico Rangoni, que liga a cidade de Cubatão a Guarujá, possuem características semelhantes: pista dupla com duas faixas de rolagem e uma grande densidade de tráfego de caminhões pesados. A Rodovia Anchieta possui altas declividades e grande número de curvas em seu trecho de serra, o que resulta em acidentes com relativa frequência no trecho de descida e em baixa velocidade de rolagem no trecho de subida, devido à grande proporção de caminhões.

Estas características, embora inerentes à necessidade de transpor a serra do mar, reduzem o fluxo de veículos na rodovia. A Rodovia Cônego Domênico Rangoni também possui trechos de serra, mas em menores quantidades. No entanto, tendo sido construída sobre um solo muito desfavorável, possui ondulações verticais que geram desconforto e também contribuem para a redução do fluxo.

As alternativas para um aumento no fluxo de caminhões nas rodovias são, também, bastante custosas e problemáticas. Intervenções drásticas, como redução da declividade dos trechos de serra ou correções dos recalques são completamente inviáveis do ponto de vista financeiro e a construção de uma terceira faixa para cada pista possui grandes entraves do ponto de vista ambiental, uma vez que a Mata

Atlântica e áreas de manguezais, que cercam estas rodovias, são intensamente vigiadas pelos órgãos ambientais por causa de seu elevado grau de desmatamento. Neste contexto, seria muito mais vantajoso investir nos demais modais de transporte (ferroviário e hidroviário), que, embora também causem impactos ambientais semelhantes, possuem uma capacidade horária de carga muito maior. Há, entretanto, maneiras de melhorar este cenário atual das rodovias sem necessidade de reformas estruturais no sistema:

- Remodelação de intersecções, com viadutos em pontos específicos e cruciais da rede podem melhorar a situação em locais que são considerados gargalos da rede.

Figura 4.3: Projeto de adequação do trevo da SP-055 com a BR-101 no quilômetro 248.



Fonte: CODESP, 2012.

- Construção de uma terceira faixa de rolagem na rodovia apenas em pontos específicos, como em trechos de maiores declives.

Figura 4.4: Seção transversal de projeto para ampliação da capacidade da Rodovia Cônego Domênico Rangoni, entre quilômetros 262 e 270.



Fonte: CODESP, 2012

As vias de chegada à cidade de Santos, onde está o terminal do Saboó, também são notoriamente congestionadas, atrasando a chegada de caminhões e encarecendo todo o processo portuário.

A partir das visitas realizadas pelo grupo na região do Saboó e dos relatos de pessoas que circulam com frequência no local, foi possível perceber a fragilidade desse sub-sistema. A acessibilidade e as condições de circulação locais deixam a desejar: as condições do pavimento são ruins, não há demarcação das faixas de rolamento e a intensa circulação de veículos pesados transpassa um sentimento de insegurança.

Aqui, há problemas diferentes dos problemas das rodovias, por já se tratar de um trecho rodoviário urbano. As soluções aqui devem envolver cruzamentos em desnível (inclusive entre a rodovia e ferrovias) e maior nível de controle de acesso às vias. Dentre as soluções propostas pela Codesp, uma delas irá afetar diretamente o terminal do Saboó. Está prevista a construção de uma ponte sobre o rio Saboó, com acesso direto ao terminal, o que deve facilitar o trânsito no local.

Figura 4.5: Projeto de ponte sobre o rio Saboó com acesso ao terminal.



Fonte: Codesp, 2012.



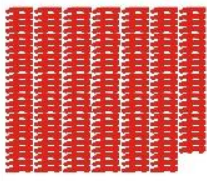
Nestes casos especificados, o investimento partiria da Codesp ou do Governo do Estado. Isto, no entanto, não invalida o estudo, uma vez que poderia partir da iniciativa privada, uma vez que tivesse sido realizada uma análise econômico-financeira por parte do arrendatário.

Estas alternativas propostas certamente irão auxiliar o desempenho dos acessos rodoviários, mas devem ser vistas como medidas paliativas, uma vez que não devem fornecer as mudanças profundas e necessárias para resolver o problema de fluxo existente na região, que somente será corrigida com pesados investimentos nos demais modais de transporte.

4.2.2 Acessos ferroviários e hidroviários

As ferrovias e as hidrovias, ambas historicamente em segundo plano no desenvolvimento da infraestrutura nacional, possuem, no geral, grandes vantagens em relação às rodovias sendo financeiramente mais vantajosas quanto menor o valor unitário da mercadoria e maior a distância a ser percorrida. Estas são características que ambas possuem comuns com o transporte marítimo. Ainda que no caso particular do terminal do Saboó as cargas sejam, majoritariamente, de alto valor unitário, ele seria beneficiado, indiretamente, por investimentos nestes modais, que trariam um desafogamento da malha rodoviária, e barateando o transporte de seus itens.

Figura 4.6: Comparação entre capacidade de carga de modais de transportes.

MODAIS	HIDRO	FERRO	RODO
Capacidade de Carga	<p>1 Comboio Duplo Tietê (4 chatas e empurrador)</p>  <p>6.000 t</p>	<p>2,9 Comboios Hopper (86 vagões de 70 t)</p> 	<p>172 Carretas de 35 t Bi-trem Graneleiras</p> 
Comprimento Total	150 m	1,7 km	3,5 km (26 km em movimento)

Fonte: Secretaria de Transporte do Estado de São Paulo, 2007.

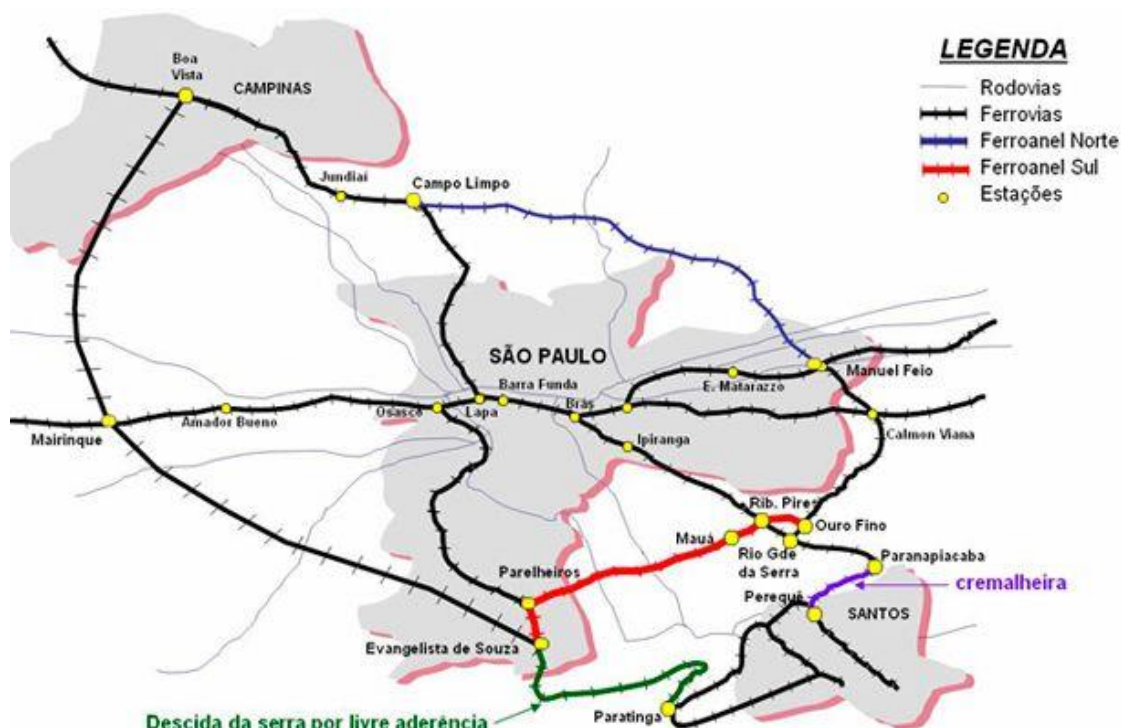
Apesar do fato do porto de Santos contar com uma linha férrea que passa pela margem direita do rio, na ilha de São Vicente, ela atende principalmente os terminais de celulose e de açúcar. Os contêineres, por sua vez, são transportados via modal rodoviário, de modo que isso gera uma grande circulação de caminhões

ao longo do dia e demonstra a fragilidade do sistema terrestre do porto, corroborando para a tese de que um maior investimento auxiliaria indiretamente o terminal do Saboó.

Esta linha férrea poderia ser expandida, com duplicação da linha ou com criação de novos traçados de forma a alimentar, ao menos, todos os terminais de grãos e outras cargas de baixo valor agregado. Para isso, no entanto, deve-se identificar primeiro o gargalo do atual sistema.

Outra obra que auxiliaria grandemente o Porto de Santos seria a construção do ferroanel. Atualmente, os trens em direção ao Porto de Santos competem espaço com trens de passageiros dentro da cidade de São Paulo, utilizando a infraestrutura pela noite.

Figura 4.7: Mapa de ferrovias na região de Santos.



Fonte: PINI, 2012.

A criação de uma hidrovía através do rio Cubatão e do rio da Onça ligaria as cidades de Santos e Cubatão, facilitando escoamento de produtos químicos por esta rota. Nesse caso, por se tratar de rios de estuário, a obra consistiria, majoritariamente, de dragagem para manutenção do calado necessário para o transporte, e estabilização dos taludes. Os rios possuem largura suficiente para o

transporte, não sendo necessário obras para essa finalidade. A hidrovía poderia, ainda, ser expandida pelo canal de Bertiooga e pelo Largo de São Vicente. Não será abordado na parte de impactos ambientais a expansão pelo canal de Bertiooga e pelo Largo de São Vicente pois sua complexidade estaria fora do escopo deste relatório.

Figura 4.8: Potenciais plataformas logísticas a serem acessadas pela hidrovía.



Fonte: Codesp, 2012

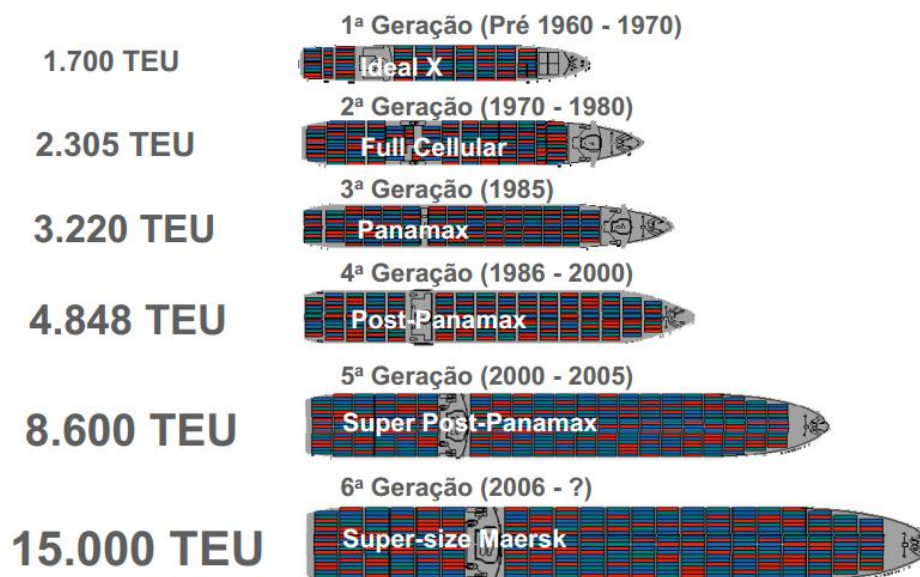
4.2.3 Canal portuário

O canal de embarque é, provavelmente, a obra marítima mais importante de um porto. Ele define o tamanho dos navios que poderão operar e, ao permitir operação em mão dupla, pode reduzir drasticamente a fila de espera do lado mar do porto, em contrapartida às alternativas aqui propostas para redução de filas do lado terra do porto.

Um aumento no tamanho do navio a ser carregado em um porto com sua capacidade saturada, como é o caso, e com baixo tempo ocioso, representa um alto aumento na capacidade horária. É uma obra de complexidade elevada, sendo necessária uma minuciosa análise econômico-financeira.

Atualmente, é realizada dragagem de manutenção no canal, visando manter a profundidade entre 12 e 14 m e a largura de 150m. Para estes valores de profundidade, é possível operar, em mão única, um navio do tipo Panamax, isto é, com dimensões suficientes para cruzar o canal do Panamá.

Figura 4.9: Tipos mais comuns de embarcações.



Fonte: Codesp, 2012

Estas condições, entretanto, limitam a capacidade do porto como um todo, ao criar filas para atracação e tornar inviável o investimento em equipamentos que realizam a carga e a descarga de forma mais produtiva, compatíveis com navios do tipo Post-Panamax ou Super Post-Panamax.

Para a realização da dragagem, deve ser realizada uma análise econômico-financeira do nível a ser dragado e da nova largura do canal, em conjunto com análises técnicas de engenharia, como uma análise geotécnica da estabilidade dos taludes, de sedimentação e da existência de rochas ou objetos estranhos no leito do estuário. São necessários também estudos ambientais, uma vez que será necessário descartar o material dragado em outras áreas, que devem ser monitoradas para a preservação satisfatória dos meios físico e biótico.

Figura 4.10: Navio realizando dragagem no Porto de Santos

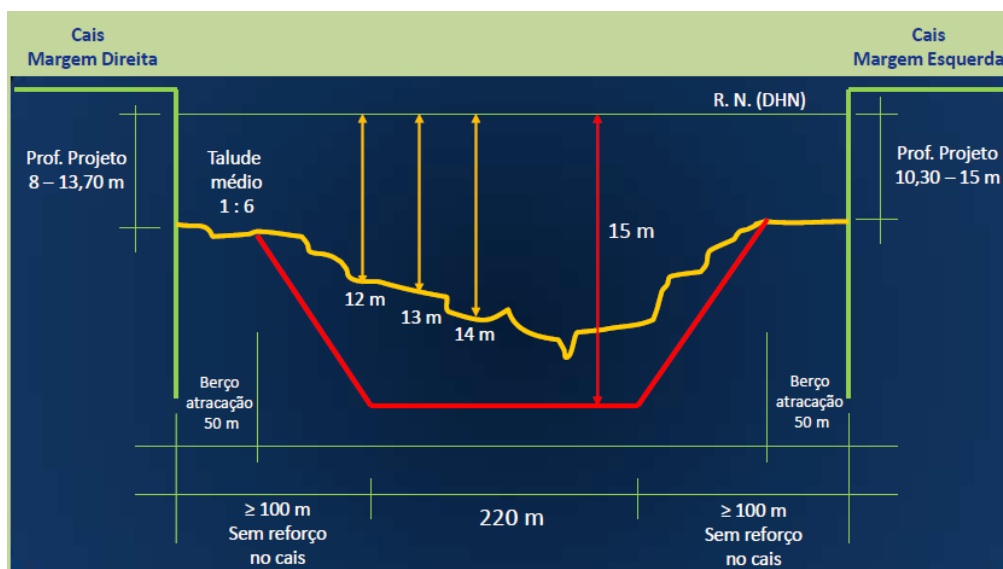


Fonte: Codesp, 2012

Dada a importância do assunto, com o objetivo de aumentar o calado em definitivo para 15 m e a largura do canal para 220 m, permitindo assim tráfego em mão dupla de navios do tipo Post-Panamax, o Porto de Santos iniciará as obras em 2015, orçadas em R\$ 120 milhões.

De acordo com o edital da ANTAQ, ao arrendatário do terminal do Saboó caberá realizar a dragagem dos berços de atracação para um nível compatível, na cota -13,50 (*datum* MLLW).

Figura 4.11: Plano de dragagem do canal do Porto de Santos.



Fonte: Codesp, 2012.

4.3 Obras internas

4.3.1 Berço de Atracação

Para que sejam cumpridos os requisitos funcionais das embarcações e equipamentos as instalações fixas devem estar bem arrançadas dentro da área do retroporto. Deve-se privilegiar as instalações com múltipla finalidade para que haja maior aproveitamento de suas funções e que seu uso seja o mais racionalizado possível.

No terminal Saboó este arranjo está muito aquém do que seria o ideal e deixa a desejar em termos logísticos, de qualidade de armazenagem e custo de operação. Portos como o de Roterdã possuem tanto a interface com o transporte terrestre como a interface com o transporte marítimo mais bem elaborada tanto no aspecto das instalações físicas como na dos equipamentos operantes. Alguns temas de dimensionamento serão abordados, onde se notarão problemas a serem contornados.

A cota requerida para o nível da cais correspondente a uma combinação de preamar e ação de agitação de ondas cujo período de retorno deve-se situar bem acima da ocorrência anual.

Quanto à largura das plataformas, nas condições atuais muitas vezes a instalação portuária não apresenta essa concepção racionalizada, e a plataforma transformou-se mais numa curta e larga via de rodagem entre a embarcação e a estocagem em trânsito dos veículos envolvidos nos processos de movimentação de carga, como empilhadeiras, carretas etc., bem como área de estocagem pulmão.

Uma largura total de plataforma considerada satisfatória é de aproximadamente 13 m, compostos por 5,5 m para rodagem e 4,5 m para ferrovia, dois trechos 0,75 m para as pernas do guindaste e 1,5 m para acomodação dos cabeços docais. O comprimento da plataforma oscila entre 20m e 40m e o comprimento do berço normalmente é comprimento do navio-tipo mais uma boca (largura máxima de uma embarcação, medida a partir de sua seção transversal).

O peso máximo da carga estocada por metro quadrado da área de estocagem depende de:

- Fator de estiva (volume ocupado por uma tonelada métrica de mercadoria embalada para embarque) para diferentes produtos e unidades de carga
- Altura média de empilhamento, que é limitada pelas condições de fundação e pela altura de erguimento do equipamento de movimentação de carga
- Espaço requerido para a movimentação de carga pelo equipamento apropriado, bem como para o acesso de carga

Deve-se priorizar armazéns sem colunas, permitindo maiores área de armazenagem e dispor de amplas portas para permitir passagem simultânea de duas empilhadeiras, ventilação e iluminação.

Acessos do lado do cais atualmente devem permitir livre passagem a empilhadeiras e outros veículos de movimentação de carga. Plataformas elevadas no nível do vagão ou carretas ajudam na carga e descarga.

Os pátios de estocagem a céu aberto são indicados para carga que não sofre dano pelas intempéries e não pode ser facilmente roubada, como veículos, maquinaria encaixotada, madeira, produtos siderúrgicos, bobinas e lingotes de metal etc. É importante prover esses pátios de iluminação para permitir as atividades noturnas.

Os equipamentos presentes requeridos dependem principalmente de alguns fatores tais como capacidade de erguimento, alcance e capacidade de carregamento. Estes assuntos serão abordados em tópicos posteriores.

Algumas melhorias poderiam ser feitas no âmbito da armazenagem de cargas. Considerando que as principais cargas armazenadas e transportadas são as cargas de projeto, veículos e contêineres, uma área com melhores condições de armazenamentodeveria possuir:

- Equipamentos de transporte de Cargas de Projeto
- Bons acessos para o interior do armazém
- Área suficiente para o armazenamento das Cargas de Projeto
- Plataforma para interface com Ferrovias e Carretas – podendo ser uma plataforma para acesso das empilhadeiras ou mesmo Portêineres

Figura 4.12: Galpão - Porto de Roterdão.



Fonte: Google Maps, 2014

Na Figura 4.12, é possível perceber a grande dimensão do armazém e também os porteineres presentes para o carregamento e descarregamento das carretas.

Evidentemente, para que haja viabilidade econômica e física para tal obra seria necessário um estudo mais profundo com relação ao investimento necessário e se a demanda futura seria justificável para tal empreendimento.

4.3.2 Automatização do Terminal Portuário

A automatização do terminal portuário envolve diversos sistemas no porto, afetando positivamente os custos logísticos, a utilização racional da malha de transportes, além de facilitar a comunicação e transferência de informações simplificando as atividades dos agentes públicos e privados. Esta melhoria está alinhada ao cenário tecnológico internacional, onde há o grande crescimento e disseminação de novas tecnologias relacionadas a eletrônica, automação e controle.

Esta melhora na automação do terminal envolve tanto a aquisição de novos equipamentos programáveis e com autonomia funcional maior como também a atualização dos sistemas de segurança e controle de carga (atual SISCOMEX CARGA), SPDv2, que é o sistema de desempenho portuário, desenvolvido pela ANTAQ com o objetivo de prover dados e informações necessários à efetivação das tarefas de monitoramento, fiscalização, supervisão e regulação atribuídas a si, assim como outros sistemas operantes no terminal.

A compra de novos equipamentos alinhados com um padrão possui diversas vantagens, entre elas a de permitir a integração e automação, possibilitando assim o

dimensionamento do fluxo de dados. Este trabalho deve ser feito em conjunto com os demais portos para que haja uma compatibilização da informação gerada para que seja possível dimensionar os equipamentos, a partir do fluxo de dados.

Além da implantação do sistema de automação é necessário realizar o treinamento dos funcionários para que eles o operem adequadamente. Em novembro de 2014 foram realizados treinamentos do Sistema de Gestão da Cadeia Logística, composto por 61 representantes divididos em 5 turmas.

Porém, quando falamos do projeto do “Porto sem Papel” tratamos apenas a gestão das informações e documentação necessárias para agilizar a liberação das mercadorias no âmbito dos Portos Brasileiros.

Sendo assim para a melhoria significativa dos custos logísticos no terminal a implantação de equipamentos tais como:

- *Gates* – portais de radiação para alfândega, que possibilitam identificação do conteúdo transportado;

Figura 4.13: Gate para caminhões



Fonte: Ergos Tecnologia, 2014

- Pórtico de Fechamento Automático – Pórtico pré configurado capaz de reconhecer o código dos contêineres para estações portuárias e ferrovias que contém;

Figura 4.14: Pórtico de Fechamento Automático.



Fonte: Ergos Tecnologia, 2014.

A mesma solução pode ser aplicada aos terminais ferroviários:

Figura 4.15: Gate para ferrovias.



Fonte: Ergos tecnologia, 2014

Alguns sistemas que podem ser utilizados na automatização dos processos:

- AGS (*Automatic Gate System*) - Software necessário na comunicação entre os caminhões e o *gate*;

Figura 4.16: Gate para caminhões.



Fonte: Ergos tecnologia

- Sistema *SeeDot* para controle do Número de Caminhões;

Figura 4.17: SeeDot, controle de número de caminhões.



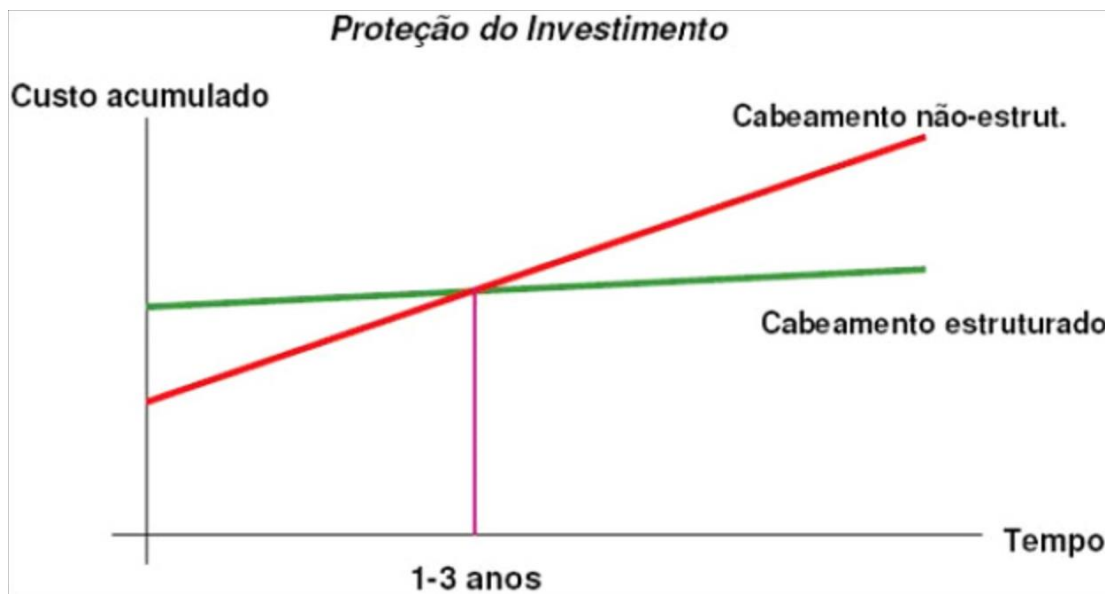
Fonte: Ergos Tecnologia, 2014

- Sistema de Cabeamento Estruturado:

Tem como objetivo oferecer uma estrutura flexível para suportar a utilização de diversos tipos de aplicações tais como dados, voz, imagem e controles prediais, independente do fabricante ou do tipo de equipamento. Este tipo de equipamento apresenta maior expectativa de vida (em torno de 15 anos), além de não apresentar problemas de gerenciamento da camada física.

O investimento inicial nesta rede pode ser alto, mas, de acordo com a empresa Ergos Tecnologia, devido à maior durabilidade, seu custo acumulado em até três anos é menor, conforme ilustra a Figura 4.18.

Figura 4.18: Relação entre investimento em cabeamento estruturado e não-estruturado.



Fonte: Ergos Tecnologia, 2014.

5 ESTRUTURA LOGÍSTICA PORTUÁRIA

5.1 Introdução à Logística Portuária

Dentre os estudos disponibilizados no site ANTAQ (Agência Nacional de Transportes Aquaviários) acerca da área a ser arrendada - denominada STS 10 -, foi possível identificar dados referentes à estimativa de demanda potencial que compreende um horizonte até 2042, considerando três cenários distintos: base, pessimista e otimista.

Apesar de não constituir objeto deste trabalho, a metodologia de cálculo utilizada nesse estudo está sucintamente descrita abaixo:

- **Demanda macro.** Com o auxílio do modelo nacional de demanda portuária (Brazil Port Demand Model - BPDM), em que são considerados componentes de demanda, de custos logísticos e de alocação de demanda, é feita uma previsão da demanda nacional de acordo com cada segmento de produto e de sua alocação por região.
- **Demanda micro.** A partir da estimativa da demanda macro, são tomados dados de entrada como tendências históricas, a divisão de mercado com terminais concorrentes, a segmentação de produtos e as limitações de capacidade das instalações, a fim de estimar a demanda potencial para terminais específicos.

Dessa forma, foi possível avaliar a capacidade instalada frente à demanda potencial do terminal portuário em questão de acordo com diferentes horizontes e o que se verifica é que existe grande potencial para crescimento.

A ampliação da capacidade de atendimento não apenas possibilita atender a uma demanda reprimida que o porto não se encontra apto a receber, como também pode proporcionar um melhor nível de serviço - traduzido em um primeiro momento simplesmente como o tempo de atendimento/espera e confiabilidade da prestação do serviço -, o que pode trazer repercussão sobre a imagem do porto, atraindo maior participação de mercado.

5.2 Características portuárias atuais

O terminal localizado na região do Saboó, à margem direita do porto de Santos, faz parte de um arrendamento que compreende a agregação de diversas áreas, incluindo cinco arrendamentos que expiraram recentemente.

Os dois pátios para contêineres pertencentes à área do STS10 cobrem atualmente uma área de 68 mil m² e são operados basicamente com equipamentos *reach stacker* (veículo utilizado para fazer o transporte intermodal dos contêineres dentro de terminais de pequeno e médio porte). Dessa forma, admitindo uma altura média de pulha de 3,5 contêineres, uma área de 30 m² por *ground slot* (piso de concreto com ranhuras) e um tempo médio de permanência de 2 semanas, estima-se uma capacidade de movimentação de 206 mil TEU/ano.

Equação 5.1

$$Capacidade\ Anual = \frac{Capacidade\ (N^o\ de\ Contêineres)}{Giro\ (Tempo\ de\ permanência/ano)}$$

Equação 5.2

$$= \frac{(68\ mil\ m^2 / 30\ m^2) * 3,5}{(2\ semanas / 52\ semanas)} = 206\ mil\ TEU/ano$$

O acesso rodoviário é feito pela Av. Engenheiro Antônio Alves Freire. Os *portões de controle* encontram-se nas extremidades oeste e leste do terminal, cada um com quatro faixas reversíveis.

Os pátios para RoRo permitem a armazenagem de cerca de 10 mil unidades, número bem superior à capacidade das embarcações *Pure Car Carrier* (PCC) de última geração.

Figura 5.1: Pure Car Carrier

Fonte: Codesp, 2012

Na configuração atual existem aproximadamente 74 mil m² de área pavimentada atualmente disponíveis para estacionamentos RoRo e/ou armazenagem de cargas de projeto e cargas gerais. Considerando uma densidade de armazenagem de 10 m²/unidade, obtém-se uma capacidade estática de 7,4 mil unidades.

Dessa forma, considerando um tempo de permanência médio de 15 dias por unidade, para efeito de dimensionamento, a capacidade dinâmica (capacidade de movimentação de carga, número de ciclos vezes a carga estática) de operação RoRo seria de aproximadamente 180 mil unidades/ano. Este valor poderia ser ampliado caso o tempo de permanência fosse reduzido, ou se as áreas dedicadas a contêineres fossem destinadas a cargas RoRo.

Quanto às cargas gerais soltas, utilizam-se atualmente guindastes móveis (MHCs) e/ou equipamentos de bordo. Em operações com contêineres, um berço pode ser operado com até três ternos (estrutura metálica para transporte vertical e horizontal de contêineres) simultaneamente, com MHCs, com produtividade bruta de até 15mov/h cada, resultando em uma produtividade total da ordem de 30 a 45 mov/h. Note-se que alguns navios possuem dificuldade de operar com até 3 ternos.

Embora o terminal em questão, localizado na região do Saboó, tenha vocação para o transporte desses três tipos de carga - carga geral, contêineres e veículos -, este trabalho dará enfoque ao transporte de contêineres e levantará atividades e equipamentos relacionados a este tipo de carga.

5.3 Atividades envolvidas na operação

O estudo dos processos que envolvem a operação do porto possibilita a identificação de gargalos logísticos, o que permite levantar alternativas que tragam mais benefícios ao porto frente ao investimento necessário.

Nesse sentido, o ciclo de carga/descarga do navio pode ser pensado de forma simplificada como uma composição das seguintes atividades:

5.3.1 Espera

A chegada de um navio ao porto de Santos deve ser encarada como um evento que exige grande mobilização de recursos de modo a permitir o processo de carga/descarga de maneira ágil.

No entanto, como os recursos são limitados, o porto tem uma capacidade limitada, de modo que vários navios não podem ser atendidos simultaneamente. No caso do Saboó, fala-se em termos de não mais que três ou quatro navios, dependendo do porte deles. Isso implica que seja estabelecida uma ordem de atendimento, gerando filas e tempo de espera para que sejam atendidos.

Diversos modelos estatísticos de Teoria de Filas foram pensados no intuito de estimar o tempo de espera e o tamanho das filas, de modo que fosse possível avaliar a qualidade do serviço oferecido e a adequação da capacidade do sistema. Cada uma dessas modelagens assume algumas hipóteses, de modo que é necessário estudar sua aplicabilidade caso a caso.

Um exemplo de modelo é apresentado sucintamente a seguir, de modo a ilustrar as variáveis envolvidas no cálculo e os parâmetros que dele decorrem. Por meio dele, é possível estimar o tempo de espera em fila e avaliar se a capacidade do sistema (K) comporta os navios que chegam.

O modelo apresentado abaixo assume a hipótese simplificadora de que uma frota de navios homogênea, isto é, todos os navios possuem as mesmas características, é servida por um único ponto de atendimento em um sistema com capacidade total limitada K , ou seja, o sistema comporta até " K " navios.

Essa frota possui uma taxa média de chegada de navios no sistema λ (medida em navios/hora, por exemplo) e uma taxa de atendimento médio μ (medida em atendimentos/hora), o que resulta em um parâmetro ρ (adimensional), dado pela razão λ / μ . No entanto, como o sistema é dotado de capacidade, apenas uma parcela do total de navios que chega no sistema realmente ingressa no sistema, conferindo uma taxa média de chegada $\bar{\lambda}$, também medida em navios/hora, mas inferior à primeira. Dessa forma, é possível calcular o tamanho médio da fila L , o tempo médio no sistema W e o tempo médio de espera em fila W_q .

Equação 5.3

$$L = \begin{cases} \frac{\rho}{1-\rho} - \frac{(K+1)\rho^{K+1}}{1-\rho^{K+1}} & (\rho \neq 1) \\ \frac{K}{2} & (\rho = 1) \end{cases}$$

Equação 5.4

$$p_{K=} \begin{cases} \frac{\rho^K(1-\rho)}{1-\rho^{K+1}} & (\rho \neq 1) \\ \frac{1}{K+1} & (\rho = 1) \end{cases}$$

Equação 5.5

$$\bar{\lambda} = \lambda(1 - p_k)$$

Equação 5.6

$$W = \frac{L}{\bar{\lambda}}$$

Equação 5.7

$$W_q = W - \frac{1}{\mu}$$

5.3.2 Atracação/Desatracação;

Posterior à etapa de espera está o processo de manobra do navio para que o mesmo acoste ao longo do cais, de modo que seja possível realizar a carga/descarga. A manobra de atracação e desatracação do navio se dá com o auxílio de rebocadores, sendo possível encontrar no mercado frotas com diferentes níveis de potência instalados.

5.3.3 Operação dos equipamentos de carga/descarga;

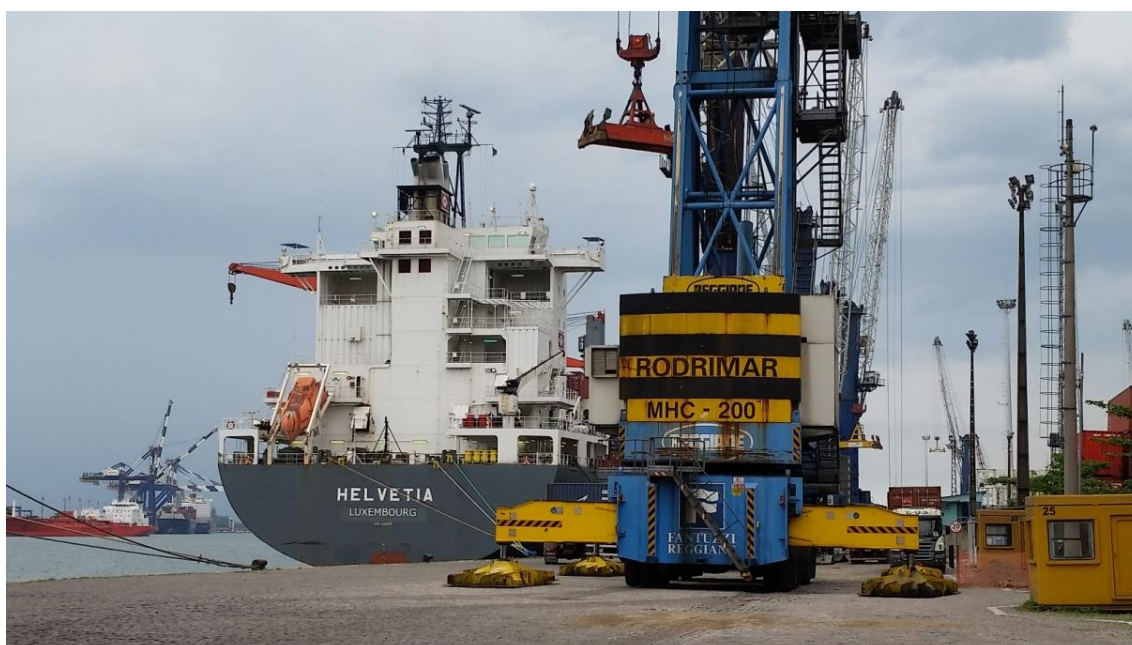
Existem no mercado equipamentos para carga/descarga com diferentes características e limitações. Dessa forma, é possível levantar alternativas que visem reduzir tempo de ciclo na operação ou que ganhem tempo devido à escala de carga mobilizada. A seguir, serão apresentados os principais equipamentos para movimentação de carga, divididos de acordo com seu porte, o que está associado à sua posição relativa no porto - junto ao cais ou na área de retroporto -, bem como será discutida sua aplicabilidade na região do Saboó.

As atividades que compõem o ciclo dos equipamentos, de modo geral, são: posicionamento do equipamento; transporte vertical (içamento da carga); transporte horizontal e vertical até a posição de destino (descarga no navio/pátio).

Os equipamentos de grande porte, que se encontram junto ao cais, de destaque no porto de Santos são:

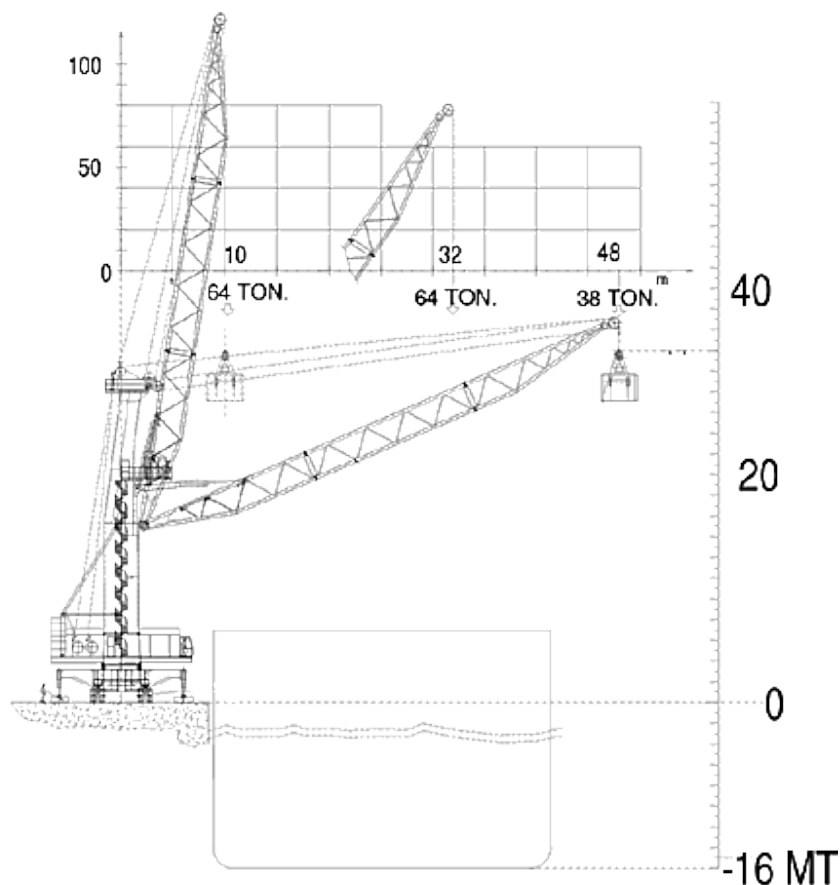
- MHC (*Mobile Harbour Crane*): equipamento movido sobre pneus utilizado para movimentação de contêineres e cargas gerais soltas na linha de cais, como ilustram a Figura 5.2 e a Figura 5.3

Figura 5.2: Base de um MHC (*Mobile Harbour Crane*) instalado para transporte de contêineres.



Fonte: Autoria própria. Foto tirada em 07/11/2014

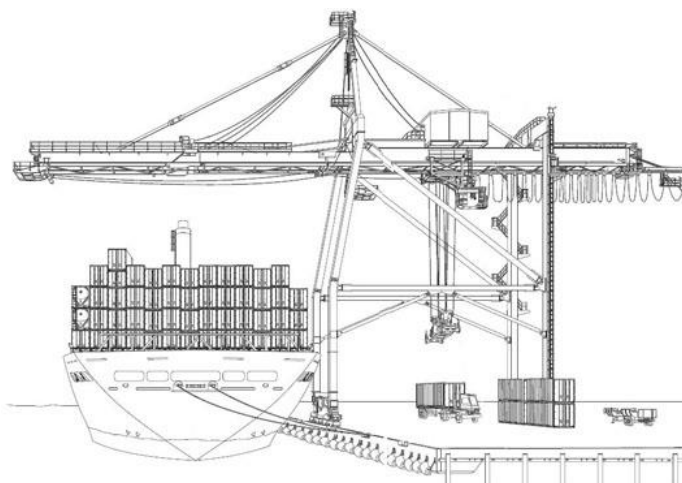
Figura 5.3: O gráfico demonstra a capacidade de carga em função do alcance da lança de um MHC (*Mobile Harbour Crane*).



Fonte: Codesp, 2012

- STS (*Ship-To-Store Crane*): consiste em uma grande estrutura com uma ponte levadiça, que se projeta sobre o navio e utiliza uma plataforma móvel denominada *spreader* para içar até 4 contêineres simultaneamente (cerca de 46 toneladas), como ilustra a Figura 5.4. A grua dispõe de um sistema que reduz o efeito "pêndulo" da carga, o que permite deslocamentos rápidos e com segurança. Isto pode representar uma grande vantagem em relação ao sistema apresentado anteriormente.

Figura 5.4: Desenho esquemático de um STS (Ship-To-Store Crane).



Fonte: Codesp, 2012

Figura 5.5: STS (*Ship-To-Store Crane*) em operação em terminal vizinho à região do Saboó.



Fonte: Autoria própria. Foto tirada em 07/11/2014

De acordo com a entrevista com o engenheiro Aluísio Moreira, diretor comercial da Codesp, devido à restrição de área, terminais portuários na região do Saboó contam com diversos equipamentos MHC, uma vez que estes demandam pequena área para operação, em contraposição aos portêineres utilizados em terminais de contêineres vizinhos.

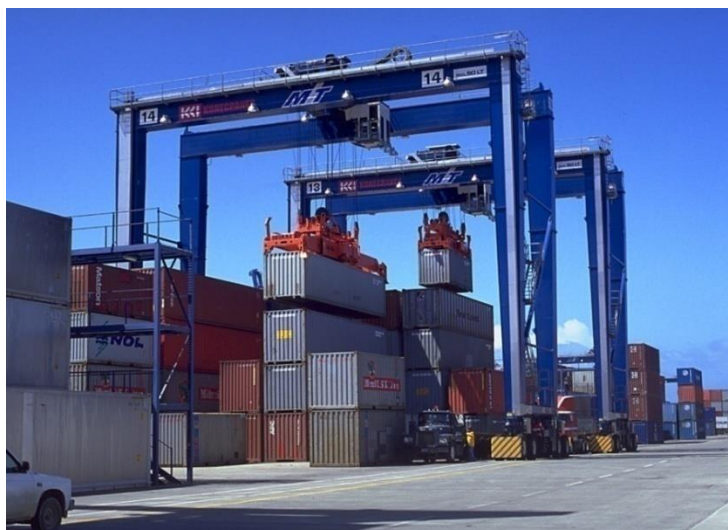
Os MHCs operam a diesel automotivo e, apesar de apresentarem menor produtividade no transporte de contêineres, apresentam um custo relativamente mais baixo, além de serem mais flexíveis para sua locomoção, uma vez que se movimentam sobre pneus e não sobre trilhos.

5.3.4 Operação dos equipamentos na área de retroporto;

Com relação aos equipamentos que operam na área de retroporto, é possível um ciclo análogo àquele dos equipamentos que se encontram junto ao cais, no entanto merece destaque seu tempo de operação no armazém. A Figura 5.6 e a Figura 5.7 ilustram os principais equipamentos utilizados na área de retroporto, o RTG e o *Reach Stacker*.

- RTG (*Rubber Tyre Gantry*): também denominado transtêiner sobre pneus, é um equipamento destinado à movimentação de cargas na área do pátio e que permite atingir pilhas de contêineres com alturas elevadas com facilidade, como ilustra a Figura 5.6.

Figura 5.6: RTG (*Rubber Tyre Gantry Crane*).



Fonte: Konecranes, 2014.

- *Reach Stacker*: equipamento de carga, semelhante a um veículo, que é muito vantajoso pela sua flexibilidade de movimentação, pois consegue manobrar com facilidade pelo pátio, como mostra a Figura 5.7.

Figura 5.7: *Reach Stacker*, equipamento utilizado para movimentação de contêineres na área de retroporto.

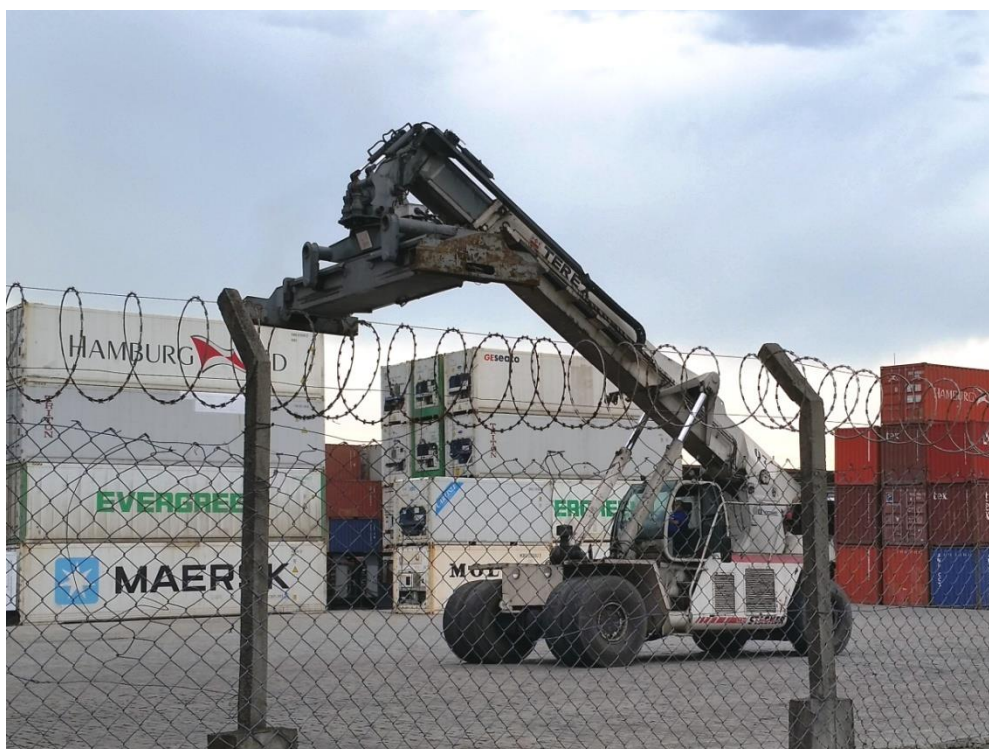


Foto: Autoria própria. Foto tirada em 07/11/2014

5.3.5 Armazenagem e despacho de carga

A armazenagem envolve a administração dos espaços necessários para que os materiais sejam mantidos estocados e abrange vários processos, tais como dimensionamento, recursos materiais, recuperação e controle de estoque, embalagens, manuseio de materiais, fracionamento e consolidação de cargas e a necessidade de recursos financeiros e humanos. (GUARNIERI, 2006)

O manuseio ou movimentação interna de produtos e materiais significa transportar pequenas quantidades de bens por distâncias relativamente pequenas, quando comparadas com as distâncias na movimentação de longo curso executadas pelas companhias transportadoras. Esta atividade é executada em depósitos, fábricas e lojas, assim como no transbordo entre modais de transporte. Seu

interesse concentra-se na movimentação rápida e de baixos custos das mercadorias. (BALLOU, 1993).

A disposição dos contêineres no pátio de armazenagem deve ser pensada de modo a atender aspectos logísticos sem descuidar da segurança. Assim, os contêineres que serão utilizados em breve devem estar mais acessíveis, de modo a tornar o processo mais inteligente, evitando retrabalhos, ao passo que, por questões estruturais e de segurança, a carga também deve estar alocada de maneira que os contêineres mais pesados fiquem por baixo.

A Figura 5.8 ilustra um pátio de contêineres estocados. É de se esperar que aqueles que estão por cima sejam destinados primeiro, a fim de diminuir o número de operações.

Figura 5.8: Pátio de contêineres estocados.



Fonte: Autoria própria. Foto tirada em 07/11/2014.

Esse aspecto é provavelmente um dos pontos logísticos de resolução menos onerosa, no entanto requer um esforço de gestão para elaborar um plano de alocação de carga eficiente, tendo em vista a variedade de empresas transportadoras.

5.4 Análise de viabilidade

Toda melhoria proposta deve estar sujeita a uma avaliação de sua viabilidade, confrontando os benefícios dela decorrentes frente ao investimento exigido, uma vez que o retorno proporcionado pode não ser satisfatório.

A metodologia empregada será a análise do fluxo de investimentos e retornos de acordo com o cenário construído, mediante a aplicação do Método do Valor Presente e o conceito da Taxa Interna de Retorno (TIR), que é um importante indicador da atratividade do investimento.

Equação 5.8

$$NPV = \sum_{i=1} \frac{F_i}{(1 + t)^i}$$

O modelo apresentado a seguir foi desenvolvido de modo a avaliar a viabilidade econômico-financeira de um investimento genérico na ampliação da capacidade dos contêineres em particular.

Parte dos dados utilizados foram aqueles disponibilizados nos estudos da ANTAQ, outra parte dos valores utilizados foram estipulados arbitrariamente, de modo a validar o modelo empregado e permitir analisar os resultados obtidos.

Dessa forma, o modelo permite anualmente:

- Estimar a receita apropriada - com base na demanda atendida - e os custos de operação do porto;
- Estipular investimentos recebidos e o impacto sobre a capacidade do porto, o que reflete em maior receita aferida;
- Elaborar planos de amortização de empréstimos realizados com instituições financeiras. O modelo já dispõe de alguns planos de amortização consagrados, tais como o Sistema de Amortização Constante (SAC) e Sistema de Amortização Francês (SAF).

Assim, fica estabelecido um fluxo de caixa que permite avaliar a viabilidade econômico-financeira do investimento mediante o emprego do Método do Valor Presente e da Taxa Interna de Retorno (TIR).

A seguir, serão apresentados dois cenários: o Cenário 1, no qual o investidor constrói um fluxo de investimentos mínimo, que visa apenas manter a capacidade atual; e o Cenário 2, no qual o investidor dedica um maior aporte de investimentos, tendo em vista a expansão da estrutura portuária e aumento de sua capacidade.

O objetivo deste estudo é fazer um exercício de construção de cenários, estudar a influência das variáveis envolvidas e fazer uma análise dos resultados observados, através de um comparativo entre os dois cenários propostos.

ESTUDO DO IMPACTO DE INVESTIMENTOS SOBRE A CAPACIDADE FRENTE À DEMANDA E SUA VIABILIDADE ECONÔMICO-FINANCEIRA

Premissas/Simplificações:

Conceito de receita média;

Assumiu-se a demanda macro e potencial micro dos estudos da ANTAQ;

Objetivos:

Ampliar a capacidade, de modo a melhorar o nível de serviço/gerar mais receitas (resultado)

Isso implica a necessidade de investimentos e, portanto, deve-se avaliar quais são prioritários

(exemplo: Investir para ampliar a capacidade de atendimento de contêineres, para ampliar o LUCRO)

Também é possível estudar o impacto da participação de entidades financeiras nessa carteira de investimentos

Receita média por unidade

Contêineres (R\$/Cont.)

435

Cenário

Referencial

Legenda:

	Dados Originais
	Variáveis arbitradas
	Resultados

Cenário 1 (1/4)

<i>Contêineres</i>	Ano	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Demanda macro relevante	(000 TEU)	2.964,0	3.168,0	3.436,0	3.705,0	3.973,0	4.242,0	4.510,0	4.779,0	5.048,0
	% Cresc. Anual		6,9%	8,5%	7,8%	7,2%	6,8%	6,3%	6,0%	5,6%
Participação da demanda potencial	%	2,0	2,0	2,0	2,0	7,0	7,0	7,0	7,0	7,0
Demanda potencial	(000 TEU)	59	63	69	74	278	297	316	335	353
Capacidade do terminal	(000 TEU)	-	-	-	-	269	269	269	269	269
Demanda micro capturada	(000 TEU)	-	-	-	-	269	269	269	269	269
Demanda potencial não atendida	(000 TEU)	59	63	69	74	9	28	47	66	84
Receita	(R\$ mil)	-	-	-	-	117.015	117.015	117.015	117.015	117.015
Receita não "aproveitada"	(R\$ mil)	25.787	27.562	29.893	32.234	3.963	12.154	20.315	28.506	36.697
Custo de operação	(R\$ mil)	-	-	-	-	35.000	37.135	39.400	41.804	44.354
Custo base	(R\$ mil)	-	-	-	-	35.000	37.135	39.400	41.804	44.354
% Crescimento Anual	%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	6,1%	6,1%	6,1%	6,1%	6,1%
Incremento de Custo	(R\$ mil)									
Investimento Próprio	(R\$ mil)		100.000	50.000	50.000	50.000				
Investimento de Terceiros (Financ.)	(R\$ mil)		-	-	-	-	-	-	-	-
Pagamento (PGTO)	(R\$ mil)	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Fluxo de Caixa	(R\$ mil)	-	(100.000)	(50.000)	(50.000)	32.015	79.880	77.615	75.211	72.661
Saldo de Caixa	(R\$ mil)	250.000	150.000	100.000	50.000	82.015	161.895	239.510	314.721	387.382
PV (Célula Auxiliar)	(R\$ mil)	-	(92.593)	(42.867)	(39.692)	23.532	54.365	48.910	43.885	39.257
PV (Acum.)	(R\$ mil)	-	(92.593)	(135.460)	(175.151)	(151.619)	(97.254)	(48.344)	(4.459)	34.798

Cenário 1 (2/4)

<i>Contêineres</i>	Ano	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029
Demanda macro relevante	(000 TEU)	5.316,0	5.585,0	5.867,6	6.164,5	6.476,5	6.804,2	7.148,5	7.510,2	7.890,2
	% Cresc. Anual	5,3%	5,1%	5,1%	5,1%	5,1%	5,1%	5,1%	5,1%	5,1%
Participação da demanda potencial	%	7,0	7,0	7,0	7,0	7,0	7,0	7,0	7,0	7,0
Demanda potencial	(000 TEU)	372	391	411	432	453	476	500	526	552
Capacidade do terminal	(000 TEU)	269	269	269	269	269	269	269	269	269
Demanda micro capturada	(000 TEU)	269	269	269	269	269	269	269	269	269
Demanda potencial não atendida	(000 TEU)	103	122	142	163	184	207	231	257	283
Receita	(R\$ mil)	117.015	117.015	117.015	117.015	117.015	117.015	117.015	117.015	117.015
Receita não "aproveitada"	(R\$ mil)	44.857	53.048	61.654	70.695	80.193	90.172	100.656	111.671	123.243
Custo de operação	(R\$ mil)	47.059	49.930	52.976	56.207	59.636	63.274	67.133	71.228	75.573
Custo base	(R\$ mil)	47.059	49.930	52.976	56.207	59.636	63.274	67.133	71.228	75.573
% Crescimento Anual	%	6,1%	6,1%	6,1%	6,1%	6,1%	6,1%	6,1%	6,1%	6,1%
Incremento de Custo	(R\$ mil)									
Investimento Próprio	(R\$ mil)		50.000	50.000	50.000	50.000				50.000
Investimento de Terceiros (Financ.)	(R\$ mil)	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Pagamento (PGTO)	(R\$ mil)	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Fluxo de Caixa	(R\$ mil)	69.956	17.085	14.039	10.808	7.379	53.741	49.882	45.787	(8.558)
Saldo de Caixa	(R\$ mil)	457.338	474.423	488.463	499.271	506.650	560.391	610.273	656.060	647.502
PV (Célula Auxiliar)	(R\$ mil)	34.995	7.914	6.021	4.292	2.713	18.297	15.725	13.365	(2.313)
PV (Acum.)	(R\$ mil)	69.793	77.707	83.728	88.020	90.734	109.031	124.755	138.120	135.807

Cenário 1 (3/4)

<i>Contêineres</i>	Ano	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038
Demanda macro relevante	(000 TEU)	8.289,5	8.709,0	9.347,0	9.841,0	10.361,0	10.908,5	11.485,0	12.092,0	11.684,0
	% Cresc. Anual	5,1%	5,1%	5,3%	5,3%	5,3%	5,3%	5,3%	5,3%	3,8%
Participação da demanda potencial	%	7,0	7,0	7,0	7,0	7,0	7,0	7,0	7,0	7,0
Demanda potencial	(000 TEU)	580	610	654	689	725	764	804	846	818
Capacidade do terminal	(000 TEU)	269	269	269	269	269	269	269	269	269
Demanda micro capturada	(000 TEU)	269	269	269	269	269	269	269	269	269
Demanda potencial não atendida	(000 TEU)	311	341	385	420	456	495	535	577	549
Receita	(R\$ mil)	117.015	117.015	117.015	117.015	117.015	117.015	117.015	117.015	117.015
Receita não "aproveitada"	(R\$ mil)	135.401	148.173	167.601	182.642	198.478	215.150	232.704	251.185	238.763
Custo de operação	(R\$ mil)	80.183	85.074	90.264	95.770	101.612	107.810	114.387	121.364	128.768
Custo base	(R\$ mil)	80.183	85.074	90.264	95.770	101.612	107.810	114.387	121.364	128.768
% Crescimento Anual	%	6,1%	6,1%	6,1%	6,1%	6,1%	6,1%	6,1%	6,1%	6,1%
Incremento de Custo	(R\$ mil)									
Investimento Próprio	(R\$ mil)	50.000	50.000	50.000						
Investimento de Terceiros (Financ.)	(R\$ mil)	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Pagamento (PGTO)	(R\$ mil)	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Fluxo de Caixa	(R\$ mil)	(13.168)	(18.059)	(23.249)	21.245	15.403	9.205	2.628	(4.349)	(11.753)
Saldo de Caixa	(R\$ mil)	634.333	616.274	593.025	614.270	629.673	638.878	641.506	637.157	625.404
PV (Célula Auxiliar)	(R\$ mil)	(3.295)	(4.185)	(4.988)	4.220	2.833	1.568	414	(635)	(1.589)
PV (Acum.)	(R\$ mil)	132.512	128.327	123.339	127.560	130.393	131.960	132.375	131.740	130.151

Cenário 1 (4/4)

<i>Contêineres</i>	Ano	2039	2040	2041	2042
Demanda macro relevante	(000 TEU)	12.126,8	12.586,3	13.063,2	13.242,0
	% Cresc. Anual	3,8%	3,8%	3,8%	3,2%
Participação da demanda potencial	%	7,0	7,0	7,0	7,0
Demanda potencial	(000 TEU)	849	881	914	927
Capacidade do terminal	(000 TEU)	269	269	269	269
Demanda micro capturada	(000 TEU)	269	269	269	269
Demanda potencial não atendida	(000 TEU)	580	612	645	658
Receita	(R\$ mil)	117.015	117.015	117.015	117.015
Receita não "aproveitada"	(R\$ mil)	252.245	266.238	280.761	286.204
Custo de operação	(R\$ mil)	136.622	144.956	153.799	163.180
Custo base	(R\$ mil)	136.622	144.956	153.799	163.180
% Crescimento Anual	%	6,1%	6,1%	6,1%	6,1%
Incremento de Custo	(R\$ mil)				
Investimento Próprio	(R\$ mil)				
Investimento de Terceiros (Financ.)	(R\$ mil)	-	-	-	-
Pagamento (PGTO)	(R\$ mil)	-	-	-	-
Fluxo de Caixa	(R\$ mil)	(19.607)	(27.941)	(36.784)	(46.165)
Saldo de Caixa	(R\$ mil)	605.797	577.855	541.072	494.906
PV (Célula Auxiliar)	(R\$ mil)	(2.455)	(3.239)	(3.948)	(4.588)
PV (Acum.)	(R\$ mil)	127.696	124.458	120.510	115.922

NPV	115.921,8
Taxa %	8,00%
TIR %	18,81%
Tempo de retorno	8,0

Cenário 2 (1/4)

<i>Contêineres</i>	Ano	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Demanda macro relevante	(000 TEU)	2.964,0	3.168,0	3.436,0	3.705,0	3.973,0	4.242,0	4.510,0	4.779,0	5.048,0
	% Cresc. Anual		6,9%	8,5%	7,8%	7,2%	6,8%	6,3%	6,0%	5,6%
Participação da demanda potencial	%	2,0	2,0	2,0	2,0	7,0	7,0	7,0	7,0	7,0
Demanda potencial	(000 TEU)	59	63	69	74	278	297	316	335	353
Capacidade do terminal	(000 TEU)	-	-	-	-	269	269	269	320	320
Demanda micro capturada	(000 TEU)	-	-	-	-	269	269	269	320	320
Demanda potencial não atendida	(000 TEU)	59	63	69	74	9	28	47	15	33
Receita	(R\$ mil)	-	-	-	-	117.015	117.015	117.015	139.200	139.200
Receita não "aproveitada"	(R\$ mil)	25.787	27.562	29.893	32.234	3.963	12.154	20.315	6.321	14.512
Custo de operação	(R\$ mil)	-	-	-	-	35.000	37.135	39.400	44.804	47.537
Custo base	(R\$ mil)	-	-	-	-	35.000	37.135	39.400	41.804	44.354
% Crescimento Anual	%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	6,1%	6,1%	6,1%	6,1%	6,1%
Incremento de Custo	(R\$ mil)								3.000	3.183
Investimento Próprio	(R\$ mil)		100.000	50.000	50.000	50.000	50.000			
Investimento de Terceiros (Financ.)	(R\$ mil)		-	-	-	-	-	50.000	-	-
Pagamento (PGTO)	(R\$ mil)	-	-	-	-	-	-	-	10.750	10.188
Fluxo de Caixa	(R\$ mil)	-	(100.000)	(50.000)	(50.000)	32.015	29.880	77.615	83.646	81.476
Saldo de Caixa	(R\$ mil)	250.000	150.000	100.000	50.000	82.015	111.895	189.510	273.156	354.632
PV (Célula Auxiliar)	(R\$ mil)	-	(92.593)	(42.867)	(39.692)	23.532	20.336	48.910	48.807	44.019
PV (Acum.)	(R\$ mil)	-	(92.593)	(135.460)	(175.151)	(151.619)	(131.283)	(82.373)	(33.566)	10.453

Cenário 2 (2/4)

<i>Contêineres</i>	Ano	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029
Demanda macro relevante	(000 TEU)	5.316,0	5.585,0	5.867,6	6.164,5	6.476,5	6.804,2	7.148,5	7.510,2	7.890,2
	% Cresc. Anual	5,3%	5,1%	5,1%	5,1%	5,1%	5,1%	5,1%	5,1%	5,1%
Participação da demanda potencial	%	7,0	7,0	7,0	7,0	7,0	7,0	7,0	7,0	7,0
Demanda potencial	(000 TEU)	372	391	411	432	453	476	500	526	552
Capacidade do terminal	(000 TEU)	320	320	320	410	410	410	410	410	410
Demanda micro capturada	(000 TEU)	320	320	320	410	410	410	410	410	410
Demanda potencial não atendida	(000 TEU)	52	71	91	22	43	66	90	116	142
Receita	(R\$ mil)	139.200	139.200	139.200	178.350	178.350	178.350	178.350	178.350	178.350
Receita não "aproveitada"	(R\$ mil)	22.672	30.863	39.469	9.360	18.858	28.837	39.321	50.336	61.908
Custo de operação	(R\$ mil)	50.436	53.513	56.777	67.241	71.342	75.694	80.312	85.211	90.409
Custo base	(R\$ mil)	47.059	49.930	52.976	56.207	59.636	63.274	67.133	71.228	75.573
% Crescimento Anual	%	6,1%	6,1%	6,1%	6,1%	6,1%	6,1%	6,1%	6,1%	6,1%
Incremento de Custo	(R\$ mil)	3.377	3.583	3.802	11.034	11.707	12.421	13.178	13.982	14.835
Investimento Próprio	(R\$ mil)		80.000	80.000	80.000	80.000				100.000
Investimento de Terceiros (Financ.)	(R\$ mil)	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Pagamento (PGTO)	(R\$ mil)	9.625	9.063	8.500	7.938	7.375	6.813	-	-	-
Fluxo de Caixa	(R\$ mil)	79.139	(3.376)	(6.077)	23.172	19.633	95.843	98.038	93.139	(12.059)
Saldo de Caixa	(R\$ mil)	433.771	430.395	424.318	447.489	467.122	562.965	661.004	754.143	742.084
PV (Célula Auxiliar)	(R\$ mil)	39.589	(1.564)	(2.606)	9.202	7.219	32.631	30.906	27.186	(3.259)
PV (Acum.)	(R\$ mil)	50.042	48.478	45.872	55.074	62.293	94.923	125.829	153.016	149.757

Cenário 2 (3/4)

<i>Contêineres</i>	Ano	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038
Demanda macro relevante	(000 TEU)	8.289,5	8.709,0	9.347,0	9.841,0	10.361,0	10.908,5	11.485,0	12.092,0	11.684,0
	% Cresc. Anual	5,1%	5,1%	5,3%	5,3%	5,3%	5,3%	5,3%	5,3%	3,8%
Participação da demanda potencial	%	7,0	7,0	7,0	7,0	7,0	7,0	7,0	7,0	7,0
Demanda potencial	(000 TEU)	580	610	654	689	725	764	804	846	818
Capacidade do terminal	(000 TEU)	410	510	510	510	510	510	510	510	510
Demanda micro capturada	(000 TEU)	410	510	510	510	510	510	510	510	510
Demanda potencial não atendida	(000 TEU)	170	100	144	179	215	254	294	336	308
Receita	(R\$ mil)	178.350	221.850	221.850	221.850	221.850	221.850	221.850	221.850	221.850
Receita não "aproveitada"	(R\$ mil)	74.066	43.338	62.766	77.807	93.643	110.315	127.869	146.350	133.928
Custo de operação	(R\$ mil)	95.923	111.775	118.593	125.827	133.503	141.646	150.287	159.454	169.181
Custo base	(R\$ mil)	80.183	85.074	90.264	95.770	101.612	107.810	114.387	121.364	128.768
% Crescimento Anual	%	6,1%	6,1%	6,1%	6,1%	6,1%	6,1%	6,1%	6,1%	6,1%
Incremento de Custo	(R\$ mil)	15.740	26.700	28.329	30.057	31.891	33.836	35.900	38.090	40.413
Investimento Próprio	(R\$ mil)	100.000	100.000	100.000						
Investimento de Terceiros (Financ.)	(R\$ mil)	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Pagamento (PGTO)	(R\$ mil)	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Fluxo de Caixa	(R\$ mil)	(17.573)	10.075	3.257	96.023	88.347	80.204	71.563	62.396	52.669
Saldo de Caixa	(R\$ mil)	724.511	734.586	737.843	833.866	922.213	1.002.417	1.073.980	1.136.376	1.189.045
PV (Célula Auxiliar)	(R\$ mil)	(4.398)	2.335	699	19.075	16.251	13.660	11.285	9.111	7.121
PV (Acum.)	(R\$ mil)	145.359	147.693	148.392	167.468	183.718	197.378	208.664	217.775	224.896

Cenário 2 (4/4)

<i>Contêineres</i>	Ano	2039	2040	2041	2042
Demanda macro relevante	(000 TEU)	12.126,8	12.586,3	13.063,2	13.242,0
	% Cresc. Anual	3,8%	3,8%	3,8%	3,2%
Participação da demanda potencial	%	7,0	7,0	7,0	7,0
Demanda potencial	(000 TEU)	849	881	914	927
Capacidade do terminal	(000 TEU)	510	510	510	510
Demanda micro capturada	(000 TEU)	510	510	510	510
Demanda potencial não atendida	(000 TEU)	339	371	404	417
Receita	(R\$ mil)	221.850	221.850	221.850	221.850
Receita não "aproveitada"	(R\$ mil)	147.410	161.403	175.926	181.369
Custo de operação	(R\$ mil)	179.501	190.451	202.068	214.394
Custo base	(R\$ mil)	136.622	144.956	153.799	163.180
% Crescimento Anual	%	6,1%	6,1%	6,1%	6,1%
Incremento de Custo	(R\$ mil)	42.879	45.494	48.269	51.214
Investimento Próprio	(R\$ mil)				
Investimento de Terceiros (Financ.)	(R\$ mil)	-	-	-	-
Pagamento (PGTO)	(R\$ mil)	-	-	-	-
Fluxo de Caixa	(R\$ mil)	42.349	31.399	19.782	7.456
Saldo de Caixa	(R\$ mil)	1.231.394	1.262.793	1.282.575	1.290.031
PV (Célula Auxiliar)	(R\$ mil)	5.302	3.640	2.123	741
PV (Acum.)	(R\$ mil)	230.197	233.837	235.960	236.701

NPV	236.700,8
Taxa %	8,00%
TIR %	19,15%
Tempo de retorno	8,0

Cenário 1:

Dessa forma, o fluxo de caixa decorrente do cenário referencial construído acima, com base em dados fornecidos no estudo da ANTAQ e em algumas considerações, proporciona um NPV (Valor Presente Líquido) de R\$ 115.921,8 mil, quando sujeito a uma taxa de desconto de 8%, e uma taxa interna de retorno (TIR) de 18,81%.

Cenário 2:

O cenário no qual o investidor dedica maior aporte de investimentos com a contrapartida de um aumento na capacidade do porto, por sua vez, fornece um NPV de R\$ 236.701 mil, quando sujeito a uma taxa de desconto de 8%, e uma taxa interna de retorno de 19,15%, maior que o cenário referencial.

Análise

O fato do valor da taxa interna de retorno estar acima do valor da taxa de desconto por si só já é um aspecto positivo, pois indica que o investimento neste empreendimento é mais rentável do que um investimento de referência, aquele que remunera apenas o custo de oportunidade do capital.

Outro aspecto positivo é que em ambos os cenários o tempo de retorno do investimento, em termos de valor presente, é de 8 anos, portanto inferior ao período de concessão do porto. Esse tipo de indicador é fundamental em negócios que envolvem prazos de concessão.

No entanto, o Cenário 2 parece mais atraente, tendo a TIR como um indicador, pois, apesar de requerer maior aporte de investimentos, permite que seja absorvida uma maior parcela da demanda, o que permite gerar mais receita, aumentando o lucro.

6 PROJETO DO SISTEMA DE DRENAGEM

6.1 Considerações iniciais

É desconhecida a situação atual do sistema de drenagem do terminal portuário do Saboó. As redes de drenagem da cidade de Santos, no geral, são extremamente antigas, a maioria tendo sido executadas nas décadas de 1910 e 1920, projetadas, à época, pelo Eng. Saturnino de Brito, com algumas inclusive anteriores a estas datas. Somado ao fato de que o terminal não possui um histórico de enchentes, não haveria motivos de refazer o sistema.

É possível, inclusive, que o sistema atual esteja superdimensionado, de maneira que a intervenção seria pior que a não intervenção, e muito provavelmente não haveria retorno econômico-financeiro ao arrendatário, no sentido de redução de *downtime*. Entretanto, a título de exercício e no contexto geral de uma reforma de um terminal portuário, procedeu-se com um projeto detalhado de um novo sistema de drenagem, partindo-se do pressuposto que a rede existente é insuficiente e que será demolida, dando espaço à nova rede projetada.

Foram consideradas as contribuições do STS 43 mas não houve elaboração do projeto sobre esta área, uma vez que se encontra fora do escopo do arrendamento.

6.2 Referências, normas e critérios de dimensionamento

Foram utilizadas duas normas para elaboração deste projeto, ambas elaboradas pela Petrobras. N-38: Critérios para projetos de drenagem, segregação, escoamento e tratamento preliminar de efluentes líquidos de instalações terrestres, e N-1601: Construção de sistemas de drenagem e de despejos líquidos em unidades industriais. Estas normas utilizam como base conceitos de normas da ABNT de redes de água fria e de esgoto, entre outras, com a adição de informações pertinentes à drenagem industrial e terrestre de forma mais restritiva, para sua utilização nas obras da Petrobras, muitas vezes similares ao loteamento.

6.3 Concepção e descrição do sistema

Os lotes arrendados possuem área de, aproximadamente, 236.000 m², e são compostos, em sua maior parte, por áreas descobertas, e também por edificações. Além dessa área, foram considerados também no dimensionamento do sistema contribuições provenientes do STS 43 e das áreas comuns, adicionando cerca de 72.000 m², totalizando área total de drenagem de 308.000 m². Esta área a ser drenada foi subdividida em 6 bacias de cerca de 50.000 m² cada.

A drenagem da área foi concebida com canaletas de concreto armado. Por se tratar de uma área praticamente plana, foi necessário que as canaletas fossem construídas com profundidade variável. Nos pontos baixos destas canaletas estão previstas bocas coletoras, de onde a água seguirá, por redes de tubos de concreto armado, enterrados, até o estuário.

6.4 Estudos hidrológicos

Para determinação da chuva de projeto, primeiramente, calculou-se a intensidade pluviométrica por equações do tipo intensidade-duração-frequência (IDF). Foram utilizados métodos distintos para obtenção de diferentes valores de precipitação. Comparou-se, então, estes valores com as séries de chuvas históricas, disponibilizadas pela Agência Nacional de Águas (ANA), para chegar assim ao valor de projeto de intensidade pluviométrica.

A equação mais amplamente utilizada, presente na maior parte das referências técnicas do assunto, é a Equação Geral de intensidade-duração-frequência, apresentada a seguir:

$$\text{Equação 6.1} \quad I = \frac{K T_R^a}{(t + b)^c}$$

Onde:

- K , a , b e c são parâmetros pluviométricos ajustados empiricamente;
- T_R é o período de retorno;
- t é o tempo de precipitação.

Embora esta seja considerada a equação geral, não há, para a cidade de Santos, um estudo que determine as constantes empíricas desta equação, sendo necessário, portanto, utilizar outras equações.

Para a cidade de Santos, podem ser utilizadas 2 equações diferentes, determinadas por autores distintos. Em “Chuvas intensas no Brasil” (1957), o Eng. Otto Pfafstetter apresentou dois conjuntos de parâmetros para a cidade de Santos, baseados no posto “Santos” e no posto “Itapema”. As precipitações máximas, em função de sua duração e tempo de recorrência, são definidas, em sua obra, pela seguinte fórmula empírica:

$$\text{Equação 6.2} \quad h_{t,T} = T^{\alpha + \frac{\beta}{T^\gamma}} [a \cdot t + b \cdot \log(1 + c \cdot t)]$$

Onde:

- $h_{t,T}$: altura da precipitação, correspondente à duração t e período de retorno, em mm;
- T : tempo de recorrência, em anos;
- t : duração da precipitação, em horas;
- α : coeficiente que depende da duração da precipitação;
- β : coeficiente que varia com o posto e duração da precipitação
- γ : coeficiente que assume o valor de 0,25 para todo o Brasil;
- a, b, c : coeficientes constantes para cada posto pluviográfico

Os valores α , em função da duração da precipitação, são indicados na tabela a seguir:

Tabela 6.1: Valores de α para equação de Eng. Otto Pfafstetter

Duração	5 min	15 min	30 min	1h	2h	4h	8h	14h	24h	48h	3 dias	4 dias	6 dias
α	0,108	0,122	0,138	0,156	0,166	0,174	0,176	0,174	0,170	0,166	0,160	0,156	0,152

Fonte: Autoria própria.

Os valores de β , também em função da duração da precipitação, são indicados na tabela a seguir:

Tabela 6.2: Valores de β para equação de Eng. Otto Pfafstetter

Posto	5 min	15 min	30 min	1h
Santos	0,12	0,12	0,16	0,2
Itapema	0,12	0,2	0,2	0,12

Fonte: Autoria própria.

Os valores de a , b , e c são indicados na tabela seguinte:

Tabela 6.3: Valores de a , b e c para equação de Eng. Otto Pfafstetter

Posto	a	b	c
Santos	0,7	44	10
Itapema	0,2	50	20

Fonte: Autoria própria.

Mero e Magni (1982) também apresentaram suas equações para a cidade de Santos. Suas equações também são conhecidas, em diversas bibliografias, por “equações do tipo ln-ln”, pois têm a seguinte forma:

$$\text{Equação 6.3} \quad i_{t,T} = A_j \cdot (t + B_j)^{C_j} + (t + D_j)^{E_k} \cdot \left\{ F_k + G_k \cdot \ln \ln \left(\frac{T}{T-1} \right) \right\} + M_j (t + P_j)^{Q_j} \cdot \ln(T - 0,5)$$

Sendo:

- $j=k=1$, para $10 \text{ min} \leq t \leq 60 \text{ min}$;
- $j=k=2$, para $60 \text{ min} \leq t \leq 180 \text{ min}$;
- $j=2$ e $k=3$, para $180 \text{ min} \leq t \leq 1440 \text{ min}$.

Onde:

- i : intensidade da chuva, correspondente à duração t e período de retorno T , em mm/min;
- t : duração da chuva, em minutos;
- T : Período de retorno, em anos;
- $A, B, C, D, E, F, G, M, P, Q$: parâmetros que variam com o posto e duração de chuva, com os valores mostrados na tabela abaixo:

Tabela 6.4: Parâmetros para Santos da equação "ln-ln"

Cidade de Santos					
A1	18,85	A2	10,44	E3	-0,662
B1	---	B2	---	F3	-1,836
C1	-0,76	C2	-0,662	G3	-3,36
D1	20	D2	---		
E1	-0,76	E2	-0,662		
F1	-3,315	F2	-1,836		
G1	-6,08	G2	-3,36		
M1	---	M2	---		
P1	---	P2	---		
Q1	---	Q2	---		

Fonte: Autoria própria.

Com os parâmetros apresentados para as que as ações acima, foram calculadas as precipitações para períodos de retorno de 2, 5, 10, 25 e 50 anos, com duração de chuva de 5 a 60 minutos, dependendo do intervalo de validade das equações. Nas equações do Eng. Otto Pfafstetter, foi necessário interpolar os valores de α e de β para as chuvas com duração de 10 e 20 minutos; na equação de Mero e Magni, para $t = 60$ minutos, utilizou-se $j=k=1$, pois há uma ambiguidade nas constantes para esta duração de chuva. As tabelas com os resultados se encontram logo abaixo:

Tabela 6.5: Intensidade pluviométrica pela equação do tipo "ln-ln".

i (mm/h)	T (anos)				
t (min)	2	5	10	25	50
10	191,63	222,81	243,45	269,53	288,88
15	140,05	167,78	186,14	209,34	226,55
20	112,11	137,16	153,75	174,71	190,26
30	81,95	103,09	117,09	134,78	147,91
60	48,03	62,82	72,61	84,99	94,17

Fonte: Autoria própria

Tabela 6.6: Intensidade pluviométrica pela equação do Eng. Otto Pfafstetter. Dados do posto Santos.

i (mm/h)	T (anos)				
t (min)	2	5	10	25	50
5	161,46	189,13	209,24	235,05	254,29
10	131,42	154,94	172,25	194,74	211,70
15	112,57	133,57	149,21	169,78	185,47
20	100,64	121,48	137,06	157,56	173,18
30	83,56	102,61	116,93	135,80	150,19

Fonte: Autoria própria.

Tabela 6.7: Intensidade pluviométrica pela equação do Eng. Otto Pfafstetter. Dados do posto Itapema

i (mm/h)	T (anos)				
t (min)	2	5	10	25	50
5	295,64	346,30	383,13	430,40	465,62
10	227,36	273,38	306,60	348,65	379,49
15	190,55	235,19	267,37	307,78	337,06
20	163,40	203,16	232,25	269,32	296,58
30	129,01	161,58	185,74	216,97	240,26
60	79,24	96,99	110,93	130,22	145,64

Fonte: Autoria própria.

Após estes cálculos, procedeu-se para a determinação da duração da chuva e do período de retorno. De acordo com o “Manual de drenagem e manejo de águas pluviais” (FCTH, 2012), os períodos de retorno recomendados para obras de microdrenagem urbana variam de 2 a 10 anos. Este valor pode ser encontrado em diversas bibliografias, como no manual de projetos de drenagem “Drenagem urbana: Manual de projeto” (CETESB, 1986) e no “Manual de Hidráulica” (Azevedo Netto, 1998). No entanto, a norma técnica N-38 (Petrobras, 2000), determina que um mínimo de 25 anos deve ser utilizado para este tempo de recorrência; este valor condiz com os encontrados em outros estudos, como na norma NBR 10844, “Instalações prediais de águas pluviais” (ABNT, 1989), que estipula o período de retorno de 25 anos para áreas onde empoçamento ou extravasamento não possa ser tolerado. Visando atender a estas últimas, para obter um dimensionamento mais

conservador, e tendo em vista a importância do empreendimento, foi adotado período de retorno de 25 anos.

A duração da chuva deve ser, no mínimo, igual ao tempo de concentração da bacia, de forma a garantir que o hidrograma atinja seu pico. Nesta primeira parte do projeto, será estimado um tempo de concentração e, portanto, a duração da chuva, que será posteriormente verificado.

Adotou-se que 10 minutos é o tempo necessário para que a água que se precipitou sobre o telhado de uma edificação percorra os telhados e tubulações internas até chegar ao nível do solo. Adicionar-se-á a estes 10 minutos a estimativa de tempo de escoamento sobre o pavimento e sobre as tubulações de drenagem até chegar ao estuário. Estes tempos foram estimados a partir de valores típicos de velocidades encontrados em referências bibliográficas:

Tabela 6.8: Velocidades médias de escoamento superficial sobre diversos tipos de coberturas.
Velocidades em m/s. Fonte: Chow et al. (1988)

Escoamento	Cobertura	Declividade (%)			
		0-3	4-7	8-11	>12
Sobre a superfície do terreno	Florestas	0-0,5	0,5-0,8	0,8-1,0	>1,0
	Pastos	0-0,8	0,8-1,1	1,1-1,3	>1,3
	Áreas cultivadas	0-0,9	0,9-1,4	1,4-1,7	>1,7
	Pavimentos	0-2,6	2,6-4,0	4,0-5,2	>5,2
Em canais	Mal definidos	0-0,6	0,6-1,2	1,2-2,1	>2,1
	Bem definidos	Equação de Manning			

Fonte: Autoria própria.

Tomou-se como base para o cálculo do tempo de concentração a bacia com maior comprimento de talvegue. O coletor principal da bacia B possui cerca de 450 m. A distância entre o ponto mais distante da bacia até o primeiro ponto de engolimento é de cerca de 50 m. Considerando que o pavimento terá declividade de 0,5%, interpolando os valores da tabela acima chega-se à velocidade de 0,43 m/s na superfície. Nos 450 m de coletores, estimou-se a velocidade em 1 m/s. Portanto, tem-se um total de 9,42 minutos. Somando aos 10 minutos estimados de percurso da água nas edificações, têm-se um total de 19,4 minutos, que serão arredondados para uma chuva de 20 minutos.

Para um período de retorno de 25 anos e tempo de precipitação de 20 minutos, os valores de intensidade pluviométrica para cada equação é de:

- 174,71 mm/h, pelo método de Mero e Magni;
- 157,56 mm/h, pelo método de Pfafstetter, posto Santos;
- 269,32 mm/h, pelo método de Pfafstetter, posto Itapema.

Após consulta ao sistema Hidroweb⁶, da Agência Nacional de Águas, foram compiladas as 30 maiores chuvas, medidas em um único dia, em cada um dos três postos presentes no sistema: os postos Jurubatuba (dados de 1971 a 1987), Caeté (dados de 1937 a 2004) e Quilombo (dados de 1978 a 1988). Os dados se encontram na tabela abaixo:

Tabela 6.9: 30 maiores chuvas medidas nos 3 postos de Santos. Fonte: ANA.

Chuvas diárias (em mm)		
Posto Caeté	Posto Quilombo	Posto Jurubatuba
282,7	194,9	418,6
256,6	149,8	274,5
255,4	139,3	272,3
254,1	137,5	212,4
252,5	133,2	197,9
252,4	129,5	195,8
248,5	123,3	181,6
248,5	118,5	175,3
236,5	108,3	165,1
236,2	107,7	162,6
227,1	105,2	158,9
225,7	104,8	158,5
224,3	99,3	151,7
221,7	96,7	150,8
220,7	94,5	149,7

⁶ Disponível em: <http://www.sigrh.sp.gov.br/cgi-bin/bdhtm.exe/plu>.

Chuvas diárias (em mm)		
Posto Caeté	Posto Quilombo	Posto Jurubatuba
215,4	94,2	145,4
215,4	93,5	143,0
215,1	92,2	142,3
208,5	90,4	134,6
200,8	90,2	132,2
200,3	89,4	130,6
192,5	88,7	130,2
192,3	87,5	126,5
189,5	87,3	125,9
189,1	85,4	125,6
187,5	84,9	125,2
187,0	84,7	122,7
182,9	84,5	122,6
182,5	82,7	121,7
180,5	82,6	118,0

Fonte: Autoria própria.

Comparando as chuvas retirada das equações de Mero e Magno e de Pfafstetter, verifica-se que não há fundamento em utilizar como chuva de projeto para um período de 25 anos a intensidade pluviométrica de 269,32 mm/h, da equação de Pfafstetter (Itapema), uma vez que as séries históricas de chuvas indicam que este valor possui, na realidade, um período de retorno muito maior.

Desta maneira, entre as opções remanescentes, optou-se por utilizar como chuva de projeto a intensidade pluviométrica retirada de Mero e Magni, de 174,71 mm/h.

6.5 Método racional

Para o cálculo das vazões de contribuição das bacias, foi utilizado o Método Racional. Este método é o mais difundido para determinação de vazões de pico em pequenas bacias, e é válido para bacias de até 3 km² ou que possuam tempo de

concentração menor do que 1 hora (FCTH, 2012). As hipóteses do método racional que devem ser verificadas para sua correta utilização são as seguintes, segundo Ponce (1989):

- A chuva pode ser considerada uniformemente distribuída no tempo;
- A chuva pode ser considerada uniformemente distribuída no espaço;
- A duração da chuva excede o tempo de concentração da bacia;
- O escoamento superficial é devido principalmente ao escoamento sobre superfícies;
- O processo de amortecimento nos canais é desprezível.

Para a aplicação prática neste caso, as hipóteses do método racionais são razoáveis, sendo possível, portanto, utilizá-lo. A equação abaixo define o método racional:

$$\text{Equação 6.4} \quad Q_p = CIA$$

Onde:

- Q_p : Vazão de pico;
- C : Coeficiente de *runoff* (ou de escoamento superficial), coeficiente menor ou igual a 1 que exprime a relação entre parcela da chuva total que se transforma em chuva excedente;
- I : Intensidade da chuva;
- A : Área da bacia.

Os valores típicos de coeficiente de *runoff* são mostrados na tabela abaixo:

Tabela 6.10: Valores típicos para o coeficiente de *runoff*. Fonte: FCTH, 2012

Ocupação do solo	C
EDIFICAÇÃO MUITO DENSE: Partes centrais, densamente construídas de uma cidade com rua e calçadas pavimentadas	0,70 a 0,95
EDIFICAÇÃO NÃO MUITO DENSE: Partes adjacentes ao centro, de menor densidade de habitações, mas com ruas e calçadas pavimentadas	0,60 a 0,70
EDIFICAÇÃO COM POUCAS SUPERFÍCIES LIVRES: Partes residenciais com construções cerradas, ou pavimentadas, mas com muitas áreas verdes	0,50 a 0,60
EDIFICAÇÃO COM MUITAS SUPERFÍCIES LIVRES: Partes residenciais com ruas macadamizadas ou pavimentadas, mas com muitas áreas verdes	0,25 a 0,50
SUBÚRBIOS COM ALGUMA EDIFICAÇÃO: Partes de arrabaldes e subúrbios com pequena densidade de construções	0,10 a 0,25
MATAS, PARQUES E CAMPOS DE ESPORTES: Partes rurais, áreas verdes, superfícies arborizadas, parques ajardinados e campos de esporte sem pavimentação	0,05 a 0,20

Fonte: Autoria própria.

Neste projeto, especificamente, será utilizado coeficiente de *runoff* igual a 1,0. Por causa do alto nível de impermeabilização da área e à falta de áreas verdes, não há motivos para utilizar um valor menor. Além disso, isto adiciona segurança ao dimensionamento do projeto.

A intensidade da chuva de projeto, como foi mostrado no item 6.4, será de 174,71 mm/h. A área do projeto foi dividida em 6 bacias de modo a reduzir as áreas de contribuição e, conseqüentemente, a vazão afluente e os coletores.

A maior área de contribuição é de 58.000 m² aproximadamente, totalizando uma vazão de cerca de 2,8 m³/s a ser lançada no estuário (Ver planta em anexo).

Abaixo, se encontram tabelas que determinam a vazão projetada para cada micro-bacia.

Tabela 6.11: Vazão de projeto para setor de drenagem A

Método Racional					
Bacia de contribuição	C (<i>runoff</i>)	Área de contribuição (m ²)	i (mm/h)	Vazão de contribuição (L/s)	Vazão de contribuição (m ³ /h)
A.1	1	4349	174,71	211	760
A.2	1	2679	174,71	130	468
A.3	1	2619	174,71	127	458
A.4	1	2569	174,71	125	449
A.5	1	3785	174,71	184	661
A.6	1	2989	174,71	145	522
A.7	1	5431	174,71	264	949
A.8	1	4492	174,71	218	785
A.9	1	3299	174,71	160	576
A.10	1	5580	174,71	271	975
A.11	1	3010	174,71	146	526
A.12	1	4182	174,71	203	731
A.13	1	3676	174,71	178	642
A.14	1	3153	174,71	153	551
A.15	1	2103	174,71	102	367
A.16	1	1367	174,71	66	239
Total		55.283	174,71	2683	9658

Fonte: Autoria própria.

Tabela 6.12: Vazão de projeto para setor de drenagem B

Método Racional					
Bacia de contribuição	C (<i>runoff</i>)	Área de contribuição (m ²)	i (mm/h)	Vazão de contribuição (L/s)	Vazão de contribuição (m ³ /h)
B.1	1	5438	174,71	264	950
B.2	1	5369	174,71	261	938
B.3	1	5402	174,71	262	944
B.4	1	4535	174,71	220	792
B.5	1	5274	174,71	256	921
B.6	1	4985	174,71	242	871
B.7	1	3332	174,71	162	582
B.8	1	4454	174,71	216	778
B.9	1	1360	174,71	66	238
B.10	1	1180	174,71	57	206
B.11	1	4192	174,71	203	732
B.12	1	4645	174,71	225	812
B.13	1	3009	174,71	146	526
B.M	1	2158	174,71	105	377
Total		55333	174,71	2685	9667

Fonte: Autoria própria.

Tabela 6.13: Vazão de projeto para setor de drenagem C

Método Racional					
Bacia de contribuição	C (<i>runoff</i>)	Área de contribuição (m ²)	i (mm/h)	Vazão de contribuição (L/s)	Vazão de contribuição (m ³ /h)
C.1	1	2882	174,71	140	504
C.2	1	4735	174,71	230	827
C.3	1	1834	174,71	89	320
C.4	1	4118	174,71	200	719
C.5	1	2079	174,71	101	363
C.6	1	3879	174,71	188	678
C.7	1	3634	174,71	176	635
C.8	1	2181	174,71	106	381
C.9	1	2024	174,71	98	354
C.M	1	15125	174,71	734	2642
Total		42491	174,71	2062	7424

Fonte: Autoria própria.

Tabela 6.14: Vazão de projeto para setor de drenagem D

Método Racional					
Bacia de contribuição	C (<i>runoff</i>)	Área de contribuição (m ²)	i (mm/h)	Vazão de contribuição (L/s)	Vazão de contribuição (m ³ /h)
D.1	1	4505	174,71	219	787
D.2	1	5468	174,71	265	955
D.3	1	4326	174,71	210	756
D.4	1	4118	174,71	200	719
D.5	1	2138	174,71	104	374
D.M	1	31937	174,71	1550	5580
Total		52492	174,71	2547	9171

Fonte: Autoria própria.

Tabela 6.15: Vazão de projeto para setor de drenagem E

Método Racional					
Bacia de contribuição	C (<i>runoff</i>)	Área de contribuição (m²)	i (mm/h)	Vazão de contribuição (L/s)	Vazão de contribuição (m³/h)
E.1	1	4338	174,71	211	758
E.2	1	5515	174,71	268	964
E.3	1	3512	174,71	170	614
E.4	1	4410	174,71	214	770
E.5	1	3406	174,71	165	595
E.6	1	5580	174,71	271	975
E.7	1	3161	174,71	153	552
E.8	1	2705	174,71	131	473
E.9	1	2725	174,71	132	476
E.M	1	13617	174,71	661	2379
Total		48969	174,71	2376	8555

Fonte: Autoria própria.

Tabela 6.16: Vazão de projeto para setor de drenagem F

Método Racional					
Bacia de contribuição	C (<i>runoff</i>)	Área de contribuição (m²)	i (mm/h)	Vazão de contribuição (L/s)	Vazão de contribuição (m³/h)
F.1	1	5575	174,71	271	974
F.2	1	5580	174,71	271	975
F.3	1	5006	174,71	243	875
F.4	1	5580	174,71	271	975
F.5	1	5213	174,71	253	911
F.6	1	5513	174,71	268	963
F.7	1	3392	174,71	165	593
F.8	1	3324	174,71	161	581
F.M	1	12619	174,71	612	2205
Total		51802	174,71	2514	9050

Fonte: Autoria própria.

6.6 Canaletas de drenagem

Para realizar a drenagem superficial do pavimento, foram adotadas canaletas de drenagem. Devido ao fato da área ser praticamente plana, na cota média de 4,00 m (DHN), estas canaletas não poderão ter profundidade constante e declividade que acompanhe a declividade do pavimento, como geralmente realizado em drenagem urbana, mas deverão ter declividade constante através de uma profundidade variável.

Foi considerada a possibilidade utilizar sarjetas e sarjetões, que, para obterem declividade, deveriam ter seção transversal variável. Esta hipótese foi, entretanto, descartada, devido à difícil execução destas peças. Considerou-se também utilizar canaletas retangulares de 50 cm de largura com grelhas de ferro fundido. Esta alternativa, contudo, resulta em alto custos de manutenção; as grelhas quebram com frequência devido à passagem de veículos, necessitando constante manutenções; com a grelha quebrada, então, os 50 cm de canaleta desprotegida representam um risco aos veículos.

Finalmente, optou-se por canaletas de pequena largura, de maneira a não oferecer riscos aos veículos, e com maiores profundidades. As canaletas de profundidade variável são muito mais fáceis de executar, existindo, inclusive, fornecedores de canaletas pré-moldadas.

A capacidade das canaletas foi calculada através da equação de Manning:

$$\text{Equação 6.5} \quad Q = \frac{A}{n} (R_h)^{\frac{2}{3}} i^{\frac{1}{2}}$$

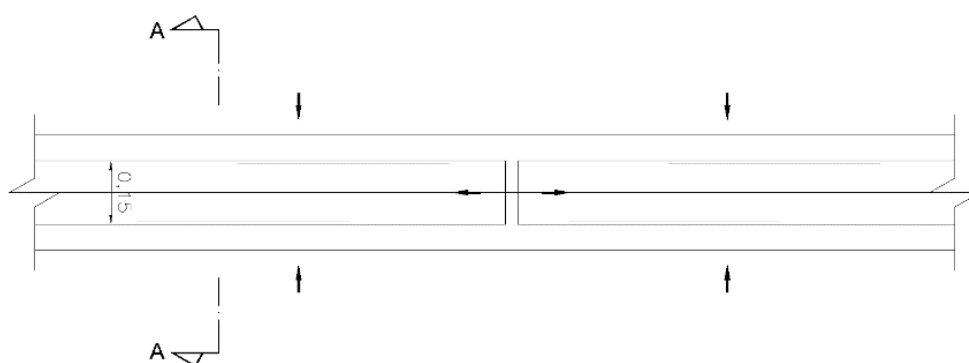
Onde:

- Q: Vazão suportada;
- A: Área da seção molhada;
- n: Coeficiente de rugosidade de Manning;
- R_h : Raio hidráulico, que é o quociente entre a área da seção molhada e o perímetro da seção molhada;
- i: Declividade longitudinal da canaleta.

Para o efetuar o dimensionamento, foi adotada uma canaleta de seção retangular, com largura de 15 cm e profundidade variável, com mínimo de 40 cm e máximo de 70 cm. A largura foi adotada com base no modelo de pneu mais amplamente utilizado para caminhões pesados, 295 mm de largura e 22,5 polegadas. Desta forma, lateralmente à roda, a canaleta representa metade de sua largura.

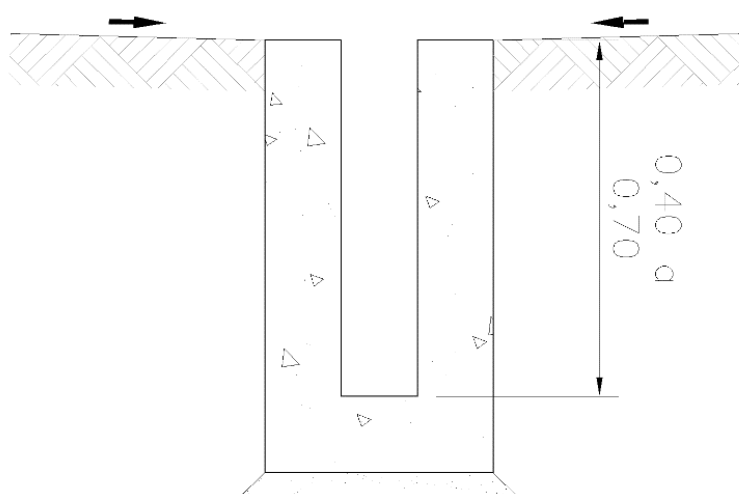
A declividade será constante, de 0,005 m/m, o que resulta numa canaleta de, no máximo, 60 m de comprimento. Eventualmente, a canaleta necessitará ser cortada, aumentando sua profundidade mínima de acordo com o *layout* dos terminais. Abaixo, uma imagem representando as canaletas:

Figura 6.1: Vista superior da canaleta de drenagem.



Fonte: Autoria própria.

Figura 6.2: Vista frontal da canaleta de drenagem.



Fonte: Autoria própria.

Considerando estas dimensões da canaleta e uma lâmina máxima de projeto de 80% da altura da canaleta, isto é, 56 cm, pode-se calcular a vazão máxima de projeto nas canaletas e, conseqüentemente, a máxima área de captação. Pela equação de Manning, com uma seção de 15x56 cm, declividade de 0,5% e coeficiente de rugosidade de 0,015 (CETESB, 1986), a vazão máxima suportada é de 269 L/s.

A partir do método racional, para um coeficiente de *runoff* igual a 100% e para a chuva de projeto, pode-se calcular a máxima área de captação. Dividindo a vazão de projeto pela intensidade pluviométrica, chega-se ao valor máximo de aproximadamente 5580 m².

Faz-se necessário verificar, também, capacidade das bocas de engolimento, situadas nos pontos baixos das canaletas, e que realizarão a ligação entre as canaletas e tubos coletores, enterrados. Este cálculo será realizado a partir da equação do vertedor (PORTO, 2006):

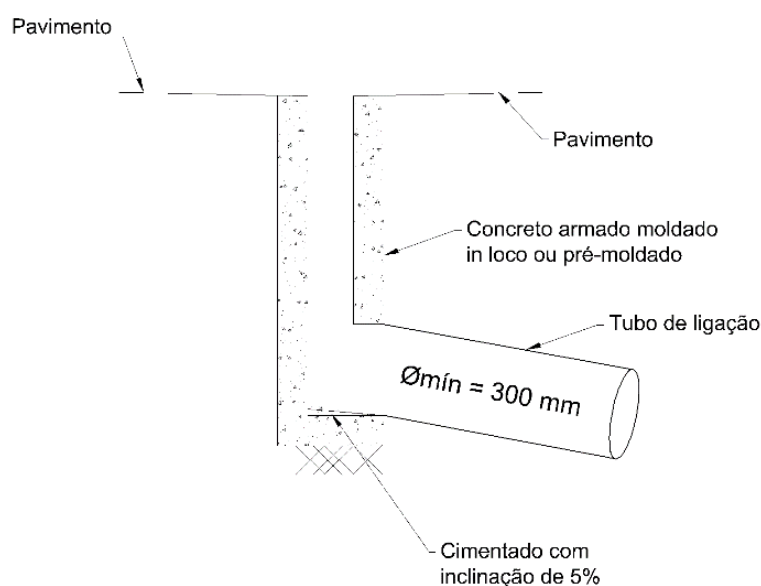
$$\text{Equação 6.6} \quad Q = \frac{2}{3} C_d B \sqrt{2g} H^{3/2}$$

Onde:

- Q: Vazão suportada;
- C_d : Coeficiente de descarga do vertedouro. Foi adotado $C_d=0,56$;
- B: Largura do canal;
- g: Aceleração da gravidade;
- H: Altura da lâmina d'água.

Utilizando as dimensões da canaleta, chega-se a uma vazão suportada de 546 L/s, suficiente para a vazão máxima suportada pelas canaletas. Abaixo, uma imagem que ilustra as bocas de engolimento adotadas:

Figura 6.3: Corte da boca de engolimento.



Fonte: Autoria própria.

6.7 Tubos de ligação e tubos coletores

Os tubos de ligação serão os responsáveis pelo transporte de água das bocas de engolimento das canaletas aos poços de visitas. Os tubos coletores irão captar esta água dos poços de visita e levá-las até seu ponto de disposição final, no estuário.

O dimensionamento de ambos será realizado pela equação de Manning (Equação 6.5), indicada no item 6.6. Foram adotadas as seguintes condições de contorno, de acordo com a N-38 (Petrobrás, 2000):

- Lâmina d'água máxima $y/D=67\%$;
- Coeficiente de rugosidade de Manning $n=0,013$;
- Velocidade mínima $V_{\min}=0,60$ m/s;
- Velocidade máxima $V_{\max}=5,00$ m/s;
- Declividade mínima $i_{\min}=0,0006$ m/m;
- Recobrimento mínimo dos tubos de ligação de 0,45m;
- Recobrimento mínimo dos tubos coletores de 0,60m.

Embora diversos autores recomendem declividades mínimas da ordem de 0,5% para galerias, devido à alta regularidade do terreno e sua baixa cota, optou-se por utilizar o mínimo estipulado pela N-38. Utilizar declividades maiores poderiam implicar nos coletores chegando completamente afogados no estuário.

Ambos os tubos, de ligação e coletor, serão de concreto armado, com um diâmetro mínimo de 300 mm para os tubos de ligação e de 400 mm para o tubo coletor. Os poços de visita, dispositivos visitáveis para manutenção do sistema, mudança de direção ou declividade e junção de tubos serão utilizados sempre que um evento destes citado ocorrer ou a cada 70 m. Podem receber até 3 tubos de ligação (CETESB, 1986). Abaixo, detalhes dos poços de visita, em anéis de concreto pré-moldado:

A seguir, se encontram as planilhas de dimensionamento dos tubos de ligação e tubos coletores. Os tubos foram dimensionados para que suportassem, dentro das condições estipuladas neste item, a vazão afluyente, resultante da chuva de projeto.

Tabela 6.17: Dimensionamento dos coletores do setor A.

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS										
Trecho	Elemento		Comprimento (m)	Declividade (m/m)	Diâmetro (mm)	Cota terreno (m)		CGI (m)		Prof. PV (m)
	montante	jusante				montante	jusante	montante	jusante	
CO1	PV A.1	PV A.2	62,1	0,0006	1100	4	4	1,90	1,86	2,10
CO2	PV A.2	PV A.3	62,0	0,0006	1100	4	4	1,86	1,83	2,14
CO3	PV A.3	PV A.4	59,3	0,0006	1300	4	4	1,63	1,59	2,37
CO4	PV A.4	PV A.5	59,4	0,0006	1300	4	4	1,59	1,55	2,41
CO5	PV A.5	PV A.6	68,9	0,0006	1750	4	4	1,10	1,06	2,90
CO6	PV A.6	PV A.7	47,3	0,0006	1750	4	4	1,06	1,03	2,94
CO7	PV A.7	PV A.8	48,1	0,0006	2000	4	4	0,78	0,76	3,22
CO8	PV A.8	PV A.9	40,4	0,0006	2000	4	4	0,76	0,73	3,24
CO9	PV A.9	PV A.10	28,0	0,0006	2000	4	4	0,73	0,71	3,27
CO10	PV A.10	PV A.11	61,0	0,0006	2000	4	4	0,71	0,68	3,29
CO11	PV A.11	PV A.12	49,8	0,0006	2000	4	4	0,68	0,65	3,32
CO12	PV A.12	SAÍDA	12,1	0,0006	2000	4	4	0,65	0,64	3,35

Fonte: Autoria própria.

Tabela 6.18: Verificação do dimensionamento dos coletores do setor A

CARACTERÍSTICAS HIDRÁULICAS					
Trecho	n Manning	Vazão (L/s)		Velocidade	Lâmina d'água
		afluente	capacidade	(m/s)	(%)
CO1	0,013	468	598	0,84	57%
CO2	0,013	468	598	0,84	57%
CO3	0,013	922	933	0,98	66%
CO4	0,013	922	933	0,98	66%
CO5	0,013	1563	2062	1,13	56%
CO6	0,013	1980	2062	1,19	65%
CO7	0,013	2159	2943	1,23	55%
CO8	0,013	2312	2943	1,25	57%
CO9	0,013	2515	2943	1,27	60%
CO10	0,013	2515	2943	1,27	60%
CO11	0,013	2683	2943	1,29	63%
CO12	0,013	2683	2943	1,29	63%

Fonte: Autoria própria.

Tabela 6.19: Dimensionamento dos coletores do setor B

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS										
Trecho	Elemento		Comprimento	Declividade	Diâmetro	Cota terreno (m)		CGI (m)		Prof. PV (m)
	montante	jusante	(m)	(m/m)	(mm)	montante	jusante	montante	jusante	montante
CO1	PV B.1	PV B.2	51,0	0,0006	1000	4	4	2,00	1,97	2,00
CO2	PV B.2	PV B.3	51,0	0,0006	1000	4	4	1,97	1,94	2,03
CO3	PV B.3	PV B.4	63,9	0,0006	1500	4	4	1,44	1,40	2,56
CO4	PV B.4	PV B.5	63,8	0,0006	1750	4	4	1,15	1,11	2,85
CO5	PV B.5	PV B.6	53,2	0,0006	1750	4	4	1,11	1,08	2,89
CO6	PV B.6	PV B.7	58,0	0,0006	1750	4	4	1,08	1,05	2,92
CO7	PV B.7	PV B.9	17,4	0,0006	2000	4	4	0,80	0,79	3,20
CO8	PV B.8	PV B.7	41,3	0,0006	900	4	4	2,10	2,08	1,90
CO9	PV B.9	PV B.10	42,0	0,0006	2000	4	4	0,79	0,76	3,21
CO10	PV B.10	PV B.11	44,0	0,0006	2000	4	4	0,76	0,73	3,24
CO11	PV B.11	SAÍDA	22,5	0,0006	2000	4	4	0,73	0,72	3,27

Fonte: Autoria própria.

Tabela 6.20: Verificação do dimensionamento dos coletores do setor B

CARACTERÍSTICAS HIDRÁULICAS					
Trecho	n Manning	Vazão (L/s)		Velocidade	Lâmina d'água
		afluente	capacidade	(m/s)	(%)
CO1	0,013	369	464	0,79	57%
CO2	0,013	369	464	0,79	57%
CO3	0,013	1111	1367	1,04	58%
CO4	0,013	1367	2062	1,10	51%
CO5	0,013	1987	2062	1,20	65%
CO6	0,013	1987	2062	1,20	65%
CO7	0,013	2539	2943	1,28	61%
CO8	0,013	327	350	0,76	64%
CO9	0,013	2539	2943	1,28	61%
CO10	0,013	2685	2943	1,29	63%
CO11	0,013	2685	2943	1,29	63%

Fonte: Autoria própria.

Tabela 6.21: Dimensionamento dos coletores do setor C

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS										
Trecho	Elemento		Comprimento	Declividade	Diâmetro	Cota terreno (m)		CGI (m)		Prof. PV (m)
	montante	jusante	(m)	(m/m)	(mm)	montante	jusante	montante	jusante	montante
CO1	PV C.1	PV C.2	54,4	0,0006	1300	4	4	1,70	1,67	2,30
CO2	PV C.2	PV C.3	69,3	0,0006	1500	4	4	1,47	1,43	2,53
CO3	PV C.3	PV C.5	48,8	0,0006	1500	4	4	1,43	1,40	2,57
CO4	PV C.4	PV C.6	45,8	0,0006	600	4	4	2,40	2,37	1,60
CO5	PV C.5	PV C.6	25,6	0,0006	1750	4	4	1,15	1,13	2,85
CO6	PV C.6	PV C.7	54,1	0,0006	1750	4	4	1,13	1,10	2,87
CO7	PV C.7	PV C.8	31,0	0,0006	1750	4	4	1,10	1,08	2,90
CO8	PV C.8	SAÍDA	18,4	0,0006	1750	4	4	1,08	1,07	2,92

Fonte: Autoria própria.

Tabela 6.22: Verificação do dimensionamento dos coletores do setor C

CARACTERÍSTICAS HIDRÁULICAS					
Trecho	n Manning	Vazão (L/s)		Velocidade	Lâmina d'água
		afluente	capacidade	(m/s)	(%)
CO1	0,013	874	934	0,97	64%
CO2	0,013	1193	1367	1,06	61%
CO3	0,013	1193	1367	1,06	61%
CO4	0,013	101	119	0,61	60%
CO5	0,013	1393	2062	1,10	52%
CO6	0,013	1493	2062	1,12	54%
CO7	0,013	1858	2062	1,18	62%
CO8	0,013	2062	2062	1,11	53%

Fonte: Autoria própria.

Tabela 6.23: Dimensionamento dos coletores do setor D

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS										
Trecho	Elemento		Comprimento	Declividade	Diâmetro	Cota terreno (m)		CGI (m)		Prof. PV (m)
	montante	jusante	(m)	(m/m)	(mm)	montante	jusante	montante	jusante	montante
CO1	PV D.1	PV D.2	40,6	0,0006	1750	4	4	1,25	1,23	2,75
CO2	PV D.2	PV D.3	41,6	0,0006	1750	4	4	1,23	1,20	2,77
CO3	PV D.3	PV D.4	41,6	0,0006	2000	4	4	0,95	0,93	3,05
CO4	PV D.4	PV D.5	44,6	0,0006	2000	4	4	0,93	0,90	3,07
CO5	PV D.5	SAÍDA	15,9	0,0006	2000	4	4	0,90	0,89	3,10

Fonte: Autoria própria.

Tabela 6.24: Verificação do dimensionamento dos coletores do setor D

CARACTERÍSTICAS HIDRÁULICAS					
Trecho	n Manning	Vazão (L/s)		Velocidade	Lâmina d'água
		afluente	capacidade	(m/s)	(%)
CO1	0,013	1769	2062	1,17	60%
CO2	0,013	2034	2062	1,20	66%
CO3	0,013	2244	2945	1,24	56%
CO4	0,013	2444	2945	1,27	59%
CO5	0,013	2547	2945	1,28	61%

Fonte: Autoria própria.

Tabela 6.25: Dimensionamento dos coletores do setor E

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS										
Trecho	Elemento		Comprimento	Declividade	Diâmetro	Cota terreno (m)		CGI (m)		Prof. PV (m)
	montante	jusante	(m)	(m/m)	(mm)	montante	jusante	montante	jusante	montante
CO1	PV E.1	PV E.2	61,8	0,0006	800	4	4	2,20	2,16	1,80
CO2	PV E.2	PV E.3	38,4	0,0006	1100	4	4	1,86	1,84	2,14
CO3	PV E.3	PV E.6	67,2	0,0006	1200	4	4	1,74	1,70	2,26
CO4	PV E.4	PV E.5	47,4	0,0006	1500	4	4	1,50	1,47	2,50
CO5	PV E.5	PV E.6	54,3	0,0006	1500	4	4	1,47	1,44	2,53
CO6	PV E.6	PV E.7	28,6	0,0006	2000	4	4	0,90	0,88	3,10
CO7	PV E.7	SAÍDA	14,9	0,0006	2000	4	4	0,88	0,87	3,12

Fonte: Autoria própria.

Tabela 6.26: Verificação do dimensionamento dos coletores do setor E

CARACTERÍSTICAS HIDRÁULICAS					
Trecho	n Manning	Vazão (L/s)		Velocidade	Lâmina d'água
		afluente	capacidade	(m/s)	(%)
CO1	0,013	211	256	0,69	59%
CO2	0,013	481	598	0,84	58%
CO3	0,013	647	754	0,91	60%
CO4	0,013	1099	1367	1,04	58%
CO5	0,013	1313	1367	1,08	65%
CO6	0,013	2113	2945	1,22	54%
CO7	0,013	2376	2945	1,26	58%

Fonte: Autoria própria.

Tabela 6.27: Dimensionamento dos coletores do setor F

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS										
Trecho	Elemento		Comprimento	Declividade	Diâmetro	Cota terreno (m)		CGI (m)		Prof. PV (m)
	montante	jusante	(m)	(m/m)	(mm)	montante	jusante	montante	jusante	montante
CO1	PV F.1	PV F.2	62,0	0,0006	1500	4	4	1,50	1,46	2,50
CO2	PV F.2	PV F.3	40,6	0,0006	1750	4	4	1,21	1,19	2,79
CO3	PV F.3	PV F.4	30,1	0,0006	2000	4	4	0,94	0,92	3,06
CO4	PV F.4	SAÍDA	17,6	0,0006	2000	4	4	0,92	0,91	3,08

Fonte: Autoria própria.

Tabela 6.28: Verificação do dimensionamento dos coletores do setor F

CARACTERÍSTICAS HIDRÁULICAS					
Trecho	n Manning	Vazão (L/s)		Velocidade	Lâmina d'água
		afluente	capacidade	(m/s)	(%)
CO1	0,013	1154	1367	1,05	60%
CO2	0,013	1668	2062	1,15	58%
CO3	0,013	2188	2945	1,23	55%
CO4	0,013	2514	2945	1,27	60%

Fonte: Autoria própria.

6.8 Considerações finais

A existência de um sistema de aproveitamento de água de chuva pode auxiliar na melhora da capacidade mínima necessária dos condutores, uma vez que parte da precipitação será redirecionada para tratamento e consumo. Este fato foi, entretanto, desconsiderado. A extravasão dos reservatórios de captação de águas pluviais para consumo será direcionada ao sistema de drenagem portuária, devendo este ser capaz de recebê-la.

Além disto, a chuva de projeto irá, provavelmente, ocorrer nos períodos chuvosos, quando há maior probabilidade dos reservatórios se encontrarem em seu nível máximo. A não consideração destes fatos poderia resultar num subdimensionamento do sistema; por estes motivos, a favor da segurança, não foram desconsideradas as áreas de captação de água de chuva.

7 PROJETO DO SISTEMA DE APROVEITAMENTO DE ÁGUA DE CHUVA

7.1 Introdução

A implantação de um sistema de aproveitamento de água de chuva (SAAC) na área portuária arrendada torna-se bastante atraente à medida que traz vantagens econômicas e ambientais para o local de implantação. Entre as principais vantagens estão a redução do consumo de água potável e, conseqüentemente, do custo com a obtenção da mesma, dispor de uma fonte de água com qualidade aceitável para vários fins com pouco tratamento, fácil manutenção dos equipamentos do sistema, além da importância da conservação de água. Ainda pode-se destacar a possibilidade de buscar um selo de certificação *Leed*, a exemplo de terminais portuários como o de Hong Kong e o de São Francisco, nos Estados Unidos, e nesses casos, portanto, a implementação de um sistema de aproveitamento de águas pluviais tornar-se-ia indispensável.

Os usos finais mais comuns para a água não potável tratada são a irrigação, automatizada ou por meio de torneiras de jardim, o uso em bacias sanitárias e mictórios, lavagem de pisos e torres de resfriamento.

De acordo com Bertolo (2006) a água da chuva, na sua origem, é uma fonte de água pura. A sua qualidade excede a qualidade da água subterrânea e superficial, pois não está em contato nem com o solo, nem com rochas, evitando a dissolução de sais e de minerais. Tem a vantagem de demandar pouca ou nenhuma quantidade de produtos químicos para sua adequação ao uso final.

O aproveitamento da água de chuva é garantido pelo código de águas (Decreto 24.643/1934- artigo 103) que prevê que as águas pluviais pertencem ao dono do prédio onde caírem diretamente, podendo o mesmo dispor delas à vontade, salvo existindo direito em contrário. A lei de número 9433, Lei Federal sobre Recursos Hídricos, de 1997, não modificou tais regulamentos.

Somando-se às vantagens da implantação do SAAC na zona portuária em questão, há a resolução DP Nº 124.2013, de 29 de novembro de 2013, na qual a diretoria da Codesp estabelece desconto para fornecimento de água de reuso. Um dos pontos da resolução estabelece que pelo fornecimento de água de reuso por metro cúbico, será aplicado o desconto de 60% sobre o preço da água potável,

constante na tabela de preços da SABESP, vigente na data do fornecimento. Deste modo, agrega-se ainda outro impulso do ponto de vista econômico para a implantação de um SAAC.

Como desvantagens, um sistema como esse pode apresentar: o custo de instalação do SAAC e a diminuição do volume de água recolhida em períodos de seca. Para adequação neste empreendimento, esses dois fatores serão considerados e suas desvantagens atenuadas com a utilização de alguns recursos como uso de análise financeira conjuntamente com os métodos de escolha de volume de reservação e o uso de um sistema de alimentação de água potável para alimentar os reservatórios de captação de água de chuva em períodos de estiagem.

Além de estudos consagrados sobre premissas e práticas do SAAC, a concepção do sistema implantado na zona portuária do Saboó terá como condutor a norma brasileira NBR 15527:2007 que reúne critérios e procedimentos para o correto aproveitamento de água da chuva.

O código sanitário do Estado de São Paulo (Decreto 12.342, de 27/09/78), proíbe a interconexão de tubulações ligadas diretamente a sistemas públicos com tubulações que contenham água proveniente de outras fontes de abastecimento. Traz ainda a proibição da introdução direta ou indireta de águas pluviais ou resultantes de drenagem nos ramais prediais de esgoto.

7.2 Qualidade da água para fins não potáveis

A norma ABNT NBR 15527, estabelece que a água da chuva coletada em coberturas e telhados, onde não haja circulação de pessoas, veículos ou animais, pode ser utilizada para usos não potáveis desde que atinja a qualidade adequada para seus fins específicos. Ela não deve ser utilizada para consumo humano e não deve apresentar riscos para o contato primário (aquele em que a água entra em contato direto com a pele, porém não é ingerida).

De acordo com o “Manual de Conservação e Reuso da Água em Edificações da ANA, SINDUSCON e FIESP (2005)”, para a utilização de água não potável, os seguintes requisitos de qualidade devem ser atendidos:

- Irrigação e lavagem de pisos: não deve apresentar mau cheiro, não deve conter componentes que agredam as plantas ou que estimulem o crescimento

de pragas, não deve ser abrasiva, não deve manchar superfícies e não deve propiciar infecções ou a contaminação por vírus ou bactérias prejudiciais à saúde humana;

- Descarga em bacias sanitárias: não deve apresentar mau cheiro, não deve ser abrasiva, não deve manchar superfícies, não deve deteriorar os metais sanitários e não deve propiciar infecções ou a contaminação por vírus ou bactérias prejudiciais à saúde humana;
- Os seguintes parâmetros de qualidade da água de chuva tratada devem ser atingidos para atender aos requisitos citados acima:

Tabela 7.1: Requisitos de qualidade da água de chuva para usos não potáveis

Parâmetros	Unidade	Norma ABNT NBR 15527 - Requisitos
Coliformes totais	UFC/100ml	Ausentes
Coliformes termotolerantes	UFC/100ml	Ausentes
Cloro residual livre	mg Cl/L	0,5 a 3
Cor aparente	UH	15
pH	-log[H ⁺]	6 a 8
Turbidez	UNT	2

Fonte: Autoria própria.

Os coliformes totais e termotolerantes são indicadores de contaminação biológica. Sua unidade de medida é em Unidades Formadoras de Colônia (UFC) por 100 mililitros.

Os contaminantes químicos são desconsiderados pela norma devido à qualidade da água da chuva ser considerada boa, visto que apenas o cloro adicionado como desinfetante deve ser controlado. Sua medida é em miligramas de cloro livre por litro.

A cor, o pH e a turbidez são parâmetros físicos que indicam a adequação do aspecto e odor da água e a eficiência do cloro no processo de desinfecção da água da chuva.

Os valores máximos permitidos para os parâmetros de qualidade da água de chuva são tão ou mais restritivos que as exigências relativas à água potável. Porém, apenas 6 parâmetros devem ser controlados para a água de chuva, enquanto que para a água potável, segundo a Portaria 518 de 2005 do Ministério da Saúde, o

número de parâmetros é maior que 75. Além disso, como a frequência de análises da água de chuva é muito menor, os riscos relacionados a usos não planejados e à conexão com a rede potável devem ser suprimidos.

7.3 Demanda de água não potável

De acordo com dados da literatura, tais como as taxas de ocupação por natureza do edifício de McIntyre (1990) foram consideradas as seguintes condições para estimativa populacional da zona portuária e edifícios administrativos:

- Áreas administrativas: 3 m² por pessoa;
- Depósitos, grandes armazenagens: 30 m² por pessoa.

Somando-se as edificações da zona portuária do Saboó, temos aproximadamente 500 m² de edificações administrativas e cerca de 11000 m² de armazéns e depósitos. A partir dessas medições, pode-se estimar uma ocupação populacional total de 550 pessoas.

Considerando que, das 550 pessoas, 150 sejam ocupantes dos edifícios administrativos e visitantes, os quais consomem cerca de 50 litros/per capita/dia e 400 pessoas sejam trabalhadores dos armazéns, depósitos e pátios, os quais consumirão cerca de 80 litros/per capita/dia, uma vez que utilizam chuveiros, além dos sanitários. Adotando-se tais premissas, tem-se que o consumo diário de água da área é de 39,5m³.

Plinio Tomaz (2003) indica que 50% do consumo total de água seja destinado para fins não potáveis, ou seja, estima-se que a demanda de água não potável diária seja de aproximadamente 19 m³. Considerando ainda uma estimativa de 6 m³ diários para abastecimento de reservas não potáveis de navios atracados, temos uma demanda total de 25 m³ diários.

Figura 7.1: Sanitários existentes no terminal portuário a serem atendidos pela água de chuva tratada.



Fonte: Autoria própria. Foto tirada em 07/11/2014.

7.4 Sistema de tratamento de água de chuva

7.4.1 Descrição do sistema

O projeto do sistema de aproveitamento de água de chuva contempla os seguintes subsistemas:

- Captação de água de chuva;
- Reservatório de captação;
- Tratamento de água de chuva para bacias sanitárias, lavagem de pisos e abastecimento de reservas não potáveis de navios;
- Distribuição;
- Controle elétrico.

Para que a água atinja a qualidade necessária aos seus usos, como determinado anteriormente, ela deve passar por algumas etapas de tratamento a fim de abastecer o uso final em bacias sanitárias e mictórios, lavagem de pisos de áreas comuns e oferecimento de água não potável para as reservas não potáveis dos navios, esta última conforme orientações contidas no *International Health Regulations - Guide to Ship Sanitation*, da World Health Organization.

O tratamento da água terá quatro etapas (captação, sucção, filtração e cloração), definidas a seguir:

- Na captação, antes de ser direcionada ao reservatório de captação, a água deve passar por um filtro vortex (Wisy) onde os sólidos suspensos mais grosseiros são separados. A utilização desse dispositivo é importante para impedir que ocorram entupimentos nos condutores que levam a água ao reservatório de captação e equipamentos;
- Na sucção pela bomba de recalque para condução da água até a linha de tratamento (filtragem e cloração), a água deve passar por um filtro flutuante, que obriga a sucção da fração de água próxima à superfície do reservatório, água de melhor qualidade, evitando a sucção da sujeira depositada no fundo do reservatório ou de eventuais materiais em suspensão que possam danificar as bombas;
- Na filtração, após ser pressurizada, a água deve passar por um filtro de polimento;
- Após a filtragem, a fim de eliminar bactérias e patógenos, a água passará por um clorador de passagem, de maneira a garantir uma concentração de cloro residual nos pontos de consumo.

Após todas estas etapas, a água poderá ser utilizada para as atividades de contato secundário contempladas neste projeto, tais como lavagem de pisos, bacias sanitárias e mictórios e fornecimento para reserva não potável dos navios.

7.5 Concepção do sistema

7.5.1 Área de captação

O sistema de aproveitamento de água de chuva prevê a coleta da água de chuva em áreas impermeáveis, normalmente telhados e coberturas. De acordo com Simone May, o sistema de coleta e aproveitamento de água de chuva em edificações é formado pelos seguintes componentes:

- Área de captação: a quantidade de água de chuva que pode ser armazenada depende, principalmente, da área de coleta e do coeficiente de *run-off*. A área utilizada para coleta será a da cobertura dos armazéns.

No terminal portuário do Saboó, encontram-se construídos cerca de 15 armazéns e depósitos, dos quais serão considerados apenas 6, referentes às 6 maiores áreas de cobertura existentes para captação da água de chuva..

Tabela 7.2: Áreas de cobertura consideradas

Edificação	Área de Cobertura (m²)
1	1483
2	1260
3	1430
4	1380
5	890
6	1955

Fonte: Autoria própria.

A ilustração Figura 7.2 apresenta a distribuição das coberturas consideradas para captação de água de chuva.

Foi concebida a implantação de um sistema de captação e tratamento para cada edificação cuja cobertura esteja sendo considerada neste projeto, ou seja, será implementada uma estação de tratamento de água de chuva (ETAC) em áreas próximas a cada edificação, a fim de minimizar os espaços requeridos.

Figura 7.3: Cobertura do galpão número 4 e parte da área destinada à implantação do sistema



Fonte: Autoria própria. Foto tirada em 07/11/2014

7.5.2 Captação de água de chuva

7.5.3 Filtro de detritos – Filtro Fino Vortex Wisy

De acordo com a norma NBR 15527, devem ser instalados dispositivos para remoção de detritos na captação da água de chuva, que podem ser inclusive grades e telas que atendam a ABNT NBR 1221 3. Pode, ainda, ser instalado no sistema de aproveitamento de água de chuva um dispositivo para o descarte da água de escoamento inicial e é recomendado que tal dispositivo seja automático. Quando este dispositivo for dimensionado pelo projetista, deve-se utilizar o descarte de 2 mm de precipitação inicial, descarte previsto para locais de contaminação média, de acordo com *American Rainwater Catchment* (2009).

Existe no mercado um equipamento do fabricante alemão Wisy que, segundo catálogos do fornecedor, está em acordo com o cumprimento da NBR 15527.

Este filtro tem como finalidade a remoção de sólidos grosseiros carregados das superfícies de captação pela chuva. Antes de ser armazenada, a água, portanto, é coletada através desse filtro autolimpante que permite sua oxigenação e descarta folhas, detritos e partículas grandes.

Ele destina sua saída de água limpa ao reservatório de captação e descarta parte da água em sua saída destinada ao tanque de retardo ou rede de drenagem geral.

O modelo de filtro escolhido atende aos seguintes requisitos:

- Funciona com água conduzida em escoamento não forçado;
- Possui dimensões reduzidas;
- Possui baixa necessidade de manutenção.

A seleção da quantidade e modelo do filtro adequado é feita segundo o catálogo do fornecedor, que determina o modelo do filtro de acordo com a área de captação considerada.

Tabela 7.3: Capacidade dos modelos de filtros vortex Wisy(catálogo do fornecedor)

Modelo Filtro Vortex Wisy	Capacidade máxima de área de captação
WFF100	Até 200 m ²
WFF150	Até 500 m ²
WFF300	Até 3000 m ²

Fonte: Autoria própria.

Desse modo, serão necessários:

Tabela 7.4: Tabela de escolha dos modelos de filtros Vortex

Edificação	Área de captação (m ²)	Modelo Filtro Vortex Wisy	Quantidade
1	1483	WFF 300	1
2	1260	WFF 300	1
3	1430	WFF 300	1
4	1380	WFF 300	1
5	890	WFF 150	2
6	1955	WFF 300	1

Fonte: Autoria própria.

Figura 7.4: Modelo WFF300 Wisy - entrada superior: água da cobertura/saídas inferiores: água pré-tratada e descarte.



Fonte: Wisy, 2014.

7.6 Volume de reservação

Plinio Tomaz (2012) afirma que o grande problema em aproveitamento de água de chuva é o dimensionamento do reservatório e a busca pelo volume ideal. Um volume muito grande custa muito, um volume pequeno pode deixar muitas vezes por ano o reservatório seco.

O volume do reservatório representa um fator importante dentro da concepção do sistema de aproveitamento de água de chuva. Juntamente com o custo das calhas e condutores horizontais e verticais, o custo dos reservatórios representa um grande peso nas decisões de *payback*, benefício/custo e análise da vida útil.

De forma geral, uma vez que o reservatório de captação de água de chuva é o componente mais dispendioso do sistema de coleta e aproveitamento, seu dimensionamento requer cuidado para não tornar a implantação do sistema inviável. Com o intuito de projetar sistemas mais eficientes, um modelo matemático pode ser utilizado para simular um ano de funcionamento do sistema, considerando-se diferentes volumes de reservação. O resultado da simulação é a quantidade de água potável economizada, através da sua substituição por água de chuva, para cada volume de reservatório considerado.

Para melhor avaliação, este resultado pode ser expresso em porcentagem do consumo em usos não potáveis que é substituído por água de chuva tratada, também chamada de taxa de atendimento. Estas estimativas de substituição de água potável por água não potável podem ser traduzidas em economia de custos com base no valor da tarifa da água praticada pela concessionária local. A extrapolação desta economia ao longo do tempo em conjunto com a determinação dos custos de implantação e de operação do sistema permitem estimar os diferentes tempos de retorno e taxas internas de retorno obtidos para cada volume de reservação simulado.

7.7 Simulação

A modelagem computacional e simulação dos diversos cenários foi feita por meio da utilização do software livre EPANET. Este software foi desenvolvido e é distribuído gratuitamente pela Agência Ambiental dos Estados Unidos da América (*USEPA, United States Environmental Protection Agency*, www.epa.gov).

Como dados de entrada, a modelagem e simulação do EPANET necessita de um perfil estatístico para a oferta de água de chuva. Este perfil é determinado a partir de dados relativos ao histórico de pluviosidade da região e da área de captação de chuva do empreendimento. Deve ser ainda informado o consumo de água de chuva e um perfil estatístico para a demanda (consumo) de água de chuva. Este perfil foi estimado de acordo com o horário de funcionamento das instalações que receberão água não potável tratada, considerando horário das 7 às 19 horas com picos de consumo às 8 e às 16 horas.

Com o sistema delineado no software, executa-se a simulação do desempenho do sistema, variando-se o volume do reservatório e a área de captação considerada. Neste caso foi pré-determinada a utilização da área total disponível das coberturas consideradas. Como dado de saída, o software indica a taxa de atendimento.

7.8 Premissas adotadas

O volume de água de chuva aproveitável depende do coeficiente de escoamento superficial da cobertura, bem como da eficiência do sistema de descarte do escoamento inicial. Serão considerados, portanto, tanto o coeficiente de *runoff* das coberturas, quanto o coeficiente de aproveitamento do filtro de detritos vortex Wisy.

O coeficiente de *runoff* das coberturas foi determinado a partir da tabela de Plinio Tomaz (2003), reproduzida a seguir:

Tabela 7.5 - Coeficientes run-off de acordo com material da cobertura

MATERIAL	COEFICIENTE DE <i>RUNOFF</i>
Telhas cerâmicas	0,8 a 0,9
Telhas esmaltadas	0,9 a 0,95
Telhas corrugadas de metal	0,8 a 0,9
Cimento amianto	0,8 a 0,9
Plástico, pvc	0,9 a 0,95

Fonte: (TOMAZ, 2003).

Dessa forma, foi adotado um coeficiente de 0,8 para as telhas metálicas das coberturas selecionadas e 0,8 para o coeficiente do aproveitamento do pré-filtro utilizado, de acordo com gráficos de eficiência fornecidos pelo fabricante, totalizando um coeficiente de perdas de 0,64. A quantidade de chuva aproveitável deverá considerar tais coeficientes de perda.

A demanda não potável foi distribuída proporcionalmente entre os pontos de consumo, de modo que cada sistema (em cada um dos seis galpões) foi responsável pelo atendimento de uma parcela da demanda total previamente estimada.

A precipitação média anual considerada foi de 2847 mm, obtida a partir dos dados da estação pluviométrica cujo prefixo é E3-041, de nome Caete, localizada no município de Santos considerando o ano hidrológico de outubro/2002 a setembro/2003, ano que mais se aproxima da média dos dez anos (1994 a 2004).

A simulação resultou em taxas de atendimento conforme a Tabela 7.6:

Tabela 7.6: Taxa de atendimento por área de captação e volumes de reservação de 5 a 25 m³

Área de Captação (m²)	Volume de reservação 5 m³	Volume de reservação 10 m³	Volume de reservação 15 m³	Volume de reservação 20 m³	Volume de reservação 25 m³
1483	18,4 %	22,7 %	26,3 %	28,0 %	29,3 %
1260	17,7 %	21,3 %	24,4 %	25,8 %	27,3 %
1430	18,3 %	22,4 %	25,9 %	27,5 %	28,9 %
1380	18,1 %	22,1 %	25,5 %	27,2 %	28,5 %
890	15,6 %	18,2 %	20,5 %	21,7 %	22,8 %
1955	19,7 %	24,4 %	29,1 %	31,1 %	32,9 %

Fonte: Autoria própria.

Com os resultados da simulação, foi realizada uma análise financeira para delimitar os parâmetros para a escolha do volume ótimo de reservação para um cenário de dez anos.

A eficiência do sistema de aproveitamento de água de chuva pode ser medida pela taxa de atendimento resultante. Porém, a análise financeira mostra que o melhor aproveitamento do investimento nem sempre ocorre na maior taxa de atendimento, uma vez que a partir de determinado volume do reservatório o aumento da taxa de atendimento resultante não acompanha o aumento do custo de implantação do mesmo.

Para os casos apresentados, seguem os volumes de reservatório escolhidos.

Tabela 7.7: Volumes de reservatório adotados nos sistemas de captação de água de chuva

	Área de captação (m²)	Volume de reservatório escolhido (m³)	Economia Mensal (R\$)	Taxa de atendimento (%)	Taxa de retorno (%)	Tempo de retorno (anos)
1	1483	15	4.945,83	26,3	563,2	0,58
2	1260	15	4.580,00	24,4	484,7	0,58
3	1430	15	4.867,80	25,9	546,1	0,58
4	1380	15	4.790,20	25,5	529,3	0,58
5	890	15	3.821,50	20,5	349,42	0,67
6	1955	20	5.875,23	31,1	691,8	0,50

Fonte: Autoria própria.

Nota-se que os tempos de retorno encontram-se muito próximos e indicam que em menos de um ano obtém-se o retorno do investimento aplicado no sistema.

Os reservatórios de captação devem atender a ABNT NBR 12217 e deverão prever extravasor, dispositivo de esgotamento, cobertura, inspeção, ventilação e segurança. Segundo a NBR 15527, deve ser minimizado o turbilhonamento, dificultando uma nova suspensão de sólidos e o arraste de materiais flutuantes e a retirada de água do reservatório deve ser feita próxima a superfície; recomenda-se que seja feita a 15 cm da superfície. Para evitar turbilhonamento, será utilizado freio d'água dentro dos reservatórios e para a coleta de água de chuva próxima da superfície será utilizado um filtro flutuante.

Em períodos de estiagem, o reservatório deverá ser alimentado por uma interligação potável e deve possuir dispositivos que impeçam a conexão cruzada, além de garantir separação atmosférica com reservatórios de uso potável.

O volume não aproveitável da água de chuva pode ser lançado na rede de galerias de águas pluviais, na via pública ou ser infiltrado total ou parcialmente, desde que não haja perigo de contaminação do lençol freático, à critério da autoridade local competente.

A água de chuva reservada deve ser protegida contra a incidência direta da luz solar e do calor, bem como de animais que possam entrar no reservatório através da tubulação de extravasão.

O reservatório deve ser projetado do mesmo modo que reservatórios de distribuição de água potável para abastecimento público. Para preservar a qualidade da água em relação à cor, odor, toxicidade e prevenção do crescimento de micro-organismos, é necessário o atendimento de alguns requisitos, tais como:

- Separação atmosférica entre ofertas de água distintas para evitar a contaminação da água potável por água não potável, conforme normas ABNT NBR 5626 e 15527;
- Materiais de construção resistentes à corrosão ou protegidos por revestimentos adequados, conforme normas ABNT NBR 5649, 8220, 10355, 13194 e 6118;
- Impermeabilização adequada, conforme normas ABNT NBR 9575, 9574 e 12170;

- Estrutura física estanque garantindo a proteção contra incidência de luz solar ou entrada de outros líquidos, poeira e animais (uso de grades na entrada dos extravasores também é indicado);
- Existência de tampa de inspeção que garanta o acesso ao seu interior;
- Resistência do apoio à carga gerada pelo reservatório cheio.

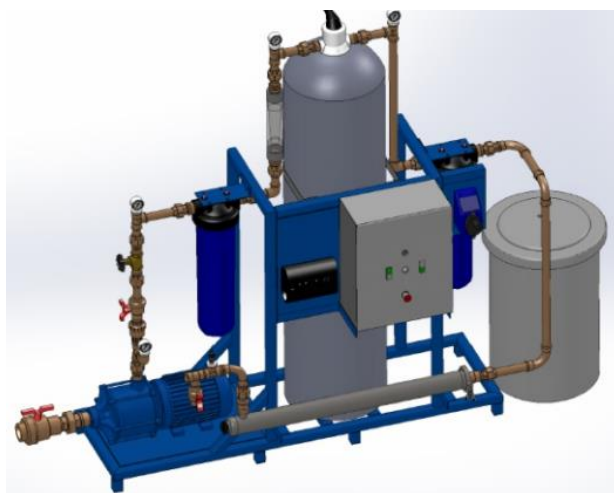
Prevê-se uma interligação potável nos reservatórios, para alimentá-los durante os períodos de estiagem. Para o abastecimento de água não potável dos navios, prevê-se atendimento por meio de sistemas de bombeamento, a partir de um reservatório de água não potável tratada localizado próximo ao local de atracação.

7.9 Tratamento da água

7.9.1 Estações de tratamento

A fim de atender aos requisitos descritos nos itens anteriores, cada estação de tratamento de água de chuva (ETAC), instalada próxima aos galpões cujas coberturas serão utilizadas na captação de água de chuva, estará provida de um sistema unificado de tratamento e esterilização, denominados “*skids*”. Os “*skids*” possuem dimensões compactas, demandando uma área de aproximadamente 5 m².

Figura 7.5: Skid com equipamentos do sistema de tratamento de água de chuva.



Fonte: Rowa, 2014.

A água de chuva pré-tratada (pelos filtros vortex Wisy) é armazenada em um reservatório é conectada diretamente ao sistema (“*skids*”) de tratamento de água de chuva e passa pelos seguintes estágios:

- Filtração com carvão ativado;
- Filtração final;
- Esterilizador ultravioleta;
- Dosagem automática de cloro.

A água, a partir da ETAC está pronta para uso em fins não potáveis previstos.

7.10 Rede de Distribuição

A água de chuva pré-tratada (pelos filtros vortex Wisy) é armazenada em um reservatório é conectada diretamente ao sistema (“*skids*”) de tratamento de água de chuva e passa pelos seguintes estágios:

- Filtração com carvão ativado;
- Filtração final;
- Esterilizador ultravioleta;
- Dosagem automática de cloro.

A água, a partir da ETAC está pronta para uso em fins não potáveis previstos.

Tabela 7.8 - Dimensionamento de equipamentos para distribuição

Estação de Tratamento (ETAC)	Vazão (m ³ /h)	Perda de carga do sistema (mca)	Tipo de bomba	Modelo da bomba
1	5,01	8,22	Pressurizador	RowaPress 25
2	6,24	8,01	Pressurizador	RowaPress 40
3	5,99	10,03	Pressurizador	RowaPress 40
4	5,49	7,35	Pressurizador	RowaPress 30
5	5,90	11,01	Pressurizador	RowaPress 40
6	6,00	10,01	Pressurizador	RowaPress 40

Fonte: Autoria própria.

Optou-se por escolher equipamentos do mesmo fabricante, a fim de obter facilidades na hora da compra, tanto sob o aspecto econômico, comprando com redução de preço devido à compra de muitas unidades, quanto pelo aspecto burocrático, reduzindo, quando possível, o número de fornecedores e questões burocráticas de compra.

As tubulações de distribuição de água não potável tratada também devem ser identificadas, diferenciando-se das demais tubulações de distribuição através da sua pintura com uma cor exclusiva. A conexão cruzada entre o sistema de abastecimento de água potável e o de água de chuva é expressamente proibida, de acordo com as normas ABNT NBR 5626 e 15527.

Os pontos de consumo em bacias sanitárias e mictórios também devem ser identificados obrigatoriamente com placa de advertência com a inscrição “água não potável”.

7.11 Abrigo

A fim de otimizar espaços e minimizar custos com alvenaria para construção de abrigo para os equipamentos de cada estação de tratamento instalada em cada sistema de captação nas 6 edificações da zona portuária do Saboó, propõe-se instalar todo o sistema de aproveitamento de água de chuva em containers, como proposto por Simone May em sua tese de doutorado “Caracterização, tratamento e reuso de águas cinzas e aproveitamento de águas pluviais em edificações”.

Figura 7.6: Contêiner para abrigo dos equipamentos do sistema de tratamento de água de chuva.



Fonte: (MAY, 2004)

8 PROJETO DA REDE DE ÁGUA POTÁVEL

8.1 Considerações iniciais

À semelhança da rede de drenagem, é desconhecido o estado atual da rede de água fria potável do terminal. Não há, todavia, reclamações por parte dos usuários do terminal, sendo um indício de que a existente é, ao menos, suficiente para atender às necessidades, fato que foi comprovado durante a visita técnica do grupo. Não foi possível, todavia, verificar a topologia existente da rede.

Embora, evidentemente, a água fria potável não seja parte primordial para o bom funcionamento do porto, é um suporte importante no que diz respeito ao conforto dos trabalhadores e, principalmente, ao abastecimento dos navios. Neste contexto, a título de exercício, realizou-se um novo projeto da rede de água fria, visando atender às necessidades atuais e futuras do terminal.

Foram considerados, no dimensionamento, sete edifícios e armazéns distribuídos pelos terminais a serem arrendados, além dos reservatórios de água potável e não potável para abastecimento dos navios.

8.2 Referências, normas e critérios de dimensionamento

Foram utilizadas as normas para redes de infraestrutura de abastecimento de água: ABNT NBR 12211, “Estudos de concepção de sistemas públicos de abastecimento de água”, ABNT NBR 12218, “Projeto de rede de distribuição de água para abastecimento público”, além das normas internas da Sabesp, as NTS 021 (“Conduitos forçados”) e NTS 024 (“Redes de distribuição de água”). As NBRs são mais amplas e contemplam questões mais gerais, enquanto as normas da Sabesp abordam aspectos mais técnicos, inclusive com critérios de projeto mais restritivos.

8.3 Concepção e descrição do sistema

Como não há certeza por parte do grupo da posição exata das redes públicas de água existentes na região atualmente, partiu-se da hipótese de que esta se encontraria na Av. Eng. Augusto Barata, perpendicular aos portões de entrada ao terminal. Por se tratar de uma avenida de grande porte, essa hipótese é bastante razoável.

Após a tomada d'água da rede pública, a tubulação seguirá para dentro do terminal pela rua principal de acesso, Rua Augusto Barata. Primeiramente, próximo ao portão de entrada, haverá um by-pass para posicionamento de um possível pressurizador, assunto que será tratado posteriormente neste documento. A rede então prosseguirá, passando pela portaria, se bifurcando para abastecer os STS 10 e 23. A rede segue pelo cais, se bifurcando para abastecer os demais STS, chegando às edificações mais distantes do STS 19.

A rede deverá ser capaz de abastecer diretamente os reservatórios superiores das edificações.

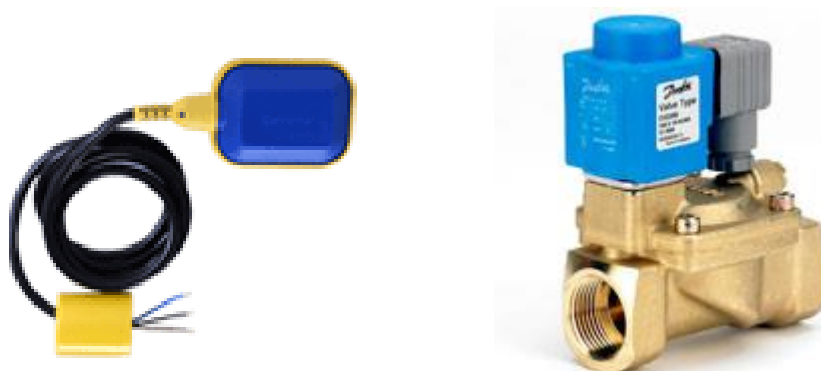
8.4 Demanda de água potável

A demanda de água potável, conforme analisada no item “7.3 Demanda de água não potável” deste documento, foi avaliada de acordo com a densidade de pessoas esperada nas edificações, suas respectivas áreas e o consumo *per capita*. Avaliou-se que a demanda total de água para o terminal seria da ordem de 39 m³, sendo metade deste valor a ser fornecido pelo sistema de água não potável. Acrescentou-se a este valor a estimativa de 6 m³ para fornecimento de água não potável aos navios, valor este que será replicado também para água potável, totalizando uma demanda de cerca de 50 m³ diários.

Devido ao fato que, em períodos de forte estiagem, pode ocorrer de que não haja oferta de água de chuva, faz-se necessário que as demandas de água não potável possam ser supridas pela água potável; assim, se considera no dimensionamento desta rede a totalidade da demanda, isto é, o dobro da demanda considerada no dimensionamento do sistema de água não potável. Na prática, a rede de água potável irá abastecer o reservatório de água não potável normalmente sempre que este atingir um nível mínimo.

Isso pode ser realizado de uma maneira simples, com uma válvula solenoide (do tipo normalmente fechada) e uma chave de nível do tipo bóia. A válvula solenoide é uma válvula eletromecânica, projetada para controlar automaticamente quando deve haver passagem de líquidos ou não; as válvulas do tipo “normalmente fechada” permanecem fechadas até que um elemento externo (no caso, a chave de nível) ordene sua abertura. Aqui, quando a chave de nível atingisse seu nível mínimo, fecharia o circuito da válvula solenoide através de contato seco, o que resultaria numa abertura do da mesma; esta então fecharia após atingir um nível máximo do reservatório.

Figura 8.1: Chave de nível tipo boia (esquerda) e válvula solenoide)direita)



Fonte: (Danfoss, 2014)

Esses 50 m³ diários foram subdivididos da seguinte maneira:

- 6 m³ para o reservatório de água potável para navios;
- 6 m³ para o reservatório de água não-potável para navios;
- 5,5 m³ para cada uma das 7 edificações consideradas no dimensionamento.

8.5 Dimensionamento

Primeiramente, seria necessário estimar a pressão no ponto da tomada d'água da rede pública. Como a pressão real é desconhecida, uma boa hipótese, e bastante conservadora, é adotar o valor mínimo estipulado por norma de 10 mca. Isto parte do pressuposto de que a rede estaria adequadamente dimensionada, mas desconsidera o fato de que o porto se encontra nos pontos mais baixos da cidade, e,

portanto, seria razoável supor que a pressão seria maior. Assim mesmo, adotou-se este valor de 10 mca.

Em seguida, deve-se analisar as demandas sob o ponto de vista de dia e hora de maior consumo. Diversos autores, além da própria norma, sugerem o valor de 1,2 para o dia de maior consumo (K_1) e de 1,5 para a hora de maior consumo (K_2). Assim, pode-se calcular a vazão de projeto para cada edificação ou reservatório:

$$\text{Equação 8.1} \quad Q_p = \frac{K_1 K_2 q}{86,4}$$

Onde:

- Q_p : Vazão de projeto, em L/s;
- K_1 : Coeficiente do dia de maior consumo;
- K_2 : Coeficiente da hora de maior consumo;
- q : Demanda, em m³/dia.

Utilizando esta equação, chegou-se a vazão de projeto de 0,12 L/s para as edificações e 0,13 L/s para os reservatórios. O passo seguinte é calcular as perdas de carga, para analisar com que pressões chega a água nas edificações. Esta grandeza foi calculada pela fórmula universal, também conhecida pelo nome de “Darcy-Weisbach”:

$$\text{Equação 8.2} \quad h_f = f \frac{8LQ^2}{g\pi^2 D^5}$$

Onde:

- h_f : Perda de carga
- f : Fator de atrito de Darcy-Weisbach;
- L : Comprimento total da tubulação (real e virtual);
- Q : Vazão na tubulação;
- g : Aceleração da gravidade, adotada 9,81 m/s²;
- D : Diâmetro interno da tubulação, em metros.

O método utilizado para calcular o fator de atrito foi o de Colebrook-White:

$$\text{Equação 8.3} \quad \frac{1}{\sqrt{f}} = -2 \log_{10} \left(\frac{k/D}{3,7} + \frac{2,51}{Re\sqrt{f}} \right)$$

Onde:

- f : Fator de atrito de Darcy-Weisbach;
- k : Rugosidade absoluta da tubulação;
- D : Diâmetro interno da tubulação;
- Re Número de Reynolds, calculado pela equação:

$$\text{Equação 8.4} \quad Re = \frac{4Q}{\pi D v}$$

Onde:

- Re : Número de Reynolds;
- Q : Vazão na tubulação;
- D : Diâmetro interno da tubulação;
- v : Viscosidade cinemática da água, adotada 10^{-6} .

Devido à facilidade na instalação, sua flexibilidade, sua durabilidade e suas características mecânicas e hidráulicas, optou-se por utilizar uma tubulação de polietileno de alta densidade (PEAD). O valor adotado de rugosidade para esta tubulação é bastante pequena, da ordem de $10 \mu\text{m}$ para tubulações de diâmetro inferior a 200 mm^7 . Para seleção dos diâmetros, foi adotada a restrição de velocidades conforme sugerido pela NTS 024, da Sabesp:

Tabela 8.1: Relação entre velocidades máximas e diâmetros nominais. Fonte: (Sabesp, 1999)

Diâmetro (mm)	Velocidade (m/s)
------------------	---------------------

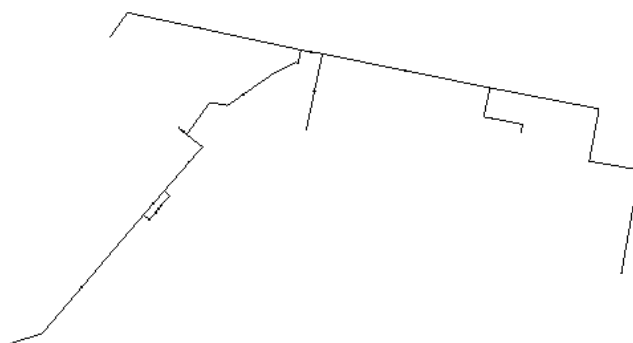
⁷ Valor médio retirado de catálogos de fabricantes como Tigre, Brastubo, FGS Brasil e Amanco.

Diâmetro (mm)	Velocidade (m/s)
50	0,60
75	0,70
100	0,80
150	0,90
200	1,00
250	1,10
300	1,20
350	1,30
400	1,40
450	1,50
500	1,60
600	1,80

Fonte: (Sabesp, 1994).

Os cálculos e o dimensionamento foram realizados pelo software EPANET, criado pela agência de proteção ambiental norte americana, *Environmental Protection Agency* (EPA), de código aberto e gratuito para uso comercial.

Figura 8.2: Simulação realizada no EPANET.



Fonte: Autoria própria, via captura de tela do Windows 8.

Com esse software, realizou-se o traçado da tubulação, alocou-se as demandas pontualmente, e inseriu-se as características hidráulicas dos tubos. Como resposta, obteve-se, de mais relevante, suas respectivas pressões e velocidades, como mostradas nas tabelas a seguir. As denominações dos trechos de tubo podem ser conferidas na folha de implantação geral da rede de água, em anexo neste documento.

Tabela 8.2: Resultados da simulação para tubulações.

Trecho	Comprimento (m)	Nó inicial	Nó final	Diâmetro nominal (mm)	Diâmetro interno (mm)	Material	Rugosidade absoluta (mm)	Vazão (L/s)	Velocidade (m/s)	Perda de carga (m)
AF-01	207,00	(início da rede)	N-1	75	61,2	PEAD	0,01	1,59	0,54	1,25
AF-02	35,00	N-1	N-4	75	61,2	PEAD	0,01	1,59	0,54	0,21
AF-03	86,00	N-4	N-5	75	61,2	PEAD	0,01	1,59	0,54	0,52
AF-04	169,00	N-5	N-7	75	61,2	PEAD	0,01	1,47	0,5	0,66
AF-05	24,00	N-7	N-9	75	61,2	PEAD	0,01	1,35	0,46	0,11
AF-06	188,00	N-9	N-11	75	61,2	PEAD	0,01	1,11	0,38	0,4
AF-07	8,00	N-1	N-2	75	61,2	PEAD	0,01	0	0	0
AF-08	9,00	N-3	N-4	75	61,2	PEAD	0,01	0	0	0
AF-09	16,00	N-2	PMP-1	75	61,2	PEAD	0,01	0	0	0
AF-10	18,00	PMP-1	N-3	75	61,2	PEAD	0,01	0	0	0
AF-11	85,00	N-11	N-12	50	40,8	PEAD	0,01	0,37	0,28	0,25
AF-12	86,00	N-9	N-10	50	40,8	PEAD	0,01	0,24	0,18	0,11
AF-13	181,00	N-11	N-13	50	40,8	PEAD	0,01	0,24	0,18	0,12
AF-14	227,00	N-7	N-8	50	40,8	PEAD	0,01	0,12	0,09	0,08
AF-15	12,00	N-5	N-6	50	40,8	PEAD	0,01	0,12	0,09	0
AF-16	172,00	N-13	N-14	50	40,8	PEAD	0,01	0,12	0,09	0,05

Fonte: Autoria própria.

Para cálculo dos diâmetros internos, foi adotada a espessura do tubo PE 80 SDR 11, PN 12,5. Os trechos de tubulação AF-07 a AF-10 são relativos ao *by-pass* para o pressurizador, e por isso se encontram com vazão, velocidade e perda de carga nula.

Tabela 8.3: Resultados de pressão para os nós.

Nó	Cota altimétrica (m)	Demanda (L/s)	Pressão (mca)
N-01	4,00	0,00	8,73
N-02	4,00	0,00	8,73
N-03	4,00	0,00	8,52
N-04	4,00	0,00	8,52
N-05	4,00	0,00	8,01
N-06	4,00	0,12	8,00
N-07	4,00	0,00	7,12
N-08	4,00	0,12	7,04
N-09	4,00	0,00	7,02
N-10	4,00	0,24	6,91
N-11	4,00	0,25	6,62
N-12	4,00	0,37	6,26
N-13	4,00	0,12	5,79
N-14	4,00	0,12	5,74

Fonte: Autoria própria.

Como mostrado acima, no ponto mais desfavorável da rede tem-se a pressão de 5,74 mca, abaixo dos 10 mca estipulados pela norma, o que significa que seria necessário escolher uma das seguintes alternativas:

- Construção de reservatórios enterrados em cada uma das edificações, além dos reservatórios elevados;
- Alocação de pressurizadores de pequeno porte para cada edificação;
- Alocação de pressurizador central nas proximidades do portão principal, com capacidade para suportar o abastecimento da rede toda.

No caso de reservatórios enterrados, seria necessário fazer uma análise do volume necessário com base na demanda e dimensionar uma pequena bomba que realizasse o recalque deste reservatório para o elevado. No caso dos pressurizadores, estes deveriam ser capazes de adicionar a pressão necessária para que a água possa chegar ao reservatório superior, seja ele centralizado ou descentralizado.

Para pressurizador centralizado, conforme posição estipulada em planta, ele deveria ser capaz de, para a vazão total de projeto de 1,60 L/s, adicionar os 4,26 mca restantes para que o ponto mais desfavorável chegue a 10 mca, além das perdas de carga adicionais que ocorreriam no próprio tramo da tubulação do *bypass*.

Este pressurizador centralizado poderia ser abrigado dentro de um contêiner, de maneira similar ao proposto no projeto do sistema de água de chuva, ou até mesmo enterrado, desde que conte com os devidos acessos para manutenção; pressurizadores dessa magnitude possuem, no geral, dimensões pequenas.

Figura 8.3: Exemplo de pressurizador com condições de fornecer carga e vazão calculadas:

Rowa Press 30.



Fonte: (Rowa, 2014)

8.6 Considerações finais

A necessidade de um pressurizador é, na realidade, pouco provável e bastante controversa. Como citado, dadas as condições de contorno, é pouco provável que a pressão na rede pública seja inferior aos 15 mca necessários para o abastecimento sem equipamentos adicionais. A cidade de Santos não é conhecida por casos de desabastecimento, ainda que seja uma cidade com bastante turismo no verão; em comparação, por exemplo, com cidades vizinhas, como Praia Grande e Guarujá, a rede é excelente, uma vez que nestas cidades todo ano se tem notícias de que falta água no verão.

Somado isso ao fato de que o porto se encontra nos pontos mais baixos da cidade, embora esta seja bem plana, tem-se fortes indícios de que a pressão provavelmente seria ao menos da ordem de 20 mca, sendo suficiente para realizar o abastecimento direto, com alguma folga. Bastaria, também, uma campanha de medição de pressões durante alguns dias para comprovar esta hipótese e descartar a necessidade de pressurizadores ou reservatórios enterrados.

Um outro auxílio a este projeto seriam dados mais precisos das populações que efetivamente utilizam o terminal. Dessa forma, seria possível calcular mais precisamente a demanda, inclusive melhorando a distribuição espacial, já que aqui foi adotada a hipótese simplista de que a demanda se distribui igualmente por todas as edificações. Informações sobre a topologia da rede interna às edificações também auxiliariam bastante o projeto, uma vez que seria possível determinar com precisão qual a pressão necessária para abastecimento, ao invés de adotar 10 mca conforme proposto pela norma.

9 PROJETO DA REDE DE ESGOTO SANITÁRIO

9.1 Considerações iniciais

À semelhança das redes de água potável e de drenagem, o atual estado da rede é desconhecido, exceto pelo fato do bom indício de que não há reclamações por parte dos usuários, conforme comprovado em visita técnica. A rede de esgoto sanitário complementa a importância da rede de água (potável ou não), ao fornecer o conforto necessário para os usuários e afastar dos mesmos os riscos de contaminações e doenças.

A título de exercício, portanto, foi realizado o projeto da rede de esgoto sanitário, consistindo no traçado e dimensionamento dos coletores e da estação elevatória. Foram consideradas as mesmas demandas (quantitativamente e espacialmente) que no projeto da rede de água potável.

9.2 Referências, normas e critérios de dimensionamento

Foram utilizadas as normas que são geralmente utilizadas para redes de infraestrutura de esgoto sanitário: ABNT NBR 9648, “Estudos de concepção de sistemas de esgoto sanitário”, ABNT NBR 9649, “Projeto de redes coletoras de esgoto sanitário”; além destas, foi utilizada a norma específica para estações elevatórias, a ABNT NBR 12208, “Projeto de estações elevatórias de esgoto sanitário”.

9.3 Concepção e descrição do sistema

A rede de esgoto sanitário foi concebida em conjunto com a rede de água potável. Trata-se de um traçado muito similar, apenas, evidentemente, com funcionamento em sentido oposto: coleta-se o esgoto nas edificações, passando pelo cais, e chegando à rua do principal acesso ao terminal, Rua Augusto Barata. Após serem coletadas as águas residuais do último edifício, a condução se dará, então, por conduto forçado, após passagem pela estação elevatória.

Para facilitar o entendimento da rede e sua reforçar sua relação com a rede de água potável, ambas possuem as mesmas numerações para nós e tubulações, conforme é possível ver na planta de implantação geral anexa a este documento.

9.4 Dimensionamento da rede

Para realizar o dimensionamento, foram adotadas as demandas conforme descritas nos itens 7.3, “Demanda de água não potável” e 8.4, “Demanda de água potável”, deste documento. A relação entre volume de água demandada e volume de água a ser esgotada, conhecida por “Coeficiente de retorno” (“C”) foi arbitrada em 0,8, conforme indicado por norma. As vazões foram alocadas nos mesmos nós do projeto da rede de água potável. Como isso resultou em vazões muito pequenas, a grande maioria da rede foi dimensionada pela vazão mínima estipulada por norma, de 1,5 L/s. Além da vazão resultante do consumo de água, é necessário adicionar a contribuição por infiltração. A norma sugere um valor entre 0,05 L/s/km e 1,0 L/s/km. Devido ao fato da rede se encontrar muito próxima do mar e as condições do solo na região, será adotado o valor máximo, de 1,0 L/s/km.

A declividade mínima foi determinada pelo critério da tensão trativa, que deve ser maior que 1,0 Pa (para garantir autolimpeza da tubulação). A tensão trativa pode ser calculada pela seguinte fórmula:

$$\text{Equação 9.1} \quad \sigma_t = \gamma R_h I_o$$

Onde:

- σ_t : Tensão trativa;
- γ : Peso específico da água, adotado 10 kN/m³;
- R_h : Raio hidráulico, relação entre área molhada e perímetro molhado;
- I_o : Declividade.

Rearranjando a equação com a premissa de que a tensão trativa seja superior a 1,0 Pa, pode-se calcular a declividade mínima para cada trecho de tubulação:

$$\text{Equação 9.2} \quad I_{0,min} = 0,0055 Q^{-0,47}$$

Onde:

- $I_{o, \text{mín}}$: Declividade mínima, em m/m;
- Q : vazão de projeto, em L/s.

A vazão de projeto para o cálculo da declividade mínima é aquela de início de plano, tal que, ao menos uma vez por dia, haja autolimpeza da tubulação. Por isso, deve-se multiplicar a vazão de projeto pelo coeficiente da hora de maior consumo, K_2 , isto é, 1,5. Neste caso, como se está adotando a premissa de topografia plana na cota de 4,0 m, a declividade de projeto será sempre a declividade mínima calculada.

Com a declividade mínima estipulada, é possível proceder aos diâmetros das tubulações. Nesta etapa, como se está verificando a capacidade efetiva da tubulação, é importante multiplicar as vazões também pelo coeficiente do dia de maior consumo, K_1 , de 1,2. Para isto, utilizou-se a fórmula de Manning:

$$\text{Equação 9.3} \quad Q = \frac{A}{n} (R_h)^{\frac{2}{3}} i^{\frac{1}{2}}$$

Onde:

- Q : Vazão suportada;
- A : Área da seção molhada;
- n : Coeficiente de rugosidade de Manning, aqui adotado o valor de 0,013, conforme estipulado por norma;
- R_h : Raio hidráulico, que é o quociente entre a área da seção molhada e o perímetro da seção molhada;
- i : Declividade longitudinal da tubulação, que será sempre igual, neste caso, à mínima calculada.

Após a determinação do diâmetro, deve-se analisar a velocidade da tubulação. A norma estipula que a velocidade máxima da água na tubulação é de 5 m/s. Contudo, uma verificação adicional é necessária, da velocidade crítica:

$$\text{Equação 9.4} \quad v_c = 6(gR_h)^{\frac{1}{2}}$$

Onde:

- v_c : velocidade crítica;
- g : aceleração da gravidade;
- R_h : Raio hidráulico, que é o quociente entre a área da seção molhada e o perímetro da seção molhada;

Caso a velocidade calculada da tubulação seja superior à velocidade crítica, a lâmina líquida máxima permitida deve ser reduzida do seu valor normal, de 75%, para 50%.

Com estes critérios, foi possível determinar os diâmetros das tubulações e a cota de chegada da tubulação na estação elevatória, conforme mostrado na tabela a seguir:

Tabela 9.1: Dimensionamento da rede de esgoto sanitário.

Trecho	Extensão (m)	Vazão devido a infiltração (L/s)	Vazão Montante (l/s)	Vazão Jusante (l/s)	Diâmetro (mm)	Declividade mín.	Declividade adotada	Cota do Terreno (m)	Cota G.I. (m)	Cota G.S. (m)	Profundidade (m)	Recobrimento (m)	Manning	Lâmina Líquida (Y/D)	Velocidade Calculada (m/s)	Velocidade Crítica (m/s)	Tensão Trativa (Pa)
		Inicial	Inicial	Inicial				Montante	Montante	Montante	Montante	Montante					
		Final	Final	Final				Jusante	Jusante	Jusante	Jusante	Jusante		Final Jusante	Final Jusante	Final Jusante	nicial Montante
ES-16	200,00	0,200	0,06	0,26	100	0,45%	0,45%	4,00	2,85	2,95	1,15	1,05	0,013	46,00%	0,084	2,891	1,065
			0,10	0,30				4,00	1,95	2,05	2,05	1,95					
ES-13	193,00	0,193	0,33	0,52	100	0,45%	0,45%	4,00	1,95	2,05	2,05	1,95	0,013	46,00%	0,166	2,891	1,065
			0,39	0,59				4,00	1,08	1,18	2,92	2,82					
ES-11	83,00	0,083	0,06	0,15	100	0,45%	0,45%	4,00	2,85	2,95	1,15	1,05	0,013	46,00%	0,051	2,891	1,065
			0,10	0,18				4,00	2,48	2,58	1,52	1,42					
ES-06	172,00	0,172	0,59	0,76	100	0,45%	0,45%	4,00	1,08	1,18	2,92	2,82	0,013	46,00%	0,242	2,891	1,065
			0,68	0,85				4,00	0,31	0,41	3,69	3,59					
ES-12	148,00	0,148	0,13	0,28	100	0,45%	0,45%	4,00	2,85	2,95	1,15	1,05	0,013	46,00%	0,096	2,891	1,065
			0,19	0,34				4,00	2,18	2,28	1,82	1,72					
ES-05	39,00	0,039	1,03	1,07	100	0,45%	0,45%	4,00	0,31	0,41	3,69	3,59	0,013	46,00%	0,349	2,891	1,065
			1,19	1,23				4,00	0,13	0,23	3,87	3,77					
ES-14	227,00	0,227	0,06	0,29	100	0,45%	0,45%	4,00	2,85	2,95	1,15	1,05	0,013	46,00%	0,092	2,891	1,065
			0,10	0,32				4,00	1,83	1,93	2,17	2,07					
ES-04	154,00	0,154	1,36	1,52	100	0,45%	0,45%	4,00	0,13	0,23	3,87	3,77	0,013	49,60%	0,440	2,964	1,065
			1,56	1,71				4,00	-0,56	-0,46	4,56	4,46					

9.5 Estação elevatória

A estação elevatória, localizada próxima à portaria da Rua Augusto Barata, irá receber os afluentes de todos os pontos de consumo do terminal, uma vez que, devido ao fato do terreno ser bastante plano, a tubulação chegaria à rede pública em uma cota muito baixa, não sendo possível conectá-las. Embora não se saiba o valor exato desta, sabe-se que a rede do terminal chegaria à avenida com uma profundidade da ordem de 5,5 m, o que, geralmente, é muito baixo. Assim, faz-se necessário uma estação elevatória.

Primeiramente, deve-se calcular o volume da estação. É desejável que o volume seja o mínimo possível, pois isso, além de reduzir os custos da implantação, reduz o tempo de detenção média do esgoto. Entretanto, quanto menor o volume do poço de sucção, maior é a frequência de acionamento das bombas, o que pode causar sobreaquecimento nos motores e, portanto, avarias.

Devido às pequenas vazões esperadas, pode-se esperar que a potência da bomba seja pequena, menor que 10 cv. Para estas potências pequenas, é razoável supor que o intervalo mínimo entre partidas seja de 10 minutos (TSUTYIYA, 2000). Compatibilizando estes dois critérios, chega-se a:

$$\text{Equação 9.5} \quad V_u = \frac{QT}{4}$$

Onde:

- V_u : Volume útil do poço de sucção, que é o volume compreendido entre o volume mínimo para que não haja arraste de ar e o volume máximo para acionamento da bomba;
- Q : Vazão de projeto;
- T : Tempo entre partidas da bomba, adotado em 10 minutos;

Utilizando esta equação, com uma vazão de 2,03 L/s, somando as contribuições dos tubos ES-14 e ES-04, tem-se um volume útil de 0,3 m³. Visando proporcionar espaço para manutenção adequada, será adotado um reservatório cilíndrico em anéis de concreto, diâmetro igual a 70cm, o mesmo dos poços de visita. A altura útil do poço de sucção deverá ser, então, de 80 cm. Como a geratriz

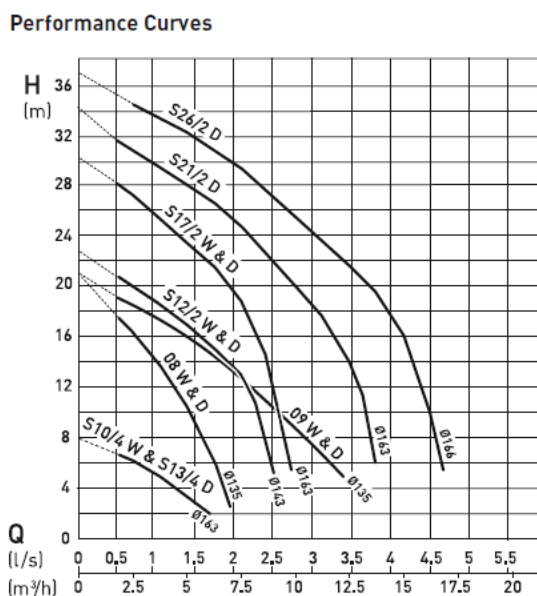
inferior do tubo de chegada está à profundidade de 4,56 m, resulta que a profundidade total da estação elevatória será de 5,36 m.

Para o dimensionamento da bomba, têm-se que a vazão do recalque deve ser superior aos 2 L/s que serão despejados, e a bomba deverá vencer as perdas por atrito na tubulação. O desnível geométrico entre o fundo do poço e o coletor ao qual será recalçada a água, embora desconhecido, pode ser adotado como sendo um máximo de 4,5 m, uma vez que a região é bastante plana e o coletor não deve ter um recobrimento menor que algo da ordem de 1,0 m.

As equações utilizadas para o cálculo de perda de carga no recalque foram as da fórmula universal, ou Darcy-Weisbach: A Equação 8.2, Equação 8.3 e Equação 8.4, apresentadas no capítulo do projeto da rede de água potável. Para um comprimento de 200 m, e a rugosidade do tubo de PEAD, de 10 μm , tem-se um valor para perda de carga de 2,6 mca. Somando a este valor os 4,5 m de desnível, tem-se que a bomba deverá fornecer uma pressão mínima de 7,1 mca para a vazão de 2 L/s (ou 7,2 m^3/h).

Uma bomba capaz de realizar este recalque é a bomba submersível Piranha 09 W&D, de 1,5 cv, da marca ABS. Esta linha é composta por bombas submersíveis, especialmente projetadas para recalque de esgoto, sendo capaz de retalhar peças maiores que podem eventualmente chegar ao poço de sucção, como sacos plásticos.

Figura 9.1: Curva de performance da linha de bombas Piranha.



Fonte: (ABS, 2014)

Figura 9.2: Bomba ABS Piranha.



Fonte: (ABS, 2009)

Como a submersgência mínima desta bomba é da ordem de milímetros, não há necessidade de se preocupar em aprofundar mais o poço de recalque visando protegê-la.

9.6 Considerações finais

A rede, como concebida, com coletores por gravidade que se reúnem numa única estação elevatória, deve ter custos relativamente baixos de manutenção e operação, no entanto custos altos de implantação, uma vez que a rede e a própria estação elevatória atingem grandes profundidades. Com informações mais refinadas acerca da distribuição populacional no terminal, seria possível otimizar o projeto. Possivelmente, poderia vir a ser viável uma concepção diferente, com cada edificação contando com sua própria estação elevatória de menores dimensões. Esta última opção contaria com maiores custos com operação e manutenção, mas custos menores de implantação.

10 MEIO AMBIENTE

Neste trabalho há a necessidade de uma análise ambiental para implantação do projeto, identificando e priorizando quais serão os principais impactos gerados pela reforma e como está irá impactar tanto no período de operação como no período de obras. Há uma grande necessidade de tentar mitigar estes impactos visando reduzir o custo da obra e tornar o projeto viável tanto pelo aspecto legislativo como pelo aspecto econômico.

Serão abordados temas que explicam aspectos tanto legislativos como técnicos sobre impactos ao meio ambiente e gestão ambiental portuária. Serão também tratados as atividades exercidas por cada órgão regulador e instituição estabelecidos por lei

Dada a importância que se tem dado ao meio ambiente nos últimos anos principalmente devido à busca cada vez maior das empresas em atingir um desenvolvimento sustentável e também por agregar valor ao produto, avaliar, mensurar e mitigar os impactos ambientais, tem cada vez maior importância no âmbito da engenharia.

Cada vez mais ter conhecimento sobre as leis que limitam a atuação da engenharia dentro de um determinado ambiente é importante. Sem tal conhecimento é inviável a mensuração da influência humana no local. A Política Nacional do Meio Ambiente visa estabelecer critérios e padrões de qualidade ambiental e de normas relativas ao uso e manejo de recursos ambientais.

Ao final da década de 60, nos países industrializados, e também em alguns países em desenvolvimento, o crescimento da conscientização do público quanto à rápida degradação ambiental e aos problemas sociais decorrentes levou as comunidades a demandar uma qualidade ambiental melhor e a exigir que os fatores ambientais fossem expressamente considerados pelos governos ao aprovarem programas de investimento e projetos de grande porte. (MOREIRA, 1985)

Os métodos tradicionais de avaliação de projeto, baseados tão somente em critérios econômicos, mostram-se inadequados para auxiliar as decisões. Quase sempre limitados a análises de custo e benefício, sem considerar fatores ambientais, os estudos de viabilidade levam a aprovar projetos cuja implantação pode resultar em danos inesperados à saúde, ao bem estar social e aos recursos naturais, reduzindo assim os benefícios previstos. (MOREIRA, 1985)

10.1 Conceitos Necessário à Análise de Impacto Ambiental

10.1.1 Gestão Ambiental Portuária

Qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades portuárias que, direta ou indiretamente, afetam: I - a saúde, a segurança e o bem-estar da população; II - as atividades sociais e econômicas; III - a biota; IV - as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente; V - a qualidade dos recursos ambientais. (ANTAQ, 1986)

10.1.1.1 Órgão superior

BRASIL. Lei 6938 o Conselho de Governo, com a função de assessorar o Presidente da República na formulação da política nacional e nas diretrizes governamentais para o meio ambiente e os recursos ambientais.

10.1.1.2 Órgão consultivo e deliberativo

BRASIL. Lei 6938 o Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), com a finalidade de assessorar, estudar e propor ao Conselho de Governo, diretrizes de políticas governamentais para o meio ambiente e os recursos naturais e deliberar, no âmbito de sua competência, sobre normas e padrões compatíveis com o meio ambiente ecologicamente equilibrado e essencial à sadia qualidade de vida.

10.1.1.3 Órgão Central

BRASIL. Lei 6938: A Secretaria do Meio Ambiente da Presidência da República, com a finalidade de planejar, coordenar, supervisionar e controlar, como órgão federal, a política nacional e as diretrizes governamentais fixadas para o meio ambiente.

10.1.1.4 Órgão Executor

10.1.1.4.1 Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis – IBAMA

A ele está atribuído o cadastro técnico federal de atividades e instrumentos de defesa ambiental, para registro obrigatório de pessoas físicas ou jurídicas que se dedicam a consultoria técnica sobre problemas ecológicos e ambientais e à indústria e comércio de equipamentos, aparelhos e instrumentos destinados ao controle de atividades efetiva ou potencialmente poluidoras e Cadastro Técnico Federal de Atividades Potencialmente Poluidoras ou Utilizadoras de Recursos Ambientais para registro obrigatório de pessoas físicas ou jurídicas que se dedicam a atividades potencialmente poluidoras e/ou à extração, produção, transporte e comercialização de produtos potencialmente perigosos ao meio ambiente, assim como de produtos e subprodutos da fauna e flora

Por ele são estabelecidos os preços dos serviços e produtos do IBAMA a serem aplicados em âmbito nacional conforme apresentado no Anexo II, sendo considerados para aplicação da lei microempresa e empresa de pequeno porte, médio porte (renda anual bruta entre R\$ 1.200.000,00 e R\$ 12.000.000,00, grande porte (renda anual bruta maior que R\$ 12.000.000,00), as pessoas jurídicas que se enquadrem.

10.1.1.4.2 Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade

Finalidade de executar e fazer executar a política e as diretrizes governamentais fixadas para o meio ambiente, de acordo com as respectivas competências.

10.1.1.5 Órgãos Seccionais

Os órgãos ou entidades estaduais responsáveis pela execução de programas, projetos e pelo controle e fiscalização de atividades capazes de provocar a degradação ambiental.

10.1.1.6 Órgãos Locais

Os órgãos ou entidades municipais, responsáveis pelo controle e fiscalização dessas atividades, nas suas respectivas jurisdições.

10.1.2 Proprietário

BRASIL. Lei 6938/Art 9º: A O proprietário ou possuidor de imóvel, pessoa natural ou jurídica, pode, por instrumento público ou particular ou por termo administrativo firmado perante órgão integrante do Sisnama, limitar o uso de toda a sua propriedade ou de parte dela para preservar, conservar ou recuperar os recursos ambientais existentes, instituindo servidão ambiental.

10.1.3 Servidão Ambiental

Trata-se de um instrumento ou termo de instituição e deve conter alguns itens:

1. Memorial descritivo da área de servidão ambiental, contendo pelo menos um ponto de amarração georreferenciado
2. Objeto da servidão ambiental
3. Direitos e deveres do proprietário ou possuidor instituidor
4. Prazo durante o qual a área permanecerá como servidão ambiental

Não é aplicada em Áreas de Preservação Permanente e à Reserva Legal mínima exigida. Quanto a sua duração possui o prazo mínimo de 15 anos de duração, podendo ser até perpetua, sendo seus deveres em obrigações contidos no contrato, assim como outros aspectos importantes tal como a delimitação da área submetida à preservação, conservação ou recuperação ambiental e o objeto da servidão ambiental. Dentre os deveres do detentor de servidão ambiental estão:

1. Documentar as características ambientais da propriedade;
2. Monitorar periodicamente a propriedade para verificar se a servidão ambiental está sendo mantida;

3. Prestar informações necessárias a quaisquer interessados na aquisição ou aos sucessores da propriedade;
4. Manter relatórios e arquivos atualizados com as atividades da área objeto da servidão;
5. Defender judicialmente a servidão ambiental.

10.1.4 Taxa de Controle e Fiscalização Ambiental (TCFA)

Retirado da Lei 6938/Art. 17-B: É o exercício regular do poder de polícia conferido ao IBAMA para controle dos Recursos Naturais Renováveis com relação às atividades potencialmente poluidoras e que se utilizam dos recursos. Estão sujeitos todos aqueles que exerçam atividades constantes listadas no Anexo II

O descumprimento das obrigações tais como a entrega de um relatório anual das atividades exercidas no ano anterior (modelo definido pelo IBAMA), pode resultar em multas com o equivalente a vinte por cento da TCFA.

10.1.5 Licenciamento Ambiental

O licenciamento ambiental é uma obrigação legal prévia à instalação de qualquer empreendimento ou atividade potencialmente poluidora ou degradadora do meio ambiente e possui como uma de suas mais expressivas características a participação social na tomada de decisão, por meio da realização de Audiências Públicas como parte do processo. (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 2011)

De acordo com o ministério do meio ambiente é um poderoso mecanismo para incentivar o diálogo setorial, rompendo com a tendência de ações corretivas e individualizadas. Baseia-se em uma política de compartilhamento da responsabilidade para conservação ambiental. Para isso deve-se incorporar ao planejamento o adequado uso dos recursos ambientais.

Para o Ministério do Meio Ambiente (2011), a publicidade tem sua relevância como é descrito por eles. “A publicidade é outra característica inerente ao processo de licenciamento: lugar onde se evidenciam e se confrontam os interesses dispersos pelo tecido social; mas também, local privilegiado para exercício da ponderação, comunicação e busca da conciliação de modo a prevalecer o consenso e o interesse

público maior, ou seja, a manutenção do meio ambiente ecologicamente equilibrado garantido às presente e futuras gerações”.

10.1.6 Processo de Licenciamento

Conforme mostrado no Sistema Informatizado de Licenciamento Ambiental Federal (2014), o processo de Licenciamento pode ser dividido em 3 etapas:

1. Licença Prévia (LP) - Deve ser solicitada ao IBAMA na fase de planejamento da implantação, alteração ou ampliação do empreendimento. Essa licença não autoriza a instalação do projeto, e sim aprova a viabilidade ambiental do projeto e autoriza sua localização e concepção tecnológica. Além disso, estabelece as condições a serem consideradas no desenvolvimento do projeto executivo.
2. Licença de Instalação (LI) - Autoriza o início da obra ou instalação do empreendimento. O prazo de validade dessa licença é estabelecido pelo cronograma de instalação do projeto ou atividade, não podendo ser superior a 6 (seis) anos. Empreendimentos que impliquem desmatamento dependem de "Autorização de Supressão de Vegetação".
3. Licença de Operação (LO) - Deve ser solicitada antes de o empreendimento entrar em operação, pois é essa licença que autoriza o início do funcionamento da obra/empreendimento. Sua concessão está condicionada à vistoria a fim de verificar se todas as exigências e detalhes técnicos descritos no projeto aprovado foram desenvolvidos e atendidos ao longo de sua instalação e se estão de acordo com o previsto nas LP e LI. O prazo de validade é estabelecido, não podendo ser inferior a 4 (quatro) anos e superior a 10 (dez) anos.

A premissa fundamental do licenciamento ambiental consiste na exigência da avaliação de impacto ambiental para o empreendimento. Atividades passíveis de licenciamento devem prevenir e/ou mitigar danos ambientais de uma determinada

localidade, região ou país. No processo de licenciamento os estudos ambientais são elaborados pelo empreendedor e entregues ao Ibama para análise e deferimento. Para cada etapa do licenciamento há estudos específicos a serem elaborados.

Para subsidiar a etapa de LP, sendo o empreendimento de significativo impacto ambiental, o empreendedor encaminha ao Ibama o Estudo de Impacto Ambiental e respectivo Relatório de Impacto Ambiental (EIA/RIMA). Para os demais empreendimentos estudos mais simplificados são requeridos. O EIA é um documento técnico-científico composto por: Diagnóstico ambiental dos meios físico, biótico e socioeconômico; Análise dos impactos ambientais do projeto e de suas alternativas; Definição das medidas mitigadoras dos impactos negativos e elaboração de medidas mitigadoras dos impactos negativos; e Programas de Acompanhamento e Monitoramento. O RIMA é o documento público que reflete as informações e conclusões do EIA e é apresentado de forma objetiva e adequada à compreensão de toda a população. Nessa etapa são realizadas Audiências Públicas para que a comunidade interessada e/ou afetada pelo empreendimento seja consultada.

Para subsidiar a etapa de LI o empreendedor elabora o Plano Básico Ambiental (PBA) que detalha os programas ambientais necessários para a minimização dos impactos negativos e maximização dos impactos positivos, identificados quando da elaboração do EIA.

Para subsidiar a etapa de LO o empreendedor elabora um conjunto de relatórios descrevendo a implantação dos programas ambientais e medidas mitigadoras previstas nas etapas de LP e LI.

10.1.7 Estudos de Impactos Ambientais

Instruído pela Resolução do CONAMA nº001/86, constitui na avaliação do impacto ambiental, utilizando-se de procedimentos de licenciamento ambiental de empreendimentos e atividades consideradas causadoras de significativa degradação ambiental. Contudo, a critério do órgão ambiental competente, e quando verificado que o empreendimento ou atividade não é potencialmente causador de significativa degradação poderá ser solicitado estudo ambiental diverso, em conformidade com a

tipologia, localidade e características do empreendimento ou atividade a ser licenciada.

Em tese, a avaliação de impacto ambiental é um instrumento de política ambiental formado por um conjunto de procedimentos capaz de assegurar, desde o início do processo, que se faça um exame sistemático dos impactos ambientais de uma ação proposta (projeto, programa, plano ou política) e de suas alternativas, e que os resultados sejam apresentados de forma adequada ao público e aos responsáveis pela tomada de decisão, e por eles devidamente considerados(MOREIRA, 1985).

De acordo com (MOREIRA, 1985), a AIA é um subsídio para tomada de decisão. Pode ser aplicado aos diversos tipos de projeto utilizando-se de diversos métodos e técnicas para mensurar os impactos ambientais e garantir resultados consistentes.

10.1.8 Impacto Ambiental

De acordo com (MOREIRA,1985) o meio ambiente, além da sua evolução natural, está sujeito a mudanças causadas por fenômenos naturais ou antrópicos. Fenômenos naturais podem ocorrer de maneira lenta (escala geológica), ou mesmo rapidamente (poucos anos).

Dois atributos são importantes de acordo com(MOREIRA,1985):

1. Magnitude

- a. Grandeza de um impacto em termos absolutos.
- b. Medida da alteração no valor de um fator ou parâmetro ambiental que pode ser qualitativo ou quantitativo.
- c. Deve-se considerar grau de intensidade, periodicidade e amplitude temporal.

2. Importância

- a. Ponderação do grau de significância de um impacto em relação ao fator ambiental afetado e a outros impactos(MOREIRA,1985).

10.1.8.1 Caracterização do Impacto

As seguintes características definem o impacto e ajudam ao caracterizá-lo de acordo com o contexto:

Características de valor:

1. Impacto positivo - quando uma ação resulta na melhoria da qualidade de um fator ou parâmetro ambiental;
2. Impacto negativo - quando a ação resulta em um dano à qualidade de um fator ou parâmetro ambiental.

Características de ordem:

1. Impacto direto - quando resulta de uma simples relação de causa e efeito; também chamado impacto primário ou de primeira ordem;
2. Impacto indireto - quando é uma reação secundária em relação à ação, ou quando é parte de uma cadeia de reações; também chamado impacto secundário, ou de enésima ordem (segunda, terceira, etc.), de acordo com sua situação na cadeia de reações.

Características espaciais:

1. Impacto local - quando a ação afeta apenas o próprio sítio e suas imediações;
2. Impacto regional - quando um efeito se propaga por uma área além das imediações do sítio onde se dá a ação;
3. Impacto estratégico - quando é afetado um componente ambiental de importância coletiva ou nacional.

Características temporais ou dinâmicas:

1. Impacto imediato - quando o efeito surge no instante em que se dá a ação;
2. Impacto a médio a longo prazos- quando o efeito se manifesta depois de decorrido certo tempo após a ação;
3. Impacto temporário - quando o efeito permanece por um tempo determinado, após a execução da ação.
4. Impacto permanente - quando, uma vez executada a ação, os efeitos não cessam de se manifestar, num horizonte temporal conhecido.

Ainda é possível caracterizar o impacto de acordo com a sua reversibilidade, ou seja a possibilidade do fator ambiental voltar à sua condição original. A reversão para um fator ambiental se refere às condições anteriores à intervenção do homem ou fenômenos naturais.

10.1.8.2 Previsão e medição dos impactos

Com uma caracterização mais completa dos impactos é possível prognosticar de forma mais eficiente a magnitude dos impactos e assim ter resultados mais consistentes e completos com relação aos estudos do AIA (avaliação de impacto ambiental).

A magnitude pode ser expressa em termos quantitativos, através de valores numéricos que representem a alteração a ser produzida pela ação num determinado parâmetro ou fator ambiental, ou em termos qualitativos, expressando a provável variação de qualidade a ser observada no fator ambiental afetado. Podem ser definida por uma combinação de valores quantitativos e qualitativos. (MOREIRA, 1985)

10.1.8.3 Matrizes de interação

Dispõem as diversas propostas e os fatores ambientais ao longo de seus eixos horizontais e verticais. As quadriculas definidas pela intercessão das linhas e colunas da matriz. Representam os impactos de cada ação sobre cada fator ambiental, podendo assim identificar o conjunto de impactos gerados pela proposta, destacando-se os múltiplos efeitos de uma dada ação e a soma de suas causas que se combinam para afetar um determinado fator ambiental.

10.2 Considerações iniciais

Este capítulo tem como objetivo mensurar de acordo com a importância e magnitude, caracterizar e avaliar quantitativamente e qualitativamente os impactos ambientais causados pelas propostas feitas com relação à reforma portuária e à operação do porto nesta região por meio de métodos simplificados.

Com o resultado do estudo de impacto ambiental é possível estimar custos relativos às possíveis compensações e custos relativos a licenciamentos e renovações de contratos.

10.2.1 Matriz de Leopold

Resultado da análise dos principais impactos ambientais causados pelo projeto e melhorias propostas, estes projetos levam em conta os alguns aspectos ambientais de relativa importância considerando o tipo de reforma que está sendo proposta e as diferentes atividades que serão exercidas nos locais em seus diferentes momentos. Esta ferramenta foi utilizada em conjunto com os outros integrantes do grupo buscando identificar quais seriam os principais impactos ambientais a serem trabalhados. Não será proposta aqui a solução, apenas a análise com suas devidas considerações. Todo este trabalho resultado foi produto das atividades desenvolvidas na matéria de Trabalho de Formatura II.

É importante destacar que esta análise foi feita com base nos conceitos mais detalhados durante o relatório tal que as notas atribuídas tivesse maior veracidade e se embasassem em critérios menos subjetivos:

Tabela 10.1: Matriz de Leopold aplicada à reforma do terminal portuário do Saboó.

Elementos Impactados			Requerimento de Mão de obra	Preparação do terreno	Retirada da Vegetação	Construções	Construção de poças de extração e valas de drenagem	Transporte de equipamentos	Preparação de equipamentos e materiais	Utilização de água extraída de poças da região	Extração de materiais da região	Deposito de materiais	Lavagem dos equipamentos e do local	Descarga de efluentes líquidos	Total
Características físicas e químicas	Terra	Conteúdo de material Orgânico no solo	0	1	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	4
		Fertilidade do Solo	0	1	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	4
		Ph do Solo	0	1	0	1	1	0	0	1	1	1	1	0	7
		Profundidade do solo	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	3
	Água	Superficial	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	1	1	6
		Subterrânea	1	0	0	1	1	0	0	1	0	0	1	1	6
		Qualidade da água	1	1	0	1	1	0	0	1	0	0	1	1	7
	Atmosfera	Qualidade do ar	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
		Intercambio de gases na profundidade do solo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Clima(micro)	1	1	0	1	1	1	0	0	0	0	1	0	6
		Temperatura	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2
		Redução da velocidade do vento	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2
		Umidade	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	1	1	5
	Processo	Reciclagem de nutrientes do Solo	0	1	0	1	1	0	0	1	1	0	1	0	6
		Estrutura e textura do solo	0	1	0	1	1	0	1	1	1	0	1	0	7
		Compactação do solo	1	1	0	1	0	1	1	0	1	1	0	0	7
		Erosão	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	10
		Infiltração	1	1	0	1	1	0	0	1	1	1	1	1	9
		Lixiviação	0	1	0	0	1	0	0	0	1	1	0	0	4
		Aeração do Solo	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	3
Condições biológicas	Flora	Cultivos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Microflora	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	3
		Diversidade Biológica	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	3
	Fauna	Animais Silvestres	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Aves	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	2
		Diversidade Biológica	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0	4
		Microfauna	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	1	1	5
		Insetos	0	1	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	4
	Usos do Solo	Agricultura	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Comercial	1	0	0	0	0	1	1	0	1	1	0	1	6
		Natureza e espaços abertos	1	1	0	0	1	0	0	0	1	1	0	0	5
		Pecuária	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
Fatores Culturais	Estética e interesses humanos	Vistas panorâmicas e escénicas	0	1	0	1	0	1	1	0	1	1	0	0	6
		Empregos	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	1	3
	Condição Cultural	Estilo de Vida Cultural	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	3
		Salinização de recursos hídricos	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	1	0	4
Efeitos Ecológicos		Eutrofização	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	2

Fonte: Autoria própria.

Percebe-se um impacto relativamente maior no solo da região devido tanto às atividades de obra quanto de operação. Também há um destaque para o impacto nas estruturas do solo, seu pH, o comércio local e as vistas panorâmicas locais.

Estes são os resultados da combinação de diversas ações e portanto para abortar estes problemas deve-se atuar diretamente sobre as ações que irão gerá-los.

Pode-se inferir que por tratar-se principalmente de uma obra que necessita de escavações e que modificarão de forma significativa a infiltração da água no solo o principal impacto será neste setor. Além dos projetos, a maior demanda por equipamentos e o aumento histórico das cargas (cargas de projeto por exemplo) mostra como as tensões no solo irão aumentar nos próximos anos e, portanto, afetando suas características.

Porém são características que não possuem um impacto tão negativo, principalmente quando se pensa nos seres vivos que habitam a região e portanto podem ser até mesmo considerados impactos de longo prazo já que sua importância em um curto prazo é muito pequena.

Como se trata de uma área portuária talvez o fator mais relevante considerando a fauna e a flora local e que tem relação mais direta com o porto seria a qualidade da água. Esta é uma das mais afetadas pelo projeto e com os possíveis impactos negativos aos seres vivos. Na tentativa de mitigá-los deve-se ter uma atenção principalmente no período de obras para que resíduos não sejam descartados indevidamente tanto no oceano como em regiões próximas e durante a operação evitar o descarte indevido de água no oceano. Pode-se dizer que em termos de magnitude este não seja tão grande porém em termos de importância é definitivamente maior.

11 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Durante a segunda etapa de elaboração do Trabalho de Formatura, percebeu-se a complexidade na abordagem de um tema tão multidisciplinar como é o caso de um terminal portuário, pois na busca por eficiência, por aumento de produtividade e por melhoria do atendimento, percebemos a interação entre diferentes disciplinas, não apenas de engenharia mas também relacionadas a finanças e economia.

Dessa maneira, trabalhar com assuntos tão diversos de um porto das dimensões do Porto de Santos ao nível de detalhamento que havia sido pensado inicialmente, dada a capacidade do grupo, seria um grande desafio. Portanto, o escopo do trabalho foi redefinido de modo que ele pudesse apresentar um panorama geral, por meio da exposição de alguns tópicos, e realizar um aprofundamento em outros.

Essa proposta, associada à visita a campo realizada, permitiu que o trabalho fosse realizado de maneira proveitosa, pois foi possível conhecer a infraestrutura atual do porto e sua operação e focar em temas que explorassem as competências profissionais desenvolvidas pelos integrantes do grupo.

Ao estudar a demanda do porto e o seu potencial de crescimento nos próximos anos, foi possível analisar resultados decorrentes dos cenários construídos, que levam a acreditar que existe uma grande oportunidade de investimento na região, o que traria tecnologia, geração empregos e desenvolvimento da economia.

Além disso, foram pensados e desenvolvidos projetos que, por levarem em conta aspectos de caráter ambiental, permitem não somente o aumento de eficiência hídrica, como é o caso do sistema proposto para aproveitamento de água de chuva, mas também o aperfeiçoamento nos processos operacionais do porto, pelo estudo do efeito da interferência dos acessos, tanto à cidade de Santos quanto ao porto, que constituem uma peça frágil do sistema terrestre de transporte.

12 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Disponível em: <www.ergostecnologia.com.br>. Acesso em: 02 dezembro 2014.

Konecranes. Disponível em: <<http://www.konecranes.com>>. Acesso em: 02 dezembro 2014.

ABNT. **NBR 10844**: Instalações prediais de águas pluviais. Rio de Janeiro: ABNT, 1989.

ALFREDINI, P. **Obras e Gestão de Portos e Costas**. [S.l.]: [s.n.], 2009.

ANTAQ. **ANTAQ**, 1986. Disponível em: <<http://www.antaq.gov.br/acessoainformacao/>>. Acesso em: 06 jun. 2014.

AZEVEDO NETTO, J. M. **Manual de Hidráulica**. 8ª. ed. São Paulo: Edgard Blücher, 1998.

BALLOU, R. **Logística Empresarial**. 11. ed. [S.l.]: Atlas, 1993. 392 p.

BALLOU, R. H. **Logística Empresarial**: Transportes, Administração de Materiais, Distribuição Física. São Paulo: Atlas, 1993.

BARBOZA, M. F. **Proposta para desenvolvimento de um indicador de custos proporcionais de logística para indústria de transformação do esta de São Paulo**. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo, p. 202. 2007.

BOLETIM Brasileiro de Avaliação de Tecnologias, 2007. Disponível em: <http://www.ans.gov.br/portal/upload/biblioteca/trabalhos_tecnicos/brats_3/Gloss%E1rio.pdf>.

BOWERSOX, D. J.; CLOSS, D. J. **Logística empresarial**: o processo de integração de cadeia de suprimento. São Paulo: Atlas, 2001.

CARDOSO NETO, A. Sistemas Urbanos de Drenagem. **ANA**, São Paulo, 2006.

CATCHMENT, A. R. **Rainwater catchment design and installation standards**. Austin: [s.n.], 2009.

CHOW, V. T. **Applied Hydrology**. 1ª. ed. Nova Iorque: McGraw Hill, 1988.

CODESP. **Porto de Santos**, 2014. Disponível em: <<http://www.portodesantos.com.br/>>. Acesso em: 03 26 2014.

DAEE. **Equações de chuvas intensas do Estado de São Paulo**. São Paulo: Governo do Estado de São Paulo, 1999.

FCTH. **Manual de drenagem e manejo de águas pluviais**: aspectos tecnológicos; diretrizes para projeto. São Paulo: SMDU, 2012.

FCTH. **Manual de drenagem e manejo de águas pluviais: aspectos tecnológicos; fundamentos.** São Paulo: SMDU, 2012.

FCTH. **Manual de drenagem e manejo de águas pluviais: gerenciamento do sistema de drenagem urbana.** São Paulo: SMDU, 2012.

GUARNIERI, P. **Nível de Formalização na Logística de Suprimentos da Indústria Automotiva - Análise do Caso das Montadoras.** Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Ponta Grossa. 2006.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. IBGE : Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2014. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/>>. Acesso em: 13 maio 2014.

INTERNAVE ENGENHARIA, 2014. Disponível em: <<http://www.internave.net/>>. Acesso em: 13 maio 2014.

KAPLAN, R. S.; NORTON, D. P. The Balanced Scorecard Measures That Drive Performace. **Harvard Business Review**, 1992.

MAY, S. **Estudo de viabilidade do aproveitamento de água de chuva para consumo não potável em edificações.** São Paulo. 2004.

MAY, S. **Estudo de viabilidade do aproveitamento de água de chuva para consumo não potável em edificações.** São Paulo. 2009.

MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO, INDÚSTRIA E COMÉRCIO EXTERIOR. AliceWeb, 2014. Disponível em: <<http://aliceweb.desenvolvimento.gov.br/>>. Acesso em: 13 maio 2014.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis**, 2011. Disponível em: <<http://www.ibama.gov.br/licenciamento/>>. Acesso em: 06 jun. 2014.

MOREIRA, I. V. D. **Avaliação de Impacto Ambiental AIA.** Rio de Janeiro. 1985.

PETROBRAS. **N-1601: Construção de drenagem e de despejos líquidos em unidades industriais.** Rio de Janeiro: Petrobras, 1993.

PETROBRAS. **N-38: Critérios para projetos de drenagem, segregação, escoamento e tratamento preliminar de efluentes líquidos de instalações terrestres.** Rev. E. ed. Rio de Janeiro: Petrobras, 2000.

PONCE, V. M. **Engineering Hydrology: Principles and practices.** Nova Jérсия: Prentice-Hall Inc., 1989.

PORTO, R. M. **Hidráulica Básica.** 4ª. ed. São Paulo: Rettec Gráfica e Editora, 2006.

SUBCHEFIA PARA ASSUNTOS JURÍDICOS. Lei Nº 6938, de 31 Agosto de 1981.

Planalto, 1981. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l6938.htm>.

Acesso em: 02 jun. 2014.

TOMAZ, P. **Estudo de viabilidade do aproveitamento de água de chuva para consumo não potável em edificações**. São Paulo. 2003.

TOMAZ, P. **Dimensionamento de reservatórios de água de chuva**. São Paulo. 2012.

WEBER, J. **Matemática para Economia e Administração**. 2. ed. São Paulo: Harbra, 1986.

Anexo I

Definições de Termos e Conceitos Técnicos Utilizados

Algumas definições dadas pela ANTAQ para os termos técnicos utilizados na concepção da reforma de um terminal portuário são dadas a seguir:

Área do Porto Organizado:

É compreendida pelas instalações portuárias, quais sejam, ancoradouros, docas, cais, pontes e píeres de atracação e acostagem, terrenos, armazéns, edificações e vias de circulação interna, bem como pela infraestrutura de proteção e acesso aquaviário ao porto, tais como guias-correntes, quebra-mares, eclusas, canais, bacias de evolução e áreas de fundeio que devam ser mantidas pela Administração do Porto (Lei 8.630/93).

Bacia de Evolução:

É um local no espaço aquático nas proximidades do cais, dotado de dimensão e profundidade adequadas, para manobrar as embarcações.

Berço de atracação:

É um espaço no cais, entre cabeços de amarração, em que o navio pode atracar para operar, embarcar e desembarcar, cargas em segurança.

Cais do porto:

É uma parte contínua de um porto que tem contato direto com o mar onde se localizam os berços de atracação e que podem ser especializados (terminais) ou não (cais comercial).

Canal de Acesso:

Canal que liga o alto mar com as instalações portuárias, podendo ser natural ou artificial, dotado de profundidade e largura adequadas, com a devida sinalização, com o objetivo de dar acesso das embarcações ao porto.

Carga Geral:

É constituída por mercadorias acondicionadas nas mais variadas embalagens de diversos tamanhos, pesos e ou volumes, como por exemplo: sacos, caixas de madeira, caixas de papelão ou similares, engradados, tambores, barris, bem como cargas de pesos e/ou volumes desproporcionais e não convencionais.

Carga Unitizada:

É a carga embalada em unidades como: bandejas (*pallet*), como contentor (contêiner) sempre para facilitar o seu manuseio.

Concessão:

As concessões de portos organizados são feitas de acordo com o que preceitua a Lei nº 8.987/95, mediante licitação (modalidade de concorrência), a interessados que demonstrem capacidade de desempenho, por conta em risco e por prazo determinado.

Contrato de Arrendamento:

Contrato celebrado com a União, no caso de exploração direta, ou com sua concessionária, sempre através de licitação, quando localizada dentro dos limites da área do porto organizado (Lei 8.630/93).

Contrato de Adesão:

Contrato celebrado entre a ANTAQ e particular que queira construir ou explorar instalação portuária de uso privativo (Decreto 6.620/2008).

Contêiner:

Também chamado contentor e cofre de carga, é qualquer caixa metálica principalmente na medida de 20 ou 40 pés que tenha estrutura para engate automático pelos equipamentos de movimentação, seja horizontal ou vertical. No cais: os principais equipamentos de movimentação são: os portêiner panamax, portêiner *post panamax*, portêiner *super post panamax*, portêiner *takraf*, portêiner de torque. portêiner sobre rodas. No pátio: as empilhadeiras *reach staker*, transtêiner sobre rodas, *terminal tractors*, guindastes sobre pneus para pátio, e empilhadeiras para carregar e descarregar contêineres.

Delegação:

As delegações para portos organizados foram feitas de acordo com os preceitos legais cabíveis para o exercício da atividade portuária com a finalidade de descentralização de serviços e poder. Geralmente as delegações são dadas a Estados e Municípios.

Dolfin:

É uma coluna de concreto fincada no fundo do mar que aflora à sua superfície e serve para atracar (dolfin de atracação) e para amarrar (dolfin de amarração) navios. Em alguns casos dispensam os cais corridos.

Granel Líquido:

É toda a carga líquida transportada diretamente nos porões do navio, sem embalagem e em grandes quantidades e que é movimentada em dutos por meio de bombas, como petróleo e seus derivados, óleos vegetais, sucos de laranja, etc.

Granel Sólido:

É toda carga seca fragmentada, minérios, grãos, transportada em grandes quantidades diretamente nos porões do navio, sem embalagem.

Natureza da Carga:

Denominação dada no Anuário para indicar os granéis sólidos, líquidos e carga geral.

Navegação de Cabotagem:

É a realizada entre portos brasileiros, utilizando exclusivamente a via marítima ou a via marítima e as interiores (Lei nº10.893/04).

Navegação Interior (fluvial e lacustre):

É a navegação realizada entre portos brasileiros usando exclusivamente as vias interiores (Lei 10.893/04).

Navegação de Longo Curso:

É a realizada entre portos brasileiros e portos estrangeiros, sejam marítimos fluvial ou lacustre (Lei nº 10.893/04).

Off-shore:

É a navegação próxima à costa que entre outras, atende as plataformas de petróleo.

Outras Navegações:

É a denominação usada para indicar as navegações fluvial e lacustre, marítimas de transporte de carga (caso do transporte de sal do continente para o porto-ilha de Areia branca) e a navegação perto da costa (*Off-shore*).

Pátio:

Áreas descobertas que se encontram localizadas na área de um porto intercalado aos armazéns ou isoladas, destinadas ao recebimento de cargas pesadas ou de natureza especial.

Porto Organizado:

Porto construído e aparelhado para atender as necessidades da navegação e da movimentação e armazenagem de mercadorias, concedido ou explorado pela União, cujo tráfego e operações portuárias estejam sob a jurisdição de autoridade portuária.

Retroporto:

Retroporto ou retroárea de um porto, é uma área adjacente ao porto organizado destinada a suprir as deficiências de área de armazenagem do porto. É utilizada muitas vezes até para desembarço aduaneiro.

Roll-on-roll-off (Ro-Ro):

Navio especial que opera por rolamento. A carga embarca e desembarca sobre rodas. Dispõe de abertura (prancha) na proa e/ou na popa para essa movimentação.

Sentido da Navegação:

Terminal Arrendado ou Terminal de uso público:

Localizado dentro dos limites da área do Porto Organizado, os terminais são arrendados de acordo com o Contrato de Arrendamento, previsto na Lei 8.630/93.

Terminal ou terminal portuário:

É uma instalação portuária, normalmente cais ou píer especializado com equipamentos apropriados para movimentação de um determinado tipo de carga, sejam elas granel sólido, granel líquido, carga geral ou exclusivamente contêiner.

Termo de Autorização:

Ato administrativo unilateral, discricionário e precário celebrado entre a ANTAQ e o particular que queira exercer atividade de construção e exploração de instalação portuária de uso privativo ou misto. Após alteração do Decreto 6.620/2008, a autorização passou a ser outorgada por Contrato de Adesão.

Terminal de Uso Privativo – TUP:

Instalação portuária explorada por pessoa jurídica de direito público ou privado, utilizada na movimentação de passageiros ou armazenagem de mercadorias, destinados ou provenientes de transporte aquaviário (Lei nº8.630/93). Esses terminais podem ser de uso exclusivo - para movimentar carga própria, ou de uso misto, para movimentar carga própria e de terceiros, desde que fora da área do porto organizado, ou quando o interessado for titular do domínio útil do terreno, mesmo que dentro da área do porto organizado.

TEU (Twenty-foot Equivalent Units – Unidades equivalentes a 20 pés):

Unidade utilizada para conversão da capacidade de contêineres de diversos tamanhos ao tipo padrão ISO de 20 pés.

TPB (Tonelada de Porte Bruto) e TLR tonelada Líquida de Registro:

TPB (Tonelada de porte bruto) é o peso em toneladas que o navio pode transportar, incluídos carga, combustível, aguada, lubrificantes, víveres, sobressalentes, enfim,

tudo que necessita para sua completa operação, incluindo a tripulação e seus pertences. TLR (tonelada Liquida de Registro) é o volume de espaço comerciável do navio após deduzir os espaços como, praça de máquinas, tanques de combustíveis, túnel do eixo do hélice, etc.

Anexo II

TABELA DE PREÇOS DOS SERVIÇOS E PRODUTOS COBRADOS PELO INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS - IBAMA

DESCRIÇÃO	VALOR (R\$)
I - FAUNA	
1. LICENÇA E RENOVAÇÃO	
<ul style="list-style-type: none"> Licença ou renovação para transporte nacional de fauna silvestre, partes, produtos e derivados para criadouros científicos ligados a instituições públicas de pesquisa, pesquisadores ligados a instituições públicas de pesquisa e zoológicos públicos 	ISENTO
<ul style="list-style-type: none"> Licença ou renovação para transporte nacional de fauna silvestre, partes, produtos e derivados da fauna exótica constante do Anexo I da Convenção sobre Comercio Internacional de Espécies da Fauna e Flora em perigo de extinção - CITES (por formulário) 	21,00
<ul style="list-style-type: none"> Licença ou renovação para exposição ou concurso de animais silvestres (por formulário) 	32,00
<ul style="list-style-type: none"> Licença para importação, exportação ou reexportação de animais vivos, partes, produtos e derivados da fauna para criadouros científicos e pesquisadores ligados a instituições públicas de pesquisa e zoológicos públicos 	ISENTO
<ul style="list-style-type: none"> Licença para importação, exportação ou reexportação de animais vivos, partes, produtos e derivados da fauna: 	
1.5.1 Por formulário de até 14 itens	37,00
1.5.2 Por formulário adicional	6,00
2. LICENCIAMENTO AMBIENTAL	
2.1 - Criadouro de espécimes da fauna exótica para fins comerciais:	
2.1.1 - Pessoa física	600,00
2.1.2 - Microempresa	800,00
2.1.3 - Demais empresas	1.200,00
2.2 - Mantenedor de fauna exótica :	
2.2.1 - Pessoa física	300,00
2.2.2 - Microempresa	400,00
2.2.3 - Demais empresas	500,00
2.3. Importador de animais vivos, abatidos, partes, produtos e subprodutos da fauna silvestre brasileira e exótica:	
2.3.1. Microempresa	500,00
2.3.2. Demais empresas	600,00

2.4. Circo:	
2.4.1. Microempresa	300,00
2.4.2. Demais empresas	600,00
Obs.: O licenciamento ambiental da fauna será renovável a cada dois anos	
3. REGISTRO	
3.1. Criadouros de espécies da fauna brasileira para fins científicos:	
3.1.1. Vinculados a instituições públicas de pesquisas	ISENTO
3.1.2. Não vinculados	100,00
3.2. Criadouros de espécies da fauna brasileira para fins comerciais:	
3.2.1. Categoria A – Pessoa Física	400,00
3.2.2. Categoria B – Pessoa Jurídica	300,00
3.3. Indústria de beneficiamento de peles, partes, produtos e derivados da fauna brasileira	400,00
3.4. Zoológico Público – Categorias A, B e C	ISENTO
3.5. Zoológico privado:	
3.5.1. Categorias A	300,00
3.5.2. Categorias B	350,00
3.5.3. Categorias C	400,00
3.6. Exportador de animais vivos, abatidos, partes, produtos e derivados da fauna	300,00
3.7. Importador de animais vivos, abatidos, partes, produtos e derivados da fauna	400,00
4. CAÇA AMADORISTA	
4.1. Liberação de armas e demais petrechos de caça	373,00
4.2. Autorização anual de caça amadorista de campo e licença de transporte das peças abatidas	300,00
4.3. Autorização anual de caça amadorista de banhado e licença de transporte das peças abatidas	300,00
4.4. Autorização de ingresso de caça abatida no exterior (por formulário)	319,00
5. VENDA DE PRODUTOS	
5.1. Selo de lacre de segurança para peles, partes, produtos e derivados da fauna	1,10
6. SERVIÇOS DIVERSOS	
6.1. Expedição ou renovação anual de carteira da fauna para sócios de clubes agrupados à Federação Ornitológica	30,00
6.2. Identificação ou marcação de espécimes da fauna (por unidade por ano).	16,00
II - FLORA	
1. LICENÇA E RENOVAÇÃO	
1.1. Licença ou renovação para exposição ou concurso de plantas ornamentais	53,00
1.2. Licença ou renovação para transporte nacional de flora brasileira, partes, produtos e derivados para jardins botânicos públicos e pesquisadores ligados a instituições públicas de pesquisa	ISENTO
1.3. Licença ou renovação para transporte nacional de flora exótica constante do Anexo I da CITES (por formulário)	21,00

1.4. Licença ou renovação para importação, exportação ou reexportação de plantas vivas, partes, produtos e derivados da flora para jardins botânicos públicos e pesquisadores ligados a instituições públicas de pesquisa	ISENTO
1.5. Licença ou renovação para importação, exportação ou reexportação de plantas vivas, partes, produtos e derivados da flora:	
1.5.1. Por formulário de 14 itens	37,00
1.5.2. Por formulário adicional	6,00
1.6. Licença para porte e uso de motosserra - anual	30,00
2. AUTORIZAÇÃO	
2.1. Autorização para uso do fogo em queimada controlada:	
2.1.1. Sem vistoria	ISENTO
2.1.2. Com vistoria:	
2.1.2.1. Queimada Comunitária:	
. Área até 13 hectares	3,50
. De 14 a 35 hectares	7,00
. De 36 a 60 hectares	10,50
. De 61 a 85 hectares	14,00
. De 86 a 110 hectares	17,50
. De 111 a 135 hectares	21,50
. De 136 a 150 hectares	25,50
2.1.2.2. Demais Queimadas Controladas:	
. Área até 13 hectares	3,50
. Acima de 13 hectares – por hectare autorizado	3,50
2.2. Autorização de Transporte para Produtos Florestais-ATPF	
2.2.1. Para lenha, rachas e lascas, palanques roliços, escoramentos, xaxim, óleos essenciais e carvão vegetal	5,00
2.2.2. Para demais produtos	10,00
2.3. Autorização para Consumo de Matéria Prima Florestal - m³consumido/ano	vide formula
Até 1.000 = $(125,00 + Q \times 0,0020)$ Reais	
1.001 a 10.000 = $(374,50 + Q \times 0,0030)$ Reais	
10.001 a 25.000 = $(623,80 + Q \times 0,0035)$ Reais	
25.001 a 50.000 = $(873,80 + Q \times 0,0040)$ Reais	
50.001 a 100.000 = $(1.248,30 + Q \times 0,0045)$ Reais	
100.001 a 1.000.000 = $(1.373,30 + Q \times 0,0050)$ Reais	
1.000.001 a 2.500.000 = $(1.550,00 + Q \times 0,0055)$ Reais	
Acima de 2.500.000 = 22.500,00 Reais	
Q = quantidade consumida em metros cúbicos	
3. VISTORIA	
3.1. Vistorias para fins de loteamento urbano	532,00
3.2. Vistoria prévia para implantação de Plano de Manejo Florestal Sustentado (área projetada):	
. Até 250 há	289,00

. Acima de 250 ha. - Valor = R\$ 289,00 + R\$ 0,55 por ha. excedente	vide fórmula
3.3. Vistoria de acompanhamento de Plano de Manejo Florestal Sustentado (área explorada):	
. Até 250 há	289,00
. Acima de 250 ha. – Valor = R\$ 289,00 + R\$ 0,55 por ha excedente	vide fórmula
3.4. Vistoria técnica para coleta de plantas ornamentais e medicinais (área a ser explorada):	
. Até 20 ha/ano	ISENTO
. De 21 a 50 ha/ano	160,00
. De 51 a 100 ha/ano	289,00
. Acima de 100 ha/ano – Valor = R\$ 289,00 + R\$ 0,55 por ha	vide fórmula
3.5. Vistoria para limpeza de área (área solicitada)	289,00
3.6. Vistoria técnica de desmatamento para uso alternativo do solo de projetos enquadrados no Programa Nacional de Agricultura Familiar-PRONAF ou no Programa de Financiamento à Conservação e Controle do Meio Ambiente-FNE VERDE (área a ser explorada):	
. Até Módulo INCRA por ano	ISENTO
. Acima de Módulo INCRA por ano - Valor = R\$ 128,00 + R\$ 0,55 por ha excedente	vide fórmula
3.7. Vistorias de implantação, acompanhamento e exploração de florestas plantadas, enriquecimento (palmito e outras frutíferas) e cancelamentos de projetos (por área a ser vistoriada):	
. Até 50 ha/ano	64,00
. De 51 a 100 ha/ano	117,00
. Acima de 100 ha/ano – Valor = R\$ 289,00 + R\$ 0,55 por ha excedente	vide fórmula
3.8. Vistoria técnica para desmatamento para uso alternativo do solo e utilização de sua matéria-prima florestal:	
. Até 20 há	ISENTO
. De 21 a 50 ha/ano	160,00
. De 51 a 100 ha/ano	289,00
. Acima de 100 ha/ano – Valor = R\$ 289,00 + R\$ 0,55 por ha excedente	vide fórmula
3.9. Vistoria para fins de averbação de área de Reserva Legal (sobre a área total da propriedade):	
. Até 100 ha/ano	ISENTO
. De 101 a 300 ha/ano	75,00
. De 301 a 500 ha/ano	122,00
. De 501 a 750 ha/ano	160,00
. Acima de 750 ha/ano – Valor = R\$ 160,00 + R\$ 0,21 por ha excedente	vide fórmula
Obs.: Quando a solicitação de vistoria para averbação de reserva legal for concomitante a outras vistorias (desmatamento, plano de manejo, etc.), cobra-se pelo maior valor	
3.10. Vistoria de áreas degradadas em recuperação, de avaliação de danos ambientais em áreas antropizadas e em empreendimentos cujas áreas estão sujeitas a impacto ambiental - EIA/RIMA:	
- até 250 ha/ano	289,00

- acima de 250 ha/ano – Valor = R\$ 289,00 + R\$ 0,55 por ha excedente	vide fórmula
3.11. Demais Vistorias Técnicas Florestais:	
- até 250 ha/ano	289,00
- acima de 250 ha/ano – Valor = R\$289,00 + 0,55 por ha excedente	vide fórmula
4. INSPEÇÃO DE PRODUTOS E SUBPRODUTOS DA FLORA PARA EXPORTAÇÃO OU IMPORTAÇÃO	
4.1. Inspeção de espécies contingenciadas	ISENTO
4.2 Levantamento circunstanciado de áreas vinculados à reposição florestal e ao Plano Integrado Florestal, Plano de Corte e Resinagem (projetos vinculados e projetos de reflorestamento para implantação ou cancelamento):	
- Até 250 ha/ano	289,00
- Acima de 250 ha/ano – Valor = R\$ 289,00 + R\$ 0,55 por ha excedente	vide fórmula
5. OPTANTES DE REPOSIÇÃO FLORESTAL	
5.1. Valor por árvore	1,10
III – CONTROLE AMBIENTAL	
1. LICENÇA E RENOVAÇÃO	
1.1. Licença Ambiental ou Renovação	vide tabela
EMPRESA DE PEQUENO PORTE	
<i>Impacto Ambiental Pequeno Médio Alto</i>	
Licença Prévia 2.000,00 4.000,00 8.000,00	
Licença de Instalação 5.600,00 11.200,00 22.400,00	
Licença de Operação 2.800,00 5.600,00 11.200,00	
EMPRESA DE PORTE MÉDIO	
<i>Impacto Ambiental Pequeno Médio Alto</i>	
Licença Prévia 2.800,00 5.600,00 11.200,00	
Licença de Instalação 7.800,00 15.600,00 31.200,00	
Licença de Operação 3.600,00 7.800,00 15.600,00	
EMPRESA DE GRANDE PORTE	
<i>Impacto Ambiental Pequeno Médio Alto</i>	
Licença Prévia 4.000,00 8.000,00 16.000,00	
Licença de Instalação 11.200,00 22.400,00 44.800,00	
Licença de Operação 5.600,00 11.200,00 22.400,00	
1.2. Licença para uso da configuração de veículo ou motor	vide fórmula
Valor = R\$266,00 + N x R\$1,00	
N = número de veículos comercializados no mercado interno – pagamento até o último dia do mês subsequente à comercialização.	
1.3. Licença de uso do Selo Ruído	266,00
1.4. Certidão de dispensa de Licença para uso da configuração de veículo ou motor por unidade.	266,00
1.5. Declaração de atendimento aos limites de ruídos	266,00
2. AVALIAÇÃO E ANÁLISE	

2.1. Análise de documentação técnica que subsidie a emissão de: Registros, Autorizações, Licenças, inclusive para supressão de vegetação em Áreas de Preservação Permanente e respectivas renovações :	vide fórmula
Valor = {K + [(A x B x C) + (D x A x E)]}	
A - Nº de Técnicos envolvidos na análise	
B - Nº de horas/homem necessárias para análise	
C - Valor em Reais da hora/homem dos técnicos envolvidos na análise + total de obrigações sociais	
(OS) = 84,71% sobre o valor da hora/homem	
D - Despesas com viagem	
E - Nº de viagens necessárias	
K - Despesas administrativas = 5% do somatório de (A x B x C) + (D x A x E)	
2.2. Avaliação e classificação do Potencial de Periculosidade Ambiental - PPA:	
2.2.1. Produto Técnico	22.363,00
2.2.2. Produto formulado	11.714,00
2.2.3. Produto Atípico	6.389,00
2.2.4. PPA complementar	2.130,00
2.2.5. Pequenas alterações	319,00
2.3. Conferência de documentação técnica para avaliação e registro de agrotóxicos e afins	319,00
2.4. Avaliação de eficiência de agrotóxicos e afins para registro	2.130,00
2.5. Reavaliação técnica de agrotóxicos (inclusão de novos usos)	3.195,00
2.6. Avaliação Ambiental Preliminar de Agrotóxicos, seus componentes e afins, com ou sem emissão de Certificado de Registro Especial Temporário:	
2.6.1. Fase 2	532,00
2.6.2. Fase 3	2.130,00
2.6.3. Fase 4	4.260,00
2.7. Avaliação/Classificação Ambiental de Produtos Biotecnológicos para fins de registro	6.389,00
2.8. Avaliação Ambiental de Preservativos de Madeira	4.260,00
2.9. Avaliação Ambiental de Organismos Geneticamente Modificados	22.363,00
3. AUTORIZAÇÃO	
3.1. Autorizações para supressão de vegetação em Área de Preservação Permanente:	
. Até 50 há	133,00
. Acima de 50 há	vide fórmula
Valor = R\$ 6.250,00 +(25,00 x Área que excede 50 ha)	
3.2. Autorização para importação, produção, comercialização e uso de mercúrio	vide fórmula
Valor = R\$ 125,00 + (125,00 x 0,003 x QM)	
QM = quantidade de Mercúrio Metálico (medido em quilograma) importado, comercializado ou produzido por ano	
4. REGISTRO	
4.1. Proprietário e comerciante de motosserra	ISENTO

4.2. Registro de agrotóxicos, seus componentes e afins	1.278,00
4.3. Manutenção de registro ou da classificação do PPA (Classe I e II)	7.454,00
4.4. Manutenção de registro ou da classificação do PPA (Classe III e IV)	3.195,00
4.5. Registro ou renovação de produto preservativo de madeira	1.278,00
4.6. Registro de produtos que contenham organismos geneticamente modificados	1.278,00
4.7. Manutenção de registro de produtos que contenham organismos geneticamente modificados	5.325,00

ANEXO VIII
(Incluído pela Lei nº 10.165, de 27/12/2000)

Atividades potencialmente poluidoras e utilizadoras de recursos ambientais

Código	Categoria	Descrição	Pp/gu
01	Extração e Tratamento de Minerais	- pesquisa mineral com guia de utilização; lavra a céu aberto, inclusive de aluvião, com ou sem beneficiamento; lavra subterrânea com ou sem beneficiamento, lavra garimpeira, perfuração de poços e produção de petróleo e gás natural.	Alto
02	Indústria de Produtos Minerais Não Metálicos	- beneficiamento de minerais não metálicos, não associados a extração; fabricação e elaboração de produtos minerais não metálicos tais como produção de material cerâmico, cimento, gesso, amianto, vidro e similares.	Médio
03	Indústria Metalúrgica	- fabricação de aço e de produtos siderúrgicos, produção de fundidos de ferro e aço, forjados, arames, relaminados com ou sem tratamento; de superfície, inclusive galvanoplastia, metalurgia dos metais não-ferrosos, em formas primárias e secundárias, inclusive ouro; produção de laminados, ligas, artefatos de metais não-ferrosos com ou sem tratamento de superfície, inclusive galvanoplastia; relaminação de metais não-ferrosos, inclusive ligas, produção de soldas e anodos; metalurgia de metais preciosos; metalurgia do pó, inclusive peças moldadas; fabricação de estruturas metálicas com ou sem tratamento de superfície,	Alto

		inclusive; galvanoplastia, fabricação de artefatos de ferro, aço e de metais não-ferrosos com ou sem tratamento de superfície, inclusive galvanoplastia, têmpera e cementação de aço, recozimento de arames, tratamento de superfície.	
04	Indústria Mecânica	- fabricação de máquinas, aparelhos, peças, utensílios e acessórios com e sem tratamento térmico ou de superfície.	Médio
05	Indústria de material Elétrico, Eletrônico e Comunicações	- fabricação de pilhas, baterias e outros acumuladores, fabricação de material elétrico, eletrônico e equipamentos para telecomunicação e informática; fabricação de aparelhos elétricos e eletrodomésticos.	Médio
06	Indústria de Material de Transporte	- fabricação e montagem de veículos rodoviários e ferroviários, peças e acessórios; fabricação e montagem de aeronaves; fabricação e reparo de embarcações e estruturas flutuantes.	Médio
07	Indústria de Madeira	- serraria e desdobramento de madeira; preservação de madeira; fabricação de chapas, placas de madeira aglomerada, prensada e compensada; fabricação de estruturas de madeira e de móveis.	Médio
08	Indústria de Papel e Celulose	- fabricação de celulose e pasta mecânica; fabricação de papel e papelão; fabricação de artefatos de papel, papelão, cartolina, cartão e fibra prensada.	Alto
09	Indústria de Borracha	- beneficiamento de borracha natural, fabricação de câmara de ar, fabricação e condicionamento de pneumáticos; fabricação de laminados e fios de borracha; fabricação de espuma de borracha e de artefatos de espuma de borracha, inclusive látex.	Pequeno
10	Indústria de Couros e Peles	- secagem e salga de couros e peles, curtimento e outras preparações de couros e peles; fabricação de artefatos diversos de couros e peles; fabricação de cola animal.	Alto

11	Indústria Têxtil, de Vestuário, Calçados e Artefatos de Tecidos	- beneficiamento de fibras têxteis, vegetais, de origem animal e sintéticos; fabricação e acabamento de fios e tecidos; tingimento, estamparia e outros acabamentos em peças do vestuário e artigos diversos de tecidos; fabricação de calçados e componentes para calçados.	Médio
12	Indústria de Produtos de Matéria Plástica.	- fabricação de laminados plásticos, fabricação de artefatos de material plástico.	Pequeno
13	Indústria do Fumo	- fabricação de cigarros, charutos, cigarrilhas e outras atividades de beneficiamento do fumo.	Médio
14	Indústrias Diversas	- usinas de produção de concreto e de asfalto.	Pequeno
15	Indústria Química	- produção de substâncias e fabricação de produtos químicos, fabricação de produtos derivados do processamento de petróleo, de rochas betuminosas e da madeira; fabricação de combustíveis não derivados de petróleo, produção de óleos, gorduras, ceras, vegetais e animais, óleos essenciais, vegetais e produtos similares, da destilação da madeira, fabricação de resinas e de fibras e fios artificiais e sintéticos e de borracha e látex sintéticos, fabricação de pólvora, explosivos, detonantes, munição para caça e desporto, fósforo de segurança e artigos pirotécnicos; recuperação e refino de solventes, óleos minerais, vegetais e animais; fabricação de concentrados aromáticos naturais, artificiais e sintéticos; fabricação de preparados para limpeza e polimento, desinfetantes, inseticidas, germicidas e fungicidas; fabricação de tintas, esmaltes, lacas, vernizes, impermeabilizantes, solventes e secantes; fabricação de fertilizantes e agroquímicos; fabricação de produtos farmacêuticos e veterinários; fabricação de sabões, detergentes e velas; fabricação de perfumarias e cosméticos; produção de álcool etílico,	Alto

		metanol e similares.	
16	Indústria de Produtos Alimentares e Bebidas	- beneficiamento, moagem, torrefação e fabricação de produtos alimentares; matadouros, abatedouros, frigoríficos, charqueadas e derivados de origem animal; fabricação de conservas; preparação de pescados e fabricação de conservas de pescados; beneficiamento e industrialização de leite e derivados; fabricação e refinação de açúcar; refino e preparação de óleo e gorduras vegetais; produção de manteiga, cacau, gorduras de origem animal para alimentação; fabricação de fermentos e leveduras; fabricação de rações balanceadas e de alimentos preparados para animais; fabricação de vinhos e vinagre; fabricação de cervejas, chopes e maltes; fabricação de bebidas não-alcoólicas, bem como engarrafamento e gaseificação e águas minerais; fabricação de bebidas alcoólicas.	Médio
17	Serviços de Utilidade	- produção de energia termoeleétrica; tratamento e destinação de resíduos industriais líquidos e sólidos; disposição de resíduos especiais tais como: de agroquímicos e suas embalagens; usadas e de serviço de saúde e similares; destinação de resíduos de esgotos sanitários e de resíduos sólidos urbanos, inclusive aqueles provenientes de fossas; dragagem e derrocamentos em corpos d'água; recuperação de áreas contaminadas ou degradadas.	Médio
18	Transporte, Terminais, Depósitos e Comércio	- transporte de cargas perigosas, transporte por dutos; marinas, portos e aeroportos; terminais de minério, petróleo e derivados e produtos químicos; depósitos de produtos químicos e produtos perigosos; comércio de combustíveis, derivados de petróleo e produtos químicos e produtos perigosos.	Alto
19	Turismo	- complexos turísticos e de lazer, inclusive parques temáticos.	Pequeno

20	Uso de Recursos Naturais	Silvicultura; exploração econômica da madeira ou lenha e subprodutos florestais; importação ou exportação da fauna e flora nativas brasileiras; atividade de criação e exploração econômica de fauna exótica e de fauna silvestre; utilização do patrimônio genético natural; exploração de recursos aquáticos vivos; introdução de espécies exóticas, exceto para melhoramento genético vegetal e uso na agricultura; introdução de espécies geneticamente modificadas previamente identificadas pela CTNBio como potencialmente causadoras de significativa degradação do meio ambiente; uso da diversidade biológica pela biotecnologia em atividades previamente identificadas pela CTNBio como potencialmente causadoras de significativa degradação do meio ambiente.	Médio
----	--------------------------	---	-------

VALORES, EM REAIS, DEVIDOS A TÍTULOS DE TCFA POR ESTABELECIMENTO POR TRIMESTRE

Potencial de Poluição, Grau de utilização de Recursos Naturais	Pessoa Física	Microempresa	Empresa de Pequeno Porte	Empresa de Médio Porte	Empresa de Grande Porte
Pequeno	-	-	112,50	225,00	450,00
Médio	-	-	180,00	360,00	900,00
Alto	-	50,00	225,00	450,00	2.250,00

Implantação geral – Rede de drenagem

Implantação parcial 1/6

Implantação parcial 2/6

Implantação parcial 3/6

Implantação parcial 4/6

Implantação parcial 5/6

Implantação parcial 6/6

Detalhes 1/2 – Rede de drenagem

Implantação geral – Rede de esgoto sanitário

Detalhes 2/2 – Rede de drenagem

Implantação geral – Rede de água potável

Implantação geral – Rede de esgoto sanitário

Implantação geral – Sistema de aproveitamento de água de chuva

