

CLARISSA GRABERT NEVES YEBRA
FABIA AKISSUE DE BARROS
MARINÊS MIYAMURA
PAULA YOSHIE MAEDA
PEDRO HENRIQUE CERENTO DE LYRA
PRISCILA PIESTUN BRANCO

TERMINAL PORTUÁRIO EMBRAPORT

Trabalho de Formatura apresentado à
Escola Politécnica da Universidade de
São Paulo para a obtenção do título de
Engenheiro Civil

Área de concentração:
Engenharia Civil

Orientador: Professor Titular
Fernando Rebouças Stucchi
Co-orientador: Professor
Kalil José Skaf

São Paulo
2008

AGRADECIMENTOS

Ao nosso orientador, Prof. Dr. Fernando Rebouças Stucchi, pela sua orientação e atenção durante todo o trabalho.

Ao nosso co-orientador, mestre e amigo, Prof. Kalil José Skaf, pela sua orientação e atenção durante todo o trabalho, pela sua enorme colaboração com seu conhecimento técnico na área portuária e pela sua infinita paciência durante todo o ano.

Ao Prof. Dr. André Bergsten Mendes, pela sua orientação e colaboração como consultor e pela sua presença em nossas duas bancas examinadoras.

À empresa EGT e aos amigos e colegas que lá trabalham pela contribuição que cada um nos ofereceu em momentos oportunos, em especial à engenheira e amiga Thais Filogônio.

À Empresa Brasileira de Terminais Portuários, pela atenção dispensada, pelas visitas concedidas e pelo material disponibilizado para o desenvolvimento deste relatório.

À Operadora Portuária Santos Brasil S.A., à Construtora Andrade Gutierrez, à Construtora Norberto Odebrecht S.A., à Construtora Carioca Christiani Nielsen Engenharia, à Constremac Industrial Ltda, à Jan de Nul do Brasil Dragagem e Engenharia Ltda e à Concremat Engenharia e Tecnologia S.A. pelas visitas concedidas, pelas informações fornecidas e pelo material disponibilizado para a concretização deste trabalho.

Aos demais profissionais e professores que direta ou indiretamente colaboraram para a realização deste trabalho.

Ao nosso colega Thiago Heitor Camargo de Faria que participou diretamente da execução da primeira parte de nosso trabalho.

E em especial aos nossos pais, irmãos, companheiros, amigos e demais familiares, pela sua enorme paciência conosco durante o desenvolvimento deste e por seu constante estímulo e apoio para chegarmos aonde chegamos.

RESUMO

O presente trabalho tem por objetivo estudar o Terminal Portuário EMBRAPORT, mais especificamente a retroárea estruturada do terminal de contêineres, sob os pontos de vista operacional, estrutural e gerencial.

Para tanto foram desenvolvidas pesquisas bibliográficas, visitas técnicas, entrevistas com especialistas, modelagens estruturais e um enorme trabalho de pesquisa.

No início do relatório há uma pequena introdução justificando a escolha do tema e descrevendo sua importância e um breve histórico do Porto de Santos.

Em seguida o empreendimento é descrito segundo sua localização, suas características ambientais e as características gerais da obra. Como o terminal está sendo executado por um consórcio construtor, há também uma breve descrição sobre sua formação e os aspectos contratuais do empreendimento.

A seguir é feito um estudo detalhado dos principais tipos de terminais portuários associados às diferentes formas de movimentação de carga: contêineres, carga geral, veículos, granéis sólidos e granéis líquidos.

Numa outra etapa, apresenta-se um breve estudo logístico do terminal de contêineres para obtenção do melhor “layout” para sua retroárea de acordo com os equipamentos que serão utilizados.

Definido o melhor “layout” da retroárea fez-se uma simplificada análise estrutural da infra e da superestrutura a partir de modelos planos, resultando no dimensionamento das principais estruturas adotadas.

Visando aprimorar os conhecimentos gerenciais, foi realizado um planejamento da obra, juntamente com o dimensionamento da quantidade de equipamentos e a definição do canteiro.

Palavras-chave: Engenharia Civil. Obra Portuária. Terminal de Contêineres.

SUMÁRIO

AGRADECIMENTOS	I
RESUMO	II
SUMÁRIO	III
LISTA DE ILUSTRAÇÕES.....	IX
LISTA DE TABELAS	XIII
LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS.....	XV
LISTA DE SÍMBOLOS.....	XVII
1 INTRODUÇÃO	1
1.1 OBJETIVO	1
1.2 RELEVÂNCIA DO TEMA.....	1
1.3 ORGANIZAÇÃO DO TEXTO	4
2 HISTÓRICO DO PORTO DE SANTOS.....	5
3 O EMPREENDIMENTO EMBRAPORT	9
3.1 LOCALIZAÇÃO DO TERMINAL.....	9
3.2 CARACTERIZAÇÃO AMBIENTAL	12
3.2.1 <i>Temperatura</i>	12
3.2.2 <i>Chuvas</i>	12
3.2.3 <i>Nebulosidade</i>	13
3.2.4 <i>Marés</i>	13
3.2.5 <i>Topografia</i>	14
3.3 CARACTERIZAÇÃO GERAL DO EMPREENDIMENTO.....	15
3.4 CARACTERIZAÇÃO DAS ÁREAS	18
3.4.1 <i>Área norte</i>	18
3.4.2 <i>Área central</i>	19
3.4.3 <i>Área sul</i>	19
3.5 CARACTERÍSTICAS GERAIS DA OBRA.....	19
3.5.1 <i>Dragagem de material contaminado e não contaminado</i>	20

3.5.2	<i>Aterro e enrocamento</i>	22
3.5.3	<i>Estrutura das instalações de contêineres</i>	26
3.5.4	<i>Estrutura das instalações de álcool</i>	28
3.5.5	<i>Edificações e outras instalações</i>	28
3.5.6	<i>Pavimentação das vias internas e do pátio de contêineres</i>	30
3.5.7	<i>Pátio ferroviário</i>	30
3.5.8	<i>Estrada particular da CODESP</i>	31
3.5.9	<i>Redes de infra-estrutura</i>	32
3.6	MEIO AMBIENTE	32
3.6.1	<i>Licenciamento ambiental</i>	32
3.6.2	<i>Área de preservação ambiental</i>	34
3.6.3	<i>Comunidades de pescadores</i>	34
3.6.4	<i>Plantas nativas</i>	35
3.6.5	<i>Unidade de conservação de manguezal</i>	37
3.6.6	<i>“Geotubes”</i>	38
4	CONTRATAÇÃO DO CONSÓRCIO	39
4.1	O PROCESSO DE CONCORRÊNCIA	39
4.1.1	<i>Gerenciamento</i>	40
4.1.2	<i>Serviços a serem executados</i>	40
4.1.3	<i>Serviços excluídos</i>	41
4.1.4	<i>Soluções alternativas ao projeto básico</i>	41
4.1.5	<i>Análise das propostas</i>	42
4.1.6	<i>Contrato</i>	42
4.2	CONSÓRCIO CNO-CARIOCA-CONSTREMAC-JAN DE NUL	43
4.2.1	<i>Organograma do consórcio</i>	43
5	OPERAÇÃO PORTUÁRIA	45
5.1	ASPECTOS GERAIS	45
5.1.1	<i>Subsistema de chegada de navios</i>	45
5.1.2	<i>Subsistema de transbordo de cargas</i>	46
5.1.3	<i>Subsistema de armazenagem</i>	47
5.1.4	<i>Subsistema de recepção e despacho de cargas</i>	48
5.2	TERMINAL DE CONTÊINERES	49
5.2.1	<i>Contêineres e containerização</i>	49
5.2.2	<i>Características do terminal</i>	50
5.2.3	<i>Equipamentos utilizados</i>	55
5.2.4	<i>Manuseio e operação portuária</i>	66
5.2.5	<i>Fluxos de entradas e saídas de contêineres</i>	68
5.2.6	<i>Operação de desova</i>	76
5.2.7	<i>Cargas especiais</i>	78

5.3	TERMINAIS DE GRANÉIS LÍQUIDOS	84
5.3.1	<i>Classificação dos granéis líquidos</i>	84
5.3.2	<i>Características do terminal</i>	84
5.3.3	<i>Instalações de carga e descarga</i>	88
5.3.4	<i>Manuseio e operação portuária</i>	92
5.3.5	<i>Poluição superficial das águas</i>	94
5.4	TERMINAIS DE GRANÉIS SÓLIDOS.....	95
5.4.1	<i>Cenário atual</i>	95
5.4.2	<i>Classificação</i>	97
5.4.3	<i>Características do terminal</i>	98
5.4.4	<i>Equipamentos utilizados</i>	99
5.4.5	<i>Manuseio e operação portuária</i>	104
5.4.6	<i>Logística de carga e descarga</i>	105
5.5	TERMINAIS DE CARGA GERAL	108
5.5.1	<i>Características do terminal</i>	109
5.5.2	<i>Manuseio das cargas</i>	109
5.6	TERMINAIS DE VEÍCULOS	110
5.6.1	<i>Características do terminal</i>	111
5.6.2	<i>Equipamentos</i>	111
5.6.3	<i>Manuseio e operação portuária</i>	111
5.6.4	<i>Cuidados e controles</i>	113
5.7	OPERAÇÃO EM EMBRAPORT.....	114
6	LOGÍSTICA	116
6.1	TERMINAIS DE REFERÊNCIA	116
6.1.1	<i>ECT (Europe Container Terminals)– Euromax</i>	116
6.1.2	<i>Container Terminal Altenwerder (CTA)</i>	117
6.1.3	<i>Terminal de Contêineres Santos Brasil</i>	118
6.2	DEFINIÇÃO DO LAYOUT.....	119
6.2.1	<i>“Layout” preliminar de EMBRAPORT</i>	120
6.2.2	<i>Alternativas de “layout”</i>	122
6.2.3	<i>Estudo da capacidade dos “layouts”</i>	126
6.2.4	<i>Dimensionamento dos equipamentos</i>	127
6.2.5	<i>Resultados</i>	131
7	SUPERESTRUTURA.....	134
7.1	CONCEPÇÃO ESTRUTURAL	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.

7.2	CARREGAMENTOS	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
7.2.1	<i>Peso próprio:</i>	<i>Error! Bookmark not defined.</i>
7.2.2	<i>Pavimentação:</i>	<i>Error! Bookmark not defined.</i>
7.2.3	<i>Reach-Stacker - SISU - 45 tf;</i>	<i>Error! Bookmark not defined.</i>
7.2.4	<i>Rubber Tired Gantry (RTG) - Kalmar - Modelo 412321-16L-2040C,</i>	<i>Error! Bookmark not defined.</i>
7.2.5	<i>Carga acidental (contêineres);</i>	<i>Error! Bookmark not defined.</i>
7.2.6	<i>Temperatura;</i>	<i>Error! Bookmark not defined.</i>
7.3	MODELOS DE SIMULAÇÃO.....	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
7.3.1	<i>Modelo Longitudinal Aporticado</i>	<i>Error! Bookmark not defined.</i>
7.3.2	<i>Modelo de Fauchart</i>	<i>Error! Bookmark not defined.</i>
7.3.3	<i>Resultados</i>	<i>Error! Bookmark not defined.</i>
7.4	DIMENSIONAMENTO	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
7.4.1	<i>Dimensionamento da viga longitudinal..</i>	<i>Error! Bookmark not defined.</i>
7.4.2	<i>Dimensionamento da laje “π”</i>	<i>Error! Bookmark not defined.</i>
8	INFRAESTRUTURA	158
8.1	SONDAGEM DE SIMPLES RECONHECIMENTO – SPT	159
8.2	ANÁLISE ESTÁTICA DAS ESTACAS	159
8.3	DIMENSIONAMENTO ESTRUTURAL	170
8.3.1	<i>Formulário e Metodologia</i>	170
8.3.2	<i>Resultados</i>	173
8.4	EFEITO TSCHBOTARIOFF	175
8.4.1	<i>Formulário</i>	175
8.4.2	<i>Metodologia</i>	177
8.4.3	<i>Resultados</i>	179
8.5	ATRITO NEGATIVO	180
8.6	EMPUXOS DE SOLO	181
8.7	ESTABILIDADE DO SOLO.....	181
8.8	VERIFICAÇÃO NA CRAVAÇÃO.....	183
9	PLANEJAMENTO.....	184
9.1	PROGRAMAÇÃO GERAL.....	184

9.1.1	<i>Fases construtivas</i>	185
9.1.2	<i>Ciclos de produção da retroárea estruturada</i>	186
9.1.3	<i>Cronograma da obra</i>	193
9.2	MÉTODO CONSTRUTIVO DOS COMPONENTES PRÉ-	
MOLDADOS	197	
9.2.1	<i>Fabricação de estacas pré-moldadas</i>	197
9.2.2	<i>Fabricação de lajes e vigas pré-moldadas</i>	199
9.3	PRODUÇÃO MENSAL E DEMANDA POR INSUMOS	199
9.4	DIMENSIONAMENTO DA MÃO-DE-OBRA	203
9.5	ESTUDO DO CANTEIRO DE OBRAS	206
9.5.1	<i>Localização do canteiro de obras</i>	206
9.5.2	<i>Descrição das áreas</i>	207
9.5.3	<i>Localização das áreas</i>	208
9.5.4	<i>Dimensionamento das áreas</i>	209
9.6	EQUIPAMENTOS	216
9.6.1	<i>Cantitraveller</i>	216
9.6.2	<i>Guindastes</i>	218
9.6.3	<i>Caminhões-betoneira</i>	219
9.6.4	<i>Marreca</i>	220
9.6.5	<i>Bate-estacas</i>	220
9.6.6	<i>Outros equipamentos</i>	220
9.7	SEGURANÇA E MEDICINA DO TRABALHO	221
10	CONSIDERAÇÕES FINAIS	222
	REFERÊNCIAS	224
	GLOSSÁRIO	230
	COLABORADORES	236
	APÊNDICE A – CÁLCULO DE K0	239
	APÊNDICE B – DIAGRAMA DE FLEXÃO COMPOSTA DAS ESTACAS	
SCAC	240
	APÊNDICE C - MEMÓRIA DE CÁLCULO	241
	APÊNDICE D - MEMÓRIA DE CÁLCULO	243
	APÊNDICE E - MEMÓRIA DE CÁLCULO	244

APÊNDICE F - PLANTAS REFERENTES ÀS INSTALAÇÕES PROVISÓRIAS	246
APÊNDICE G – MEMÓRIA DE CÁLCULO - MELLO	249
APÊNDICE H – MEMÓRIA DE CÁLCULO – AOKI&VELLOSO.....	251
APÊNDICE I - DIAGRAMAS DE ENVOLTÓRIA DOS ESFORÇOS SOLICITANTES	257
APÊNDICE J – DIAGRAMA DE ITERAÇÃO DIMENSIONAL DA FLEXÃO	262
APÊNDICE K - MÉTODO CONSTRUTIVO.....	263
APÊNDICE L	265
APÊNDICE M	271
APÊNDICE N	274
APÊNDICE O.....	278
APÊNDICE P.....	280
APÊNDICE Q.....	283
APÊNDICE R.....	304
APÊNDICE S.....	308
APÊNDICE T	313
APÊNDICE U - MEMÓRIA DE CÁLCULO.....	315
ANEXO A – ÁBACO DE MONTOYA PARA A SEÇÃO DE ESTACA ESCOLHIDA	317
ANEXO B - GUINDASTES LIEBHERR - LTM 1200 5.1.....	318
ANEXO C – LOCAÇÃO DAS SONDAGEN	319

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURA 1.1 - GRÁFICO DO VOLUME DE CONTÊINERES MOVIMENTADOS POR ANO, EM MILHÕES DE TEU'S.	2
FIGURA 1.2 - GRÁFICO DO VOLUME DE PRODUTOS AGRÍCOLAS MOVIMENTADOS, EM MILHÕES DE TONELADAS.	2
FIGURA 1.3 - GRÁFICO DO VOLUME DE IMPORTAÇÃO DE FERTILIZANTES, EM MILHÕES DE TONELADAS.	3
FIGURA 2.1 - IMAGEM DOS TRAPICHES DE MADEIRA.	7
FIGURA 3.1 - VISTA AÉREA DO ESTUÁRIO DE SANTOS.	9
FIGURA 3.2 – LOCALIZAÇÃO DO PORTO DE SANTOS.	10
FIGURA 3.3 – LOCALIZAÇÃO DO TERRENO DE EMBRAPORT.	10
FIGURA 3.4 – ACESSO RODOVIÁRIO AO PORTO DE SANTOS.	11
FIGURA 3.5 – ACESSOS À PROPRIEDADE DA EMBRAPORT: ESTRADA DA CODESP E VIA FÉRREA.	11
FIGURA 3.6 - MAPA MUNDI COM A CLASSIFICAÇÃO CLIMÁTICA KÖPPEN-GEIGER.	12
FIGURA 3.7 - INTENSO NEVOEIRO MATINAL NO PORTO DE SANTOS.	13
FIGURA 3.8 - ILUSTRAÇÃO DA TOPOGRAFIA COM PONTOS DE REFERÊNCIA.	14
FIGURA 3.9 - DIVISÃO DO TERMINAL EM TRÊS ÁREAS.	18
FIGURA 3.10 - PERCOLAÇÃO DE ÁGUA ATRAVÉS DAS PAREDES DO “GEOTUBE”.	22
FIGURA 3.11 - ATERRO PILOTO.	24
FIGURA 3.12 - PEDREIRA PRÓXIMA AO TERMINAL.	25
FIGURA 3.13 - CAVA NATURAL PARA REALIZAÇÃO DO ATERRO HIDRÁULICO.	25
FIGURA 3.14 – ESTRUTURA DA RETROÁREA ESTRUTURADA.	27
FIGURA 3.15 - PROJEÇÃO DO TERMINAL SENDO CORTADO PELA LINHA FÉRREA.	31
FIGURA 3.16 - VISTA AÉREA DE EMBRAPORT: CRIAÇÃO DE UMA ÁREA DE RESERVA AMBIENTAL.	34
FIGURA 3.17 - CRIANÇAS DA ILHA DIANA EM OFICINAS DE RECICLAGEM PROMOVIDAS PELA EMBRAPORT.	35
FIGURA 3.18 - AMOSTRAS DE MÉDIO E GRANDE PORTE DA VEGETAÇÃO NATIVA DE EMBRAPORT.	36
FIGURA 3.19 - AMOSTRAS DE PEQUENO PORTE DA VEGETAÇÃO NATIVA DE EMBRAPORT.	37
FIGURA 3.20 - O ECOSISTEMA DO MANGUEZAL SERÁ CONSERVADO, PRESERVADO E PROTEGIDO.	37
FIGURA 4.1 - ORGANOGRAMA DO CONSÓRCIO	44
FIGURA 5.1 - TERMINAL PORTUÁRIO COMPOSTO POR QUATRO SUBSISTEMAS.	45
FIGURA 5.2 - TIPOS BÁSICOS DE MOVIMENTAÇÃO DE CARGA DENTRO DE PORTOS.	47
FIGURA 5.3 - COMPARAÇÃO ENTRE O CONTÊINER DE 40 PÉS COM O DE 20 PÉS.	53
FIGURA 5.4 - ALTERNATIVA DE CIRCULAÇÃO	54
FIGURA 5.5 - EQUIPAMENTO MHC	57
FIGURA 5.6 – PORTÊINER.	58
FIGURA 5.7 – PORTÊINERES.	59
FIGURA 5.8 - TRANSTEINER ADQUIRIDO PELA PORTOBRÁS EM MAIO DE 1988.	60
FIGURA 5.9 - TRANSTÊINER CARREGANDO UMA CARRETA.	60
FIGURA 5.10 - OPERAÇÃO DO TRANSTÊINER.	61
FIGURA 5.11 – RTG.	62

FIGURA 5.12 - "REACH STEAKER" EM OPERAÇÃO.	63
FIGURA 5.13 - "REACH STEAKER" EM OPERAÇÃO.	63
FIGURA 5.14 - "STRADDLE CARRIER" EM OPERAÇÃO.	65
FIGURA 5.15 - "STRADDLE CARRIER" EM OPERAÇÃO.	65
FIGURA 5.16 - COMPONENTE DO CONJUNTO TRANSPORTADOR.	66
FIGURA 5.17 - COMPONENTE DO CONJUNTO TRANSPORTADOR.	66
FIGURA 5.18 - FLUXOGRAMA DE ENTRADA DE CONTÊINERES ATRAVÉS DO MODAL AQUAVIÁRIO.	69
FIGURA 5.19 - FLUXOGRAMA DE EXPORTAÇÃO DE CONTÊINERES.	70
FIGURA 5.20 - FLUXOGRAMA DE ENTRADA DE CONTÊINERES NO TERMINAL ATRAVÉS DO MODAL RODOVIÁRIO.	73
FIGURA 5.21 - FLUXOGRAMA DE SAÍDA DE CONTÊINERES DO TERMINAL ATRAVÉS DO MODAL RODOVIÁRIO.	74
FIGURA 5.22 - FLUXOGRAMA DE ENTRADA DOS CONTÊINERES ATRAVÉS DO MODAL FERROVIÁRIO.	75
FIGURA 5.23 - FLUXOGRAMA DE SAÍDA DOS CONTÊINERES ATRAVÉS DO MODAL FERROVIÁRIO.	76
FIGURA 5.24 - CONTÊINERES REFRIGERADOS.	80
FIGURA 5.25 - EXEMPLO DE CONTÊINER REFRIGERADO.	81
FIGURA 5.26 - ÁREA PARA ARMAZENAMENTO DE CARGAS PERIGOSAS.	83
FIGURA 5.27 - ATRACAÇÃO E AMARRAÇÃO DO NAVIO NO TERMINAL DE GRANÉIS LÍQUIDOS.	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
FIGURA 5.28 - TANQUES CILINDRICOS COM COBERTURA MÓVEL.	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
FIGURA 5.29 - CORTE DE UM "PIPE-RACK" E DE UM "PIPE-WAY".	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
FIGURA 5.30 - SILOS DA MULTICARGO PARA ARMAZENAGEM DE SÓLIDOS A GRANEL.	98
FIGURA 5.31- ARMAZÉM PARA GRANÉIS SÓLIDOS.	99
FIGURA 5.32 - TREM CARREGADO DE MINÉRIO.	100
FIGURA 5.33 - ELEVADOR DE CANECA.	100
FIGURA 5.34 - DESCARREGADOR PNEUMÁTICO.	101
FIGURA 5.35 - CORREIA TRANSPORTADORA EM UM TERMINAL PORTUÁRIO.	102
FIGURA 5.36 - CORREIA TRANSPORTADORA COBERTA.	102
FIGURA 5.37 - ARMAZÉM COM EQUIPAMENTO RASPADOR (DESTAQUE PARA O "TRIGGER" NA COBERTURA).	103
FIGURA 5.38 - TORRE PESCANTE CARREGANDO UM NAVIO COM SOJA.	103
FIGURA 5.39 - NAVIO DE MINÉRIO DE FERRO – VALE (DESTAQUE PARA A TORRE PESCANTE).	104
FIGURA 5.40 - FLUXO DE GRANÉIS SÓLIDOS CHEGANDO AO TERMINAL POR TREM E SAINDO POR NAVIO.	107
FIGURA 5.41 - FLUXO DE GRANÉIS SÓLIDOS CHEGANDO AO TERMINAL POR NAVIO E SAINDO POR TREM.	108
FIGURA 5.42 - NAVIO RO-RO APORTADO (DESTAQUE PARA A RAMPA DE ACESSO ENTRE O NAVIO E O CAIS).	110
FIGURA 5.43 - TERMINAL PORTUÁRIO DE VEÍCULOS MIGUEL OLIVEIRA EM CAMAÇARI.	113
FIGURA 6.1 - REPRESENTAÇÃO DO TERMINAL EUROMAX.	117
FIGURA 6.2 - ESQUEMA REPRESENTATIVO DO TERMINAL DE ALTENWERDER.	117
FIGURA 6.3 - ESQUEMA REPRESENTATIVO DA OPERAÇÃO DE DESEMBARQUE DO CONTÊINER.	118
FIGURA 6.4 - VISTA AÉREA DO TERMINAL DE CONTÊINERES DA SANTOS BRASIL.	118
FIGURA 6.5 - BLOCOS.	119
FIGURA 6.6 - ESQUEMA REPRESENTATIVO DE UMA QUADRA.	119

FIGURA 6.7 - “LAYOUT” PRELIMINAR DE EMBRAPORT.....	121
FIGURA 6.8 - ALTERNATIVA A.....	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
FIGURA 6.9: CARROSSEL PARA A ALTERNATIVA A.	130
FIGURA 6.10: “LAYOUT” DA ALTERNATIVA B.....	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
FIGURA 6.11: CARROSSEL PARA A ALTERNATIVA B.	130
FIGURA 6.12 - EQUIPAMENTOS DA FASE INICIAL.....	132
FIGURA 6.13 - EQUIPAMENTOS DA FASE FINAL.....	133
FIGURA 7.1: FÔRMA DA VIGA PRÉ-MOLDADA.....	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
FIGURA 7.2: FÔRMA DA LAJE PRÉ-MOLDADA.	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
FIGURA 7.3: REGIÃO REPRESENTATIVA DA RETROÁREA	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
FIGURA 7.4: DETALHE DO CORTE LONGITUDINAL	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
FIGURA 7.5: DETALHE DO CORTE TRANSVERSAL.....	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
FIGURA 7.6: ESQUEMA REPRESENTATIVO DO CARREGAMENTO DA REACH STACKER.....	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
FIGURA 7.7: ESQUEMA REPRESENTATIVO DO CARREGAMENTO DA REACH STACKER.....	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
FIGURA 7.8: ESQUEMA REPRESENTATIVO DO CARREGAMENTO DO RTG.....	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
FIGURA 7.9: ABERTURA DA CARGA	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
FIGURA 7.10: ESQUEMA REPRESENTATIVO DO APOIO DO CONTÊINER COM A ABERTURA DAS CARGAS.....	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
DEFINED.	
FIGURA 7.11: DESENHO ESQUEMÁTICO PARA DIVISÃO DOS MÓDULOS APORTICADOS LONGITUDINAIS.....	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
DEFINED.	
FIGURA 7.12: MODELO APORTICADO LONGITUDINAL.....	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
FIGURA 7.13: LINHA DE INFLUÊNCIA DE MOMENTO FLETOR NEGATIVO NO SEGUNDO APOIO.....	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
FIGURA 7.14: LINHA DE INFLUÊNCIA DE FORÇA CORTANTE NO PRIMEIRO APOIO.....	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
FIGURA 7.15: LINHA DE INFLUÊNCIA DE FORÇA CORTANTE NO PRIMEIRO APOIO.....	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
FIGURA 7.16: SEÇÃO DAS LAJES PARA O MODELO DE FAUCHART	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
FIGURA 7.17: MODELO LONGITUDINAL DE FAUCHART.....	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
FIGURA 7.18: MODELO TRANSVERSAL SOBRE VIGAS.....	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
FIGURA 7.19: MODELO TRANSVERSAL DE SOBRE ESTACAS.....	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
FIGURA 7.20: SEÇÃO TRANSVERSAL DA VIGA.	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
FIGURA 7.21: IÇAMENTO DA VIGA PRÉ-MOLDADA.	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
FIGURA 7.22: POSICIONAMENTO DA VIGA PRÉ-MOLDADA.	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
FIGURA 7.23: SEÇÃO COM AS FASES DE CONCRETAGEM.	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
FIGURA 7.24 - CROQUI DE ARMAÇÃO PRINCIPAL DA VIGA LONGITUDINAL	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
FIGURA 7.25: ESQUEMA REPRESENTATIVO DA LAJE - NERVURA.	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
FIGURA 7.26 - CROQUI DE ARMAÇÃO DA LAJE PRÉ-MOLDADA.....	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
FIGURA 8.1 – PONTOS DE SONDAGEM UTILIZADOS E DESCARTADOS.	167
FIGURA 8.2– REPRESENTAÇÃO DO MÓDULO DA ESTACA EM IÇAMENTO.....	171
FIGURA 8.3 – ESQUEMA DE ESFORÇOS PARA O DIMENSIONAMENTO DE TSCEBOTARIOFF.	176

FIGURA 8.4 – SEÇÃO DA ESTACA A SER UTILIZADA.....	179
FIGURA 8.5 – SEÇÃO FINAL DA ESTACA METÁLICA.....	180
FIGURA 8.6 – RESULTANTES ATUANTES NA ESTACA QUANDO HÁ E QUANDO NÃO HÁ O EFEITO DO ATRITO NEGATIVO.....	181
FIGURA 8.7 - RUPTURA DO SOLO MOLE.....	182
FIGURA 8.8 – CUNHA DE RUPTURA DO TALUDE.....	183
FIGURA 9.1 - REPRESENTAÇÃO DAS FASES DA OBRA.....	185
FIGURA 9.2 - DESENHO DO CANTITRAVELLER.....	186
FIGURA 9.3 - EXECUÇÃO DO ARRASAMENTO EM UMA DAS ESTACAS NO TECON III.....	187
FIGURA 9.4 - PLACA DE CABEÇA SOBRE A ESTACA COM O INTERIOR JÁ CONCRETADO (1ª FASE DE CONCRETAGEM).....	187
FIGURA 9.5 – COLOCAÇÃO DAS VIGAS PRÉ-MOLDADAS SOBRE AS PLACAS DE CABEÇA.....	188
FIGURA 9.6 – POSICIONAMENTO DAS ARMADURAS E 2ª FASE DE CONCRETAGEM.....	188
FIGURA 9.7 – COLOCAÇÃO DAS LAJES “ π ” SOBRE AS VIGAS PRÉ-MOLDADAS.....	189
FIGURA 9.8 – 3ª FASE DE CONCRETAGEM.....	189
FIGURA 9.9: SOLUÇÃO PARA O PROBLEMA DAS EMENDAS.....	191
FIGURA 9.10 – ESPESSURA DA LÂMINA D’ÁGUA NA REGIÃO DA RETROÁREA.....	193
FIGURA 9.11 - SEÇÃO DA ESTACA SCAC APÓS A CENTRIFUGAÇÃO.....	198
FIGURA 9.12 – EMPILHAMENTO DE ESTACAS PRONTAS.....	198
FIGURA 9.13 – LOCALIZAÇÃO DO CANTEIRO DE OBRAS.....	207
FIGURA 9.14 - PLANTA DO CANTEIRO DE OBRAS.....	215
FIGURA 9.15 - CANTITRAVELLER EM OPERAÇÃO.....	218
FIGURA 9.16 – LOCALIZAÇÃO DOS GUINDASTES A SEREM UTILIZADOS NO CANTEIRO DE OBRAS.....	219

LISTA DE TABELAS

TABELA 3.1 - REGIME PLUVIOMÉTRICO DA REGIÃO DE EMBRAPORT, ENTRE 1995 E 2005.	23
TABELA 5.1 - PRINCIPAIS PRODUTOS IMPORTADOS PELO BRASIL.	96
TABELA 5.2 - PRINCIPAIS PRODUTOS EXPORTADOS PELO BRASIL.	97
TABELA 5.3 - CARACTERÍSTICAS OPERACIONAIS PARA ALGUNS TIPOS DE CARGA A GRANEL.	105
TABELA 6.1 - RESUMO DO CÁLCULO DA DEMANDA DO TERMINAL.	128
TABELA 6.2: PARÂMETROS ADOTADOS.	128
TABELA 6.3: RESULTADO DO DIMENSIONAMENTO DOS EQUIPAMENTOS NAS FASES DE PROJETO.	130
TABELA 6.4: DADOS ADOTADOS SOBRE O TRANSPORTE FERROVIÁRIO.	129
TABELA 6.5: MOVIMENTAÇÃO PRETENDIDA NO TERMINAL FERROVIÁRIO.	129
TABELA 6.6 - DIMENSIONAMENTO DOS TRANSTÊINERES.	131
TABELA 6.7: RESUMO DO DIMENSIONAMENTO DO CONJUNTO TRANSPORTADOR.	131
TABELA 6.8 - RESUMO DOS EQUIPAMENTOS DO TERMINAL.	132
TABELA 7.1: RESUMO DAS COMBINAÇÕES UTILIZADAS NO MODELO LONGITUDINAL APORTICADO. ..	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
TABELA 7.2: RESUMO DOS ESFORÇOS SOLICITANTES MÁXIMOS DOS MODELOS.	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
TABELA 8.1 – CARACTERÍSTICAS DA ESTACA EM FUNÇÃO DA CARGA APLICADA.	160
TABELA 8.2 - RESULTANTE DE ESFORÇOS APLICADA ÀS FUNDAÇÕES.	162
TABELA 8.3 – FATORES DE CONVERSÃO ENTRE ENSAIOS CPT E SPT.	164
TABELA 8.4 – VALORES DAS CONSTANTES K E α	165
TABELA 8.5 – RESUMO DOS VALORES DE PROFUNDIDADE DAS ESTACAS OBTIDOS.	168
TABELA 8.6 – COMPRIMENTO FINAL DAS ESTACAS.	169
TABELA 8.7 – RESUMO DOS VALORES OBTIDOS NO DIMENSIONAMENTO ESTRUTURAL DAS ESTACAS PARA OS CASOS DE PROTENSÃO E ARMAÇÃO CONVENCIONAL.	173
TABELA 8.8 - VERIFICAÇÃO DA ESTACA COM ESPESSURA 15CM AO IÇAMENTO.	174
TABELA 8.9 – RESUMO DOS DADOS ADOTADOS PARA O CÁLCULO DO EFEITO TSCHEBOTARIOFF.	179
TABELA 9.1 - CRONOGRAMA DA OBRA.	196
TABELA 9.2– CONSUMOS MENSAIS DOS COMPONENTES PRÉ-MOLDADOS.	200
TABELA 9.3 - CONSUMO DE AÇO POR ELEMENTO.	200
TABELA 9.4 – CONSUMOS MENSAIS DE CONCRETO E AÇO NOS ELEMENTOS MOLDADOS “IN LOCO”.	201
TABELA 9.5 - VOLUMES DOS INSUMOS POR M ³ DE CONCRETO.	201
TABELA 9.6 - VOLUMES MENSAIS DE INSUMOS PARA PRODUÇÃO DE CONCRETO.	201
TABELA 9.7 - VOLUMES DIÁRIOS DE INSUMOS PARA PRODUÇÃO DE CONCRETO.	203
TABELA 9.8 - RESUMO DAS PRODUTIVIDADES EXTRAÍDAS DA TCPO.	203
TABELA 9.9 - MÃO-DE-OBRA MENSAL NECESSÁRIA PARA EXECUÇÃO DAS ATIVIDADES.	203
TABELA 9.10 - DEFINIÇÃO DA MÃO-DE-OBRA EM CADA TURNO.	204
TABELA 9.11 - QUADRO RESUMO DE FUNCIONÁRIOS POR TURNO.	205
TABELA 9.12 - QUANTIFICAÇÃO DAS FÔRMAS.	210

TABELA 9.13 - DIMENSÕES DAS FÔRMAS E EMPILHAMENTOS MÁXIMOS.....	210
TABELA 9.14 - ÁREAS NECESSÁRIAS PARA FÔRMAS E ESTOQUE DE COMPONENTES.....	210
TABELA 9.15 - ÁREA NECESSÁRIA PARA MONTAGEM DA ARMAÇÃO.	211
TABELA 9.16 - DIMENSÕES DO CANTEIRO DE PRÉ-MOLDADOS.....	211
TABELA 9.17 - INSUMOS NECESSÁRIOS A CADA 2 DIAS.....	212
TABELA 9.18 - ÁREA DAS EDIFICAÇÕES.	214
TABELA 9.19 - DIMENSIONAMENTO DO CANTITRAVELLER.	218

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABESC	Associação Brasileira das Empresas de Serviço de Concretagem
APP	Área de Proteção Permanente
BID	Banco Interamericano de Desenvolvimento
BNDES	Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social
BNDO	Banco Nacional de Dados Oceanográficos
CARIOCA	Construtora Carioca Christiani Nielsen Engenharia
CBUQ	Concreto Betuminoso Usinado a Quente
CDS	Companhia Docas de Santos
CEP	Companhia Energética de Petrolina
Cfa	Clima Subtropical Úmido segundo a classificação climática Köppen-Geiger
CFS	“Container Freight Station”
CIPA	Comissão Interna de Prevenção de Acidentes
CNO	Construtora Norberto Odebrecht
CODESP	Companhia Docas do Estado de São Paulo
COSIPA	Companhia Siderúrgica Paulista
CPVV	Companhia Portuária de Vila Velha
DHN	Diretoria de Hidrografia e Navegação
EIA	Estudo de Impacto Ambiental
EMBRAPORT	Empresa Brasileira de Terminais Portuários
EMBRAPORT	Terminal Portuário EMBRAPORT

ETA	Estação de Tratamento de Águas
FIFO	“First In First Out”
IBAMA	Instituto Brasileiro do Meio Ambiente
IMCO	“Inter-Governmental Maritime Consultative Organization”
IMDG Code	“International Maritime Dangerous Code”
IMO	“International Maritime Organization”
LI	Licença de Instalação
MCH	"Mobile Harbour Crane"
PCMAT	Programa de Condições e Meio Ambiente de Trabalho
RIMA	Relatório de Impacto Ambiental
Rodosol	Concessionária Rodovia do Sol
RTG	"Rubber Tired Gantry"
SECEX	Secretaria de Comércio Exterior
SOBES	Sociedade Brasileira de Engenharia de Segurança
SPR	“São Paulo Railway”
TCPO	Tabela de Composição de Preços para Orçamentos
TECONDI	Terminal de Contêineres localizado na margem direita do Porto de Santos
TEU	"Twenty Foot Equivalent Unit"
UC	Unidade de Conservação de Manguezais
UDC	Unidades de Disposição de Contaminados

LISTA DE SÍMBOLOS

A_0	Área de concreto da seção da viga pré-moldada
A_s	Área de aço necessária
bf	Largura da mesa da seção
b_w	Largura da alma da seção
c	Cobrimento de concreto das armaduras
E	Módulo de elasticidade do concreto
f_{ck}	Resistência característica do concreto a compressão
f_{cd}	Resistência de cálculo do concreto a compressão
f_{yk}	Resistência característica ao escoamento do aço a tração
f_{yd}	Resistência de cálculo ao escoamento do aço a tração
g_0	Peso próprio da viga pré-moldada
G	Módulo transversal do concreto
h	Altura da seção transversal
h_f	Espessura da mesa da seção
I_i	Momento de inércia a flexão
I_t	Momento de inércia a torção
k	Coefficiente de mola vertical
$k_{\theta 1}$	Coefficiente de mola rotacional

β_x	Profundidade da linha neutra
ϕ	Bitola das barras de aço
γ_f	Coefficiente de majoração das cargas
ψ_0	Valor de redução para cada uma das demais ações variáveis



1 INTRODUÇÃO

1.1 OBJETIVO

Este Trabalho de Formatura tem como objetivo principal estudar o Terminal Portuário EMBRAPORT, enfatizando a importância do empreendimento para a sociedade e o meio ambiente. Para tanto, serão abordados os aspectos contratuais, técnicos, operacionais, ambientais e sociais, de modo a proporcionar uma visão completa e integrada de um problema real de engenharia.

1.2 RELEVÂNCIA DO TEMA

O conteúdo deste trabalho trata de um terminal portuário multimodal que será construído no Porto de Santos, o terminal EMBRAPORT. Ele contará com instalações que permitirão a movimentação de diferentes tipos de carga. A escolha deste tema está diretamente ligada às necessidades do país em ampliar sua capacidade de movimentação de cargas na área portuária.

Estudos mostram que os portos brasileiros precisam dobrar de tamanho nos próximos dez anos para que sejam capazes de atender à demanda de importação e exportação de mercadorias. Segundo informações apresentadas no jornal “Folha de São Paulo” de 13 de julho de 2008, a capacidade de movimentação de carga brasileira, que atualmente é de 700 milhões de toneladas, terá de alcançar, em uma década, valores da ordem de 1,4 bilhões de toneladas. Dentre a exportação de produtos agrícolas e a importação de fertilizantes, o país deverá ter sua capacidade aumentada em mais de 60% da atualmente instalada. Já para a movimentação de contêineres, estima-se um crescimento superior a 12% ao ano. Esse tem sido considerado por especialistas no setor como “a nova força econômica e política dos portos brasileiros”.

Os gráficos abaixo representados pelas Figura 1.1, Figura 1.2 e Figura 1.3, retirados do jornal “Folha de São Paulo”, apresentam, respectivamente, uma projeção dos volumes de contêineres, de produtos agrícolas e de fertilizantes que passarão pelos terminais portuários brasileiros nos próximos anos.

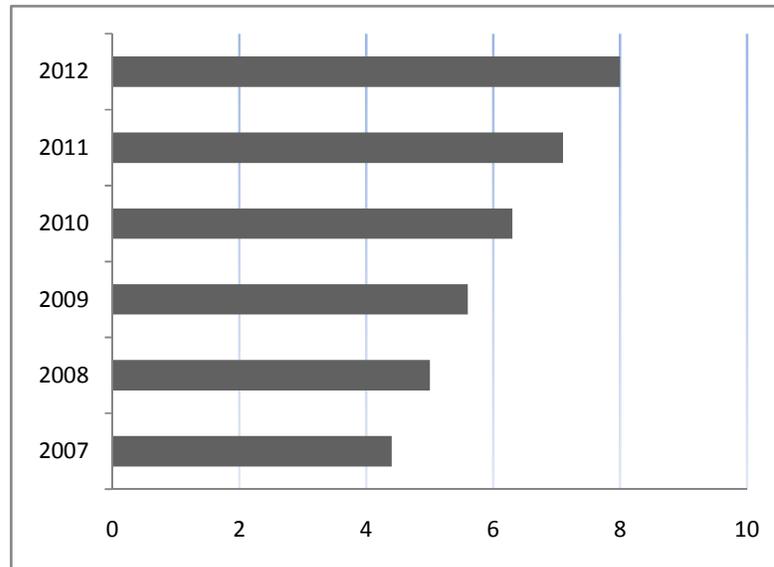


Figura 1.1 - Gráfico do volume de contêineres movimentados por ano, em milhões de TEU's.
Fonte: Folha de São Paulo (13 de Julho de 2008).

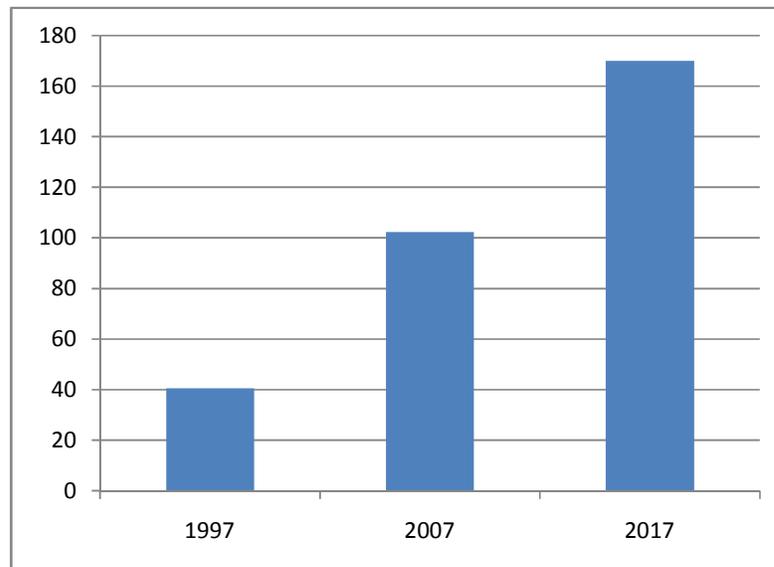


Figura 1.2 - Gráfico do volume de produtos agrícolas movimentados, em milhões de toneladas.
Fonte: Folha de São Paulo (13 de Julho de 2008).

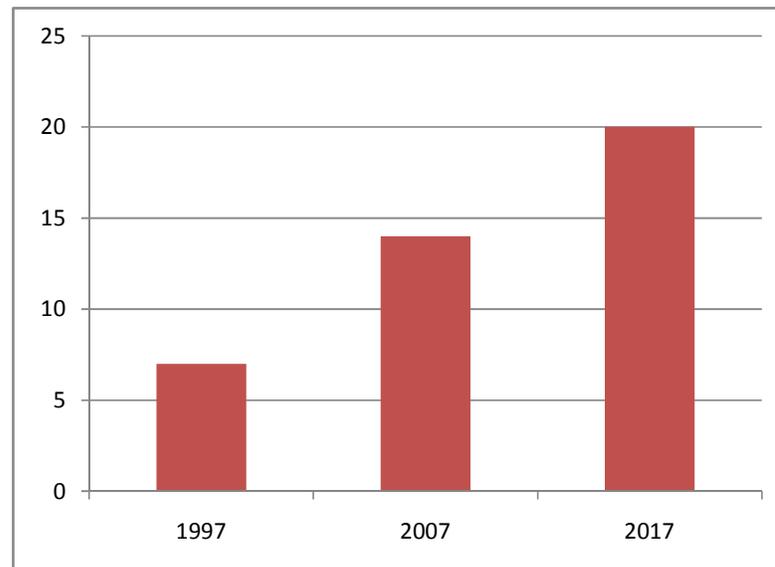


Figura 1.3 - Gráfico do volume de importação de fertilizantes, em milhões de toneladas.
Fonte: Folha de São Paulo (13 de Julho de 2008).

No ano de 2007 o Porto de Santos movimentou cerca de 81 milhões de toneladas de carga, sendo responsável por 26% do comércio exterior do país. De acordo com a Secretaria de Comércio Exterior (SECEX), em 2001 o Porto de Santos movimentou US\$27,8bi em mercadorias, sendo hoje o maior porto do hemisfério sul, tanto em movimentação de carga quanto em infra-estrutura. É responsável por atender à demanda do estado de São Paulo, o mais industrializado do Brasil, além dos estados de Minas Gerais, Mato Grosso do Sul e Goiás, recebendo por dia quase dezessete mil conjunto transportados.

Apesar da grande importância econômica e social, a implantação de um terminal portuário necessita de grandes investimentos para se consolidar. Outra desvantagem é a de causar diversos danos ao meio ambiente e às comunidades vizinhas. Estes danos não ocorrem somente no momento da execução do terminal, mas também durante sua operação. O derramamento de óleo, seja ele proveniente do combustível dos navios ou mesmo parte da carga transportada, é um exemplo de acidente que pode ocorrer durante a operação do terminal. Esse tipo de dano e que deve ser intensamente controlado.

Além disso, os terminais ocupam, normalmente, grandes áreas de mata nativa e seu desmatamento pode causar a extinção de espécies da fauna e da flora da região. Para que os danos como esses, gerados pelo terminal, sejam



minimizados, diversos estudos devem ser realizados a fim de viabilizar o empreendimento não apenas tecnicamente, mas em todos os sentidos.

Por fim, após a construção do terminal, o mesmo deverá ser operado e, então, a operação portuária passará a ser a atividade de maior importância. Por se tratar de uma atividade complexa, deve ser largamente estudada para que seja realizada com eficácia e eficiência, pois dela depende, entre diversos fatores, o pagamento do financiamento adquirido para a construção do porto.

1.3 ORGANIZAÇÃO DO TEXTO

O presente relatório encontra-se dividido em duas partes principais. A primeira delas descreve o empreendimento em estudo através da caracterização de suas principais áreas, instalações e serviços. Também é objeto desta parte o processo de concorrência e o consórcio vencedor deste processo. Além disso, é feito um estudo dos diferentes tipos de terminais em função do manuseio de suas cargas e dos equipamentos utilizados na operação portuária.

Na segunda parte é apresentado um breve estudo logístico do terminal de contêineres para obtenção do melhor “layout” para sua retroárea de acordo com os equipamentos que serão utilizados. Definido o melhor “layout” faz-se uma análise estrutural simplificada a partir de modelos planos, resultando no dimensionamento das principais estruturas adotadas. Dessa forma pode-se fazer um estudo do planejamento da obra com especial atenção para o canteiro de obras.



2 HISTÓRICO DO PORTO DE SANTOS

O histórico do *Porto de Santos* nos remete à pré-colonização do Brasil, época em que a ilha de São Vicente era chamada de “Goaió”, termo de origem indígena que significa “lugar de fornecimento de provisões”. A parte da ilha de São Vicente que hoje recebe o nome de Santos era conhecida como “Enguaguaçu”, que significa “enseada grande”.

Em 1493 aportou no Brasil, mais precisamente na costa paulista, a primeira armada portuguesa liderada por Francisco de Almeida. Faziam parte de sua tripulação: Antonio Rodrigues, João Ramalho e Mestre Cosme Fernandes, este último mais conhecido como “Bacharel”.

Pouco tempo depois, “Bacharel” mudou-se para São Vicente, onde fundou um povoado, o *Porto de Naus* e o primeiro forte da região. Era no *Porto de Naus* que os navios a caminho do Paraguai e da região do Prata se reabasteciam de água e de suprimentos. O porto também ficou conhecido pelo tráfico de escravos indígenas.

Em 1531, Martim Afonso de Souza, na qualidade de Capitão-Mor, chegou ao Brasil a mando do rei Dom João III para estabelecer uma colônia na parte sul do país a fim de evitar invasões de piratas franceses e ingleses. Além disso, Martin Afonso de Souza foi incumbido de acabar com o poderio de “Bacharel” na região de São Vicente.

Após a expulsão de “Bacharel” de São Vicente, Martin Afonso de Souza renomeou o *Porto de Naus* para *Porto de São Vicente*, suspendeu o tráfico de escravos e, em 22 de janeiro de 1532, elevou o povoado existente na região à condição de Vila.

Em maio de 1533, Martin Afonso de Souza partiu para a Índia na qualidade de Capitão-Mor do Mar das Índias, deixando como feitor arrecadador Brás Cubas, um dos comandantes de sua armada.

Brás Cubas foi extremamente importante para o desenvolvimento do *Porto de Santos*, pois foi quem decidiu transferir o antigo *Porto de São Vicente* para o “Enguaguaçu”, local que favorecia a proteção dos navios portugueses que



chegavam à *Vila de São Vicente*. Essa região, onde atualmente se encontra o *Porto de Santos*, permitia viagens mais rápidas e seguras aos tripulantes e às mercadorias que vinham de regiões vizinhas.

Além disso, Brás Cubas fundou a *Irmandade de Santa Casa da Misericórdia*, mandou construir uma igreja dedicada a Nossa Senhora da Misericórdia e um hospital. Esse hospital ficou pronto no dia 2 de novembro de 1543 e recebeu o nome de *Hospital de Todos os Santos*, inspirado no grande Hospital de Lisboa e na data de sua inauguração.

Foi justamente a partir da fundação da *Santa Casa da Misericórdia de Todos os Santos* que começaram a surgir, aleatoriamente, os improvisados trapiches e pontes de madeira no “Enguaguaçu”. À medida que o porto crescia o povoado o acompanhava, e em 19 de junho de 1545 o povoado foi elevado à condição de *Vila do Porto de Santos*.

Somente no dia 28 de janeiro de 1808, na época em que a corte portuguesa se transferiu para o Brasil, o príncipe regente Dom João de Portugal assinou a *Carta Régia*, ou seja, promulgou o *Decreto de Abertura dos Portos às Nações Amigas*, anulando a hegemonia portuguesa sobre as mercadorias brasileiras. Este fato aumentou consideravelmente as importações e exportações brasileiras.

Em 26 de janeiro de 1839, Venâncio José Lisboa, presidente da Província de São Paulo, elevou a *Vila de Santos* à categoria de Cidade, dando origem à *Cidade de Santos*.

A cultura do café no Brasil consolidou a importância do *Porto de Santos*. Apesar da cidade de Santos nunca ter sido produtora de café, nela se localizava o principal ponto de exportação desse produto. Para aumentar a capacidade de exportação do porto, foram necessários inúmeros investimentos em infra-estrutura.

Em 1855, Irineu Evangelista de Souza, mais conhecido como “Barão de Mauá”, junto com dois estadistas importantes, José da Costa Carvalho, o “Marquês de Monte Alegre”, e José Antônio Pimenta Bueno, o “Marquês de São Vicente”, fundaram a companhia *The San Paulo (Brazilian) Railway Company*, que tinha como principal objetivo investir no desenvolvimento da região sul do Brasil.



Em 1856, um decreto concedeu à companhia do “Barão de Mauá” o privilégio de construir e explorar uma estrada de ferro que interligava Santos, São Paulo e Jundiaí, estas duas últimas grandes regiões produtoras de café. Foi em 16 de fevereiro de 1867 que a ferrovia *São Paulo Railway (SPR)* foi inaugurada.

Em 1890, a cidade-porto mais importante do Brasil já possuía uma infraestrutura na cidade, mas ainda não possuía um cais adequado para atracar com segurança e para carregar com agilidade e eficiência os grandes navios que ali aportavam. Devido à precariedade do porto, atrasos eram constantes e muitos navios ficavam meses esperando uma vaga nas pontes de trapiches, representados na Figura 2.1.

A solução de construir um porto juntamente com uma infra-estrutura de saneamento básico foi adiada diversas vezes, até que em 28 de julho de 1888 a empresa *Gaffrée Gungle & Cia.* começou a executar o projeto que previa a inauguração de um cais de 260m de comprimento dali a quatro anos.

O dia 2 de fevereiro de 1892 foi um marco para a história brasileira. Neste dia foi o *Porto de Santos* oficialmente inaugurado com a atracação do navio inglês *Nasmyth* em seu novo cais. Após essa data, a empresa *Gaffrée Gungle & Cia.* se transformou numa sociedade anônima chamada *Companhia Docas de Santos (CDS)* e a concessão de exploração de serviços portuários recebida pela empresa foi estendida de 39 para 90 anos.



Figura 2.1 - Imagem dos trapiches de madeira.
Fonte: www.novomilenio.inf.br/santos/calixt02.htm



No ano seguinte à inauguração do porto foi liberado o restante da extensão do cais contratado. E, no dia 27 de julho deste mesmo ano, a *São Paulo Railway* ligou seus trilhos aos da *Companhia Docas de Santos*.

No decorrer dos anos o *Porto de Santos* diversificou os tipos de cargas movimentadas e ampliou suas instalações, chegando, no ano de 1980, com 11.837m de cais. Neste mesmo ano, ocorreu o término da concessão da exploração do porto pela *Companhia Docas de Santos*. Foi então que o Governo Federal criou a *Companhia Docas do Estado de São Paulo (CODESP)*, empresa de economia mista, mas de capital majoritário da União.

O *Porto de Santos* é atualmente o porto mais importante do país. Por ele ocorre 26% da movimentação de mercadorias no Brasil. Para atender a alta demanda mundial, ainda são necessários muitos investimentos a fim de modernizar e ampliar as instalações desse porto.



3 O EMPREENDIMENTO EMBRAPORT

3.1 LOCALIZAÇÃO DO TERMINAL

O Porto de Santos localiza-se na costa sudeste do litoral brasileiro, no centro do litoral do estado de São Paulo, no município de Santos. Ele dista cerca de 2km do Oceano Atlântico e estende-se ao longo do estuário de mesmo nome, delimitado pelas ilhas de São Vicente e de Santo Amaro. Fica situado à direita da cidade de Santos e à esquerda da cidade de Guarujá, conforme ilustram as Figura 3.1 e Figura 3.2.

O empreendimento EMBRAPORT está sendo construído em um terreno, de propriedade da EMBRAPORT, que fica localizado na parte continental do município de Santos, na margem esquerda do estuário. Essa propriedade localiza-se ao lado da ilha Barnabé e da Base Aérea de Santos e em frente à ilha Diana, entre os rios Sândi e Diana, conforme ilustra a Figura 3.3.



Figura 3.1 - Vista aérea do estuário de Santos.
Fonte: www.portodesantos.com.br/kids/portodesantos.htm



Figura 3.2 – Localização do Porto de Santos.
Fonte: www.portodesantos.com.br/kids/portodesantos.htm



Figura 3.3 – Localização do terreno de EMBRAPORT.
Fonte: EMBRAPORT.

O acesso rodoviário ao Porto de Santos se dá pelas rodovias SP-55 (Rodovia Padre Manoel da Nóbrega, antiga Piaçaguera - Guarujá), SP-150 (Rodovia Anchieta) e SP-160 (Rodovia dos Imigrantes), conforme ilustra a Figura 3.4.

O principal acesso à propriedade de EMBRAPORT é feito pela SP-55. A interligação desta rodovia com o terminal se dá através de uma rodovia secundária pavimentada denominada Estrada Particular da CODESP, que dá acesso aos



terminais da Companhia Siderúrgica Paulista (COSIPA) instalados na Ilha Barnabé, conforme ilustra a Figura 3.5.

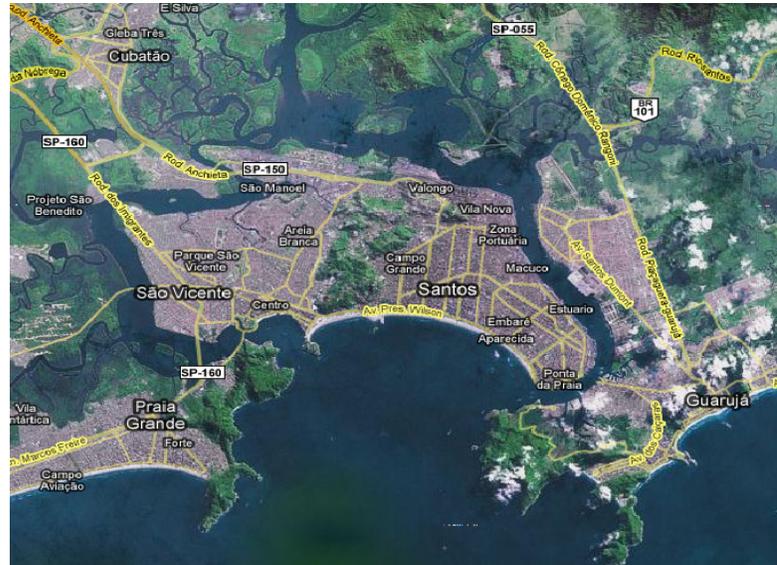


Figura 3.4 – Acesso rodoviário ao Porto de Santos.
Fonte: www.sp-turismo.com/mapa-interativo.htm



Figura 3.5 – Acessos à propriedade da EMBRAPORT: Estrada da CODESP e via férrea.
Fonte: EMBRAPORT.

O acesso ferroviário à propriedade de EMBRAPORT se dará através da rede ferroviária da M.R.S. Logística S.A., que terá um ramal de desvio dentro do terminal. A via férrea deverá ser duplicada por essa mesma empresa, já que a movimentação de contêineres naquela região aumentará consideravelmente.



3.2 CARACTERIZAÇÃO AMBIENTAL

3.2.1 *Temperatura*

Segundo a *Classificação Climática Köppen-Geiger*, ilustrada pela Figura 3.6, o clima da região de EMBRAPORT pode ser classificado como *Clima Subtropical Úmido (Cfa)*. Trata-se de um clima úmido e mesotérmico, caracterizado por invernos brandos e verões quentes e úmidos, com temperatura média anual em torno de 22°C.

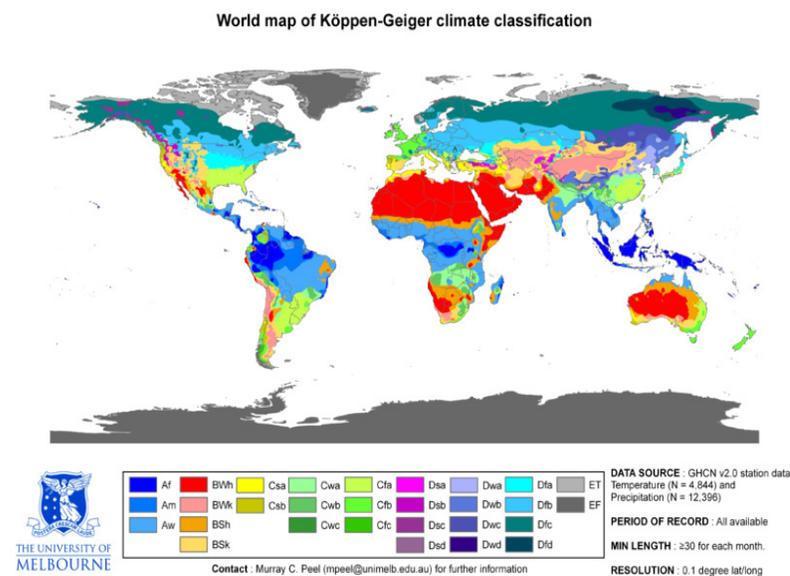


Figura 3.6 - Mapa mundi com a Classificação Climática Köppen-Geiger.
Fonte: <http://www.civenv.unimelb.edu.au>

3.2.2 *Chuvas*

O regime de chuvas na região de EMBRAPORT caracteriza-se por uma forte concentração de precipitações nos meses de dezembro a março (verão), com precipitações médias mensais acima de 250mm nessa época.

A precipitação mínima mensal no inverno está por volta de 100mm, o que confere à região uma alta pluviosidade anual, resultando numa média pluviométrica anual acima de 2500mm.



3.2.3 *Nebulosidade*

Na região do Porto de Santos é freqüente a ocorrência de nevoeiros devido à proximidade com o mar, à alta taxa de umidade relativa do ar e às condições climáticas próprias das zonas tropicais úmidas.

Os nevoeiros ocorrem principalmente entre os meses de setembro e fevereiro. No entanto, são raros os dias em que os nevoeiros permanecem durante todo o dia. Normalmente eles surgem vindos do mar por volta das 20h e permanecem no máximo até às 12h do dia seguinte, se não forem dissipados antes pelos fortes ventos da região ou pela saída do sol, o que permite a retomada da normalidade das operações portuárias e das manobras dos navios. A Figura 3.7 ilustra o intenso nevoeiro matinal no Porto de Santos, dificultando bastante a visibilidade na região.



Figura 3.7 - Intenso nevoeiro matinal no Porto de Santos.
Fonte: Foto tirada durante a visita realizada a EMBRAPORT (07 de Julho de 2008).

3.2.4 *Marés*

Em geral, existem dois tipos de oscilações de nível d'água: aquelas provenientes do efeito da maré astronômica e as oscilações provocadas pelo efeito do vento na região da desembocadura e no interior do canal.



Ao longo da costa sudeste do Brasil, a amplitude da maré é pequena. As marés observadas na região de EMBRAPORT são semidiurnas, apresentando desigualdades causadas por efeitos meteorológicos e devido a sua conformação física.

Segundo a base de dados registrada pelo Banco Nacional de Dados Oceanográficos (BNDO) da Diretoria de Hidrografia e Navegação (DHN), a região do Porto de Santos apresenta as seguintes características referidas ao zero hidrográfico da DHN:

- Maré máxima: +1,80m;
- Maré mínima: -0,20m;
- Correntes: 1m/s;
- Ondas: 0,5m.

3.2.5 *Topografia*

A área da região de EMBRAPORT apresenta, em toda sua extensão, uma topografia plana caracterizada como planície costeira com altitudes máximas de aproximadamente 3,0m em relação ao nível do mar, conforme ilustra a Figura 3.8.

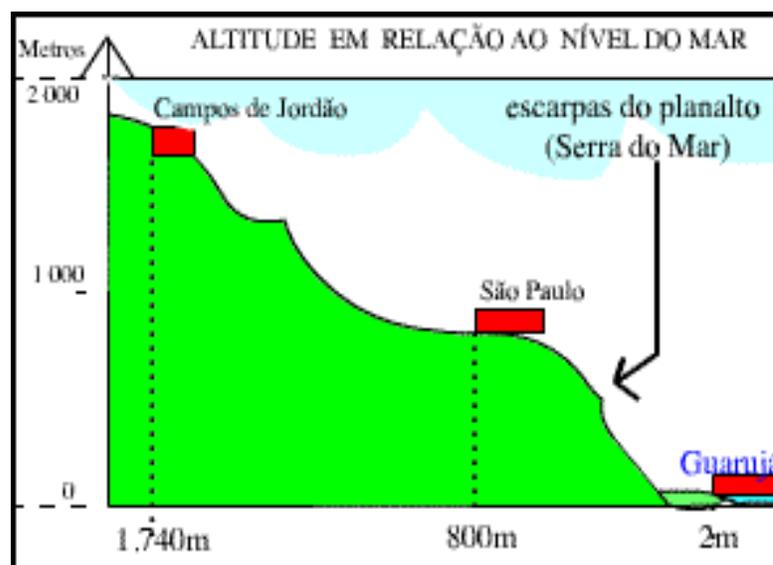


Figura 3.8 - Ilustração da topografia com pontos de referência.
Fonte: Memorial Sumário Descritivo do Empreendimento e das Condições Locais (2007).



3.3 CARACTERIZAÇÃO GERAL DO EMPREENDIMENTO

Em função do crescimento da participação brasileira no comércio internacional, o Porto de Santos tem experimentado um constante aumento na movimentação de cargas do país, chegando a operar próximo à sua capacidade máxima. Atualmente, realiza sozinho um quarto da movimentação de cargas no Brasil e cerca de 40% da movimentação de contêineres, que registrou na última década um aumento médio de 15% ao ano. Para atender a essa alta demanda nacional e mundial, o *Grupo Coimex*, que hoje representa um dos 100 maiores conglomerados empresariais privados do Brasil, vem participar do esforço de garantir o atendimento à movimentação adicional de cargas advindas desse crescimento.

Além do aumento significativo da movimentação de contêineres há também o foco mundial na utilização de biocombustíveis, e, para o Brasil, considerado líder mundial no desenvolvimento da tecnologia do álcool, abrem-se enormes oportunidades futuras.

O grupo capixaba foi fundado há 59 anos pela família Coser e hoje tem sua sede principal em Vitória do Espírito Santo. Ele é organizado a partir da “holding” *Coimexpar* - Coimex Empreendimentos e Participações - e detém participação acionária em nove empresas que atuam em diversos segmentos econômicos no Brasil e no exterior, estando presente em todos os estados brasileiros e mantendo operações nos cinco continentes do globo.

O *Grupo Coimex* foca sua gestão no compromisso com o crescimento e desenvolvimento sólidos e constantes de suas atividades. É líder na área de **comércio exterior**, atua intensamente na área de **logística** (transporte de automóveis e de cargas secas, distribuição de mercadorias e armazenagem alfandegada), faz investimentos em **infra-estrutura** (concessão de rodovias, geração de energia elétrica, portos) e administra **consórcios e empreendimentos imobiliários**. Por tudo isso está entre os maiores nesses setores na economia brasileira, tendo alcançado em 2006 um faturamento bruto de US\$1,1bi.



Na área de **comércio exterior** conta com 100% da *Coimex Trading*, maior empresa de capital nacional no segmento de “commodities” agrícolas para exportação com foco na comercialização de açúcar, álcool e café, e também com 50% da *Cisa Trading*, líder na importação para a indústria e o comércio brasileiros, atuando com bens de consumo, matérias-primas e equipamentos para os setores automobilístico, de informática, de telecomunicações, cosméticos, farmacêuticos e químicos.

Na área de **logística** o Grupo conta com 37% da *Tegma Gestão Logística*, uma das maiores empresas de logística automotiva do Brasil que também atende aos setores químicos, petroquímicos, de papel e celulose, de informática e de telecomunicações. Conta também com 59% da *Companhia Portuária de Vila Velha (CPVV)*, que é o primeiro terminal portuário multiuso privado do país, localizado na baía de Vitória (ES), e que oferece exclusivamente apoio “off-shore” às necessidades da indústria de petróleo na exploração, no desenvolvimento e na produção da região.

Na área de **infra-estrutura** atua na concessão de rodovias com 48,5% da *Concessionária Rodovia do Sol (Rodosol)*, responsável pela administração do Sistema Rodovia do Sol, e na geração de energia elétrica, com 33,4% da *Companhia Energética de Petrolina (CEP)*, considerada empresa-modelo dentre as novas usinas termoelétricas brasileiras.

Na área de **consórcios** conta com 100% da *Coimex Administração de Consórcios*, que tem participação no segmento de imóveis e veículos nos estados do Espírito Santo e São Paulo; e na área de **empreendimentos imobiliários**, com 100% da *Coimex Capital*.

O Grupo *Coimex* deu, recentemente, um importante passo rumo à expansão de suas atividades diante de uma excelente oportunidade de investimento comprando, na década de 90, um terreno localizado na margem esquerda do estuário de Santos. Ele investirá, até 2017, aproximadamente US\$500mi na construção e implantação do maior terminal portuário multimodal de uso múltiplo do país: o **Terminal Portuário EMBRAPORT**. Para isso foi criada em 1998 a *Empresa Brasileira de Terminais Portuários (EMBRAPORT)*, empresa portuária responsável



por construir e operar esse porto, cujo controle acionário está 100% nas mãos do Grupo.

O empreendimento EMBRAPORT convergirá com os futuros negócios do *Grupo Coimex*, que pretende investir intensamente na produção de açúcar e álcool para exportação para os EUA (maior importador do combustível brasileiro), adquirir usinas no Brasil em aliança com parceiros estratégicos e construir no Caribe duas usinas de desidratação de álcool com previsão para estarem construídas e em funcionamento até 2010.

Para que o empreendimento EMBRAPORT possa ser realizado, a *Empresa Brasileira de Terminais Portuários* contará com financiamentos do Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES), do Banco Interamericano de Desenvolvimento (BID) e do próprio *Grupo Coimex*. Além do investimento inicial para compra do terreno, ainda será necessário um investimento privado de aproximadamente US\$240mi para obras civis e mais US\$140mi para compra de equipamentos.

EMBRAPORT impactará positivamente nas economias local e nacional. Segundo projeções da própria *Coimex*, serão gerados cerca de 1.000 empregos diretos e 4.000 empregos indiretos, o que significará uma injeção de mais de R\$55mi por ano na economia regional por meio de salários mais encargos. O empreendimento também gerará cerca de R\$19mi por ano em impostos para o município de Santos e cerca de R\$95mi por ano para a União.

A mão-de-obra para a construção do terminal será composta, em grande parte, por moradores das proximidades, extinguindo os tradicionais canteiros de obras. Os trabalhadores serão transportados diariamente de suas residências para o local das obras e vice-versa, impedindo a formação de comunidades nas proximidades do terminal, evitando assim impactos ambientais e sociais locais.

EMBRAPORT tem previsão para ser erguido em duas etapas. A primeira delas terá duração de cerca de três anos com a construção de cerca de 50% da área, para início da operação do porto. A segunda etapa terá duração de dois a quatro anos e finalizará os 50% restantes, permitindo a operação plena. Dessa



forma haverá um aumento de cerca de 10% da movimentação de contêineres no Porto de Santos apenas em função deste novo empreendimento.

3.4 CARACTERIZAÇÃO DAS ÁREAS

O terreno onde se localizará o Terminal Portuário EMBRAPORT possui cerca de 1.000.000m², dos quais 500.000m² serão reservados para área de preservação ambiental. O terminal propriamente dito terá 800.000m² de área útil. Isso somente será possível pois 300.000m² serão construídos sobre o estuário, utilizando-se técnicas de aterro e de execução de estruturas sobre estacas.

A área disponibilizada para o terminal será dividida em três, conforme ilustra a Figura 3.9, segundo o tipo de atividades que cada área deve exercer. A seguir será apresentada uma breve descrição destas áreas.

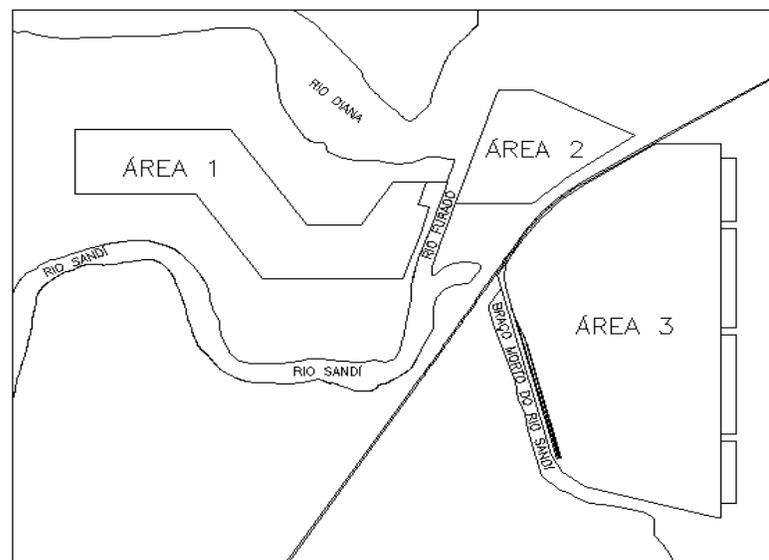


Figura 3.9 - Divisão do terminal em três áreas.

3.4.1 **Área norte**

A Área Norte, também conhecida como Área 1, terá como atividade principal a administração do terminal. Além disso, oferecerá infra-estrutura de apoio tanto para as outras áreas, quanto para os motoristas das conjunto transportados.

Esta área ocupará 200.000m² da área útil do terminal. Deverá abrigar os prédios administrativos, o “gate”, o estacionamento de conjunto transportados e de



veículos, a Receita Federal, a Estação de Tratamento de Esgoto, a portaria marítima, etc.

Existem projeções futuras de que nesta área será construído um armazém de consolidação, cuja função é armazenar, em local abrigado, as cargas que serão estufadas ou desovadas nos contêineres.

3.4.2 *Área central*

A Área Central, ou Área 2, terá como atividade principal a operação de granéis líquidos. Para a realização desta atividade serão disponibilizados cerca de 100.000m². Está previsto que este espaço abrigará os tanques para armazenamento de álcool, o píer, os “dolphins” de amarração e atracação, as subestações elétricas, as tubulações, o “pipe-rack”, o prédio de controle de tancagem, entre outros.

3.4.3 *Área sul*

A Área Sul, também chamada de Área 3, será destinada para a movimentação de contêineres. Esta atividade será detalhadamente descrita no item 5.2 deste relatório.

Esta área, que mede cerca de 500.000m², é aproximadamente cinco vezes maior do que as reservadas para as demais atividades, pois a movimentação de contêineres é a atividade mais importante deste terminal. Para que esta atividade seja realizada serão necessárias diversas instalações, como oficinas, casa de bombas, subestações elétricas, alfândega, entre outras.

3.5 CARACTERÍSTICAS GERAIS DA OBRA

O Terminal Portuário EMBRAPORT será construído na margem esquerda do Porto de Santos, no município de Guarujá. A margem direita, no município de Santos, já está praticamente exaurida. Embora todas as áreas nobres na região estejam arrendadas, existe a necessidade de construção de novos terminais, já que atualmente a porcentagem de ocupação dos berços é de 60%.



O terminal EMBRAPORT, por se localizar na margem contrária a cidade de Santos, terá a vantagem de não sofrer tanta influência desta cidade. Porém, terá o desafio de viabilizar sua construção executando aterros numa área de mangue protegida pelo meio ambiente, com o fator agravante de se localizar sobre as argilas marinhas da Baixada Santista.

Também faz parte do desafio ambiental de EMBRAPORT executar a obra de maneira a preservar o entorno do terreno, pois este se encontra dentro de uma área de preservação ambiental. Outro problema ambiental a ser vencido é o da contaminação do terreno. Apesar de estudos indicarem baixo nível de contaminação na região, haverá a necessidade de apresentar uma solução de confinamento dos mesmos.

A seguir serão apresentados os serviços e as instalações escolhidas pela EMBRAPORT e pelo consórcio construtor para superar as restrições acima apresentadas.

3.5.1 ***Dragagem de material contaminado e não contaminado***

O serviço de dragagem é essencial para a construção de um porto devido à importância de suas funções. Para definir quais são elas, primeiro deve-se dividir esta atividade em dois tipos: dragagem de material contaminado e dragagem de material não contaminado.

O primeiro caso corresponde à dragagem inicial, cujo objetivo é retirar o material contaminado, que normalmente é um solo pouco resistente, e secá-lo para torná-lo mais rígido e, assim, aproveitá-lo como material para o aterro. O segundo caso tem como função básica adequar a profundidade do berço ao calado do navio, ou seja, aprofundar a cota de fundo do canal para que a parte submersa do casco do navio não encoste no fundo do canal.

Dentre as atividades acima citadas, a que merece maior atenção é a dragagem dos materiais contaminados, pois esta deve atender a diversas restrições. Uma delas refere-se à retirada de água do solo dragado, já que se considera que os contaminantes são apenas sólidos. Outra impõe que o material seja armazenado e



depositado em local adequado para isolar o mesmo e evitar a contaminação de outras áreas.

A técnica usualmente empregada para dragagem de portos no Brasil é a execução de *Unidades de Disposição de Contaminados (UDC)*, que consiste na construção de diques a céu aberto que recebem o material dragado. Esse material é mantido neste local até que esteja completamente seco e depois é retirado e transportado para seu local de despejo. Uma desvantagem desta técnica é a impossibilidade de estimar um tempo para secagem, já que na região de Santos chove quase diariamente, dificultando o processo.

No caso de EMBRAPORT, as UDCs foram substituídas por uma técnica mais eficiente conhecida como “geotube”. Os “geotubes” são grandes invólucros, que se assemelham a “travesseiros gigantes”, com dimensões de 60mx10mx3m, produzidos com um tecido resistente que permite apenas a saída de água através de suas paredes, conforme ilustra a Figura 3.10. Esta tecnologia consiste no bombeamento do material dragado para dentro desses “travesseiros”, que funcionam como grandes filtros, permitindo o rápido escoamento da água pelas suas paredes.

Esta técnica foi adotada devido à alta velocidade com que a água é separada do material dragado. Isto somente é possível devido à presença de condicionadores e floculantes dentro dos “geotubes” que aceleram a separação da água e dos sólidos. Outras vantagens desta técnica são a diminuição da área necessária para secar o material dragado, maior segurança ambiental contra contaminações e a possibilidade de utilizar este material dragado seco como parte do aterro que será posteriormente construído.



Figura 3.10 - Percolação de água através das paredes do "geotube".
Fonte: www.geotube.com

Atualmente existe apenas um bota-fora oceânico na região da Baixada Santista para disposição de todo material não contaminado dragado. Esta região, localizada próxima ao Morro da Manduba e à Ilha da Moela, dista cerca de 10km do Porto de Santos e tem uma área de apenas 330ha. Hoje quem tem a concessão de uso desta região é a CODESP.

Como esta região possui uma limitação na quantidade de material despejado por dia, que não comportará a futura demanda proveniente da dragagem de aprofundamento do canal de Santos, existe um projeto em estudo que busca licenciar uma nova área de bota-fora oceânico cerca de dez vezes maior. Para a realização deste estudo de viabilidade a EMBRAPORT se uniu a CODESP, a COSIPA e a outras empresas com objetivo de licenciar esta nova área, cujo projeto já se encontra em fase final de licenciamento.

3.5.2 **Aterro e enrocamento**

A implantação de um terminal portuário com as dimensões de EMBRAPORT, na região do Porto de Santos, somente é possível com a realização de aterros. A concepção inicial do terminal consistia em aterrar grande parte da área útil do terreno para construir as estruturas sobre o aterro. Essa solução é complicada, devido ao regime pluviométrico da região. Essa característica dificulta a execução de



aterros, uma vez que se deve compatibilizar o período de construção com o período de seca, para evitar problemas com a compactação. Abaixo, na Tabela 3.1, estão apresentados os dados do regime de chuvas, medidos entre 1995 e 2005, da região de EMBRAPORT.

Tabela 3.1 - Regime pluviométrico da região de EMBRAPORT, entre 1995 e 2005.

Mês	Precipitação Média Mensal (mm)	Nº Médio de Dias com Chuva
Janeiro	323,60	15,60
Fevereiro	306,87	13,90
Março	328,20	14,30
Abril	215,50	13,80
Mai	157,20	13,00
Junho	117,20	11,60
Julho	117,20	11,50
Agosto	101,90	11,80
Setembro	170,90	13,90
Outubro	207,60	15,70
Novembro	210,50	14,90
Dezembro	271,90	16,00

Fonte: Memorial Sumário Descritivo do Empreendimento e das Condições Locais.(2007).

A proposta apresentada pelo consórcio para superar esse empecilho foi de se construir aterros somente em algumas regiões e nas demais, usar estrutura pré-moldada, diminuindo assim o impacto ambiental, a quantidade de solo necessária para a construção dos aterros, o tempo de execução da obra, o tempo necessário para a liberação da operação e o tempo de operação perdido para resolver problemas com recalques diferenciais. Mesmo assim, com essa nova concepção, estima-se que para a execução dos aterros será utilizado um volume total de 2.230.000m³ solo.



Os aterros serão construídos sobre as argilas de Santos, que são conhecidas pelos seus grandes recalques. Engenheiros civis com experiência no assunto têm conhecimento de que, nesse caso, o adensamento das argilas deve ser acelerado. Para isso, será utilizada a técnica de sobrecarga temporária aliada com a de drenos fibroquímicos. A água proveniente do adensamento da argila percolará pelos drenos, chegando à cota dos colchões drenantes, responsáveis por retirar a água do interior do aterro. A utilização de geomantas é necessária, pois estas acumulam três funções: permitir a rápida percolação da água expulsa dos vazios do solo, aumentar a resistência do aterro e evitar a contaminação do aterro pela mistura de diferentes materiais.

Atualmente existe no local um aterro piloto, como mostra a Figura 3.11. Este aterro está localizado onde, de acordo com a nova concepção, está a estrutura estaqueada. Apesar de parecer um desperdício de recurso financeiro e mão-de-obra continuar a execução deste aterro, ele é de extrema importância para a construtora. A partir dos resultados obtidos pode-se realizar um melhor dimensionamento dos aterros que serão feitos. Outra vantagem apresentada nesta experiência é a verificação da conformidade do método construtivo que será utilizado na obra.



Figura 3.11 - Aterro piloto.

Fonte: Foto tirada durante visita realizada a EMBRAPORT (07 de Julho de 2008).

Os aterros serão construídos em duas fases, sendo que na primeira executar-se-á o aterro hidráulico e na segunda sendo o aterro convencional. O aterro hidráulico será feito de pó de pedra, material proveniente da pedreira próxima do



terminal, Figura 3.12, com o auxílio de uma draga, conhecida como draga ecológica. Para a execução do aterro hidráulico, o pó de pedra é despejado numa cava, Figura 3.13, e a draga lança o material juntamente com água e, aos poucos, molda o aterro. Já o aterro convencional é construído com solo, também proveniente da pedreira, conhecido como *capa de pedreira*. Este solo deve ser compactado com equipamentos e umidade adequados.



Figura 3.12 - Pedreira próxima ao terminal.

Fonte: Foto tirada durante visita realizada a EMBRAPORT (07 de Julho de 2008).



Figura 3.13 - Cava natural para realização do aterro hidráulico.

Fonte: Foto tirada durante visita realizada a EMBRAPORT (07 de Julho de 2008).



A seguir, serão apresentadas quantidades estimadas de cada tipo de material separadas de acordo com a divisão de áreas apresentada anteriormente.

Na Área Norte será necessário um volume de aterro e sobre-aterro correspondente a 670.000m³. As quantidades dos materiais das outras diversas camadas são: 500.000m² de geotêxtil, 3.400.000m de drenos fibroquímicos e 120.000m³ de colchão drenante. Após os recalques atingirem os valores estabelecidos em projeto, aproximadamente 1,5m, deverá ocorrer uma remoção de 152.000m³ de sobre-aterro.

A Área Central corresponde a um volume de 310.000m³ de aterro. As quantidades dos materiais das diversas camadas são: 370.000m² de geotêxtil, 2.500.000m de drenos fibroquímicos e 76.000m³ de colchão drenante. Após os recalques atingirem os valores estabelecidos em projeto, aproximadamente 1,5m, deverá ocorrer uma remoção de 40.000m³ de sobre-aterro.

A Área Sul possui uma peculiaridade em relação às demais áreas: o uso do “geotube” como material de aterro em toda a extensão. As quantidades dos materiais das diversas camadas são: 60.000m² de geotêxtil, 330.000m² de geogrelhas, 4.400.000m de drenos fibroquímicos, 80.000m³ de colchão drenante, 54.000m³ de enrocamento de proteção e 1.250.000m³ de aterro e sobre-aterro, dentro destes valores já está incluso o volume de “geotube”. Após os recalques atingirem os estabelecidos em projeto, aproximadamente 1,5m, deverá ocorrer uma remoção de 810.000m³ de sobre-aterro.

3.5.3 ***Estrutura das instalações de contêineres***

Para realizar a movimentação de contêineres são necessárias duas áreas com funções básicas distintas, sendo a primeira de permitir a transição do contêiner entre o ambiente marítimo e o terrestre, e a segunda de armazenar os contêineres. Essas regiões são conhecidas como cais e retroárea, respectivamente. No item 5.2, serão abordados com mais detalhes suas funções e modo de operação.

Segundo o projeto básico atual, o cais para contêineres de EMBRAPORT terá 1.100m de comprimento e 54m de largura. Sua fundação será constituída de estacas pré-moldadas vazadas, de 80cm de diâmetro externo e 50cm de interno,



com capacidade de carga de 320tf. A princípio, essas estacas serão cravadas somente na vertical, obrigando-as a absorver os esforços horizontais, provenientes da atracação e amarração, por flexão das mesmas.

Estima-se que a constituição da superestrutura do cais se dará por duzentas vigas transversais pré-moldadas espaçadas de 5,6m, 3.990 vigas longitudinais tipo π que se apoiarão nas vigas transversais, 380 vigas trilho longitudinais, que suportarão os trilhos do portêiner, equipamento que será explicado no item 5.2.3, e 190 paramentos frontais e posteriores e canaletas. A ligação entre as vigas transversais e longitudinais será feita por preenchimento com concreto das mesmas. As lajes, também pré-moldadas, são apoiadas sobre essas vigas.

Como mencionado no item 3.5.2, a estrutura da retroárea será realizada de duas formas, uma aterrada e outra estruturada. A concepção da retroárea estruturada deverá ser parecida com a do cais, tendo vigas pré-moldadas apoiadas sobre as estacas e lajes apoiadas sobre as vigas, como apresentado na Figura 3.14. Já em relação à retroárea aterrada, não existirá propriamente uma estrutura, pois os blocos intertravados serão assentados sobre o próprio aterro.



Figura 3.14 – Estrutura da retroárea estruturada.
Fonte: Foto tirada durante visita realizada a TECON IV (30 de Abril de 2008).



3.5.4 ***Estrutura das instalações de álcool***

A estrutura necessária para a movimentação de líquidos, no caso de EMBRAPORT, o álcool, é diferente da utilizada na movimentação de contêineres. Para esse tipo de carga, são utilizados elementos discretos conhecidos como píer e “dolphins”. Tanto a função quanto a operação dessas estruturas, serão descritas no item 5.3.

O píer, uma plataforma que suportará o equipamento responsável por carregar o navio, terá uma área de 15m². Além dessa área, serão necessários mais quatro “dolphins”, dois de atracação e dois de amarração. Todas as estruturas citadas terão estacas pré-moldadas como fundação e como parte superior uma placa, também feita em concreto armado.

No caso de EMBRAPORT, o píer será afastado da costa e por isso, haverá necessidade de construir uma ponte de acesso. Essa ponte será de concreto armado e por ser utilizada apenas no caso de existir algum erro na operação, ela poderá ter pequenas dimensões.

Estima-se que na área de 81.000m² reservada para a armazenagem dos grânéis líquidos, serão dispostos vinte tanques verticais, sendo onze com capacidade de 6.000m³ cada, oito capazes de confinar 3.000m³ cada e um com volume total de 250m³. Além disso, a área deverá comportar um tanque horizontal, que será utilizado na sedimentação de produtos provenientes da limpeza dos demais tanques. Está previsto que essa área terá como fundações estacas pré-fabricadas com diâmetro de 42cm e 30m de comprimento. Pelo fato desses tanques serem muito pesados serão necessárias estruturas para sustentação dos mesmos, compostas por uma laje apoiada sobre pilares de aproximadamente 1,5m de altura.

3.5.5 ***Edificações e outras instalações***

Em todo terminal portuário são necessárias edificações de funções diversas. Em EMBRAPORT não será diferente. A empresa Constremac associada ao consórcio vencedor, como descrito no item 4.2, será a responsável por construir as edificações do terminal.



Existirá um prédio destinado às atividades administrativas do terminal, que terá 4.234m² de área construída, divididos em três andares. Esse edifício usará fundação do tipo radier. Essa fundação é do tipo rasa, na qual as cargas dos pilares são transmitidas para o solo por uma única área de contato. Será construído também, um espaço térreo para a Receita Federal, com área construída de 223m², também utilizará o radier.

Ainda no que se refere à construção de espaços fechados, estão previstos prédios refeitórios, vestiários, sanitários e de permanência. Essas edificações, que visam promover uma melhor condição de trabalho para seus funcionários, terão uma área útil de 1.103m², com pé direito de 4m. Outra área importante, que visa oferecer condições básicas para a realização do trabalho é o prédio de apoio aos motoristas. Este terá 136m² de área construída, apoiada sobre um radier.

Deverão ser construídos “gates” de entrada e saída que serão caracterizados por dezoito cabines de atendimento aos motoristas de conjunto transportados e um prédio de dois pavimentos com área 48m² para os funcionários.

Está prevista a instalação de doze estações elevatórias de esgoto sanitário, distribuídas pelo terminal e uma estação de tratamento de esgoto próxima ao atracadouro de embarcações de passageiros. Além disso, estão planejadas onze subestações elétricas, sendo que sete delas estão localizadas na área sul devido aos contêineres refrigerados, cuja operação será descrita no item 5.2.

Ainda dentro da área do terminal, está prevista uma portaria marítima, que controlará a entrada e saída de pessoas por meio marinho. Essa portaria terá 115m² de área construída. Dentro desse valor, já está inclusa a área de 52m² do atracadouro, destinado ao embarque e desembarque de passageiro. Outra portaria prevista é a de controle, que dispõe de 25m² de área.

Na área sul, serão construídas as seguintes edificações: um prédio de apoio ao cais, um prédio oficina, uma casa de bombas e sanitários. O primeiro terá uma área de 668m² divididos em três andares, o segundo disponibilizará de uma área de 1.361m², que é razoável já que nele deverão entrar alguns equipamentos em manutenção. A casa de bombas terá 108m² de área e abrigará uma bomba jokey, uma bomba elétrica centrífuga e uma bomba diesel.



3.5.6 ***Pavimentação das vias internas e do pátio de contêineres***

Normalmente, todas as áreas de um terminal portuário são pavimentadas. Em EMBRAPORT não será diferente. Serão utilizados dois tipos de materiais, o Concreto Betuminoso Usinado a Quente (CBQU) e o “paver”, nome comercial dos blocos de concreto intertravados. A pavimentação de um terminal portuário é de grande importância, pois visa reduzir o custo operacional dos veículos e equipamentos ao simplesmente tornar a superfície mais regular, mais aderente e menos ruidosa. A seguir estão descritas algumas vantagens de utilizar esses materiais no terminal.

O CBUQ será aplicado nas vias internas, numa extensão de 5.260m, com uma largura predominante de 16m. A escolha por utilizá-lo é basicamente financeira, pois o CBUQ é um dos materiais de pavimentação mais baratos no mercado. Além do lado econômico, existe o lado do conforto, uma vez que o CBUQ permite atingir velocidades mais altas com menos ruído, deixando o motorista mais confiante em relação à via em que trafega.

Atualmente, os blocos intertravados são comumente empregados na região da retroárea, pois apresentam como característica a alta resistência à abrasão e a compressão. Outra vantagem, não tanto estrutural, é a facilidade de armazenagem, instalação, manutenção e recuperação do sistema. Avaliando do ponto de vista operacional, um pavimento que pode ser utilizado logo após sua entrega e, no caso de precisar de reparos, estes serem feitos rapidamente, sem precisar interferir nas atividades do porto, é muito mais favorável. Estima-se que em EMBRAPORT serão pavimentados 550.000m² com blocos intertravados.

3.5.7 ***Pátio ferroviário***

O pátio ferroviário será construído aproveitando-se uma das vantagens da localização do terminal EMBRAPORT, que é o fato da via férrea passar dentro do terminal, como mostra a Figura 3.15. Isso pode ser considerado um benefício à medida que o transporte terrestre de contêineres será realizado, também, por trens, assim como será detalhado no item 5.2.



Com base no projeto básico, estima-se que este pátio terá um ramal de desvio com quatro braços que totalizarão 1.200m de extensão. Este acesso será importante para evitar que o trem fique estacionado na linha de passagem, ocupando e atrapalhando a operação da mesma, enquanto será carregado ou descarregado.

A localização desse ramal será definida no “layout”, que não está definido. Apesar disso, sabe-se que este espaço estará próximo à retroárea, pois tem como finalidade realizar o escoamento dos contêineres.



Figura 3.15 - Projeção do terminal sendo cortado pela linha férrea.
Fonte: www.grupocoimex.com.br

3.5.8 ***Estrada particular da CODESP***

O acesso ao terminal se dá por uma via, de 2,7km de extensão, 8m de largura e 3m de acostamento, conhecida como Estrada Particular da CODESP. Esta concedeu o direito a EMBRAPORT de utilizar esse caminho durante sua construção e sua operação, mesmo porque essa é a única maneira de acessar o novo terminal pelo modo rodoviário. Para firmar esse acordo, a empresa se comprometeu a realizar serviços de conservação desta estrada. Estão previstos os seguintes itens dentro dessa atividade: remendos profundos, recapeamento da pista com CBUQ, reestabilização do acostamento e sinalização.



Atualmente, trafegam por este caminho apenas os caminhões-tanques que transportam os líquidos comercializados pela COSIPA, porém, após a construção do novo terminal, eles terão de dividir o espaço com as conjunto transportados destinados à operação de EMBRAPORT. Existe a possibilidade desta estrada não ser adequada para comportar essa demanda futura de conjunto transportados. Sabendo dessa possibilidade, a EMBRAPORT não descarta a opção de estudar uma duplicação para esta via. Para isso, deverão ser feitos estudos do fluxo desses veículos e de seu crescimento.

3.5.9 *Redes de infra-estrutura*

O fato de o Terminal Portuário EMBRAPORT estar localizado num terreno relativamente afastado da civilização implica na necessidade de investimentos nas redes de infra-estrutura do mesmo.

Todo terminal portuário deve ter uma rede abastecimento de água, uma rede de esgoto, uma rede de drenagem de águas pluviais e uma rede de combate a incêndio. A seguir serão comentadas as instalações presentes nessas redes.

3.6 MEIO AMBIENTE

3.6.1 *Licenciamento ambiental*

O projeto de EMBRAPORT, concebido na mesma época da criação da *Empresa Brasileira de Terminais Portuários*, demorou vários anos para sair do papel em função de uma ampla discussão com o IBAMA (Instituto Brasileiro do Meio Ambiente), órgão federal responsável pelo licenciamento ambiental de obras de infra-estrutura que envolvam impactos ambientais, sobre as diversas questões ambientais envolvidas neste empreendimento.

O IBAMA concedeu a EMBRAPORT a Licença de Instalação (LI) somente em agosto de 2006, licença esta que corresponde à 2ª etapa do processo de licenciamento ambiental. Em agosto de 2007 foi iniciada a retirada da vegetação do local (cerca de 30.000m²) e em setembro de 2007 iniciou-se a primeira parte do aterro piloto.



Foram necessários também vários anos para a elaboração do EIA-RIMA (Estudo de Impacto Ambiental - Relatório de Impacto Ambiental), pois as condicionantes ambientais exigidas pelo IBAMA foram muitas, entre elas, o manejo da fauna e da flora da região, o monitoramento das águas, do ar e de ruídos durante as obras, a conservação de algumas áreas, etc.

Durante o licenciamento ambiental foram desenvolvidos pela EMBRAPORT 34 programas ambientais dedicados ao manejo da fauna e da flora da região e aos estudos que ampliarão o conhecimento científico nos campos da botânica, da arqueologia e da sociologia. Tratam-se de programas de qualidade ambiental, de conservação de recursos naturais e de controle ambiental relativos à obra. Também fazem parte do conjunto de ações da empresa outros programas sócio-ambientais para garantir o desenvolvimento sustentável das comunidades de pescadores da região.

Atualmente muitos destes programas já estão em andamento, como é o caso dos programas de controle de emissão de resíduos e de efluentes, de apoio à pesca, de proteção da fauna, etc. Alguns deles já foram desenvolvidos e outros tantos ainda virão a ser implementados, sendo que muitos deles deverão ser mantidos mesmo após o término da obra.

Desde antes do início das obras civis, a EMBRAPORT já está fazendo o monitoramento das águas superficiais para assegurar que a qualidade das águas no estuário não seja afetada durante a obra, monitoramento este que permite avaliar quaisquer alterações na qualidade das águas nas proximidades da obra. Houve também a construção de dezoito poços para o monitoramento das águas do subsolo daquela região.

Hoje o licenciamento ambiental de EMBRAPORT é modelo perante o IBAMA. O órgão federal elogia publicamente o estudo e o cuidado de EMBRAPORT com o meio ambiente. Na época do licenciamento ambiental, a EMBRAPORT contou com uma equipe de trinta profissionais com amplo conhecimento da região, sendo que hoje alguns destes especialistas se tornaram uma referência nacional.



3.6.2 *Área de preservação ambiental*

Entre muitas outras ações, a EMBRAPORT se comprometeu a preservar o entorno do seu terreno, adaptando o formato de seu terminal na Área 1 às áreas já desmatadas da região, mantendo uma Área de Reserva Ambiental de aproximadamente 500.000m², conforme ilustra a Figura 3.16.



Figura 3.16 - Vista aérea de EMBRAPORT: criação de uma Área de Reserva Ambiental.
Fonte: Foto enviada pelo Sr. Gilmar Vaqueiro (CNO) por email (29 de maio de 2008).

Nessa Área de Reserva Ambiental, ou Área de Proteção Permanente (APP), existem lugares demarcados para estudo dentro dos ecossistemas, com cerca de 50m² cada, chamados “parcelas de monitoramento”. São dezoito parcelas de monitoramento no manguezal e oito parcelas de monitoramento na restinga onde foram implantados os Programas de Monitoramento dos Remanescentes de Restingas e Manguezais para avaliar o impacto da obra nessas áreas.

Ainda nesta área existe um sítio arqueológico tipo Sambaqui, denominado “EMBRAPORT 1”, que foi descoberto durante o Programa de Resgate Arqueológico. Este sítio foi devidamente cercado e está sendo monitorado pela EMBRAPORT.

3.6.3 *Comunidades de pescadores*

Durante a elaboração do EIA-RIMA foram detectadas algumas comunidades de pescadores que utilizam a pesca artesanal na região como única fonte de



sobrevivência. São elas as comunidades da Ilha Diana, da Vila dos Pescadores, do Monte Cabrão e de Conceiçãozinha, sendo todos os pescadores destas comunidades filiados às Colônias de Pescadores de sua região.

No âmbito do Programa de Apoio à Pesca Artesanal, a EMBRAPORT está realizando cursos de capacitação e cursos profissionalizantes aos pescadores artesanais submetidos às Colônias de Pescadores. Também está atuando no apoio logístico a estas colônias e à Federação da Pesca.

A comunidade mais próxima da área do empreendimento é a comunidade da Ilha Diana. Nesta comunidade estão sendo desenvolvidas atividades de educação ambiental como oficinas de reciclagem para crianças, oficinas de artesanato para mulheres, entre outras, conforme ilustra a Figura 3.17.



Figura 3.17 - Crianças da ilha Diana em oficinas de reciclagem promovidas pela EMBRAPORT.
Fonte: Catálogo da EMBRAPORT recebido na visita do dia 7 de julho de 2008.

3.6.4 *Plantas nativas*

A EMBRAPORT mantém atualmente um Programa de Aproveitamento da Biomassa. Trata-se de um programa que, com o auxílio de uma equipe de biólogos da EMBRAPORT, está colhendo, separando, identificando, classificando e armazenando amostras de espécies da vegetação nativa da região em áreas já suprimidas no terreno da EMBRAPORT.



Estas amostras foram retiradas de seu habitat natural e hoje estão sendo mantidas em duas áreas dentro do terreno da EMBRAPORT. Uma delas fica próxima à linha ferroviária, em uma espécie de clareira na própria mata, onde se encontram as amostras de médio e grande porte, conforme ilustra a Figura 3.18. A outra é um viveiro de plantas na região onde estão sendo armazenadas as amostras de pequeno porte, conforme ilustra a Figura 3.19.

Futuramente estas amostras serão entregues à comunidade da Ilha Diana. Esta comunidade foi escolhida entre as demais para ter o privilégio de receber estas amostras para, em parceria com a Prefeitura de Santos, ter uma futura alternativa de renda para o local.



Figura 3.18 - Amostras de médio e grande porte da vegetação nativa de EMBRAPORT.
Fonte: Foto tirada durante visita realizada a EMBRAPORT (07 de Julho de 2008).



Figura 3.19 - Amostras de pequeno porte da vegetação nativa de EMBRAPORT.
Fonte: Foto tirada durante visita realizada a EMBRAPORT (07 de Julho de 2008).

3.6.5 *Unidade de conservação de manguezal*

O terreno de EMBRAPORT é integralmente ocupado por manguezais em ótimo estado de conservação, como ilustra a Figura 3.20. No EIA-RIMA, a EMBRAPORT apresentou como medida compensatória ao impacto ambiental que será causado pela construção do terminal, a implantação de uma Unidade de Conservação do Ecossistema Manguezal (UC). Esse estudo foi submetido e aprovado pelo IBAMA.



Figura 3.20 - O ecossistema do manguezal será conservado, preservado e protegido.
Fonte: Foto tirada durante visita realizada a EMBRAPORT (07 de Julho de 2008).

Essa UC foi desenvolvida em parceria com a Prefeitura de Santos, junto à Secretaria Municipal de Meio Ambiente, e se localiza no município de Santos, no



canal de Bertioga, entre os rios Iriri e Tia Maria. De propriedade da União, a área conta com 270ha, uma área equivalente à cerca de 25 vezes a área de manguezais atingida pela obra, e fica cerca de 11km do terminal. O termo de compromisso foi assinado no dia 9 de maio de 2007 pelo prefeito de Santos, João Paulo Tavares Papa, pelo secretário de Meio Ambiente, Flávio Corrêa, e por dois diretores da EMBRAPORT. O compromisso garante a conservação, preservação e proteção desta UC que é a primeira da região de Santos.

3.6.6 “*Geotubes*”

O uso dos “geotubes” na área do aterro para o confinamento do material contaminado dragado da região de EMBRAPORT é uma solução que está sendo apresentada pelo Consórcio por possuir algumas vantagens construtivas. No entanto, além destas vantagens construtivas, existe também a vantagem de prover maior segurança ambiental à região.

Como o material dragado é lançado dentro dos “geotubes” com a adição de flocculantes, a parte sólida contaminada fica retida dentro destes invólucros. A água que é filtrada para fora deles é drenada para uma Estação de Tratamento de Águas (ETA) e, antes de retornar ao estuário, passa por um tratamento do tipo convencional físico-químico, com coagulação, floculação e decantação.



4 CONTRATAÇÃO DO CONSÓRCIO

Para a construção do Terminal Portuário EMBRAPORT foi realizado um processo de concorrência e o proponente vencedor foi o Consórcio formado pelas seguintes empresas: Construtora Norberto Odebrecht (CNO), Carioca Christiani-Nielsen Engenharia (CARIOCA), Constremac Industrial LTDA (Constremac) e Jan de Nul do Brasil Dragagem e Engenharia LTDA. Nos itens a seguir serão abordadas questões referentes ao processo de concorrência e ao consórcio.

4.1 O PROCESSO DE CONCORRÊNCIA

O procedimento para a realização de concorrência em uma empresa particular é um pouco diferente do que ocorre em uma estatal. No caso em foco, a EMBRAPORT convidou, através de carta convite, as empresas que considerava capacitadas no mercado.

Nessa carta constavam informações a respeito do tipo de empreendimento a ser produzido, além de um edital ainda incompleto. Esse não continha as informações referentes à dragagem do material não contaminado, que foram posteriormente enviadas às empresas convidadas.

Dentro do prazo de três meses, as interessadas deveriam apresentar uma proposta básica. Todavia, devido à complexidade do empreendimento, houve prorrogações do prazo, de maneira que o processo se estendeu por cerca de quatro meses.

Durante o período de elaboração dos projetos existia a possibilidade de sanar as dúvidas quanto aos critérios de projeto. As respostas dadas às dúvidas de um participante eram compartilhadas pelos demais de maneira a proporcionar a todos os concorrentes o acesso às mesmas informações.

Após o término do período de desenvolvimento, a EMBRAPORT contratou um grupo de especialistas, formado por engenheiros, profissionais da área contábil e financeira, entre outros, que analisaram as propostas objetivando a escolha da melhor dentre as apresentadas, sem que necessariamente fosse escolhida a de



menor custo. Foram analisados os aspectos relacionados a custo, prazos de execução além dos aspectos técnicos e ambientais.

Depois de escolhida a empresa, neste caso, recaiu sobre o consórcio, procedeu-se um refinamento do projeto, que envolveu sobretudo a definição do escopo geral da proposta e a negociação direta entre contratante e contratado. Somente depois de elaborado o escopo geral assinar do contrato.

Nos itens a seguir serão apresentadas, detalhadamente, as informações do edital.

4.1.1 **Gerenciamento**

A EMBRAPORT contratou a Concremat Engenharia e Tecnologia S/A (Concremat) para ficar responsável pelo gerenciamento da implantação do terminal, estendendo-se o escopo à fiscalização e ao controle da obra.

Dessa forma, os proponentes deveriam considerar, em seus custos de canteiro, a construção das instalações de campo da Concremat de acordo com o material fornecido para o edital.

4.1.2 **Serviços a serem executados**

O proponente vencedor ficará responsável pela:

- Dragagem e disposição do material contaminado num bota-fora oceânico, bem como o monitoramento e tratamento do efluente líquido gerado pelo mesmo;
- Dragagem do material não contaminado e sua disposição no bota-fora oceânico;
- Execução do aterro, com a colocação de drenos fibro-químicos e geogrelhas, cobrindo toda a área do terminal. Estima-se um volume total da ordem de 6.000.000m³;
- Execução do cais com 1.110m de comprimento e também da interconexão do cais com retroárea, feita através de cinco pontes de acesso. Também está



prevista a construção de um píer destinado à movimentação de granéis líquidos e pontes de acesso;

- Construção de uma ponte rodoviária sobre o canal que interliga os rios Sandí e Diana, chamado de canal Furado, além da construção de um viaduto sobre a linha férrea sob concessão da MRS Logística S/A;
- Restauração e execução de melhorias na rodovia secundária e interligação da mesma com o terminal, de forma a permitir o acesso à este, bem como a sua manutenção durante a execução das obras;
- Execução dos pavimentos nos pátios, acessos e vias de circulação do terminal.

4.1.3 **Serviços excluídos**

As obras civis e instalações para granéis líquidos bem como as obras complementares, como a drenagem, não fazem parte dos serviços a serem executados pela proponente vencedora. Também se excluem o fornecimento, instalação, teste e comissionamento dos equipamentos portuários de carga, descarga e manuseio de contêineres, tais como portêineres, conjunto transportados e “reach stackers”.

4.1.4 **Soluções alternativas ao projeto básico**

Para o processo de concorrência foi elaborado um projeto básico referencial EMBRAPORT, contendo informações a respeito de obras civis, aterro, dragagem e licenciamento ambiental.

Os proponentes puderam apresentar soluções alternativas ao projeto básico referencial EMBRAPORT, porém limitadas à dragagem, ao aterro, ao cais, ao píer e à pavimentação. Não foram admitidas alternativas que alterassem os critérios de projeto, especialmente no que se referia ao “layout”, limites das áreas, cargas de trabalho, tensão de pré-carregamento, recalques admissíveis e cotas de dragagem do cais, do píer e dos pátios.



Qualquer alternativa de projeto teve de ser apresentada em proposta técnica separada, abordando, de forma clara, a concepção e a metodologia executiva, dentre outros aspectos.

Dentre as alternativas propostas pelos proponentes, as que efetivamente puderam contribuir para a melhoria da qualidade, redução do prazo de implantação ou dos custos de implantação e operação do terminal foram consideradas pela EMBRAPORT, podendo, tais soluções, serem utilizadas como elementos de decisão do processo de seleção.

4.1.5 **Análise das propostas**

A apresentação das propostas foi feita em dois envelopes fechados contendo, o primeiro, a proposta técnica e, o segundo, a proposta comercial.

Para que o proponente fosse vencedor do processo de concorrência, deveria atender rigorosamente todas às exigências do edital e apresentar as melhores condições técnico-comerciais, de acordo com os critérios definidos pela EMBRAPORT.

As decisões referentes ao processo de seleção foram tomadas sempre de comum acordo entre a EMBRAPORT e a Concremat, mas a aprovação final coube apenas à EMBRAPORT.

4.1.6 **Contrato**

O Terminal Portuário EMBRAPORT assinou o contrato com a proponente por preço e prazos fixos, conhecido como “turn-key”. Como o “layout” do empreendimento não havia sido definido na ocasião do fechamento do contrato, será necessário realizar alterações nas quantidades de materiais, peças e mão-de-obra, entre outros itens, após sua definição. É importante que essas alterações não prejudiquem o Princípio de Equilíbrio do Contrato.

Cabe aqui diferenciar os tipos de mudanças possíveis de serem realizadas num contrato, a saber: as alterações e os erros. As alterações consistem, basicamente, em melhorias a serem realizadas, enquanto que os erros normalmente



provêm de deficiências na etapa de concepção e podem ser técnicos ou operacionais. No caso de erros, o valor a acrescentar não poderá alterar o preço estipulado e, no caso das alterações, o preço poderá ser ajustado através da negociação entre o contratante e o contratado.

4.2 CONSÓRCIO CNO-CARIOCA-CONSTREMAC-JAN DE NUL

Por afinidade e capacidade técnica convergente as empresas CNO, CARIOCA, CONSTREMAC e JAN DE NUL uniram-se formando um consórcio para participar da concorrência de EMBRAPORT. Com a formação do consórcio criou-se uma nova empresa, da qual as empresas formadoras passaram a ser acionistas.

Para atender ao edital proposto, a incumbência de ser líder do consórcio recaiu sobre a CNO. Com o líder definido, o consórcio permanece mais organizado no sentido da padronização do sistema administrativo, abrangendo os seguintes aspectos: folha de pagamento, faturamento, segurança do trabalho entre outros.

O fato da CNO ser a líder não significa que as demais empresas ficarão isentas de responsabilidades. Reuniões são realizadas mensalmente pelo conselho, para que as decisões importantes sejam tomadas entre as empresas do consórcio.

Para EMBRAPORT, o consórcio, como um todo, fornece garantia e segurança. Por intermédio da gerenciadora, será feito um acompanhamento permanente das atividades do consórcio para verificação da qualidade, do andamento do serviço em execução e para prevenir futuros problemas.

4.2.1 *Organograma do consórcio*

Seguindo o que tradicionalmente ocorre no mercado, existe um organograma com a seguinte composição: um diretor de contratos; um gerente de engenharia, um gerente de planejamento, um gerente administrativo, um gerente de produção; e um gerente de manutenção.

Sob responsabilidade do diretor de contratos, estão as áreas de meio ambiente e a segurança no trabalho, que são de fundamental importância para a



viabilização de qualquer empreendimento. A Figura 4.1 apresenta o organograma para essa obra.

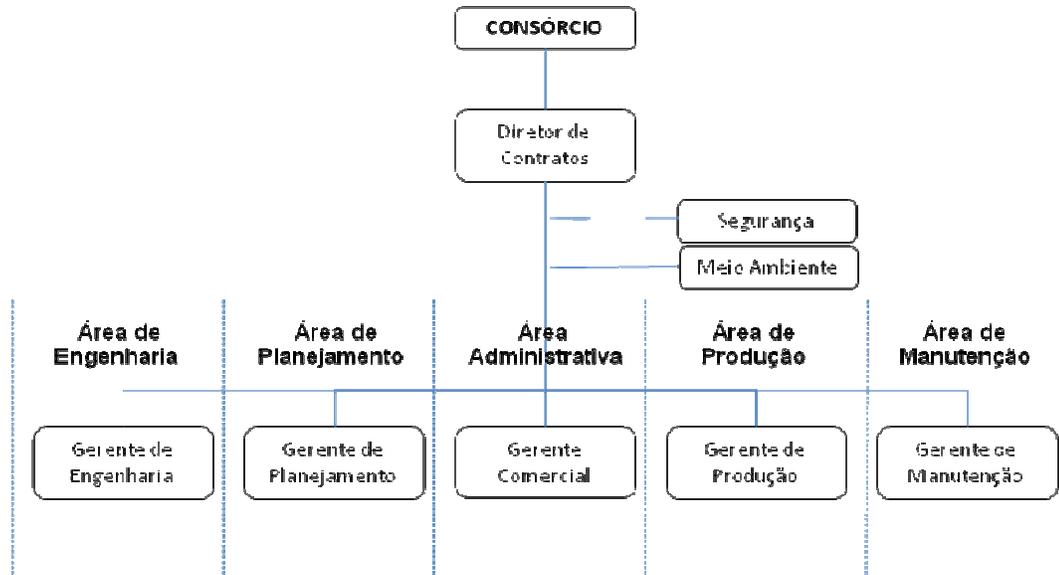


Figura 4.1 - Organograma do consórcio

Todas as atividades apresentadas no organograma são importantes para o sucesso do empreendimento. Por exemplo, o gerente de engenharia junto com sua equipe tem a responsabilidade de desenvolver os processos, lidando com projetistas e consultores; a área de produção engloba os serviços de terraplenagem e estruturas, essenciais na obra; a área de manutenção, que não costuma aparecer nos organogramas das empresas; é fundamental devido à grandiosidade dessa obra e à elevada quantidade de maquinário; e, dentro do planejamento, existe a gerência comercial, responsável por assinar contratos e realizar os pagamentos.

Também importante, é o setor da qualidade, que, nessa obra, está ligada à engenharia, mas, em função de sua crescente importância, poderia ser uma área separada. Antigamente existia apenas a qualidade dentro do canteiro de obras, sob responsabilidade de uma empresa gerenciadora. Já nos dias de hoje, as próprias construtoras possuem o setor de qualidade, aplicado a diversas áreas da obra, como por exemplo aos métodos executivos e aos materiais empregados. Essa mudança ocorreu pois descobriu-se que o controle de qualidade faz com que o serviço final tem maior qualidade e é possível minimizar o retrabalho.



5 OPERAÇÃO PORTUÁRIA

5.1 ASPECTOS GERAIS

Os terminais portuários são executados a fim de atender diferentes funções, sendo elas classificadas em primárias, secundárias ou auxiliares. A função primária de um porto consiste na movimentação de cargas, ou passageiros, entre embarcações e os demais meios de transporte, deslocadas para o interior ou exterior do continente. As funções secundárias incluem a estocagem das cargas que chegam ao porto, a sua comercialização e processamento, além da vistoria aduaneira. Por fim, existem também as funções auxiliares, que compreendem atividades como serviços de manutenção das embarcações (abastecimento e reparos), serviços de manutenção para veículos terrestres, entre outras.

De uma forma geral, pode-se admitir que um terminal portuário é composto por quatro subsistemas, brevemente descritos na Figura 5.1 a seguir. (BOTTER, 1985)

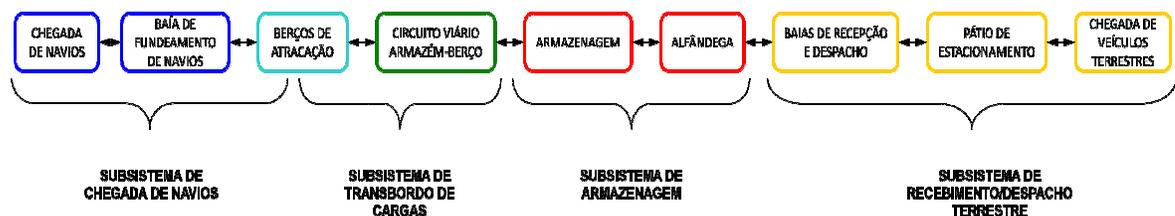


Figura 5.1 - Terminal portuário composto por quatro subsistemas.
Fonte: Botter (1985).

5.1.1 *Subsistema de chegada de navios*

Este subsistema compreende os elementos físicos e operacionais envolvidos desde a chegada das embarcações ao terminal, sua atracação e vistoria, até o momento em que o navio está pronto para iniciar a movimentação das cargas. Os elementos físicos que compõem este subsistema são:

- Baía de evolução e fundeamento – região que permite o livre tráfego e acesso das embarcações no momento em que chegam ao porto, além de abrigá-las enquanto esperam para atracar;



- Serviço de rebocagem e atracação – trajeto do navio da área em que estava fundeado até junto ao berço em que será atracado. Essa atividade é feita através de uma série de manobras realizadas com o auxílio de rebocadores e de um prático do porto, até que o navio acoste e seja completamente amarrado.
- Berços de atracação – o berço corresponde à região do cais onde um navio é atracado e amarrado. A definição da sua quantidade dentro do porto depende do tipo de berço a ser utilizado, e da prioridade de movimentação de carga de cada berço.

Já os elementos operacionais que compõem este subsistema são:

- Vistorias da saúde dos portos e da Receita Federal – voltadas primordialmente às condições da saúde da tripulação e possíveis cargas clandestinas, as vistorias impõem um tempo maior de permanência da carga dentro do porto.
- Fila de espera de navios – item físico-operacional importante para a análise da capacidade e do desempenho portuário, pois o tempo de espera na fila pode incrementar o tempo de permanência global da carga dentro do porto.

5.1.2 ***Subsistema de transbordo de cargas***

O subsistema de transbordo de cargas consiste nos elementos físicos e operacionais que compõem cada terminal de carga e proporcionam o transbordo das cargas do cais para o navio, assim como dos pátios de armazenagem até o cais e vice-versa. Possui íntima relação com a chegada dos navios, pois a fila formada junto aos terminais será função das chegadas e do manuseio das cargas dos navios.

Na movimentação de cargas dentro de um terminal, a distância pode ser considerada relevante no momento em que passa a afetar o custo. Entretanto, o desenvolvimento de técnicas e equipamentos de manuseio resultou em uma tendência de diminuir a importância do fator distância nessa atividade. Esta tendência influenciou, mais significativamente, os projetos de terminais portuários, que deixaram de ser “armazéns temporários”, com áreas de estocagem



relativamente pequenas, para se tornar grandes áreas abertas de estocagem de cargas com artérias para circulação e equipamentos de manuseio.

A Figura 5.2 ilustra os cinco tipos básicos de movimentação de carga dentro de portos. A área de transferência é o espaço onde as movimentações 1, 2, 3 e 4 acontecem. Além disso, essa área também acomoda a carga que é estocada por curtos períodos de tempo, imediatamente antes das partidas e logo após as chegadas das embarcações.

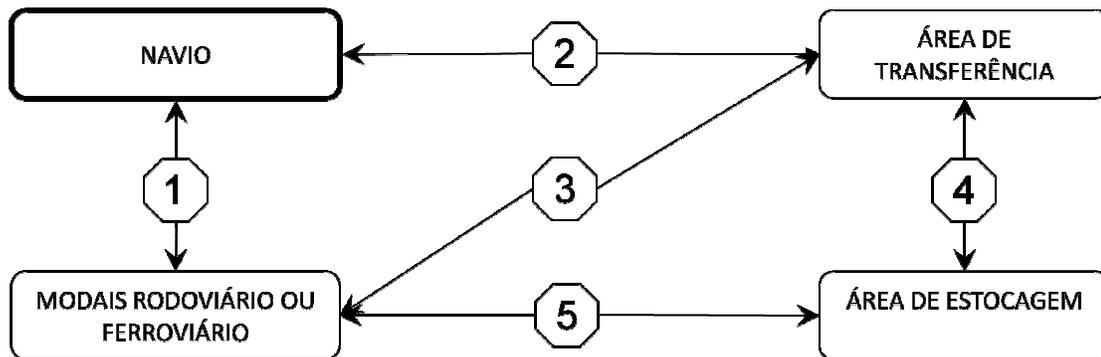


Figura 5.2 - Tipos básicos de movimentação de carga dentro de portos.
Fonte: Bruun (1981).

Em muitos terminais, a estocagem temporária e a movimentação de carga na área de transferência são intercaladas com as funções secundárias, como a estocagem por longos períodos, a comercialização, e até mesmo o processamento de alguns tipos de carga. A inspeção das mercadorias também pode acontecer nessa área. É importante ressaltar que essas funções secundárias são incompatíveis com a eficiência na movimentação de cargas e geralmente complicam o manuseio e o fluxo de materiais pela área de trânsito.

Cada tipo de terminal possui uma forma diferente de transbordo de cargas devido à sua grande diversidade, às suas diversas formas de embalagem e unitização, à periculosidade, entre outros fatores. Nos itens 5.2, 5.3 e 5.4 serão descritas as formas de manuseio das cargas em cada terminal.

5.1.3 *Subsistema de armazenagem*

O subsistema em questão engloba, além da armazenagem da carga de exportação e importação, as atividades de vistoria da Receita Federal, que são



realizadas através dos agentes alfandegários. Esta atividade impõe aos terminais de contêineres e de carga geral um tempo adicional de permanência da carga no porto, o que não acontece nos terminais de granéis, por exemplo.

5.1.4 ***Subsistema de recepção e despacho de cargas***

Este subsistema trata dos elementos físicos e operacionais que atuam na recepção e despacho de cargas que chegam ou saem do porto, sendo, portanto, responsável pelo manuseio de toda a demanda de carga que passa pelo porto. Os insumos podem ingressar no terminal utilizando o modal aquaviário, ferroviário ou rodoviário. Para isso deve haver uma estruturação adequada destes modais, isto é, os mesmo devem possuir condições apropriadas ao manuseio das cargas movimentadas.

No modal aquaviário, para que estas condições sejam atendidas, deve-se observar, entre outros fatores, a profundidade do trajeto realizado pelo navio, a profundidade no local de atracação, as condições de atracação, a disponibilidade de áreas para realizar manobras e a disponibilidade de áreas de espera para os navios.

Para o modal ferroviário devem ser observadas a integridade da ferrovia, a disponibilidade de áreas de manobra e a segurança do trajeto, entre outros fatores.

Já para o modal rodoviário garantir adequadas condições ao transporte da carga, é necessário analisar, entre outros aspectos, as condições das rodovias por onde a carga deverá passar, as condições dos acessos ao terminal, a disponibilidade de áreas para realizar manobras e a disponibilidade de áreas para espera.

Analisando estas características associadas aos portos brasileiros, foi possível constatar a grande deficiência no que diz respeito aos acessos terrestres. A malha ferroviária não evoluiu o necessário e, portanto, não é capaz de atender à demanda. Muitas rodovias encontram-se em péssimas condições de utilização e acabam por dificultar o acesso de conjunto transportados aos Portos. Além disso, a falta de espaço suficiente para acomodar a fila de conjunto transportados junto à entrada do terminal faz com que esta se estenda para fora dos limites permitidos, gerando complicações no restante do tráfego da região. Outro fator importante na



caracterização dos terminais portuários é o tipo de carga que será movimentada. Elas podem ser agrupadas em três tipos gerais: granéis sólidos, granéis líquidos e carga geral, sendo que esta pode ser paletizada ou containerizada.

Os granéis, líquidos ou sólidos, possuem a vantagem da uniformidade e são predominantemente manuseadas em grande quantidade, permitindo o uso de mecanização para realizar o seu transbordo.

A carga geral compreende as mercadorias empacotadas e separadas em diversos tamanhos e formas. Para resolver os problemas de falta de uniformidade deste tipo de carga, foram criados os paletes e contêineres, que necessitam de equipamentos específicos para manuseá-los. Essa evolução permitiu que os terminais vissem as cargas gerais como produtos uniformes, exceto pelo seu conteúdo, e fez com que as atividades secundárias pudessem ser realocadas para pontos onde não interferissem com as operações de manuseio das cargas.

Nos próximos itens serão descritas, mais detalhadamente, as operações de manuseio dos diferentes tipos de carga, incluindo os equipamentos usualmente utilizados.

5.2 TERMINAL DE CONTÊINERES

5.2.1 *Contêineres e containerização*

O contêiner, inicialmente chamado de *cofre-de-carga*, é também conhecido em outros idiomas como *container*, *contentor* e *contenedor*. De acordo com o Artigo 4º do Decreto nº 80.145 de 15 de agosto de 1977, pode ser considerado um recipiente construído de material resistente, capaz de propiciar o transporte de mercadorias com segurança, inviolabilidade e rapidez, devendo atender às especificações previstas pela legislação nacional e pelas convenções internacionais ratificadas pelo Brasil.

O contêiner não constitui a embalagem das mercadorias, é apenas um equipamento ou um acessório do veículo transportador e, de acordo com o Decreto 80.45 Artigo 4º, deve preencher, entre outros, os seguintes requisitos:



- Ter caráter permanente e ser resistente para suportar o seu uso repetido.
- Ser projetado de forma a facilitar sua movimentação em uma ou mais modalidades de transporte, sem necessidade de descarregar a mercadoria em pontos intermediários.
- Ser provido de dispositivos que assegurem a facilidade de sua movimentação, particularmente durante a transferência de um veículo para outro, em uma ou mais modalidades de transporte.
- Ser projetado de modo a permitir seu fácil enchimento e esvaziamento.
- Ter o seu interior facilmente acessível à inspeção aduaneira, sem a existência de locais onde se possam ocultar mercadorias.

Os contêineres são produzidos com diferentes dimensões, sendo mais comuns os que possuem comprimento de 20pés e 40pés, podendo ter largura e altura ambas iguais a 2,44m.

A containerização consiste na alocação de carga no interior de contêineres a fim de transportá-la para diferentes locais utilizando, para isso, um ou mais modais. Anteriormente à containerização, as mercadorias eram transportadas em tonéis, exigindo intensa mobilização de homens para movimentá-los. Com a utilização dos contêineres os tempos de carga e descarga foram reduzidos e, entre outros fatores, os espaços de armazenagem foram otimizados, já que os contêineres podem ser empilhados, alcançando até 15m de altura. Além disto, a containerização tornou o processo de movimentação de carga mais seguro, uma vez que a integridade do produto é facilmente garantida quando protegida pelo contêiner.

5.2.2 *Características do terminal*

Um terminal de contêineres é caracterizado por duas grandes regiões: o cais e a retroárea.

O cais é o local onde estão localizados os equipamentos responsáveis por retirar e colocar os contêineres no interior do navio. Além disso, é responsável por receber os esforços provenientes da atracação e amarração das embarcações.



A retroárea é a região onde os contêineres são armazenados e contém, usualmente, áreas de apoio ao terminal, como por exemplo, as áreas administrativas, de manutenção e o edifício da Receita Federal.

A interconexão do cais e a retroárea pode ser feita de duas formas, direta ou indiretamente. Neste caso, o cais é chamado “off-shore” e é executada uma ponte de acesso até a retroárea. Esta disposição dificulta o transporte das cargas entre o navio e a retroárea e, por isso, somente é utilizada quando não é possível atingir a profundidade necessária para acomodar o calado do navio junto à linha costeira.

Ao se definir o tipo de navio que atracará no porto, é possível definir o comprimento de cada berço de atracação e, conseqüentemente, sua quantidade.

No caso de EMBRAPORT, o cais será capaz de acomodar até 3 navios atracados por vez e contará com uma área de, aproximadamente, 500.000m² de área para armazenagem de contêineres.

Como critério empírico de pré-dimensionamento, os projetistas costumam admitir que, para cada berço de atracação, é necessário ter uma área de cerca de 100.000m² disponível para a implantação da retroárea, com isso, estima-se ser possível chegar a movimentar um milhão de contêineres por ano, utilizando equipamentos de última geração em sua máxima capacidade. Além disso, para ser possível alcançar este valor, é necessário ter equipamentos reservas em todos os setores. Esta área é estimada levando-se em consideração o tempo médio que um contêiner permanece no terminal.

5.2.2.1 Retroárea

A disposição dos contêineres no interior da retroárea é de extrema relevância para que a eficiência do terminal seja garantida. Primeiramente, os contêineres são agrupados em função de suas características, isto é, contêineres de diferentes tamanhos, 20pés e 40pés, são armazenados em diferentes locais. O mesmo ocorre com os contêineres destinados à importação, exportação e os contêineres vazios. Em função da necessidade de abastecimento energético, os contêineres refrigerados também estão agrupados separadamente, concentrados ao lado da subestação elétrica. Além disso, contêineres com cargas consideradas perigosas



como, por exemplo, os “air bags”, também são armazenados separadamente para minimizar o risco de acidentes durante a operação.

Normalmente é o futuro operador do terminal quem determina qual a área necessária para acomodar cada um dos tipos de contêineres. Já o “layout”, ou seja, a distribuição dos contêineres e demais áreas de apoio no interior da retroárea, costuma ser feito por uma empresa de logística, contratada após serem definidas as necessidades da retroárea com relação às diferentes quantidades a serem estocadas e, também, a área que estará disponível para a mesma.

Para identificar a posição dos contêineres no interior da retroárea, o terminal deve ser mapeado, fornecendo dados de hemisfério, rua, quadra, coluna, fiada e altura. Além disso, todas as entradas e saídas de contêineres devem ser registradas.

Para que se permita a circulação dos equipamentos necessários ao manuseio dos contêineres, a largura das ruas deve ser dimensionada em função dos mesmos, uma vez que diferentes equipamentos necessitam de diferentes áreas de operação. Mais adiante, no item 5.2.3 deste relatório, esses equipamentos serão descritos, juntamente com seus requisitos e limitações.

Além de influenciar na largura das ruas, o tipo de equipamento a ser utilizado também afeta a quantidade de contêineres possíveis de se armazenar na retroárea, porém este não depende só dos tipos de equipamento sendo também limitado pela capacidade resistente da retroárea, uma vez que as cargas geradas pelo empilhamento máximo devem ser suportadas pela estrutura.

A área que cada contêiner ocupa em planta é chamada de “ground slot” e compreende não só as dimensões do contêiner, como também as folgas que devem ser deixadas entre dois contêineres para que eles possam ser retirados do local de armazenagem adequadamente. Normalmente a folga mínima permitida entre contêineres é de 15cm de cada lado, totalizando um acréscimo de 30cm por dimensão em planta. Assim, contêineres de 20pés com dimensões de 6,10mx2,44m acabam por ocupar 6,40mx2,74m, enquanto os de 40pés com 12,20mx2,44m, ocupam uma área em planta de 12,50mx2,74m. Para contêineres refrigerados, o “ground slot” deve ainda considerar a área necessária para acomodar o painel de tomada, local por onde é realizada a alimentação de energia para a refrigeração.



Analisando o conceito de “ground slot” é possível entender um dos motivos pelos quais os contêineres são agrupados em função de suas semelhanças. Um contêiner de 40pés possui o dobro da área de um de 20pés, porém, o “ground slot” não se mantém o dobro, uma vez que o espaçamento entre contêineres permanece o mesmo, e, com isso, a porcentagem de área ocupada pelo contêiner é maior para contêineres de 40pés em comparação com os de 20pés. A Figura 5.3 apresenta essa comparação.

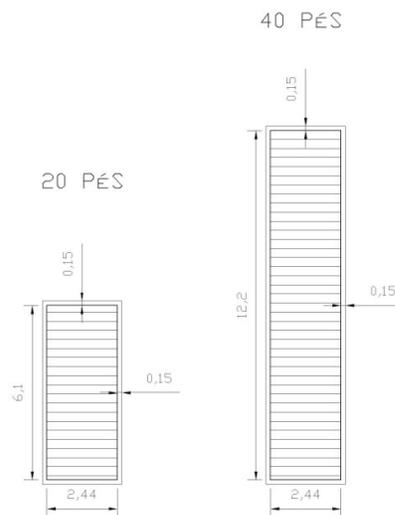


Figura 5.3 - Comparação entre o contêiner de 40 pés com o de 20 pés.

A partir de uma planta da retroárea, com todas as suas instalações e áreas de circulação, é possível concluir que sua área útil, ou seja, aquela efetivamente ocupada pelos contêineres corresponde a, aproximadamente, 65% de sua área total, sendo que este número pode chegar a 50% em alguns casos.

5.2.2.2 Cais

A estrutura do cais de um terminal portuário é dimensionada de forma a suportar o carregamento gerado pelo equipamento utilizado para colocar e tirar os contêineres do navio.

As dimensões desta área devem permitir a circulação e a manobra das conjuntos transportados e, para isso, a largura mínima deve ser de 36m a 37m. Assim, diversas configurações podem ser admitidas. Uma delas é a execução de todo o cais com largura superior a 36m permitindo a manobra onde houver



necessidade, ou então, executar algumas regiões quadradas no cais com largura igual ou superior a 36m, restringindo o local da manobra, porém minimizando o custo da estrutura. Esta alternativa pode ser observada na Figura 5.4.

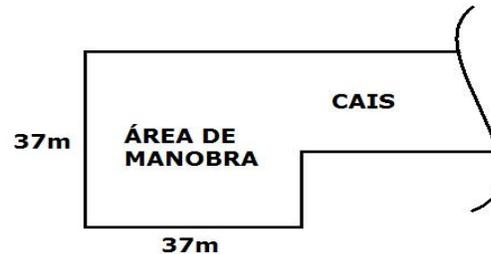


Figura 5.4 - Alternativa de circulação

Além de permitir a circulação, a largura do cais deve acomodar o portêiner, equipamento usualmente utilizado para colocar e retirar os contêineres do navio, e para isso, deve possuir largura superior a de sua bitola. No item 5.2.3 deste relatório, será feita a descrição detalhada deste equipamento.

Além de acomodar o portêiner e permitir a manobra das conjunto transportados, o cais ainda deve possuir áreas para posicionar o “heach cover”, tampa da escotilha do navio. Essa tampa, com cerca de 9m de largura, quando retirada possibilita o acesso ao interior do navio e deve ser posicionada no cais sem afetar o restante da operação.

O cais também deve possuir áreas destinadas à portaria marítima, à casa de controle ambiental e, em determinados terminais, costuma-se instalar no cais uma subestação elétrica.

Não é usual estocar contêineres nesta região. Normalmente, ao ser retirado do navio, o mesmo é imediatamente colocado sobre a carreta que o transporta até a retroárea. Quando deseja-se colocar o contêiner do navio, a carreta sai da retroárea com o contêiner, sendo que este somente é retirado do local de armazenagem, no momento em que deve ser introduzido no navio. Quando ocorrem atrasos na chegada das conjunto transportados é possível armazenar alguns contêineres sobre o cais, desde que estejam posicionados lado a lado e nunca empilhados, já que essa região não é dimensionada para suportar tal carga.



5.2.3 ***Equipamentos utilizados***

Os equipamentos utilizados para a movimentação de contêineres no interior de terminais podem ser divididos em função de sua posição, podendo ser equipamentos de cais, equipamentos de retroárea e equipamentos de interface cais-retroárea.

5.2.3.1 *Equipamentos de cais*

Os equipamentos de cais são os responsáveis por introduzir ou retirar os contêineres dos navios de forma rápida, eficiente e segura. Suas características são diretamente influenciadas pelas embarcações que atracam no terminal.

Para conseguirem cumprir suas funções adequadamente, estes equipamentos devem alcançar diferentes áreas do navio e, quanto maiores são as dimensões da embarcação, maior deverá ser a capacidade de alcance dos equipamentos.

Para realizar esta operação é possível empregar dois diferentes tipos de equipamentos, a saber, o MHC, equipamento móvel que patola no cais, e o portêiner, guindaste em pórtico que se movimenta sobre trilhos. A seguir esses equipamentos serão brevemente descritos.

5.2.3.1.1 MHC

O MHC é um guindaste sobre rodas, dotado de uma lança giratória. Esse, ao utilizar sua lança para erguer um contêiner deve melhorar seu sistema de apoio, para isso, o equipamento utiliza o mecanismo de patola. A distância entre os eixos de cada patola é de, aproximadamente, 11m.

Em função de suas características, os MHC's são equipamentos versáteis e podem ser posicionados em qualquer local do cais, porém, apresentam, como desvantagem, sua baixa produtividade em comparação com o portêiner.

Sua operação ainda é manual e necessita de operadores especializados para executar este serviço. Esses operam o MHC de dentro de uma cabine localizada no próprio equipamento a uma altura suficiente que permita a visualização do interior do



navio, oferecendo assim condições para que a movimentação seja realizada com segurança, precisão e rapidez.

Para que o MHC possa operar no cais, toda a estrutura deve ser dimensionada para suportá-lo patolado e carregando um contêiner. Ao se analisar os esforços gerados no momento mais crítico da movimentação, isto é, quando a lança atinge a maior distância carregando um contêiner, é possível verificar que a maior parte da carga do equipamento e do contêiner está concentrada em seus apoios posteriores. Com isso pode-se dizer que a utilização deste equipamento gera esforços de grande intensidade no cais o que resulta em uma estrutura superdimensionada para ser utilizada pelos demais equipamentos que normalmente circulam na região do cais.

Em função de sua baixa produtividade, este equipamento não é usualmente utilizado como equipamento principal para a movimentação de contêineres, porém, em função de sua versatilidade, este equipamento tem sido utilizado nos terminais como uma espécie de coringa, sendo alocado onde houver maior demanda ou utilizado no lugar de algum equipamento principal, no caso deste estar em manutenção.

Caso queira-se atender navios de maiores dimensões, haverá a necessidade de trocar os MHC's existentes por outros dotados de lanças capazes de alcançar maiores distâncias sem afetar o nível de serviço. Estes, por sua vez, deverão ser equipamentos mais pesados, principalmente em função do aumento de massa que a base deverá ter a fim de suportar o momento gerado pela lança, e dos maiores esforços gerados, necessitando, portanto, de reforço da superestrutura. A Figura 5.5 apresenta um equipamento MHC.



Figura 5.5 - Equipamento MHC
Fonte: www.demagcranes-ag.de.

5.2.3.1.2 Portêiner

O portêiner também é um guindaste, porém em forma de pórtico e apoiado sobre trilhos. Realiza a mesma atividade que o MHC, proporcionando vantagens e desvantagens de uso em relação a este. Como desvantagem, apresenta menor mobilidade e, como vantagem, maior produtividade.

Possuem dois braços, o dianteiro e o traseiro chamados de “out reach” e “back reach”, respectivamente. O braço dianteiro é utilizado para retirar ou colocar o contêiner no navio e, para que o equipamento seja eficiente, sua dimensão deve ser tal que o equipamento possa alcançar todas as regiões do navio sem haver necessidade de movimentação interna do contêiner em seu interior. Sendo assim, o “out reach” deve ser dimensionado a fim de atender o maior navio que atraca no terminal.

Além disso, este equipamento deve possuir estabilidade no momento em que sustenta um contêiner na extremidade do braço dianteiro. Essa estabilidade é função da bitola do equipamento que atualmente pode assumir valores de 18m a 30m. Assim, após se definir as características do maior navio que o terminal deseja atender, define-se também a bitola do portêiner e só então é possível definir, juntamente com a análise geotécnica, a largura do cais.



Pelo fato de estar apoiado sobre trilhos e não ter mobilidade transversal, a superestrutura do cais pode ser reforçada apenas nas vigas abaixo dos trilhos que receberão este equipamento, já que a carga aplicada é distribuída pelo trilho. A vantagem neste caso é a economia na estrutura do cais, diferentemente de quando se utiliza o MHC onde toda a estrutura deve ser dimensionada para que possa ser utilizado com a carga concentrada nos apoios.

Ainda em comparação com o MHC, o portêiner é um equipamento de alta produtividade e pode chegar a movimentar um contêiner a cada 50s em função do seu tipo. De acordo com o presidente do *Terminal de Contêineres da Margem Direita do Porto de Santos* (TECONDI) Cesar Floriano, os portêineres operados atualmente pela *Santos Brasil* são capazes de realizar até 45 movimentos por hora, enquanto que os MHCs realizam, no limite, apenas 20 movimentos por hora. Por este fator, atualmente o portêiner é o equipamento mais utilizado em terminais de contêineres.

Cabe aqui ressaltar que, por possuir um braço traseiro, o portêiner é capaz de retirar ou colocar contêineres nos conjuntos transportadores quando localizados tanto abaixo quanto atrás do equipamento, facilitando a operação. As Figura 5.6 e Figura 5.7 ilustram este tipo de equipamento.



Figura 5.6 – Portêiner.



Figura 5.7 – Portêineres.

5.2.3.2 Equipamentos da Retroárea

As características dos equipamentos de retroárea variam consideravelmente entre os diferentes tipos e modelos, e estão diretamente atrelados a fatores como os sistemas operacionais utilizados, a configuração definida para o pátio de armazenagem, o dimensionamento das vias internas de tráfego, a ocupação do espaço disponível, entre outros. Sendo assim, é necessário conhecer mais detalhadamente as especificações de cada equipamento, suas restrições, vantagens e desvantagens para sua correta utilização. Cabe aqui ressaltar que, em um terminal de contêineres, diferentes tipos de equipamentos podem realizar as mesmas funções, e esse é o desafio: definir a melhor composição de equipamentos de acordo com as limitações e necessidades de cada porto.

A seguir serão descritas as principais características de alguns dos equipamentos mais comumente empregados em uma retroárea, utilizados para retirar ou colocar os contêineres sobre as pilhas.

O transtêiner é um guindaste em forma de pórtico apoiado sobre trilhos fixos à estrutura por onde passa. É utilizado para retirar ou colocar os contêineres em seus locais de armazenagem. Possui grandes dimensões em comparação com demais equipamentos que realizam a mesma função. Ele se desloca sobre as pilhas de contêineres, agrupadas nas quadras, podendo atingir qualquer posição interna à quadra. Pelo fato de se locomover sobre trilhos, este equipamento possui maior



facilidade e velocidade na translação uma vez que o alinhamento é garantido durante o movimento.

Para que o equipamento possa retirar ou colocar os contêineres da pilha, a altura máxima de empilhamento deve ser de cinco contêineres, podendo chegar a seis em função de suas características. A partir de suas características, é possível alocar cinco contêineres lado a lado em baixo do equipamento e ainda admitir 3,5m para a acomodação do conjunto transportador junto a um dos trilhos. Assim, tanto os contêineres quanto a carreta devem estar entre os trilhos para que o transtêiner possa operar. As Figura 5.8 e Figura 5.9 apresentam esse equipamento.



Figura 5.8 - Transtêiner adquirido pela Portobrás em maio de 1988.
Fonte: <http://www.novomilenio.inf.br/porto/pfotos>



Figura 5.9 - Transtêiner carregando uma carreta.
Fonte: <http://www.santosbrasil.com.br/departamentos>



Uma restrição operacional deste equipamento está na necessidade de alinhamento apropriado do conjunto transportador abaixo do transtêiner. Um tempo considerável pode ser perdido se o chassi estiver mal posicionado ou ainda se o equipamento não estiver em boas condições.

Atualmente, esses equipamentos têm sido associados ao modal ferroviário, retirando ou colocando contêineres sobre os trens. A Figura 5.10 apresenta a utilização do transtêiner para a movimentação de contêineres nos trens.



Figura 5.10 - Operação do transtêiner.
Fonte: FANTI (2007).

5.2.3.2.1 RTG (“Rubber Tired Gantry”)

O RTG é um guindaste em forma de pórtico semelhante ao transtêiner, porém apoiado sobre rodas, que se movimenta dentro do terminal para empilhar contêineres na retroárea. Suas rodas permitem também que o equipamento se desloque em outras direções, possibilitando que o equipamento seja utilizado em diferentes quadras. As superfícies por onde o RTG realiza seu deslocamento devem ter seu pavimento reforçado em função do elevado peso próprio do equipamento.

Em função da complexidade do equipamento, mais precisamente relacionada ao movimento de translação, os RTG’s necessitam de operadores com grande experiência, caso contrário este movimento será realizado com grande dificuldade. Cabe aqui ressaltar que a região por onde o equipamento irá circular deve estar limpa e isenta de óleos, pois podem fazer com que o equipamento escorregue e, em alguns casos, até tombe.



As características dimensionais são semelhantes às do transtêiner, permitindo o empilhamento máximo de até seis contêineres. A Figura 5.11 apresenta esse equipamento.



Figura 5.11 – RTG
Fonte: www.port-of-charleston.com

5.2.3.2.2 “Reach Stacker”

A “reach stacker” é um veículo motorizado, movido a diesel e dotado de sistemas hidráulicos, utilizados para a movimentação de contêineres no interior do terminal. É um equipamento versátil e capaz de movimentar-se livremente em todo terminal colocando e retirando os contêineres do local de armazenagem.

Apresenta como desvantagem a falta de capacidade de retirar contêineres que estejam no interior das quadras, só conseguindo retirá-los das pilhas localizadas nas faces livres, isto é, faces que permitam a aproximação do equipamento, não se referindo somente às pilhas das extremidades das quadras. Além disso, diferentemente dos equipamentos já descritos acima, necessitam de maior área para operar.

Este equipamento possui uma lança com capacidade para empilhar até cinco contêineres cheios. Porém, como vantagem em relação aos equipamentos já mencionados, as “reach stackers” podem empilhar até sete contêineres, desde que os dois últimos estejam vazios.

Pelo fato de suas rodas terem menores dimensões que as do RTG, aplicam maior carga na estrutura quando carregados, o que gera a necessidade de reforçar



a laje por onde este equipamento trafega. A forma como as cargas são transmitidas à laje é semelhante a do MHC, isto é, não há uma distribuição igual, uma vez que as rodas dianteiras recebem a maior parcela do carregamento. As Figura 5.12 e Figura 5.13 apresentam a “reach stacker” em operação.



Figura 5.12 - "Reach Steaker" em operação.
Fonte: www.excellentmumbai.com



Figura 5.13 - "Reach Steaker" em operação.
Fonte: www.made-in-china.com



5.2.3.2.3 “Straddle Carrier”

A “straddle carrier” é um pórtico de grande versatilidade, capaz de não somente retirar ou colocar os contêineres nas pilhas, mas também de transportá-los no interior do terminal. Isto se dá através de um mecanismo capaz de regular a altura da “straddle carrier”. Quando em sua altura máxima, o equipamento assemelha-se a um RTG, porém com menores dimensões: largura de apenas um contêiner e capacidade de empilhamento de, no máximo, três contêineres.

No momento em que a “straddle carrier” deseja circular no interior do terminal para realizar a movimentação de um contêiner, o mecanismo mencionado é responsável por reduzir sua altura, fornecendo maior estabilidade ao equipamento. Assim, é possível reduzir a quantidade de equipamentos necessários para transportar contêineres, já que a utilização intermediária da carreta é eliminada.

Esse equipamento é largamente utilizado em portos europeus, porém não é recomendado para terminais com pouca área de armazenagem uma vez que sua capacidade de empilhamento é limitada e entre cada fileira de contêineres é necessário deixar um vão para a passagem das rodas.

O operador deste equipamento fica posicionado em uma cabine na parte superior da estrutura. Suas dimensões, relativamente pequenas, em comparação com outros tipos de equipamentos, lhe permitem boa manobrabilidade, porém, restringem a visibilidade, podendo acarretar em elevado índice de acidentes. Como carregam o contêiner diretamente do piso ou da pilha, liberam os outros equipamentos de movimentação para a execução das próximas tarefas.

As Figura 5.14 e Figura 5.15 apresentam o equipamento em operação. Nesta última é possível observar ainda o espaçamento necessário entre as filas de contêineres para que o equipamento possa operar.



Figura 5.14 - "Straddle Carrier" em operação.
<http://www.kalmarind.com/source.php?id=43756>



Figura 5.15 - "Straddle Carrier" em operação.
Fonte: <http://www.kalmarind.com/source.php?id=43756>.

5.2.3.3 Equipamentos de interface cais-retroárea

Os equipamentos que realizam a interface entre o cais e a retroárea são, normalmente, veículos semi-reboques, também chamados de chassi. Compostos por uma plataforma com rodas, esses equipamentos são especialmente preparados para transportar contêineres de 20pés e 40pés. Para se locomoverem, precisam ser engatados a um cavalo mecânico ou trator. A esta união pode-se dar o nome de *carreta* ou simplesmente *conjunto transportador*.

O circuito que um conjunto transportador realiza no interior da retroárea é chamado de *Carrossel*. Este, determinado de modo a não afetar o restante da operação, deve ser o mais curto possível e depende da estruturação das vias de circulação no interior da retroárea. Assim, quando a operação é realizada com o



auxílio dos transtêineres, a vantagem de sua utilização em quadras extensas acaba se tornando uma desvantagem operacional, uma vez que o percurso a ser desenvolvido pelo conjunto transportador aumenta devido à limitação dos trajetos.

Além de transportar contêineres entre o cais e a retroárea, os conjuntos transportadores podem ser utilizados para movimentações dentro da retroárea em conjunto com outros equipamentos e em situações de envio e recebimento de contêineres entre o terminal e seu destino final, por via rodoviária. As Figura 5.16 e Figura 5.17 apresentam os componentes do equipamento em operação.



Figura 5.16 - Componente do conjunto transportador.
Fonte - www.piratruck.com.br.



Figura 5.17 - Componente do conjunto transportador.
Fonte: www.daimlerchrysler.com.br

5.2.4 ***Manuseio e operação portuária***

A operação de um terminal portuário de contêineres inclui diversas atividades, muitas relacionadas à organização do terminal em si, e outras focadas em manter as informações do porto atualizadas e em ordem.

Um dos principais objetivos da operação portuária é disponibilizar mão-de-obra e equipamentos na quantidade certa para realizar as atividades de recebimento, armazenamento e despacho de cargas, essenciais dentro de um porto. Além disso, deve programar previamente todas as operações de carga e descarga,



garantindo velocidade na movimentação, mantendo tanto a segurança, quanto a integridade de todos os contêineres na área do terminal.

Na organização dos documentos necessários para a movimentação de cargas e contêineres, incluem-se as atividades de fiscalização do pagamento das taxas do porto, de verificação da autorização da Receita Federal para liberar os contêineres e de listagem tanto dos contêineres e equipamentos existentes no terminal quanto das entradas e saídas de contêineres do porto.

Para que os objetivos da operação portuária sejam atingidos, deve-se planejar uma série de atividades. Por exemplo, no momento em que o navio chega ao terminal toda carga a ser retirada ou colocada, bem como sua localização na retroárea já devem estar definidas. Isso é alcançado através da prévia troca de informações entre o terminal e o responsável pela carga contida no navio. Dessa forma, é possível minimizar o intervalo de tempo que o navio fica atracado no cais. O mesmo procedimento deve ocorrer para o modal ferroviário. Já para os contêineres que entram ou saem do terminal através das rodovias, essa definição também já é previamente realizada, porém contêiner a contêiner. Além disso, é mais difícil definir o momento exato em que a carreta chegará ao terminal.

Assim como é feita a prévia localização dos contêineres na retroárea, sabe-se também a posição que cada contêiner deve ocupar no interior do navio, pois o mesmo estudo logístico realizado para a retroárea é também utilizado nos navios.

Outro meio de aumentar a produtividade na movimentação das cargas no interior da retroárea em operação está na escolha de qual das máquinas disponíveis será utilizada para determinada operação. Na maioria dos portos modernos, a escolha é realizada em função da proximidade do equipamento ao local, sendo utilizado, para isso, aparelhos GPS, que informam a todo instante a posição dos equipamentos no terminal.

Todos os fatores cumpridos pela equipe de operação portuária buscam, além de otimizar o espaço disponível, realizar o processo de carga e a descarga dos contêineres da forma mais rápida possível. A seguir, os fluxos de entrada e saída de contêineres no interior de terminais serão descritos para exemplificar o resultado da ação da equipe de operação.



5.2.5 **Fluxos de entradas e saídas de contêineres**

Como mencionado anteriormente, as entradas e saídas de mercadorias de um terminal portuário podem ocorrer através do modal ferroviário, rodoviário e aquaviário. Trataremos aqui do fluxo de contêineres utilizando esses modais.

Através da leitura que será realizada a seguir, será possível observar a grande preocupação por parte da operadora com relação ao peso dos contêineres. Isso se dá, entre outros fatores de caráter financeiro, pelo fato do empilhamento dos contêineres na retroárea não poder gerar na estrutura uma carga que ultrapasse o máximo valor utilizado para dimensionamento no projeto estrutural, assim, a posição dos contêineres na pilha também é influenciada pelo peso de cada unidade. No momento em que o contêiner que ingressar no terminal possuir carga maior que a especificada anteriormente, corre-se o risco de ter que alterar a posição definida para alocação deste contêiner e assim, desestruturar todo o planejamento.

5.2.5.1 *Aquaviário*

O modal aquaviário é utilizado para permitir que o navio possa acessar o terminal. No caso de não haver berço de atracação disponível, o navio deve aguardar em um local destinado à espera. Segue-se a regra de que o primeiro navio a chegar é o primeiro navio a atracar, sistema conhecido como *FIFO* que, em inglês significa "first in first out".

Quando a entrada de contêineres ocorre por meio dos navios, após atracar, a documentação dos contêineres deve ser analisada. Caso esta esteja de acordo, a carga pode ser retirada. Assim, o portêiner ou o MHC retira o contêiner do navio e posiciona o mesmo sobre um conjunto transportador. A integridade do contêiner deve ser avaliada neste momento. Em caso de avaria faz-se uma notificação em um termo de avaria para que a operadora não se responsabilize pelos danos já existentes. A partir daí, o contêiner pode ser encaminhado a dois diferentes locais, sendo eles: a área da Receita Federal, no caso do contêiner ter sido escolhido para fiscalização ou seu local de armazenagem na retroárea.

As conjunto transportados que não levarão o contêiner até a fiscalização recebem a informação a respeito da localização final do contêiner, e então o



transportam até a retroárea, parando ao lado da pilha em que será descarregado. Então o RTG, a “reach-stacker”, o transtêiner ou a empilhadeira apenas retiram o contêiner da carreta e o colocam sobre a pilha determinada.

No caso de o contêiner necessitar ir à área da Receita Federal, primeiramente sua documentação é vistoriada e então a carga é vistoriada. Para aguardar a conclusão da análise de documentação o contêiner é armazenado num galpão da Receita Federal. Caso não haja nenhuma inconformidade, o contêiner é recolocado sobre um conjunto transportador que o transporta até o local de armazenagem. Caso contrário a carga é apreendida e a Receita Federal é quem decidirá a respeito do destino da mercadoria. A Figura 5.18 apresenta o fluxo de entrada de contêineres através do modal aquaviário.

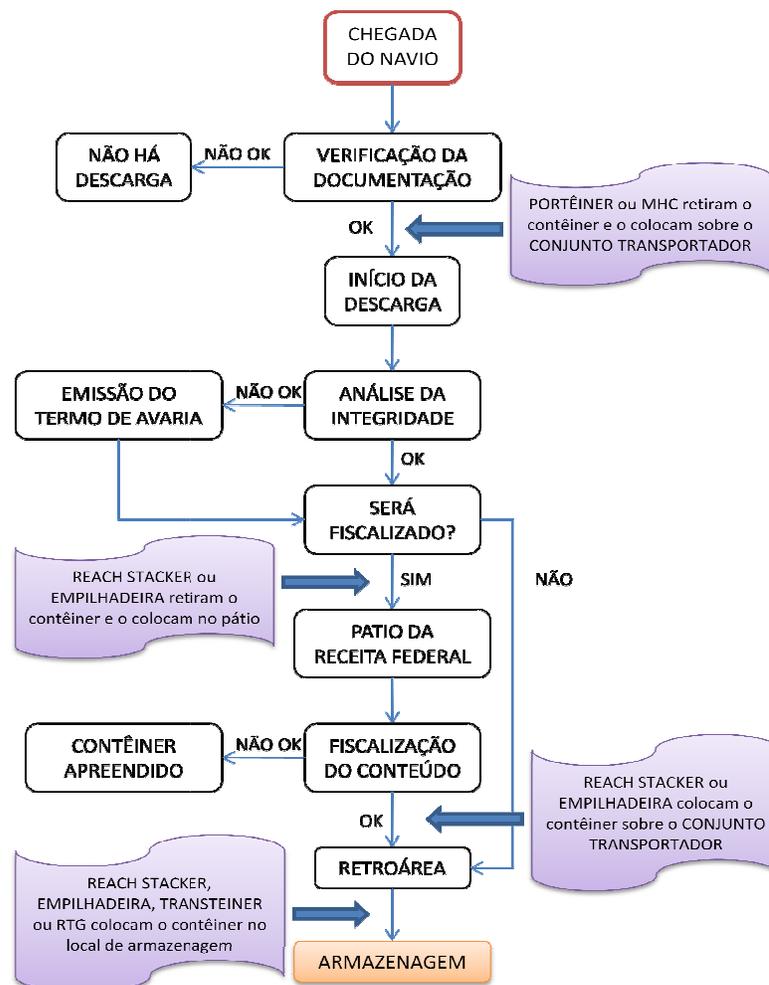


Figura 5.18 - Fluxograma de entrada de contêineres através do modal aquaviário



Quando o contêiner sai do terminal através do modal aquaviário, um equipamento de retroárea retira da pilha o contêiner e o coloca sobre o conjunto transportador. Este encaminha o contêiner até o cais e aguarda em fila para que o portêiner ou o MHC possa retirá-lo da carreta e posicioná-lo no interior do navio.

Cabe aqui ressaltar que os contêineres destinados à exportação são agrupados previamente em função dos portos de destino para otimizar a operação, respeitando sempre a separação em função do tipo de contêiner e do tipo de carga armazenada. A Figura 5.19 apresenta a fluxo de exportação de contêineres.

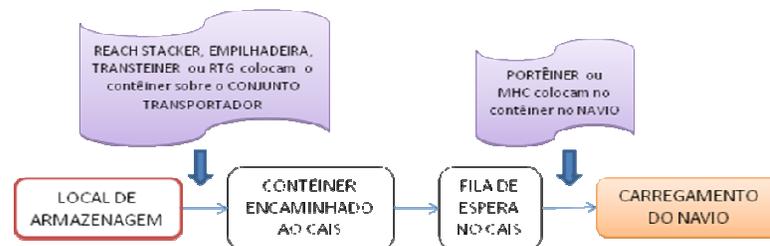


Figura 5.19 - Fluxograma de exportação de contêineres.

Após carregar ou descarregar os contêineres, a tampa do navio é recolocada e então o navio está liberado para sair do terminal dando espaço para que o próximo da fila possa atracar. Em alguns casos, para otimizar também o percurso realizado pelo navio, após descarregar os contêineres necessários o navio é carregado com uma nova carga a ser transportada para outro Porto.

O equipamento crítico neste circuito é o que retira ou coloca o contêiner do navio, assim, para que este não fique em nenhum momento ocioso, é usual que seja feita uma fila de conjunto transportados no cais aguardando para serem carregados ou descarregados.

5.2.5.2 Rodoviário

O modal rodoviário pode ser utilizado para transportar o contêiner até o terminal, no caso de exportação, ou então ir até o terminal para retirar o contêiner que esta sendo importado.

No momento em que um conjunto transportador chega ao porto o mesmo deve aguardar em fila a autorização para ingressar ao terminal. Analogamente ao que ocorre no caso dos navios, a primeira carreta a chegar é o primeiro a entrar



(FIFO). Nesse sistema, uma carreta pode levar horas até entrar no terminal e, em muitos casos o motorista deve aguardar todo o tempo no interior da carreta, sem contar com nenhum tipo de infra-estrutura de apoio como sanitários e locais para o eventual preparo de alimentos. Em alguns poucos casos a operadora constrói uma edificação conhecida como casa do caminhoneiro, onde o mesmo possui locais para tomar banho e descansar enquanto aguardam a entrada no terminal.

Existem casos em que, enquanto as conjunto transportados aguardam na fila, seja realizado um pré-cadastramento, com a checagem de seus dados. O motorista é responsável por entregar a documentação necessária para que seja verificada, cadastrada e a localização do contêiner possa ser informada. Assim, após conferir a documentação, o conjunto transportador é liberado para ingressar no terminal.

No caso de o motorista ter ido ao terminal para descarregar um contêiner, o mesmo deverá ser pesado e, para isso aguardará a liberação de alguma balança. Após a pesagem e a verificação do peso, o contêiner é visualmente analisado em busca de regiões danificadas. Caso alguma anormalidade seja encontrada é emitido um termo de avaria para que o operador do terminal não seja responsabilizado pelos danos já presentes no contêiner.

Concluída toda a inspeção do contêiner, o próprio motorista recebe a informação de onde o mesmo deverá ser armazenado e o caminho que deverá realizar para chegar ao local. Então, o equipamento escolhido para retirar o contêiner o coloca sobre a pilha na posição definida e o serviço a ser realizado pela carreta está concluído, e o mesmo liberado para sair do terminal.

Pode haver casos em que o contêiner seja posicionado temporariamente em uma região da retroárea, porém esta atividade onera os custos da movimentação do contêiner e, portanto, busca-se evitá-la ao máximo. Isto pode ocorrer quando o local a ser armazenado está sendo reordenado ou na existência de equipamentos trabalhando na região. Além disso, existem casos em que o contêiner permanece apenas um dia no terminal e, como já será retirado rapidamente não há a necessidade de inseri-lo juntamente com os demais.

Caso a Receita Federal decida por inspecionar o contêiner, o mesmo é desviado de seu trajeto logo após passar pela balança e então conduzido à área da



Receita Federal. O processo de inspeção e análise da documentação é semelhante ao já explicitado no caso da entrada de contêineres no terminal. A Figura 5.20 apresenta o fluxo de entrada de contêineres no terminal através do modal rodoviário.

No caso do motorista ter ido retirar o contêiner, o mesmo também deverá aguardar em fila, porém numa fila diferente da de descarga de contêineres, e somente poderá ingressar no terminal caso a documentação esteja de acordo e comprove a retirada do contêiner. Então o motorista recebe a informação referente ao local onde o contêiner está armazenado e é encaminhado até ele para que algum equipamento de retroárea possa retirá-lo da pilha e colocá-lo sobre o conjunto transportador.

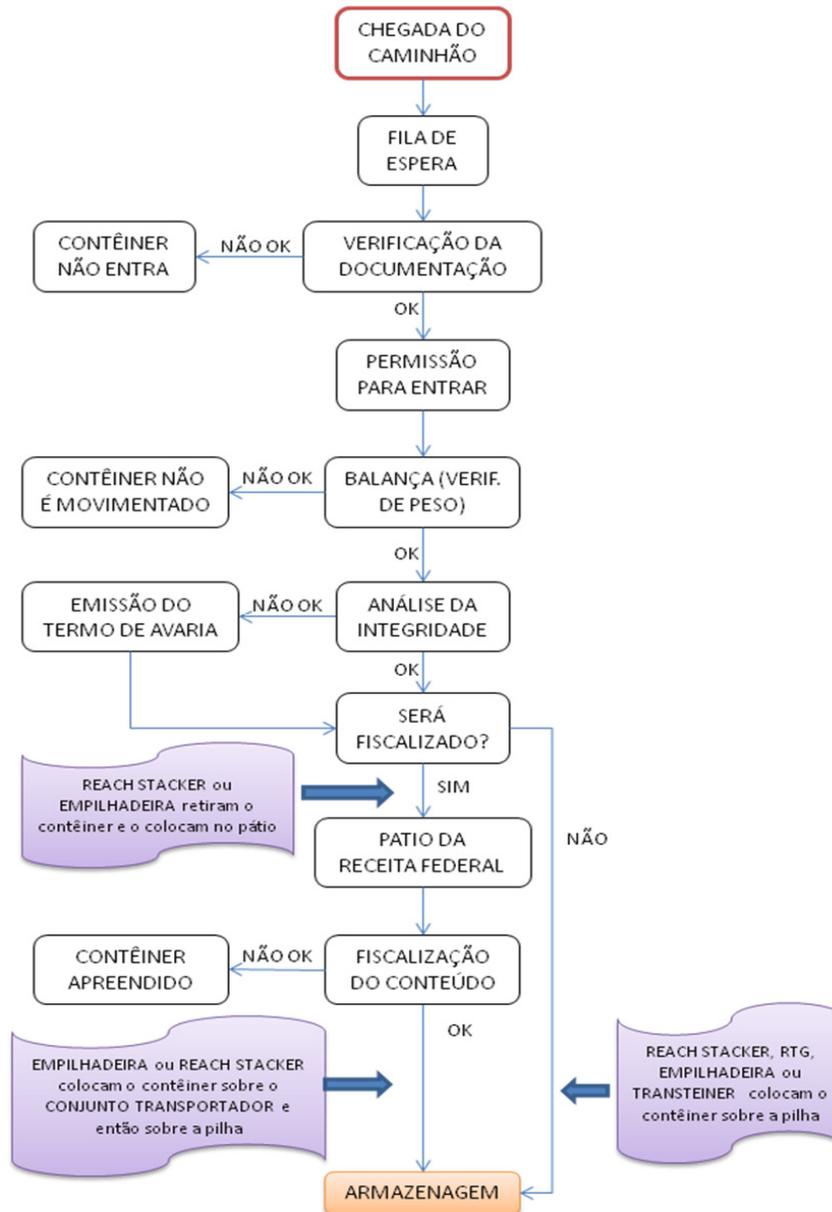


Figura 5.20 - Fluxograma de entrada de contêineres no terminal através do modal rodoviário.

Pode haver casos em que o contêiner ainda esteja armazenado no galpão da Receita Federal no momento em que a carreta ingressa no terminal para retirá-lo, então a carreta é encaminhado até lá e, normalmente a “reach-stacker” é o equipamento que coloca o contêiner sobre a carreta liberando-o para sair do terminal.

Ao chegar à saída, as conjunto transportados com os contêineres são pesados e o peso é então conferido com o contido na documentação de importação. Em caso de conformidade a carreta é liberada, caso contrário a carreta deve ser



retida até que se resolva a pendência. A Figura 5.21 apresenta o fluxo de saída de contêineres do terminal através do modal rodoviário.

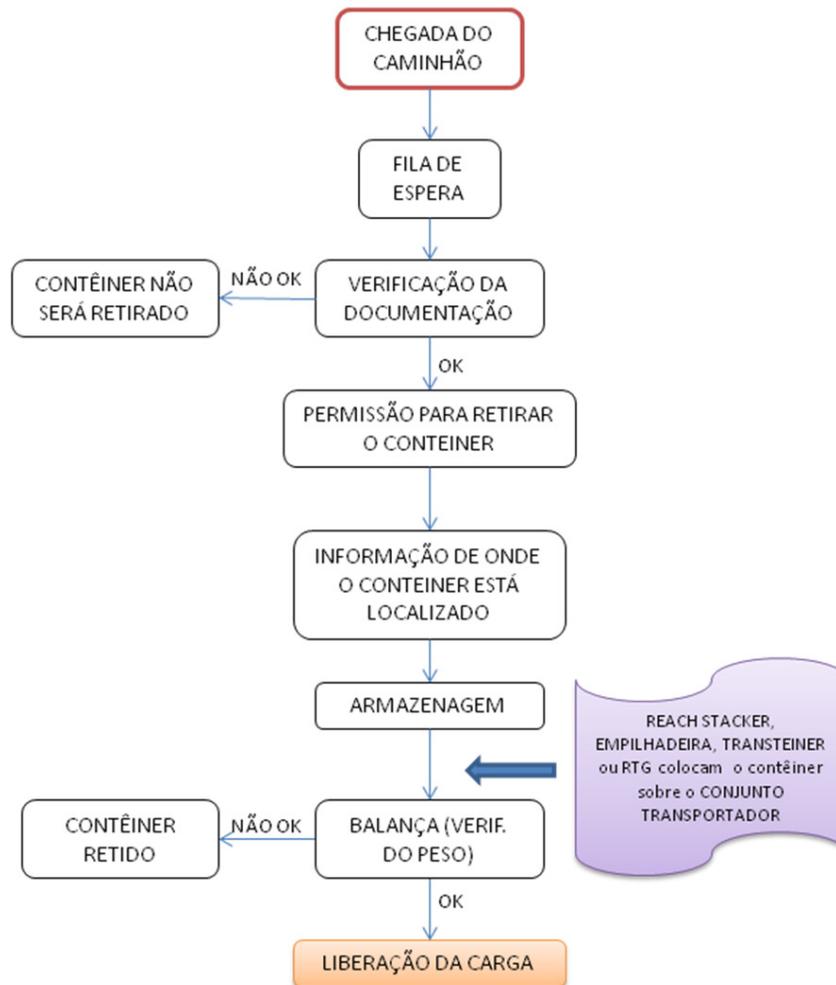


Figura 5.21 - Fluxograma de saída de contêineres do terminal através do modal rodoviário.

5.2.5.3 Ferroviário

Pelo fato de a rede ferroviária brasileira possuir pequenas extensões e não cobrir todo o território, diferentemente do que ocorre com a malha rodoviária, sua utilização pelos terminais portuários é restrita e pouco utilizada. Em função disto há pouca disponibilidade de referências bibliográficas que tratem da movimentação de contêineres utilizando trens no Brasil. Porém, uma vez analisados os fluxos de entrada e saída de contêineres de um terminal, este modal não pode ser desconsiderado já que, apesar de pequena, esta alternativa é utilizada em alguns locais.



O equipamento mais utilizado para retirar e colocar contêineres no interior dos trens é o transtêiner. Este, que se movimenta sobre trilho, é posicionado de forma que o trem possa ficar abaixo dele e ainda restar um espaço para acomodar uma carreta ao seu lado.

Quando ocorre a entrada de contêineres no terminal através do modal ferroviário, o transtêiner retira o contêiner do trem e o posiciona sobre o conjunto transportador da própria operadora, que já está aguardando na posição determinada. A partir daí, o processo que ocorrerá até ser armazenado é semelhante ao realizado pelas conjunto transportados que ingressam ao terminal utilizando o modal rodoviário. Em alguns casos, antes do trem entrar no terminal, é possível que o mesmo passe por cima de uma balança parando diversas vezes e permitindo que cada vagão seja pesado individualmente, com isso, é possível conferir também se o peso do contêiner confere com o indicado na documentação. A Figura 5.22 apresenta este

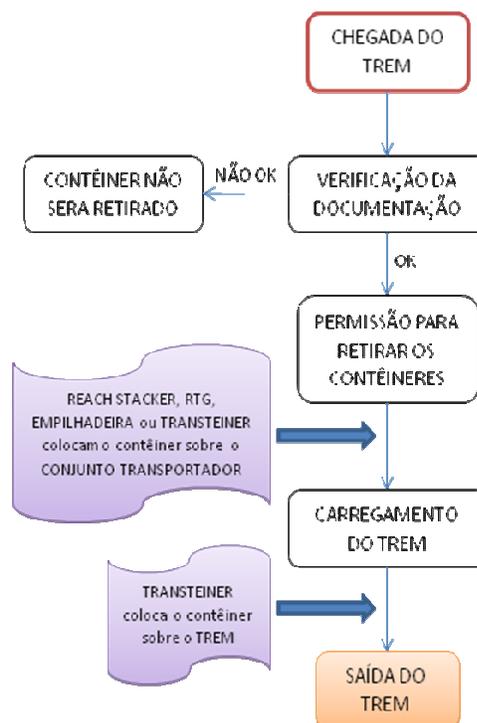


Figura 5.22 - Fluxograma de entrada dos contêineres através do modal ferroviário.

A saída de contêineres do terminal por trens também é semelhante a que ocorre no caso da saída por conjunto transportados, porém, além da carreta ser própria da operadora, os contêineres são previamente separados (agrupados na



retroárea) para facilitar o processo de retirada e, ao final do percurso, o transtêiner retira o contêiner do conjunto transportador e o coloca sobre o trem. A Figura 5.23 apresenta o fluxo de saída de contêineres utilizando o modal ferroviário.

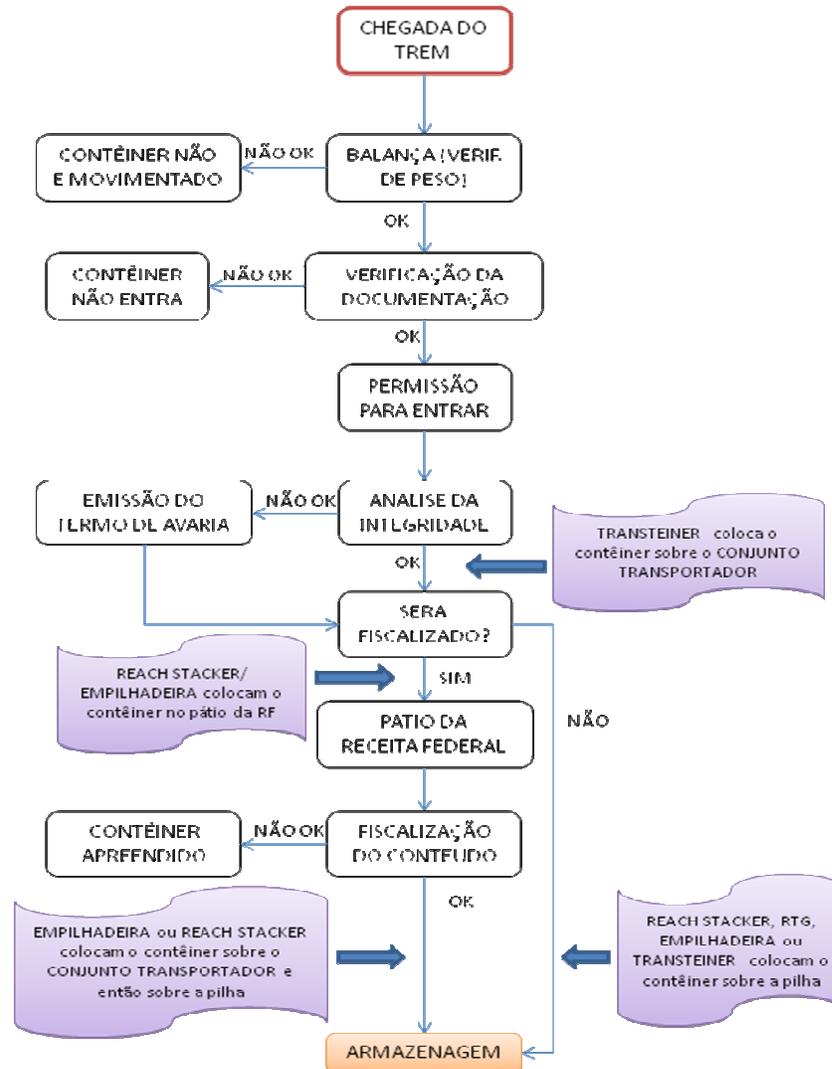


Figura 5.23 - Fluxograma de saída dos contêineres através do modal ferroviário.

5.2.6 Operação de desova

A operação de desova é uma atividade comum a terminais de contêineres. Consiste em retirar a mercadoria que está no interior dos contêineres e colocá-la em conjunto transportados para ser dividida e despachada do terminal. Assim, o contêiner vazio permanece no porto até que outra empresa venha retirá-lo.



Apesar de o contêiner pertencer a empresas normalmente desprovidas de vínculo com a operadora, ao ingressarem na região de um terminal portuário, os contêineres passam a ser responsabilidade da operadora e, portanto a mesma deve garantir sua integridade.

A operação de desova é normalmente realizada por empresas que não possuem áreas próprias para realizar a desova ou então quando uma ou mais empresas decidem por compartilhar um contêiner no caso de a demanda de cada uma não ser suficiente para preencher um contêiner inteiro. Neste caso, cada empresa envia ao terminal seus respectivos veículos que retiram sua parcela da carga. Isso faz com que os fretes pagos por cada empresa sejam divididos.

Enquanto aguardam sua retirada, os contêineres vazios ficam normalmente armazenados em locais denominados áreas mortas. Tais locais recebem esta designação, pois não possuem dimensões suficientemente grandes para que seja viável a utilização de equipamentos de grande porte no manuseio dos contêineres. Além destas áreas, a operadora pode alocar este tipo de contêiner no topo das demais pilhas de contêineres cheios. Esta atividade é contemplada no momento em que se dimensiona a estrutura da retroárea.

Pelo fato do contêiner vazio ter aproximadamente 10% do peso de um contêiner cheio, estes podem ser manuseados utilizando as “reach stackers” sem gerar grandes cargas concentradas na estrutura.

Apesar da atividade de desova ser comum, algumas operadoras preferem evitar realizá-la uma vez que o contêiner vazio que fica no terminal gera menores lucros em comparação com os contêineres cheios. Assim, no caso de a taxa de ocupação estar alta, a ocupação de áreas por contêineres vazios pode minimizar os lucros da empresa.

Em função disto e de outros fatores, atualmente existe a tendência de se executarem os chamados *Portos Secos*. São áreas alfandegadas da mesma maneira que os terminais convencionais, porém desprovidas de cais. Os contêineres são enviados para esses locais a fim de realizar a desova e armazenar contêineres vazios. Além de desocupar a retroárea do terminal com este tipo de atividade, os



Portos Secos podem ser construídos em qualquer região, próximos ou distantes da linha costeira. Já existem portos com essas características em operação no Brasil.

5.2.7 ***Cargas especiais***

A containerização reduziu problemas operacionais durante a movimentação das cargas, porém, mesmo assim, algumas classes de cargas containerizadas ou não-containerizadas (por motivos físicos ou econômicos) requerem atenção particular durante o manuseio e o transporte. A seguir serão realizadas breves descrições a respeito de cargas refrigeradas e cargas perigosas, dois exemplos de classes que requerem atenção especial.

5.2.7.1 *Cargas refrigeradas*

Os produtos alimentícios compreendem a maior parte das cargas refrigeradas a serem transportadas através de terminais portuários. Além destes, há também a movimentação refrigerada de mercadorias como medicamentos e produtos químicos sensíveis ao calor.

Provavelmente nenhum outro tipo de mercadoria seja tão suscetível a danos e exija tantos cuidados quanto as cargas refrigeradas, uma vez que itens embarcados sob refrigeração não resistem a longos períodos de tempo expostos à temperatura ambiente. Em nenhuma outra área, a containerização possui um efeito tão positivo como no transporte de cargas refrigeradas. No interior dos contêineres é possível garantir refrigeração contínua entre os pontos de origem e destino além de eliminar os múltiplos manuseios que normalmente ocorrem no transporte de carga geral. Com isso, os danos e perdas de produtos dentro do terminal podem ser reduzidos.

Para manter a mercadoria constantemente refrigerada, os contêineres possuem um gerador a combustível, lhe dando autonomia durante as movimentações. Quando no interior dos navios, o funcionamento pode ocorrer através da eletricidade uma vez que o contêiner é ligado à força do navio. Armazenado, no interior da retroárea, a refrigeração pode ocorrer da mesma maneira, estando ligados à subestação elétrica.



As cargas refrigeradas podem ser transportadas congeladas ou resfriadas. No caso das cargas congeladas, apesar de as unidades refrigeradoras desses contêineres serem projetadas para manter a carga a uma temperatura específica, elas não têm potência suficiente para congelar efetivamente nenhuma carga que não esteja inicialmente congelada. A temperatura de armazenamento varia em função do tipo de carga, ou seja nem todas as mercadorias congeladas são transportadas na mesma temperatura. Muitas carnes e produtos alimentícios requerem temperatura de no máximo -18°C , enquanto peixes, por exemplo, devem ser armazenados a uma temperatura de -22°C . Além disso, não é usual que o contêiner possua sistema de ventilação externa para carga congelada.

A estocagem de cargas resfriadas como frutas e vegetais é muito mais complexa do que a de produtos congelados. Diversos estudos foram realizados para se estabelecer as melhores condições para a preservação destes alimentos. Em função das características dos produtos, os mesmos podem necessitar de ambientes com diferentes temperaturas e requisitos de ventilação. Cada categoria de fruta e vegetal, por exemplo, possui características que podem indicar diferenças na temperatura de carregamento, nos requisitos de ventilação e na estocagem.

É muito importante que a temperatura de estocagem seja mantida praticamente constante. Variações de 2°C a 3°C acima ou abaixo da temperatura desejada são, na maioria dos casos, inaceitáveis. Para muitas frutas como maçãs e pêras, por exemplo, é recomendada a variação máxima de 1 grau da temperatura desejada.

Além da temperatura deve-se verificar as condições de armazenamento da carga. A respiração das plantas produz CO_2 que deve ser retirado pela ventilação. As plantas devem ser supridas de O_2 a fim de manter a sua respiração normal e, portanto, é extremamente importante que a ventilação apropriada seja garantida na estocagem. Frutas maduras podem ser geralmente estocadas juntas se elas têm os mesmos requisitos de temperatura. Alguns produtos emitem gases voláteis como o etileno e estes podem ser prejudiciais a outros. Como exemplo, é possível citar os odores de maçãs e frutas cítricas que são imediatamente absorvidas por carnes, ovos, e derivados do leite. Além disso, é recomendado que cebolas, nozes, frutas cítricas, e batatas sejam estocadas individual e separadamente, e alimentos como



Maçãs, pêras, bananas, abacates, pêssegos, ameixas, melões e tomates exalam gás etileno, que pode ser prejudicial a outros itens como a alface e as cenouras.

Todas as informações a respeito da temperatura, ventilação e armazenamento devem ser fornecidas à operadora pelo fornecedor e devem estar afixadas no contêiner para que a equipe de operação possa fornecer o tratamento adequado à carga. A temperatura bem como as características dos produtos devem ser verificadas no momento da entrada do contêiner ao terminal para que, em caso de alterações, ela possa notificar o fornecedor e se isentar dos prejuízos que a carga poderá acarretar. Além disso, verificações periódicas de temperatura devem ser realizadas e registradas a fim de garantir que não houve variações relevantes. A responsabilidade por qualquer deterioração ou perda durante o transporte do produto, somente será do terminal no caso de as medidas de temperatura não terem sido realizadas ou apresentarem variações durante o período em que o contêiner esteja sobre responsabilidade da operadora portuária.

As Figura 5.24 e Figura 5.25 apresentam exemplos de contêineres refrigerados.

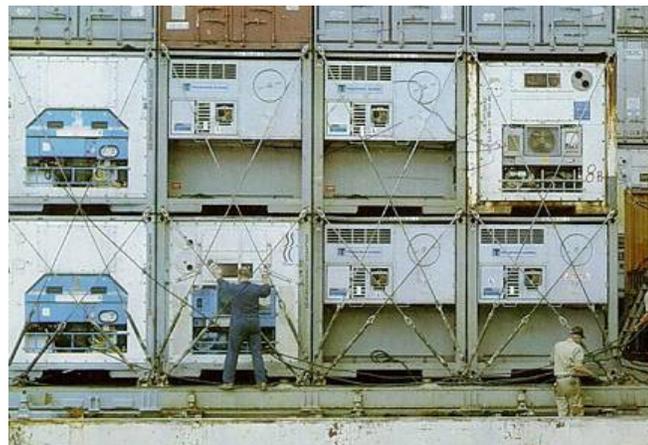


Figura 5.24 - Contêineres refrigerados
Fonte: www.novomilenio.inf.br/porto/fotos.

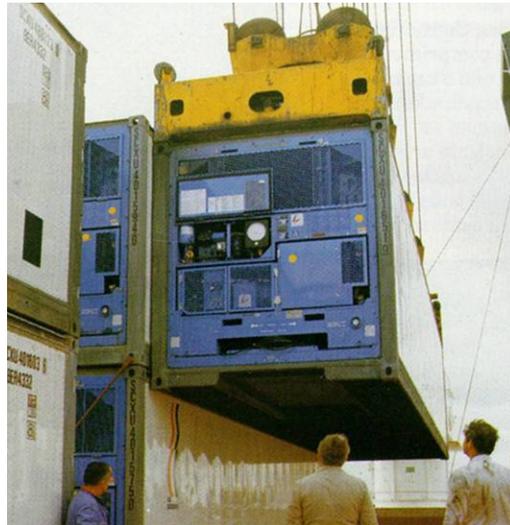


Figura 5.25 - Exemplo de contêiner refrigerado.
Fonte: www.novomilenio.inf.br/porto/fotos.

5.2.7.2 Carga perigosa

A movimentação, estocagem e transporte de cargas perigosas é regulamentada por cada país, com base em um documento chamado “*International Maritime Dangerous Code*”, ou “IMDG Code”. Esse código é aceito como um guia internacional para o transporte marítimo de cargas perigosas e, sua adoção como regulamentação ou como base para códigos nacionais, é recomendada aos governos de todos os países. O “IMDG Code” não foi criado apenas para a navegação marítima, mas também para todas as indústrias e serviços envolvidos com o transporte marítimo, pois contém recomendações sobre terminologia, embalagem, classificação, sinalização, estocagem, isolamento, manuseio e medidas emergenciais.

Sua primeira publicação aconteceu em 1965, sendo que, atualmente, está em vigor a edição do “IMDG Code” de 2006. O código é atualizado e mantido pelo “*International Maritime Organization*”, ou IMO, antigamente conhecido como “*Inter-Governmental Maritime Consultative Organization*” – IMCO.

A seguir será feito um breve resumo da estrutura da edição mais recente do código, o “IMDG Code” 2006:

- Parte 1. Provisões Gerais, Definições e Treinamento



- Parte 2. Classificação
- Parte 3. Lista de Cargas Perigosas e Exceções das Quantidades Limite
- Parte 4. Empacotamento e Provisões Sobre a Embalagem
- Parte 5. Procedimentos de Consignação
- Parte 6. Construção e Teste das Embalagens, “Intermediate Bulk Containers” (IBCs), Grandes Embalagens, Tanques Portáteis, “Multiple-Element Gas Containers” (MEGCs) e Caminhões-Tanque.
- Parte 7. Provisões Relacionadas às Operações de Transporte
- Apêndice A. Nomes Genéricos
- Apêndice B. Glossário

Consultando a bibliografia encontrada sobre o assunto, pôde-se obter mais informações sobre o conteúdo do código do ano de 1977. Na época, as cargas eram divididas em nove classes: explosivos; gases; líquidos inflamáveis; sólidos inflamáveis e substâncias auto-combustíveis, ou substâncias que emitem gases inflamáveis quando molhadas; substâncias oxidantes e peróxidos orgânicos; corrosivos; e outras substâncias perigosas.

Na recepção das cargas perigosas, três tópicos principais são destacados: a certificação e a inspeção; a documentação; e a estocagem. Na certificação e inspeção os documentos do embarcador devem conter essencialmente um certificado de declaração afirmando que os produtos embarcados estão devidamente empacotados e sinalizados, próprios para o transporte, além de conter todas as informações necessárias para esse tipo de carga, como o seu nome técnico, não sendo permitida a utilização de nomes comerciais, e a sua classificação. Não basta o embarcador ter o certificado, o oficial do terminal deve possuir um suprimento dessas marcações, que podem sofrer deterioração por ficarem expostas necessitando serem substituídas, para realizar a inspeção.

Sobre a documentação, é importante que cada embarcação possua uma lista especial com as mercadorias perigosas embarcadas, e a sua localização no navio.



Por fim, na estocagem, quando a carga é recebida no terminal, é essencial que seja providenciada uma área de estocagem separada das demais, principalmente no caso dos contêineres. A estocagem dos contêineres dentro do navio, em função da sua compatibilidade, define como os mesmos devem ser armazenados no terminal. Como geralmente os contêineres são posicionados em locais específicos dos navios, e nem sempre juntos, busca-se evitar atrasos na operação de carregamento estocando os contêineres de forma a garantir acessibilidade a todos. A Figura 5.26 mostra uma área para contêineres com cargas perigosas, salientando a acessibilidade que se tem a todos os contêineres no local.



Figura 5.26 - Área para armazenamento de cargas perigosas.
Fonte: ATKINS (1983)

Quando um terminal decide movimentar cargas perigosas, as responsabilidades aumentam na estação de carregamento de contêineres, “*Container Freight Station*” (CFS), onde ocorre a containerização e a desova da carga no interior do terminal, pois deve-se seguir uma série de diretrizes sobre a disposição da carga no interior do contêiner e sobre sua sinalização. Além disso, é proibida a mistura de dois ou mais tipos de cargas perigosas, exceto no caso de haver permissão para tal combinação.



5.3 TERMINAIS DE GRANÉIS LÍQUIDOS

5.3.1 *Classificação dos granéis líquidos*

Os granéis líquidos podem ser classificados, segundo a sua natureza, da seguinte forma:

A. Ordinários

Esse grupo abrange todos os produtos líquidos que não são combustíveis nem tóxicos, como a água, o vinho e o azeite.

B. Produtos petrolíferos

C. Óleo bruto e seus derivados

D. Gases liquefeitos

Fazem parte dessa classificação produtos como o gás natural, gases provenientes da destilação do petróleo, como o propano e o butano, outros produtos químicos, como o metanol, e alguns tipos de ácidos.

5.3.2 *Características do terminal*

Os granéis, líquidos ou sólidos, podem ser manuseados tanto em terminais portuários industriais, que normalmente são privados, como em terminais comerciais, que podem ser públicos ou privados. Produtos movimentados em grandes quantidades, como os derivados do petróleo, são quase sempre confinados em instalações industriais (petroleiros). Já os outros tipos de granéis líquidos são transportados em embarcações de menor volume, como as embarcações convencionais de carga geral ou os navios de contêineres, e são movimentados em terminais comerciais.

Para o melhor entendimento das características do terminal, o tópico será dividido em cais e retroárea, e as suas características serão descritas separadamente.



A. Cais

Para a movimentação dos líquidos são construídas plataformas especiais de operação, com 30m a 40m de comprimento, as quais são equipadas com mangotes, bombas e sistemas de sucção (equipamentos flexíveis) responsáveis por retirar o líquido do navio. Via de regra, no Brasil, o transbordo de granéis líquidos é realizado nesses terminais especializados dotados de equipamentos bombeadores que interligam os tanques dos navios aos tanques de armazenagem no terminal.

Os berços freqüentemente são compostos de uma plataforma central de movimentação de carga e estruturas de amarração e acostagem em elementos discretos (“dolphins”). Dessa forma, quando um navio chega ao porto, ele não encosta diretamente na plataforma, mas se apóia em dois “dolphins” que possuem as funções de atracação e amarração, por meio de cabos chamados “spring”. Além disso, são necessários outros dois “dolphins” que têm a função apenas de amarração, feita por meio de cabos lançantes. Nas Figura 5.27 e Figura 5.28 estão respectivamente representados o arranjo de um berço para granéis líquidos e a forma de atracação e amarração de um navio na plataforma de um terminal de granéis líquidos.

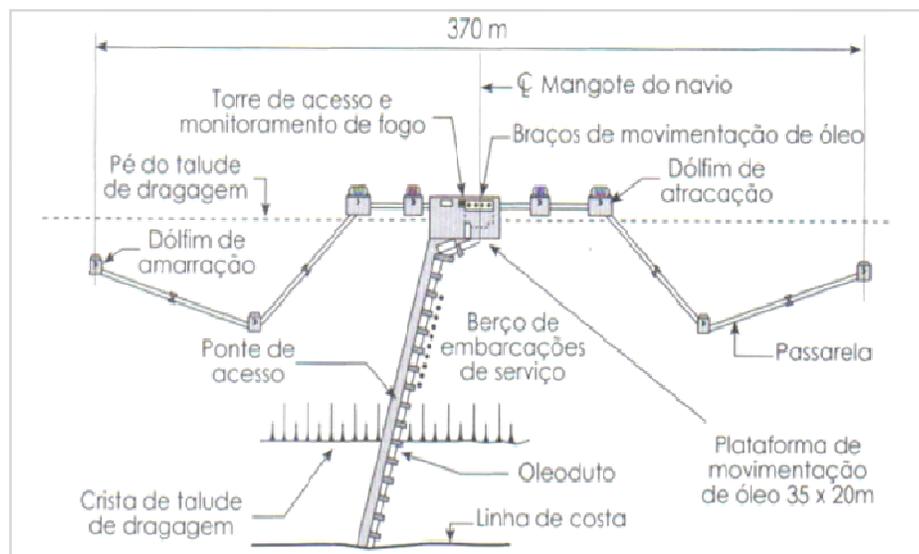


Figura 5.27 - Arranjo de um berço para granéis líquidos.
Fonte: ALFREDINI (2005).

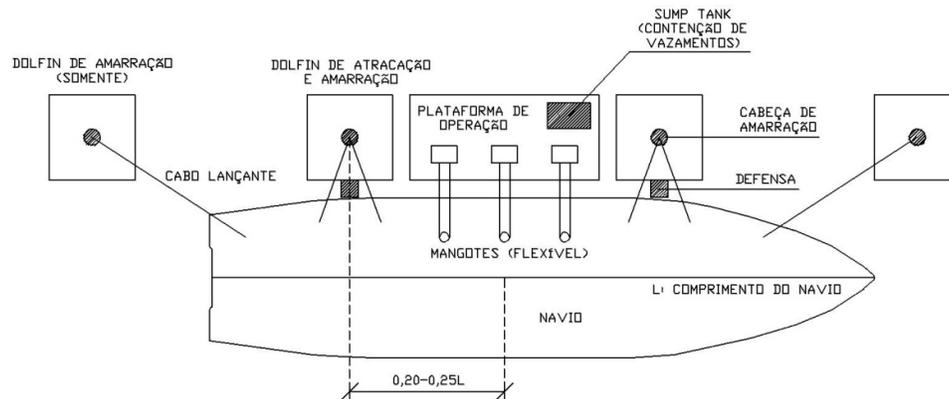


Figura 5.28 - Atracação e amarração do navio no terminal de grãos líquidos.

É importante citar que a plataforma também deve acomodar os dutos e outros equipamentos mecânicos, além dos equipamentos de proteção contra incêndio e as áreas de acesso de pessoal.

B. Retroárea

A instalação de estocagem típica para grãos líquidos consiste numa série de tanques cilíndricos de aço (Figura 5.29) seja com coberturas que flutuam no líquido do tanque (Figura 5.30) ou com coberturas cônicas, que evitam a contaminação pela chuva e previnem a evaporação. O enchimento ou esvaziamento destes tanques se dá através de um sistema de tubulações ligado a navios, carretas ou a alguma unidade industrial.



Figura 5.29 - Tanques cilíndricos de aço do Porto (ALFREDINI, 2005).
Fonte: ALFREDINI (2005).

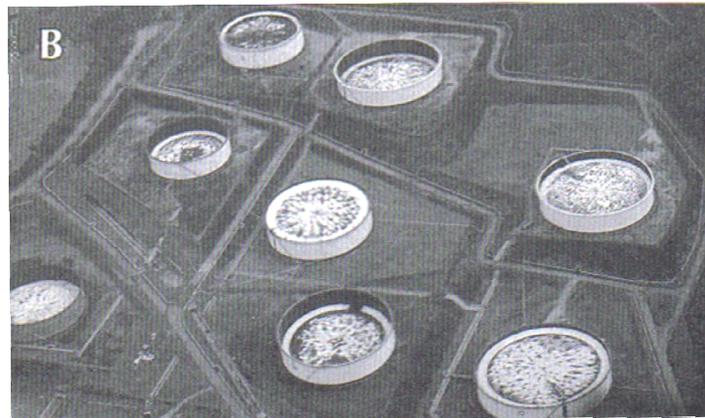


Figura 5.30 - Tanques cilíndricos com cobertura móvel
Fonte: ALFREDINI (2005)

O conjunto de tanques de estocagem pode ser concebido para diferentes tipos de líquidos ou dedicados a apenas um produto. No primeiro caso é necessário prever os custos de limpeza e degradação do produto a cada troca, sendo que, numa primeira aproximação, a capacidade requerida de toda a instalação é cerca de três a quatro vezes o maior carregamento embarcado ou recebido dentre todos os produtos que poderão ser armazenados. No segundo caso, a capacidade requerida também é cerca de três a quatro vezes, porém referente ao maior carregamento embarcado ou recebido do único produto a ser estocado. Além disso, devem ser previstas áreas ao redor dos tanques visando à contenção de eventuais vazamentos (Figura 7.24). Para produtos derivados do petróleo, por exemplo, as instalações de armazenagem são diferentes para os diversos tipos de carga já que os produtos são classificados segundo seu grau de inflamabilidade:

- Gasolina: abaixo de 55°C;
- Querosene: entre 55°C e 120°C;
- Diesel e lubrificantes: acima de 120°C.

A maioria das cargas líquidas é de movimentação perigosa, pois muitas delas são inflamáveis ou tóxicas. Assim, essas instalações têm como requisito de segurança situarem-se afastadas das demais instalações de armazenagem portuária, devendo, além disso, ser dotadas de equipamentos e pessoal preparado para o combate a incêndio e limpeza.



O subsistema de armazenagem é o que menos emprega a mão-de-obra devido ao alto grau de mecanização e automação dos processos de carga e descarga, essenciais para a movimentação de cargas perigosas.

Além das instalações previamente mencionadas, existem as instalações auxiliares responsáveis por deslastrar e limpar os tanques.

5.3.3 *Instalações de carga e descarga*

Para a transferência dos grânéis líquidos, além das instalações de armazenagem em terra e das embarcações, também são utilizados os dutos. Normalmente a descarga é efetuada pelas bombas da própria embarcação, enquanto, para o carregamento dos navios, é o próprio terminal que provê a energia necessária para o bombeamento.

A carga é transferida através de dispositivos flexíveis que absorvem as movimentações das embarcações em relação à plataforma. Dois exemplos destes dispositivos são os braços de movimentação de carga e os mangotes.

Os mangotes são tubulações de material flexível composto de borracha e arame de aço. Já os braços de movimentação de carga são tubos metálicos rígidos conectados por juntas giratórias. A mobilidade dos braços de movimentação é obtida através dessas juntas, que permitem que a extremidade do braço junto à embarcação faça movimentos dentro de uma envoltória admissível, possibilitando acompanhar pequenos movimentos das embarcações (AGERSHOU, 1983).

Na Figura 5.31 estão esquematizados os movimentos possíveis do braço, que pode ser operado manualmente, no caso do diâmetro dos tubos ser inferior a 6", ou hidráulicamente, nos demais casos.

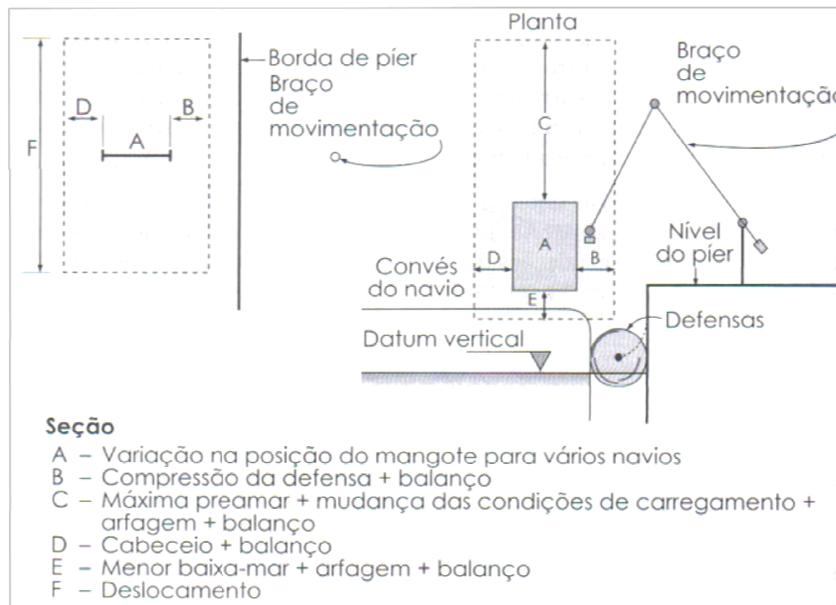


Figura 5.31 - Movimentos possíveis do braço de movimentação.
Fonte: ALFREDINI (2005)

Na Figura 5.32 apresenta-se exemplo de mangotes de movimentação de granéis líquidos.



Figura 5.32 – Mangote no navio.
Fonte: www.portgente.com.br/texto.php?cod=3293

Os líquidos bombeados dos navios, ou para os navios, são transportados por tubos geralmente apoiados em uma estrutura chamada “pipe-rack”. O “pipe-rack” consiste numa série de pórticos com vários níveis por onde correm os tubos alimentados pelo mangote. Os vãos entre os pórticos variam em função do tipo de



tubo utilizado, já que os mesmos precisam ter resistência suficiente para vencer esses vãos. A Figura 5.33 representa um “pipe-rack” visto em corte.

Uma outra alternativa para sustentar os tubos é o “pipe-way”, representado também na Figura 5.33, que desempenha a mesma função que o “pipe-rack”, porém nesse caso os tubos correm todos próximos ao nível do terreno, culminando numa necessidade maior de espaço lateral para sua acomodação. No entanto, como a tubulação, em geral, cruza áreas de circulação, não é muito usual a utilização do “pipe-way”. Caso se opte por esta solução, faz-se uma “lira” ao se cruzar esses trechos de circulação, que consiste na elevação da tubulação formando uma espécie de pórtico, em cujo meio é possível haver trânsito, mesmo que haja grande perda de carga com essa solução (ver Figura 5.34 com a representação de uma lira). Quando as condições do terreno não são favoráveis é possível introduzir “boosters” ao longo da tubulação para vencer os desníveis.

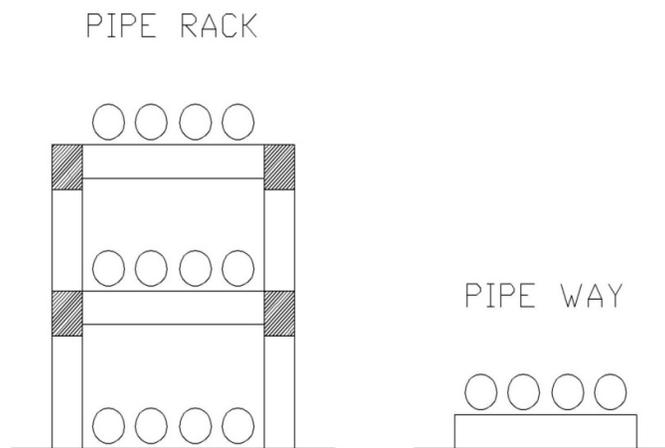


Figura 5.33 - Corte de um “pipe-rack” e de um “pipe-way”.

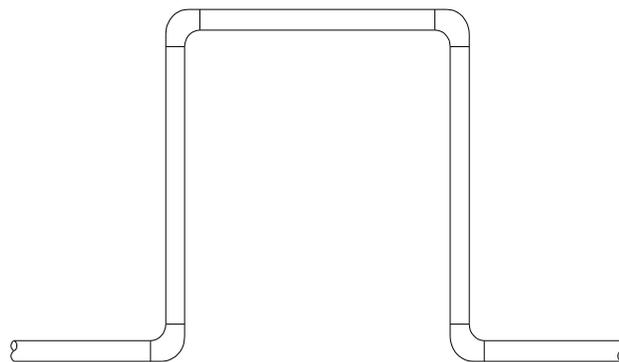


Figura 5.34 - Representação de uma lira.



Para a definição do tubo a ser utilizado, sua quantidade e o espaçamento entre os seus apoios, deve-se levar em conta a quantidade de carga líquida que será movimentada em um determinado período de tempo. Este estudo determina aspectos como a necessidade de destinar mais tubos para um mesmo líquido, as vantagens e desvantagens entre utilizar vários tubos de pequeno diâmetro no lugar de apenas um de grande diâmetro, entre outros detalhes.

Além disso, é preciso avaliar qual a melhor opção do ponto de vista econômico: carregar e descarregar um navio no menor tempo possível, admitindo que o custo do navio parado seja muito mais alto do que o custo de fazer mais tubulações, ou o contrário, se o custo da tubulação é excessivamente elevado, compensando o fato de o navio ficar parado por mais tempo.

Os navios de carga geral que transportam grânéis líquidos possuem reservatórios profundos capazes de armazenar uma grande variedade de produtos. Antes do carregamento, os reservatórios do navio são cuidadosamente inspecionados por um ou mais inspetores, sendo uma prática comum ter um inspetor representando o navio e outro inspetor representando o embarcador.

A maioria dos produtos transportados está sujeita à contaminação por mínimas quantidades de sujeira, ferrugem ou resíduos de outros produtos. Para alguns produtos, inclusive, é necessário utilizar mangotes específicos para cada tipo de granel. Outros, diferentemente, requerem controle de temperatura para permanecerem no estado líquido.

Em navios de contêineres, os grânéis líquidos são usualmente transportados em reservatórios portáteis geralmente preenchidos nas instalações do remetente (ou embarcador). Porém, outras vezes, a carga é fornecida ao terminal através de carretas-tanque ou vagões-tanque e é bombeada para dentro dos reservatórios intermodais localizados nas proximidades dos berços de atracação.

O carregamento e descarregamento das cargas em grânéis líquidos são feitos sob supervisão de fiscais, do embarcador e de representantes da embarcação.



5.3.4 ***Manuseio e operação portuária***

A operação real se processa da seguinte forma: ao navio já atracado é alocado um grupo de equipamentos bombeadores e o bombeamento é efetuado usando-se as bombas portuárias ou as bombas de bordo.

O terminal de granéis líquidos tem como característica única entre os demais terminais portuários o fato de, na maioria das vezes, estar ligado diretamente aos centros consumidores. Mas, assim como os demais tipos de carga, os líquidos podem ser escoados para os consumidores mais distantes através de carretas-tanque ou dutovias.

As seqüências de operações dentro do terminal para o carregamento e descarregamento de granéis líquidos estão representadas nos fluxogramas das Figura 5.35 e Figura 5.36.

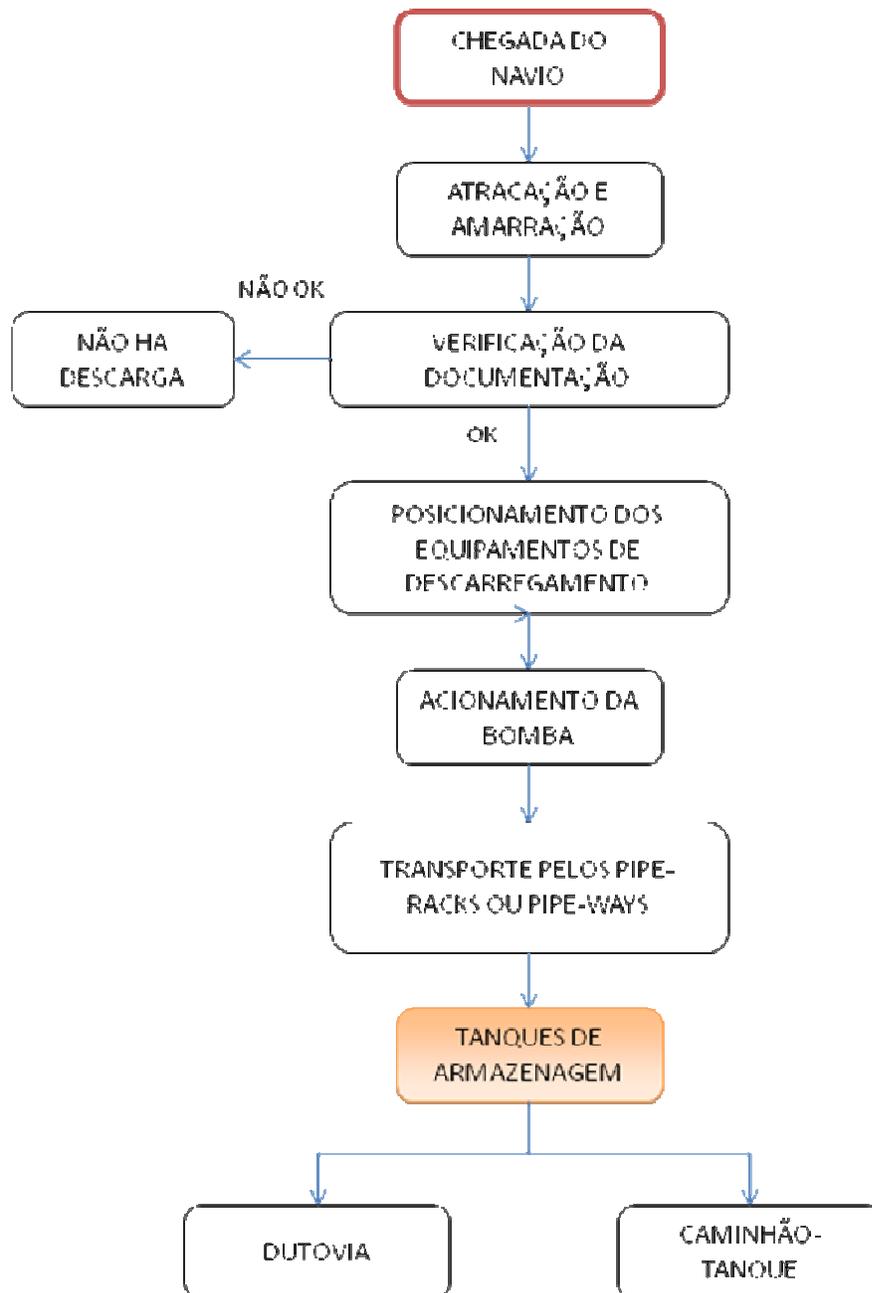


Figura 5.35 - Fluxograma de descarregamento do navio.

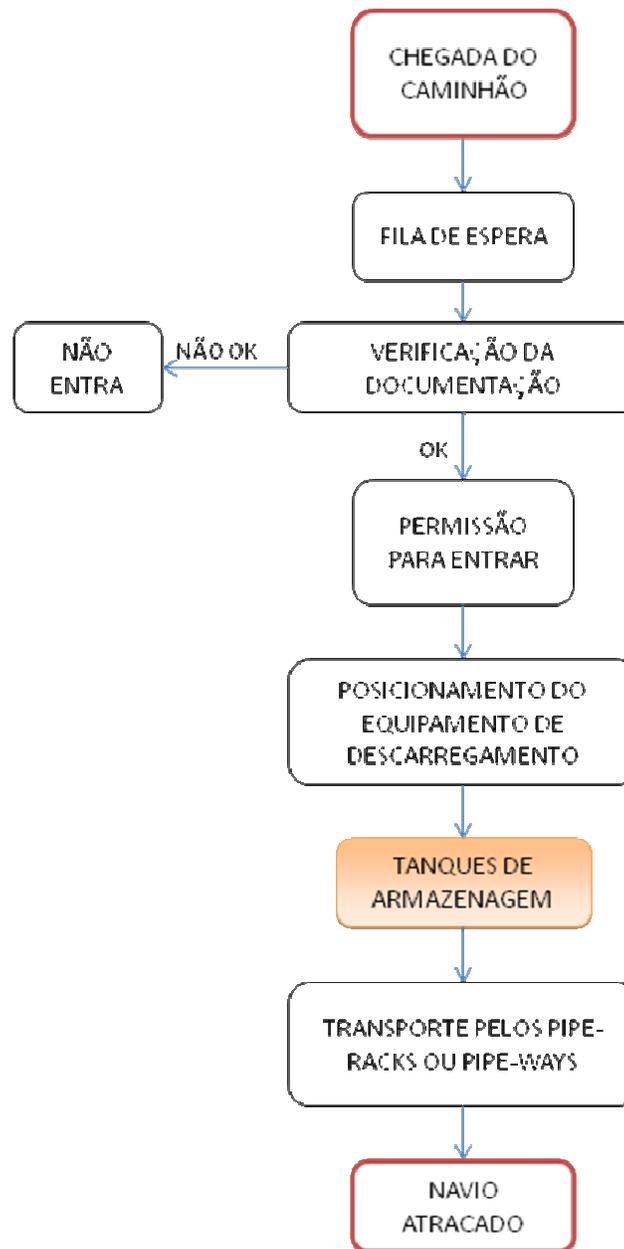


Figura 5.36 - Fluxograma de carregamento de navios.

5.3.5 *Poluição superficial das águas*

É recomendado que a plataforma tenha caimento para um dos lados e que exista uma viga de contenção junto ao tanque, para que, em caso de vazamentos, os líquidos possam ser retidos e recolhidos.



Além disso, para combater a poluição superficial das águas, as seguintes medidas podem ser adotadas:

- Utilização de barreiras físicas;
- Utilização de barreiras químicas;
- Precipitação do óleo;
- Bombeamento da mancha;
- Combustão da mancha.

5.4 TERMINAIS DE GRANÉIS SÓLIDOS

5.4.1 *Cenário atual*

O crescimento da movimentação de granéis sólidos revela, com clareza, as deficiências do setor portuário no Brasil. O direcionamento de recursos, tanto privados quanto estatais, para a infra-estrutura portuária, pode mudar a face do setor, priorizando investimentos em transportes mais rentáveis, como ferrovias e hidrovias, e levando a uma maior especialização de alguns terminais de carga e descarga, com foco naqueles com vocação para transporte de grãos.

De acordo com os últimos indicadores disponibilizados, em 2003, do Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD) o comércio internacional atingiu a marca recorde de 5,8bi de toneladas. Apenas de granéis sólidos, foram transportadas ao redor do mundo 1,35bi de toneladas, dentre minério de ferro, grãos, carvão, bauxita/alumina e insumos para fertilizantes.

Segundo o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), no Brasil, o agro-negócio é responsável por 33% do PIB, 42% das exportações totais e 37% dos empregos, e tem boa parte de seu desempenho ligado à produção de granéis. Segundo dados da Secretaria de Comércio Exterior (SECEX), de janeiro a dezembro de 2004, o Brasil pôde constatar a evolução e a supremacia das cargas a granel em relação às demais modalidades. Nada menos do que 76% do volume das exportações brasileiras, em tonelagem, estiveram concentrados em cargas enviadas



ao exterior, primordialmente por navios graneleiros. As Tabela 5.1 e Tabela 5.2 apresentam, respectivamente, os volumes dos principais produtos importados e exportados pelo Brasil.

Tabela 5.1 - Principais produtos importados pelo Brasil.

	Produto	Tonelaagem	
		2003	2004
1	Petróleo em bruto	26.535,10	31.448,80
2	Carvão mineral	17.472,40	18.465,20
3	Aubos e fertilizantes	12.910,70	16.012,90
4	Cereais e preparações	9.880,10	7.233,20
5	Gás natural	5.552,70	7.035,30
6	Aubos e minerais brutos	3.565,50	4.525,60
7	Produtos químicos inorgânicos	3.301,70	3.582,30
8	Produtos químicos orgânicos	1.780,90	1.947,70
9	Minérios e sucatas de metais	927,70	1.099,80
10	Plásticos em formas primárias	946,60	1.098,80
11	Total dos 10 primeiros	82.873,40	92.449,60
12	Outros produtos (incluindo manufaturados)	10.231,90	10.360,70
	Total geral	93.105,30	102.810,30

Fonte: Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior, Secex – Secretaria de Comércio Exterior, Balança Comercial Mensal/2004. (www.fertimport.com.br)



Tabela 5.2 - Principais produtos exportados pelo Brasil

	Produto	Tonelagem	
		2003	2004
1	Minério de ferro e concentrados	174.846,00	218.546,40
2	Soja (grãos e trituração)	19.890,50	19.247,70
3	Farelo e resíduos da soja	13.602,20	14.485,60
4	Óleos brutos de petróleo	12.607,00	12.036,30
5	Açúcar bruto de cana-de-açúcar	8.353,70	9.565,70
6	Óleos combustíveis	6.170,30	7.615,00
7	Minérios de alumínio e concentrados	4.705,80	7.290,50
8	Semi-manufaturados de ferro e aço	7.231,00	6.307,90
9	Açúcar refinado	4.560,70	6.198,20
10	Ferro fundido bruto e ferro-gusa	4.458,30	6.188,70
11	Total dos 10 primeiros	256.425,50	307.482,00
12	Outros produtos (incluindo manufaturados)	64.677,50	75.638,10
	Total geral	321.103,00	383.120,10

Fonte: Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior, Secex – Secretaria de Comércio Exterior, Balança Comercial Mensal/2004. (www.fertimport.com.br)

Analisando os dados apresentados, é possível notar que aproximadamente 76% das exportações brasileiras são de carga a granel.

5.4.2 *Classificação*

O conceito de granel sólido engloba todos aqueles produtos que são transportados de forma homogênea, como material solto, podendo ser manipulado de forma contínua.

Dentre todos os tipos de granéis sólidos, pode-se classificá-los em dois grandes grupos:

- Ordinário (Bulk): cereais, fertilizantes, sal, etc;
- Minérios (Ore): materiais granulares de alta densidade.



5.4.3 *Características do terminal*

Basicamente, pode-se dividir um terminal portuário de granéis sólidos em duas grandes áreas: cais e áreas de armazenagem.

O cais consiste na área onde o navio atraca. É nele que se localizam os “ship loaders”, equipamentos carregadores e descarregadores dos navios.

Em relação à armazenagem, ela é feita geralmente em silos ou em grandes armazéns, dependendo do tipo de carga. No caso dos armazéns, o principal fator de dimensionamento é o ângulo do talude natural. Para diminuição da influência deste fator, podem ser utilizados muros laterais, que fazem com que o armazém necessite de menos área para comportar o mesmo volume de granéis. Ambos os elementos representados na Figura 5.37 e na Figura 5.38 são para armazenagem de granéis sólidos, sendo o primeiro um silo da Multicargo e o segundo um armazém.



Figura 5.37 - Silos da Multicargo para armazenagem de sólidos a granel.
Fonte: http://www.investsantos.com.br/economia/setor_portuario.htm



Figura 5.38- Armazém para granéis sólidos.
Fonte: www.b2babimaq.com.br

5.4.4 ***Equipamentos utilizados***

Com relação aos equipamentos utilizados nos terminais de granéis sólidos, pode-se dizer que estes são específicos para este tipo de terminal, e seu dimensionamento é influenciado, principalmente, pelas características físicas da carga em questão.

Para a descarga do trem, o equipamento utilizado é o tombador de vagão. Este pode virar o vagão e despejar seu conteúdo dentro de um silo, ou diretamente sobre uma correia transportadora (através de uma moega, que funciona como um grande funil). A Figura 5.39 apresenta um trem carregado de minério.

Em relação à descarga dos navios, em geral, são utilizados dois tipos de equipamentos: os sugadores ou pneumáticos, e os elevadores mecânicos (de caneca). Os primeiros empregam elementos flexíveis, trazendo continuidade na alimentação sem que haja produção de pó, já os segundos têm menor flexibilidade e necessitam de uma área maior de ocupação no cais. A Figura 5.40 apresenta um elevador de caneca.



Figura 5.39 - Trem carregado de minério
Fonte: <http://www.fotosdobrasil.fot.br>



Figura 5.40 - Elevador de caneca
Fonte: <http://www.graneisa.com.br/>

Existe também uma enorme diferença em relação à produtividade. Os sugadores, ou pneumáticos, possuem uma produtividade que varia entre 5 e 200t/h, já os elevadores de caneca possuem uma produtividade que varia entre 1.000 e 2.500t/h. Porém, com o desenvolvimento de descarregadores pneumáticos de grande capacidade, estes passaram a ser mais uma excelente alternativa para auxiliar a operação de descarga de navios, especialmente dos restos no final do porão. A principal vantagem do sistema de descarga pneumática de alta capacidade é a de combinar boa produtividade nas operações com o porão "cheio" e com o



porão quase vazio, garantindo grande flexibilidade e facilidade na descarga dos restos de produto. A Figura 5.41 ilustra um tipo de descarregador pneumático.



Figura 5.41 - Descarregador pneumático.
Fonte: <http://www.b2babimaq.com.br/>

Sobre os equipamentos transportadores, a correia transportadora é o elemento básico na composição da maioria dos sistemas. Seu rendimento é muito variado, de 250 a 1.500t/h, dependendo essencialmente do número de pontos de carga, das dimensões e das características das correias. Para seu dimensionamento, admite-se que as correias suportem uma carga de 2,5 a 3 t/m, e variam na largura. A determinação dessa dimensão varia em função do porte do navio, e da quantidade de carga a ser movimentada em determinado tempo. Além disso, devem-se levar em conta as características de vento na região, buscando minimizar a perda dos grãos durante seu transporte. A Figura 5.42 apresenta uma correia transportadora em um terminal portuário.

Em função do tipo de material a ser transportado pode haver a necessidade de protegê-lo durante o trajeto realizado sobre a correia transportadora. Para isso, algumas correias são providas de um fechamento superior, fazendo com que os sólidos fiquem abrigados de intempéries. A Figura 5.43 ilustra uma correia transportadora coberta.



Figura 5.42 - Correia transportadora em um terminal portuário.
Fonte: <http://www.graneisa.com.br/>.



Figura 5.43 - Correia transportadora coberta.
Fonte: <http://www.b2babimaq.com.br/>.

No interior dos armazéns existe uma continuidade da correia transportadora localizada na cobertura, chamada de “trigger”, que possibilita o despejo da carga. Para o esvaziamento dos armazéns, são usualmente utilizados equipamentos “raspadores”, que evitam desperdícios. A Figura 5.44 ilustra um armazém com equipamento raspador (destaque para o “trigger” localizado na cobertura).

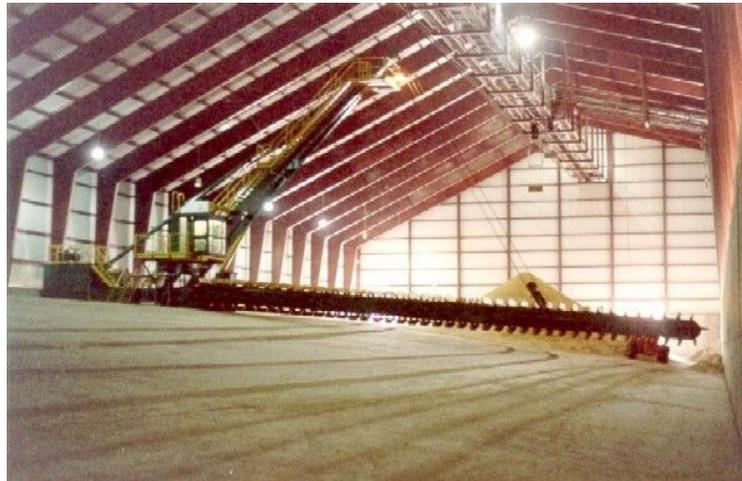


Figura 5.44 - Armazém com equipamento raspador (destaque para o "trigger" na cobertura).
Fonte: <http://www.b2babimaq.com.br/>.

Em relação ao sistema de carga, tanto do navio quanto do trem, o equipamento utilizado é a torre pescante, uma continuidade da correia transportadora, capaz de lançar a carga ao local desejado. No caso do carregamento dos navios, existem basicamente três variações deste equipamento carregador, sendo eles: o de ponto fixo, cuja instalação permanece fixa e o navio se move; o carregador móvel, cuja instalação se move no cais para efetuar o carregamento nos porões do navio; e o carregador de setor, cuja instalação pivota sobre um ponto deslizando sobre uma estrutura circular. As Figura 5.45 e Figura 5.46 apresentam, respectivamente, uma torre pescante carregando um navio com soja e um navio de minério de ferro da Vale.



Figura 5.45 - Torre pescante carregando um navio com soja.
Fonte: www.fertimport.com.br.



Figura 5.46 - Navio de minério de ferro – Vale (destaque para a torre pescante).
Fonte: www.portosrio.gov.br.

5.4.5 *Manuseio e operação portuária*

A entrada e saída das cargas de sólidos a granel em um terminal portuário pode ocorrer na forma de modal aquaviário, ferroviário, ou até rodoviário (pouco utilizado).

É importante citar que as características físicas da carga condicionam totalmente a operação. Por exemplo, a densidade do material condiciona os volumes de transporte e manipulação, e o ângulo do talude natural condiciona as alturas dos depósitos. A fragilidade frente a fatores externos, como intempéries, também condiciona a operação, gerando necessidades específicas de proteção, tanto no transporte quanto na manipulação e na armazenagem. Materiais pulverulentos, por exemplo, devem estar protegidos da ação do vento, já os grãos devem estar protegidos da umidade e da chuva, para se evitar a germinação.

A Tabela 5.3 apresenta um resumo das características operacionais para alguns tipos de carga a granel:



Tabela 5.3 - Características operacionais para alguns tipos de carga a granel.

Tipo	Ângulo de acomodação (natural)	Tipo de manuseio	Tipo de armazenagem	Cuidados especiais
Alumina	35	Correia transportadora	Armazém coberto	Redução do nível de poeira
Soja	29	Correia transportadora	Armazém coberto	Proteção contra pragas
Trigo	25-28	Correia transportadora	Silos de armazenagem	Proteção contra pragas

Para um aumento no rendimento e na economia, deve-se utilizar ao máximo a ação da gravidade em todas as operações. A seguir as características deste tipo de terminal serão brevemente explicitadas.

5.4.6 *Logística de carga e descarga*

A seguir serão explicitados alguns fluxos de entradas e saídas de graneis de um terminal portuário.

Em geral, a carga de graneis sólidos ingressa em um terminal portuário através de trens ou de navios.

No caso de a entrada dos graneis sólidos se dar através dos trens costuma-se utilizar, para descarregar os vagões, o equipamento tombador de vagão. Este pode virar o vagão e despejar seu conteúdo dentro de um silo ou diretamente sobre uma correia transportadora através de uma moega, que funciona como um grande funil, que encaminhará a carga até o local de armazenamento e, no caso dos armazéns, a carga é despejada com o auxílio do "trigger".

Quando o ingresso dos graneis sólidos ocorre por navios, assim que os mesmos chegam carregados ao porto, busca-se descarregá-lo o mais rápido possível, para que se minimize o tempo em que fique parado. Para a descarga são utilizados, em geral, dois tipos de equipamentos: os sugadores ou pneumáticos e os elevadores de caneca. Após a descarga do navio, novamente são as correias transportadoras que levam a carga até o local de armazenagem (armazéns ou silos), e a despejam, no caso dos armazéns, através dos "triggers".



A saída de graneis sólidos do terminal portuário também pode ocorrer através dos trens e dos navios.

Quando o navio que deverá ser carregado atracado no porto, esta carga, que está armazenada, é levada até pela correia transportadora. Esta correia tem início no subsolo destes armazéns, ou, no caso da armazenagem em silos, na parte de baixo destes, facilitando o despejo da carga. No momento em que alcança o cais, o navio é carregado através da torre pescante. A saída de graneis sólidos utilizando o modal ferroviário também ocorre da mesma maneira, isto é, os graneis, estocados no interior dos armazéns ou dos silos, são encaminhados até os trens com o auxílio das correias transportadoras e despejados sobre os vagões utilizando as torres pescantes.

A Figura 5.47 apresenta o fluxo de chegada de graneis sólidos através do modal ferroviário e sua saída através do aquaviário. Já a Figura 5.48 apresenta o fluxo de entrada de graneis sólidos, ao terminal, através dos navios e a saída através dos trens.

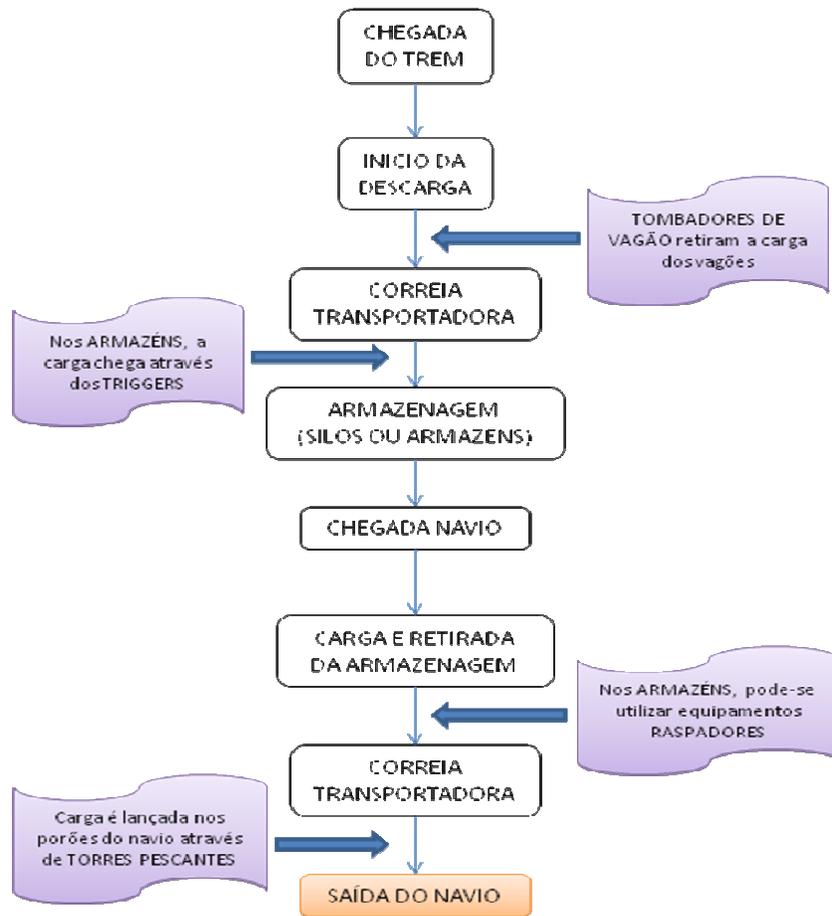


Figura 5.47 - Fluxo de granéis sólidos chegando ao terminal por trem e saindo por navio.

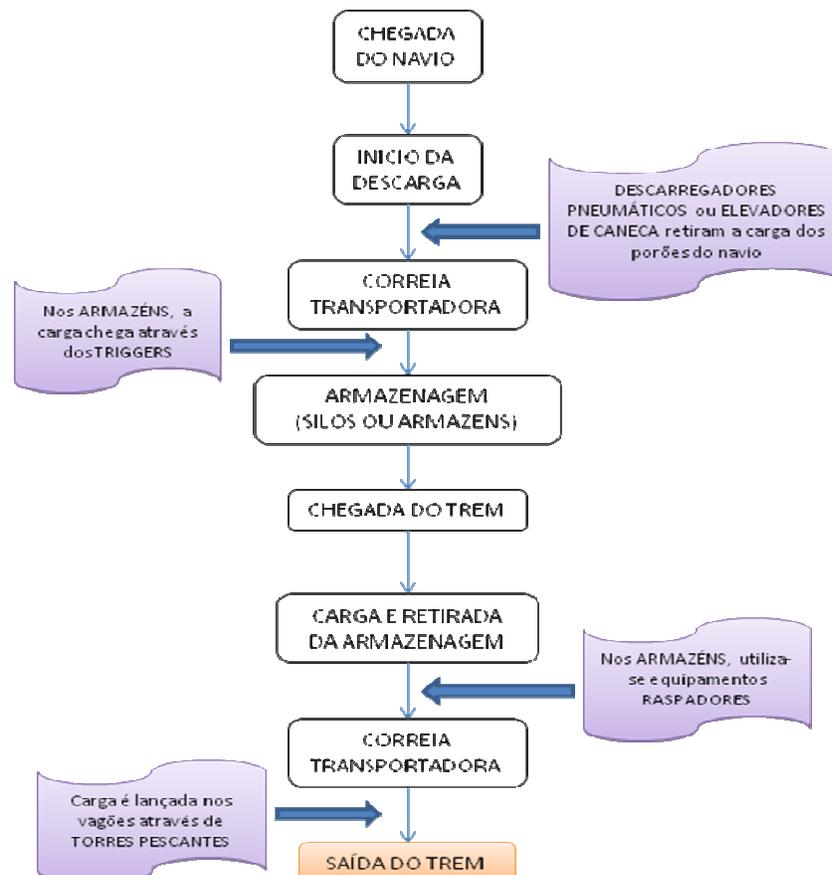


Figura 5.48 - Fluxo de granéis sólidos chegando ao terminal por navio e saindo por trem.

5.5 TERMINAIS DE CARGA GERAL

As entradas e saídas de carga geral do terminal portuário costumam ocorrer somente através dos modais rodoviário e aquaviário. Não é usual transportar este tipo de carga utilizando o modal ferroviário, primeiramente pelo fato de a rede ferroviária brasileira ser pouco desenvolvida, e também pela maior facilidade de acomodar as embalagens no interior das conjuntos transportados, além da maior rapidez no transporte e da possibilidade de a carga ser conduzida de porta a porta.

O transbordo de carga geral através dos navios envolve tanto equipamentos de bordo do navio, quanto equipamentos portuários de grande e pequeno porte, além de mão-de-obra da estiva e da capatazia. Estes são alocados para todos os porões do navio.



5.5.1 ***Características do terminal***

A armazenagem de carga pode ser realizada em locais descobertos ou cobertos. A escolha do local onde será estocada a carga depende, principalmente, de suas características com relação à necessidade de proteção contra intempéries, uma vez que ambos os locais são providos de fechamentos laterais e possuem a mesma restrição de acesso de pessoas.

5.5.2 ***Manuseio das cargas***

A carga pode ser retirada dos porões por guindastes ou empilhadeiras, essa última opção é utilizada no caso de navios que possuam portas laterais. As cargas retiradas podem ser posicionadas sobre o cais ou diretamente sobre as conjunto transportados próprios da operadora portuária. Em alguns casos é possível que o próprio pessoal da estiva transfira a carga manualmente até os armazéns. Nos demais casos, este transporte é realizado pelas conjunto transportados ou pelas próprias empilhadeiras.

Ao utilizar o modal rodoviário para transportar a carga do terminal, o procedimento adotado é semelhante ao executado para contêineres. A principal diferença encontra-se no local de onde a carga é transferida no interior do terminal, uma vez que os caminhos são direcionados às baías de despacho e recepção, e aguardam a liberação de alguma baía para estacionarem o veículo.

A operação de carga e descarga ocorre justamente nessas baías, e pode ser realizada manualmente ou com o auxílio de equipamentos de pequeno porte, como as empilhadeiras. A saída das conjunto transportados do terminal também é semelhante à realizada na movimentação de contêineres.

Na exportação, o processo é o inverso ao mencionado acima. Ambos podem possuir particularidades, dependendo do tipo de carga sendo transportada.

Da mesma forma que os contêineres, a carga geral também pode necessitar passar pela vistoria da Receita Federal, atividade que, tanto para os contêineres quanto para as cargas gerais, impõem à carga um tempo adicional de permanência no porto. O processo de verificação dos itens de carga geral destinados à



importação e exportação também se assemelha ao processo de fiscalização dos contêineres. De uma forma geral, durante a operação de importação, visa-se evitar o contrabando e detectar a entrada de carga proibida no país, enquanto que a operação de exportação busca apenas verificar se a carga declarada, bem como sua quantidade, estão de acordo com o que realmente está sendo transportado.

5.6 TERMINAIS DE VEÍCULOS

De maneira geral, as operações de carga e descarga de veículos em terminais portuários são feitas por rolamento, através de rampas de acesso entre o navio e o cais. Estas rampas podem estar localizadas na proa, na popa ou na lateral do navio, normalmente perpendiculares a ele, ou em alguns casos particulares, de forma diagonal. Tanto as operações de carga e descarga, quanto os navios que transportam esse tipo de carga, recebem o nome “roll on – roll off”, ou, de forma simplificada, “ro-ro”. A Figura 5.49 apresenta um navio ro-ro aportado e em operação, com destaque para a rampa de acesso entre o navio e o cais.



Figura 5.49 - Navio Ro-ro aportado (destaque para a rampa de acesso entre o navio e o cais).
Fonte: http://www.multiterminais.com.br/q_fotos_multicar.html.



5.6.1 ***Características do terminal***

Assim como nos terminais de contêineres, as áreas dos terminais de veículos também são divididas entre cais e retroárea, sendo que, no cais, ocorre a interface entre o navio e o restante do terminal. A retroárea, também conhecida como “pátio” neste tipo de terminal, é o local onde os veículos são armazenados. O acesso a este local é restrito ao pessoal autorizado, para a devida proteção da carga. É também na retroárea, região onde ocorre a interface do terminal com o modal rodoviário, que se localizam as áreas administrativa e alfandegária.

Como não é permitido o empilhamento dos veículos no local de armazenagem, os mesmos obrigatoriamente ficam estacionados lado a lado. Dessa forma, o dimensionamento estrutural do local da armazenagem deve considerar apenas a carga gerada pelo veículo mais pesado que possa ser estocado.

5.6.2 ***Equipamentos***

Uma vez que os veículos entram e saem do terminal guiados por motoristas, praticamente não existe o uso de equipamentos nesse terminal. Há apenas a necessidade de uma plataforma para fazer a ligação entre o navio e o cais.

Quando os veículos ingressam ou regressam do terminal através do modal rodoviário, são as conjunto transportados conhecidas como "cegonhas" que realizam sua movimentação. Nesse caso, são os próprios motoristas da empresa transportadora que colocam ou retiram os veículos da "cegonha".

5.6.3 ***Manuseio e operação portuária***

As entradas e saídas de veículos do terminal de veículos costumam ocorrer através dos modais rodoviário e aquaviário.

No caso da entrada de veículos através do modal aquaviário, no momento em que o navio atraca no cais para ser descarregado, é realizada uma verificação para analisar se há espaço disponível no pátio. Caso não haja tal espaço, as requisições de descarregamento ficam em aguardo até que esta condição seja revertida. Quando há espaço no pátio, um motorista da transportadora retira o veículo do navio



e o conduz, através do cais, até o pátio, onde outro motorista, desta vez da operadora, é solicitado apenas para manobrar e estacionar o veículo. Os motoristas, que devem voltar ao navio para retirar o restante da carga, são levados de volta ao costado através de um veículo de transporte de passageiros (micro-ônibus). Caso este esteja ocupado, os motoristas ficarão aguardando até que ele seja capaz de realizar tal tarefa.

Quando a entrada de veículos ocorre através do modal rodoviário, após a liberação para ingressar ao terminal, a carreta portando os veículos é encaminhada até um local próximo da armazenagem, e os veículos são guiados até seu local de estocagem.

Em relação à saída de veículos, quando esta é feita por navios, são realizadas solicitações prévias de carga. Tais solicitações alocam motoristas da operadora para retirar os veículos do pátio e deixá-los no cais prontos para que os motoristas da transportadora possam realizar o carregamento dos navios. Assim, os últimos levam os carros até os navios, e aguardam o micro-ônibus para levá-los de volta ao cais, de onde irão retirar mais unidades.

No caso da retirada dos veículos através do modal rodoviário, o carregamento das conjunto transportados é realizado pelos seus próprios motoristas, que guiam os veículos para o interior das mesmas, posicionando-os de forma adequada. Destaca-se que o ingresso destas no terminal só é permitido após a verificação de toda documentação.

É importante citar que as características desta operação podem variar conforme acordo entre operadora portuária, transportadora marítima, transportadora terrestre e montadora. Em alguns casos, a operadora pode somente fornecer a área de armazenagem (pátio), o que é pouco rentável para a mesma em comparação à movimentação de contêineres. Neste caso, uma alternativa é a utilização de um retroporto, que evita a ocupação com veículos de uma área considerada nobre por ter sido dimensionada para suportar as cargas referentes à movimentação de contêineres

A Figura 5.50 apresenta uma foto do Terminal Miguel Oliveira, em Camaçari.



Figura 5.50 - Terminal portuário de veículos Miguel Oliveira em Camaçari.
Fonte: <http://www.terra.com.br/istoedinheiro/edicoes/527/artigo65125-1.htm>.

5.6.4 **Cuidados e controles**

O controle de recebimento dos veículos no terminal é de grande complexidade e de extrema importância para as partes envolvidas. Por se tratar de uma carga relativamente frágil, de alto valor agregado, e movimentada diretamente por diferentes pessoas e empresas, o controle rigoroso, tanto no recebimento quanto na expedição do veículo, deve ser realizado por todas as partes envolvidas, uma vez que, caso haja algum dano não observado anteriormente, um responsável subsequente certamente acabará arcando com os prejuízos. Destaca-se, portanto, a existência de áreas reservadas nos pátios para que as montadoras possam colocar suas equipes para realizar tal controle.

A fim de se evitar possíveis danos aos veículos transportados, além do cuidado requerido pelos motoristas, é aplicada uma película protetora sobre a pintura dos mesmos. Esta proteção deixa o veículo com aparência opaca, mas evita, principalmente, riscos e pequenos danos ao seu acabamento. Após o recebimento final, esta película é removida através da lavagem do veículo.

O controle dos veículos é realizado em três diferentes momentos: quando o veículo ingressa no pátio, quando ele sai do pátio, e enquanto o mesmo encontra-se armazenado no mesmo. Tal controle é semelhante ao realizado na operação de



contêineres, ou seja, também utiliza o auxílio dos coletores. A principal diferença está ligada apenas ao fato de que os veículos não são empilhados e, portanto, o endereçamento possui informações de hemisférios, ruas, quadras, colunas e fiadas, mas não coordenadas de altura.

5.7 OPERAÇÃO EM EMBRAPORT

Até o momento da execução deste relatório, as definições a respeito da operação portuária em EMBRAPORT ainda não haviam sido estabelecidas, apesar de algumas alternativas já terem sido analisadas. Uma primeira opção era terceirizar o serviço com a contratação de uma empresa especializada em operação portuária para atuar em EMBRAPORT. Outras duas alternativas propostas envolveriam a própria EMBRAPORT no processo de operação. Uma delas numa sociedade entre EMBRAPORT e uma empresa especializada, fazendo com que ambas operassem o terminal em conjunto. Na outra EMBRAPORT operaria sozinha o terminal com o auxílio de consultorias especializadas contratadas para fornecer os subsídios necessários à empresa.

Outra indefinição que ainda pode ser observada é em relação aos tipos de carga a serem movimentados. A princípio, o terminal EMBRAPORT operaria diversos tipos de carga como granéis líquidos (álcool), granéis sólidos (açúcar), contêineres, veículos e carga geral (papel). Apesar de possuir autorização para operar todos estes tipos de carga, a empresa optou, em um segundo momento, por não movimentar mais açúcar a granel nem papel. Esta decisão foi tomada em função da dificuldade de gerenciar e operar um terminal com uma gama tão grande de cargas sendo movimentadas simultaneamente. A última modificação realizada foi a retirada de veículos do escopo da operação do terminal. Sendo assim, a última posição seria a de que EMBRAPORT somente movimentará contêineres e álcool. No entanto, toda a estrutura será dimensionada para receber a sobrecarga de contêineres. Como esta posição ainda não é definitiva e a empresa tem permissão de operar diversos tipos de carga, novas modificações podem ser realizadas a qualquer momento aumentando ou reduzindo ainda mais a diversidade de cargas movimentadas.



Também não há uma definição clara sobre como será o “layout” do terminal. Esta indefinição ocorre não só pelas constantes variações na escolha das cargas que serão movimentadas, mas também por não ter sido ainda delimitada a área que o terminal ocupará. Apesar disto, algumas configurações já foram propostas contendo a disposição dos locais de atracação, as regiões de manobra dos trens, as entradas e saídas do terminal, bem como as áreas destinadas à armazenagem das cargas movimentadas.

Em função da flexibilidade na escolha das cargas e também pela indefinição do “layout”, optou-se por descrever as características dos diferentes tipos de terminais que EMBRAPORT operaria no início. A partir daí será possível, num próximo momento, propor novas composições de cargas e configurações de “layout” para o terminal, que englobem alguns ou até mesmo todos os tipos de operação citados.



6 LOGÍSTICA

Esta seção compreende o estudo e análise de diferentes configurações da disposição de contêineres na retroárea, abrangendo a escolha e dimensionamento dos equipamentos necessários para a movimentação dos contêineres tanto na retroárea como no cais. Além disso, busca-se elaborar uma breve análise no que diz respeito à localização da linha férrea.

A fim de se determinar tanto os equipamentos a serem utilizados como a configuração dos contêineres na retroárea adotou-se uma técnica conhecida como *Benchmark*, cujo objetivo é encontrar exemplos de portos com alto desempenho e compreender os processos e práticas que os levam a ter tal desempenho. A seguir serão detalhados os terminais de referência que estão compreendidos no estudo.

6.1 TERMINAIS DE REFERÊNCIA

6.1.1 *ECT (Europe Container Terminals)– Euromax*

Este item abordará o terminal de contêineres Euromax localizado no Porto de Rotterdam e operado pela companhia ECT (Europe Container Terminals). Este terminal é responsável pela movimentação de 2,3 milhões de TEU's no ano de 2007, valor correspondente a aproximadamente 20% da carga movimentada no Porto, que é de 10,791 milhões de TEU's no mesmo ano. O terminal conta com 12 portêineres e 58 ARMG (Automatic Rail Mounted Gantry Cranes) entre outros equipamentos, e sua área é de 840.000m², conforme esquema ilustrativo do terminal na Figura 6.1.

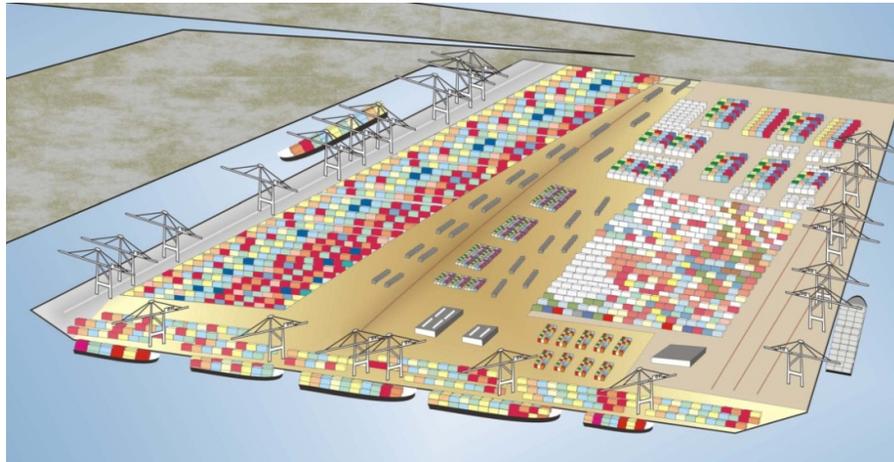


Figura 6.1 - Representação do Terminal Euromax.

6.1.2 *Container Terminal Altenwerder (CTA)*

O terminal de contêineres Altenwerder está localizado no Porto de Hamburgo e movimentou 2,4 milhões de TEU's no ano de 2007, valor correspondente à 24% da movimentação do Porto, que é de 9,9 milhões de TEU's no mesmo ano. Este terminal abrange uma área de 800.000m², conta com 15 portêineres e 52 RMG's. A Figura 6.2 apresenta uma ilustração do terminal, e a representa a operação de desembarque do contêiner.

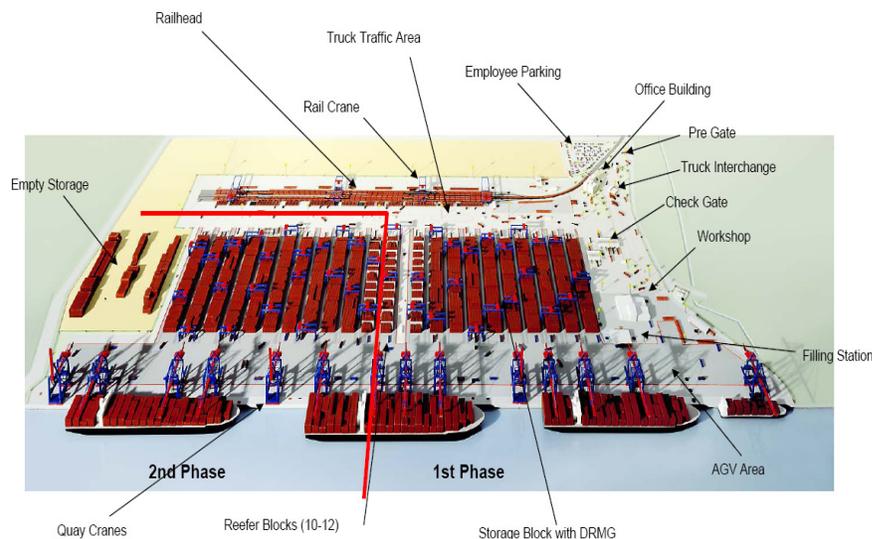


Figura 6.2 - Esquema representativo do Terminal de Altenwerder.

Fonte: www.port-net.net/activities/pdf/koch_bpt_container_09052006.pdf

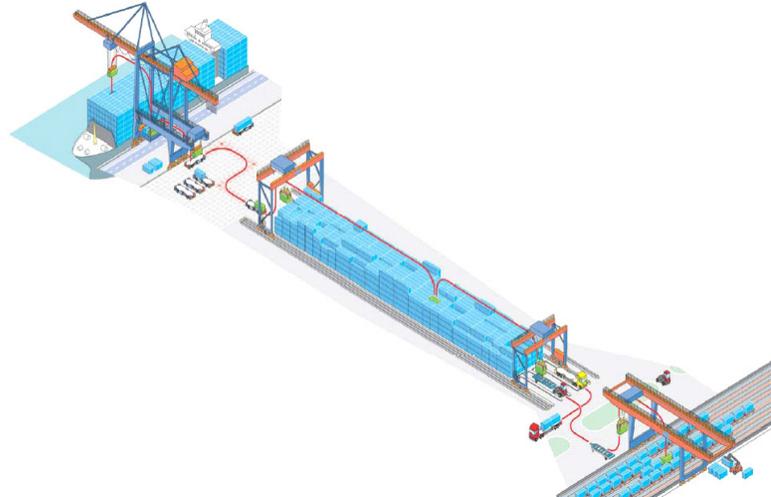


Figura 6.3 - Esquema representativo da operação de desembarque do contêiner.

Fonte - www.port-net.net/activities/pdf/koch_bpt_container_09052006.pdf

6.1.3 *Terminal de Contêineres Santos Brasil*

O terminal de contêineres da operadora portuária Santos Brasil localizado no Porto de Santos movimentou no ano de 2007, aproximadamente, 1,3 milhões de TEU's. Este terminal conta com 11 portôineres, 1 MHC, 37 Reach Stackers e 10 RTG's. Uma foto aérea do terminal pode ser observada segundo a Figura 6.4.



Figura 6.4 - Vista aérea do terminal de contêineres da Santos Brasil.

Fonte - http://www.santosbrasil.com.br/images/fotos_aereas/IMG_7764.jpg



6.2 DEFINIÇÃO DO LAYOUT

A definição do “layout” consiste em estabelecer a localização das vias de circulação interna, área destinada para armazenagem de contêineres, instalações de apoio logístico e conexão das vias rodoviárias e férreas com o terminal portuário, de modo a possibilitar que a operação portuária seja eficiente. Dado isto, estabelece-se uma nomenclatura para facilitar a localização dos contêineres, cujo seu endereço é informado pelo seu bloco, quadra, “row” ou lastro, “bay” e “tier” ou altura, representados pela Figura 6.5 e Figura 6.6.

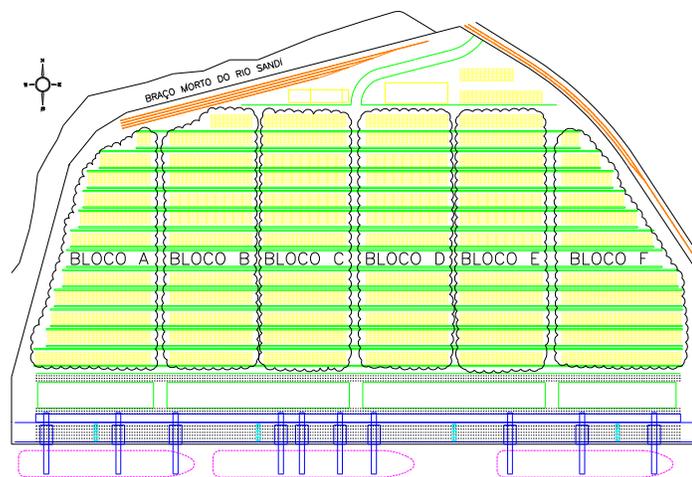


Figura 6.5 - Blocos

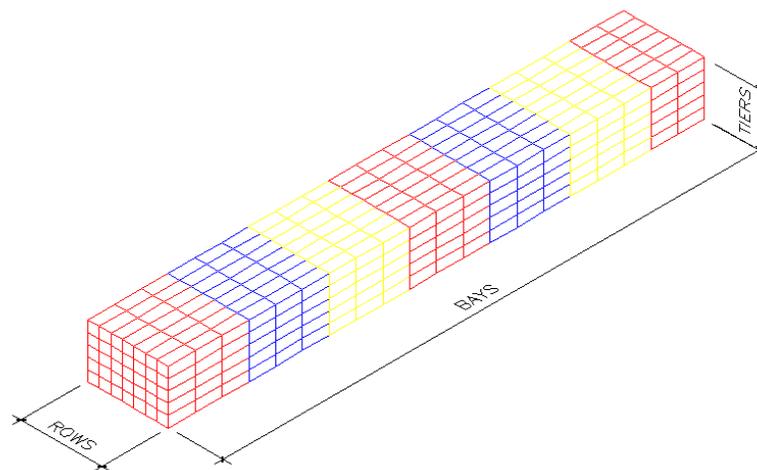


Figura 6.6 - Esquema representativo de uma quadra.



6.2.1 “*Layout*” preliminar de EMBRAPORT

Uma cópia da versão preliminar do “layout” do terminal de EMBRAPORT foi fornecida na visita técnica realizada no dia 30 de maio de 2008, conforme descrito no Apêndice N, e está apresentada segundo a Figura 6.7. A versão final não havia sido concluída até a última visita realizada pelo grupo no dia 27 de outubro de 2008.

Uma das principais características do “layout” apresentado é que a retroárea e o cais estão conectados por cinco pontes de acesso, representadas pelo número 1. Outro ponto relevante é o fato de as filas de contêineres estarem posicionadas paralelamente ao cais, com seus corredores coincidindo com as pontes de acesso mencionadas. Essa solução buscou facilitar a circulação dos conjuntos transportadores que movimentam os contêineres entre as áreas, além de permitir que as quadras de contêineres possuam comprimento médio de 130m, o que otimiza a produtividade dos equipamentos de movimentação nessa área (RTG's).

A maioria das quadras é destinada à armazenagem de contêineres de 20pés, pois na época da concepção do terminal considerou-se que a porcentagem de contêineres de 20pés seria maior que a de 40pés, com carga comum, ou seja, não refrigerada, e não perigosa. Na parte central da retroárea, próxima à via de acesso e às áreas 1 e 2 do terminal, há uma quadra destinada para armazenar contêineres de 40pés (número 2) e contêineres refrigerados (número 3). Nessa região especial, designada para alocar os contêineres refrigerados, o espaçamento entre os contêineres é maior, para permitir a passagem de cabos de energia. Além disso, próximo a esse local serão construídas quatro subestações elétricas, representadas pelo número 4.

Para o armazenamento dos contêineres com carga perigosa, escolheu-se uma área afastada dos demais contêineres e longe do cais, identificada pelo número 5. O local de armazenagem dos contêineres vazios é representado pelo número 6.

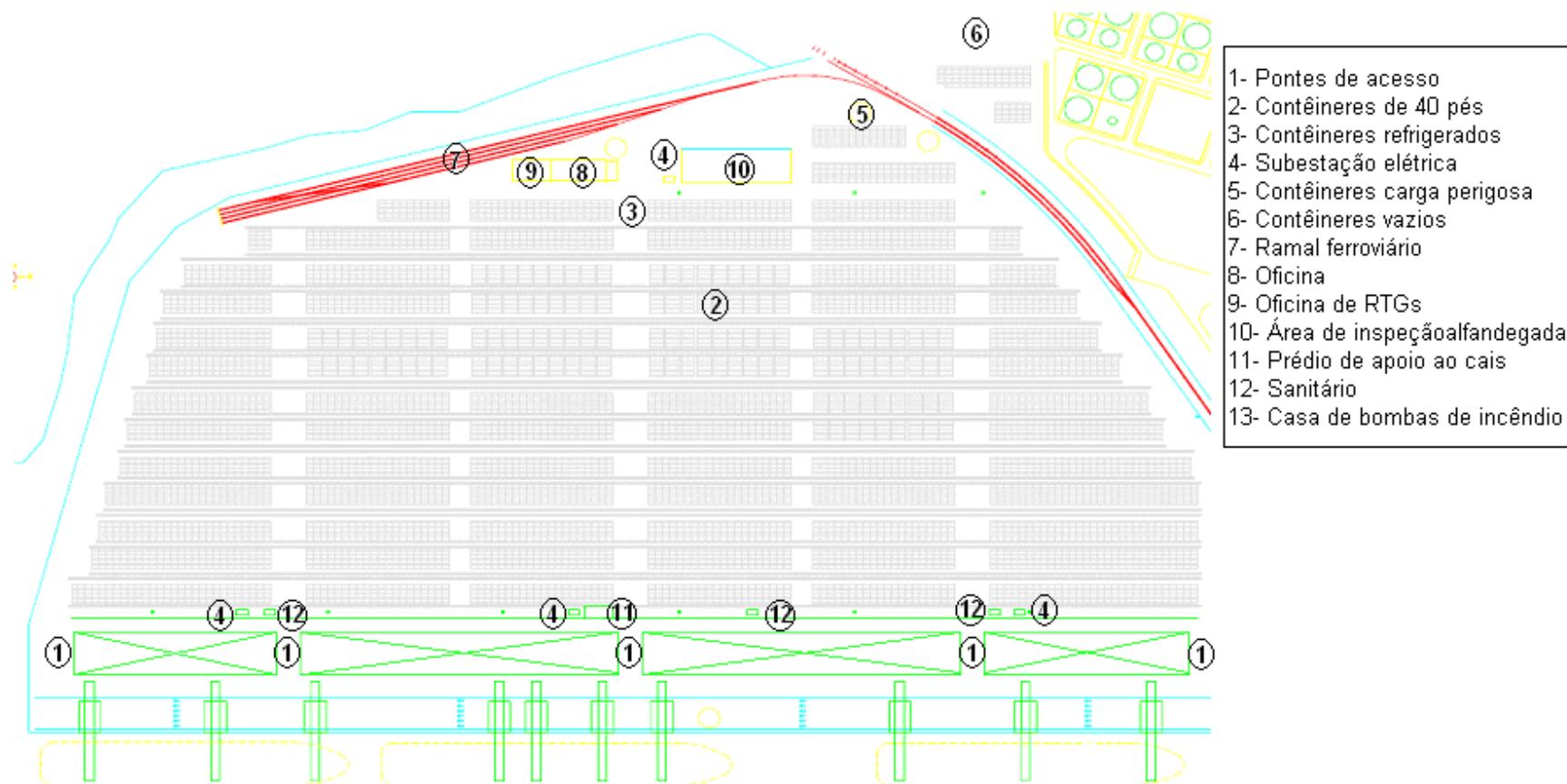


Figura 6.7 - "Layout" preliminar de EMBRAPORT.



Na retroárea existe também um ramal de acesso ferroviário, representado pelo número 7, ao lado do braço morto do Rio Sandi. O acesso permite que o trem seja carregado ou descarregado sem prejudicar o fluxo dos demais trens que passam pela estrada de ferro que atravessa o terminal. Sua disposição, no entanto, não favorece a chegada e saída de trens provenientes do interior, pois é preciso manobrá-los para entrar na retroárea de EMBRAPORT.

Na retroárea também estão previstas instalações de suporte à operação do terminal, como as subestações mencionadas anteriormente. Perto do ramal ferroviário está situada uma oficina geral para conjunto transportados, e uma oficina para RTG's, representados pelos números 8 e 9, respectivamente. A área de inspeção alfandegada fica próxima aos contêineres, de forma a evitar excessivos deslocamentos para a vistoria. Entre o cais e a retroárea está localizado o prédio de apoio ao cais, juntamente com diversos sanitários e subestações elétricas.

6.2.2 **Alternativas de “layout”**

Este item apresenta duas alternativas de “layout” desenvolvidas pelo grupo para o terminal portuário de EMBRAPORT, com o objetivo de obter a disposição de contêineres mais satisfatória para o terminal. Em seguida, para encontrar a melhor opção, definiu-se critérios de decisão relacionados com a capacidade de se atender à movimentação pretendida no terminal e o tempo de operação.

6.2.2.1 *Alternativa A*

Esta alternativa de “layout” foi baseada na versão preliminar de EMBRAPORT, contando com algumas alterações relativas ao acesso à retroárea e ao ramal ferroviário, conforme pode ser observado na Figura 6.8.



Figura 6.8 - Alternativa A.



Uma das alterações realizadas consiste no deslocamento da via que liga a retroárea à portaria do terminal para que essa coincida com uma das vias perpendiculares ao cais. Com isso, foi necessário modificar a localização das instalações de apoio logístico, inviabilizando a utilização do lado direito da via para armazenar contêineres vazios. Outra mudança refere-se à alteração da localização do ramal ferroviário, permitindo que os trens não tenham a necessidade de manobrar no momento de ingressar e regressar do terminal. Com isso foi possível alocar os contêineres vazios do lado esquerdo da via de acesso.

Além destas, outra alteração feita diz respeito a não mais existência de pontes de conexão do cais com a retroárea. Tal modificação levou ao aumento da capacidade de armazenagem do terminal, permitindo alocar mais contêineres na região próxima ao cais.

Dentre as características apresentadas no “layout” fornecido por EMBRAPORT, buscou-se manter alguns espaçamentos mínimos, como, por exemplo, o das vias laterais, com 35m de largura cada, mantido também entre o ramal ferroviário e as quadras. As vias paralelas ao cais, assim como no layout inicial, permitem apenas a passagem de duas carretas simultaneamente, sendo uma abaixo de cada RTG. As seis ruas perpendiculares ao cais possuem, cada uma, 3 faixas de tráfego em cada sentido, facilitando a movimentação no interior da retroárea, além de garantir o raio de curvatura suficiente para que os conjuntos transportadores acessem as vias paralelas.

6.2.2.2 Alternativa B

A Alternativa B foi baseada no Terminal Altenwerder (CTA) do Porto de Hamburgo e no Terminal ECT - Euromax, no qual as fileiras de contêineres estão dispostas perpendicularmente ao cais. Além disso, buscou-se deixar faixas de passagem em todas as direções, sendo que as perpendiculares continuaram com a mesma dimensão do primeiro “layout”, isto é, com três faixas para cada sentido. Paralelamente ao cais optou-se por deixar faixas de passagem dividindo a área de atuação de cada RTG, ou seja, a cada 130m. Esta última possui apenas 1 faixa para cada sentido, este “layout” pode ser observado segundo a Figura 6.9.

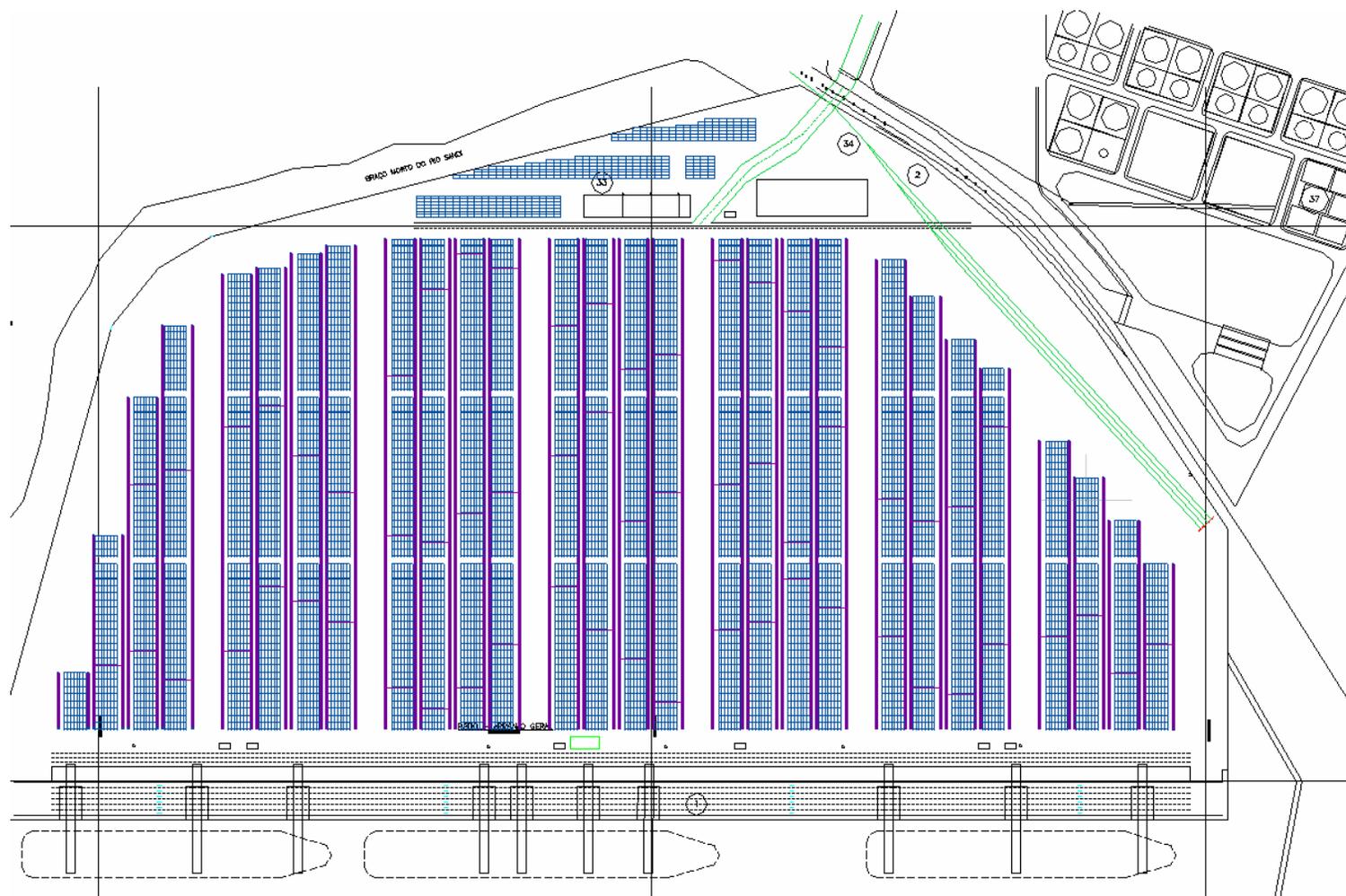


Figura 6.9: "layout" da Alternativa B.



6.2.3 *Estudo da capacidade dos “layouts”*

Dadas as configurações acima mencionadas, foi necessário avaliar se tais “layouts” atenderiam à movimentação almejada por EMBRAPORT que, de acordo com informações obtidas durante a visita do dia 27 de Outubro de 2008, seria de 2.000.000 TEU's por ano. Utilizando o dado da operadora portuária Santos Brasil de que 1 contêiner permanece no terminal 7 dias subseqüentes, tem-se que uma mesma posição da retroárea será ocupada por 52 TEU's diferentes durante um ano. Verifica-se que para esta demanda o espaço destinado à armazenagem deve ser de 38.460 TEU's, sendo que tal valor deve corresponder a aproximadamente 60% da capacidade total do terminal, parâmetro adotado por EMBRAPORT (Apêndice R).

Admitindo quadras com 7 contêineres de lastro e 4 contêineres de altura contabilizou-se todas as posições existentes nos dois terminais em estudo e no layout original fornecido por EMBRAPORT. Esse empilhamento foi considerado para permitir que o equipamento possa, caso necessário, acessar posições inferiores, movimentando os contêineres para a quinta altura que está vazia. A capacidade do terminal para armazenagem de contêineres está apresentada na Tabela 6.1.

Tabela 6.1 – Capacidade das alternativas.

Layout	Filas	Lastro (TEUs)	Altura (TEUs)	Capacidade (TEUs)
Original	Horizontais	7	4	42.028
1	Horizontais	7	4	43.792
2	Verticais	7	4	40.600

Com isso é possível concluir que todas as opções apresentadas atendem à demanda pretendida, considerando que 35% da capacidade do terminal corresponda à última altura das quadras juntamente com as vias de circulação parcialmente ocupadas.

Alguns operadores, por não conseguirem dispor adequadamente os lotes na retroárea ou por preferirem agrupar os lotes em regiões específicas, acabam recorrendo a uma região chamada “área de transição”, normalmente localizada próxima ao cais, para onde parte dos contêineres que estão chegando ou saindo do



terminal são encaminhados, permitindo que os Portêineres operem com sua maior capacidade sem depender dos equipamentos de retroárea. Na realidade deve-se buscar utilizar ao mínimo esta área, uma vez que o contêiner que passar por ali deve ser movimentado duas vezes ao invés de uma, o que acaba gerando custos adicionais ao terminal.

Admitindo que a operação buscará obter menores custos possíveis, pode-se concluir que não há a necessidade de criar “áreas de transição” no layout adotado e assim, será possível utilizar todo o espaço disponível para o armazenamento de contêineres.

6.2.4 Dimensionamento dos equipamentos

Com os layouts definidos é possível determinar a quantidade de equipamentos necessária para a operação. Esse item apresenta a metodologia utilizada para o dimensionamento, bem como as premissas e dados adotados nos cálculos.

6.2.4.1 Escolha dos equipamentos

Para a movimentação dos contêineres no cais, optou-se por utilizar os portêineres, pois, conforme estudado anteriormente, esses são mais eficientes que os MHCs, além de gerarem esforços concentrados menores no cais.

Já para a retroárea, há uma grande diversidade de equipamentos para a movimentação dos contêineres: RTG's, Transtêineres, Straddle Carriers e Reach Stackers. Em função da área destinada ao armazenamento dos contêineres ser limitada, não serão utilizadas as straddle carriers e nem as reach stackers para a operação do terminal. As straddle carriers necessitam que as pilhas de contêineres estejam espaçadas o suficiente para permitir o acesso do equipamento às pilhas, além disso, utilizando-se tal equipamento, o número máximo de empilhamento de contêineres fica restrito, podendo ser no máximo três. Já as reach stackers possuem alcance limitado, uma vez que para pilhas altas (7 contêineres), sua lança só consegue acessar o container da pilha mais próxima, além de necessitarem de corredores mais largos para operarem. Tais restrições para a ocupação da retroárea (pilhas com menos contêineres empilhados ou pilhas mais espaçadas) inviabilizam a



escolha desses equipamentos, pois com essas configurações não seria possível atender à demanda anual prevista de movimentação de contêineres. Assim, as opções que garantem melhor aproveitamento do espaço da retroárea são o RTG, e o RMG (transtêiner).

Dentre as duas opções optou-se pelo RTG, pois possui maior flexibilidade de alocação, ou seja, ele pode se locomover de uma pilha para outra, permitindo alterações no “layout”. O transtêiner, que somente se locomove sobre trilhos fixos, será utilizado no terminal ferroviário, uma vez que os trilhos do trem ficam em posição pré-definida e definitiva.

Resumidamente, os equipamentos escolhidos para atuar no terminal são o portêiner no cais, os RTG's na retroárea, o transtêiner no ramal ferroviário e as carretas na transição entre as áreas

6.2.4.2 Parâmetros adotados

EMBRAPORT pretende movimentar na primeira fase de operação de seu terminal 750.000 TEU's, e na segunda 2.000.000 TEU's, utilizando como equipamentos de retaguarda o RTG e a “Reach Stacker” e como equipamento de cais o portêiner.

Tabela 6.2: Parâmetros temporais adotados.

Parâmetros temporais adotados	
Dias úteis	363 dias
Tempo médio do navio atracado	11 horas
Tempo médio de movimentação de contêineres (final)	9 horas
Tempo médio de movimentação de contêineres (parcial)	13 horas

Tabela 6.3 - Resumo do cálculo da demanda do terminal.

Cálculo da demanda do terminal	
Movimentação anual pretendida (final)	2.000.000 TEU
Movimentação anual pretendida (parcial)	750.000 TEU
Contêineres 20 pés	50%
Contêineres 40 pés	50%
Movimentação anual pretendida	1.333.333 contêineres/ano
Movimentação diária pretendida	3.673 contêineres/dia
Movimentação horária pretendida (final)	408 contêineres/hora
Movimentação horária pretendida (parcial)	106 contêineres/hora



Segundo dados obtidos durante a visita à EMBRAPORT no dia 27 de Outubro de 2008, admitiu-se para o projeto que o RTG terá uma produtividade média 12mph, o RMG 15mph, o portêiner, na primeira fase, 20mph (movimentos por hora) e na segunda fase, 35mph. Além disso, assumiu-se que o terminal opera durante 363 dias no ano, o tempo de operação médio para embarque e desembarque de um navio na primeira fase é de 13 horas e na segunda fase é de 9 horas, conforme mostra a Tabela 6.2.

Para dimensionar a quantidade de transtêineres, consideraram-se os seguintes dados sobre os trens e a movimentação pretendida nos terminais, obtidos durante a visita à EMBRAPORT em 27 de outubro de 2008, e resumidos na Tabela 6.4 e

Tabela 6.5.

Tabela 6.4: Dados adotados sobre o transporte ferroviário.

Informações sobre trem:	
Comprimento do trem	1200 m
Quantidade de vagões	60 vagões
Quantidade de TEUs por vagão	3 TEU
Quantidade de TEUs em um trem	180 TEU
Quantidade de contêineres em um trem	120 contêineres
Tempo médio para movimentação de contêineres	3 horas

Tabela 6.5: Movimentação pretendida no terminal ferroviário.

Movimentação pretendida no terminal ferroviário	
Movimentação anual pretendida	15% 300.000 TEU
Movimentação diária pretendida	826,4 TEUs/dia 275,5 contêineres/dia
Quantidade de trens de 1200 m	4,6 trens/dia
Tempo médio para movimentação de contêineres	13,8 horas
Movimentação horária pretendida	20 contêineres/hora

Além disso, elaborou-se um carrossel médio para cada uma das alternativas, para estimar os tempos de ciclo dos conjuntos transportadores. As Figura 6.10 e Figura 6.11 apresentam respectivamente o carrossel das alternativas A e B.

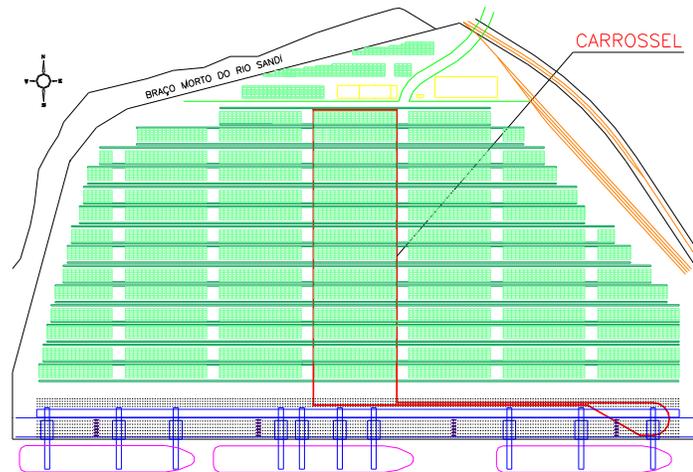


Figura 6.10: Carrossel para a Alternativa A.

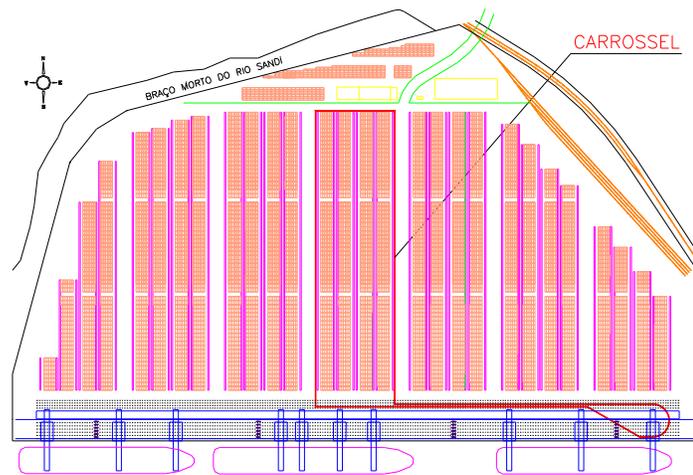


Figura 6.11: Carrossel para a Alternativa B.

6.2.4.3 Dimensionamento

Primeiramente, calculou-se a quantidade de portêineres e RTG's necessária para atender à demanda da primeira e da fase final, sendo os resultados apresentados na Tabela 6.6.

Tabela 6.6: Resultado do dimensionamento dos equipamentos nas fases de projeto.

	Fase inicial		Fase final	
	Portêiner	RTG	Portêiner	RTG
Tempo de ciclo (min/contêiner)	2,4	5	1,7	5
Produtividade (contêiner/hora)	25	12	35	12
Frota	5	18	12	69



Utilizando os dados obtidos sobre o terminal ferroviário, e seguindo o mesmo raciocínio aplicado anteriormente, obteve-se o número de transtêineres necessários no ramal ferroviário, para a fase final:

Tabela 6.7 - Dimensionamento dos transtêineres

Equipamento		RMG - Transtêiner
Tempo de ciclo	4	min/contêiner
Produtividade	15	contêineres/hora
Frota necessária	3	RMGs

Com os equipamentos já dimensionados, pôde-se fazer o cálculo da frota de conjuntos transportadores para o terminal. A Tabela 6.8 representa o resumo do dimensionamento, e no apêndice U está apresentada a memória de cálculo de todos os equipamentos mencionados.

Tabela 6.8: Resumo do dimensionamento do conjunto transportador.

	Fase inicial	Fase final
Tempo de ciclo conjunto Transportador (min/contêiner)	2,1	2,1
Tempo de ciclo Portêiner (min/contêiner)	2,4	1,7
Relação carreta/portêiner	6	6
Número de portêineres	5	12
Frota necessária de conjunto transportados	30	72

Cabe aqui ressaltar que os cálculos realizados nesse trabalho são simplificados, e representam apenas uma das diversas maneiras de dimensionar um terminal portuário. Outra alternativa, por exemplo, seria utilizar ferramentas de simulação, que não se encaixam no escopo desse relatório.

6.2.5 **Resultados**

Neste item será apresentado o resultado final do estudo operacional, a Tabela 6.9 apresenta os equipamentos dimensionados e a Figura 6.12 e Figura 6.13 trazem o “layout” definido com seus equipamentos posicionados para a fase inicial e final respectivamente. E, além disso, procura-se justificar o motivo pelo qual a Alternativa B foi a escolhida.



Como as duas alternativas atendem à movimentação pretendida por EMBRAPORT e ainda possuem o mesmo tempo operacional utilizando a mesma frota, propõe-se escolher a Alternativa B, já que esta é uma alternativa diferente da apresentada por EMBRAPORT e é utilizada em dois terminais de referência mundial (CTA e ECT –Euromax).

Tabela 6.9 - Resumo dos equipamentos do terminal.

	Fase inicial	Fase final
Portêiner	5	12
RTG	18	69
Transtêiner	3	3
Conjunto transportador	30	72

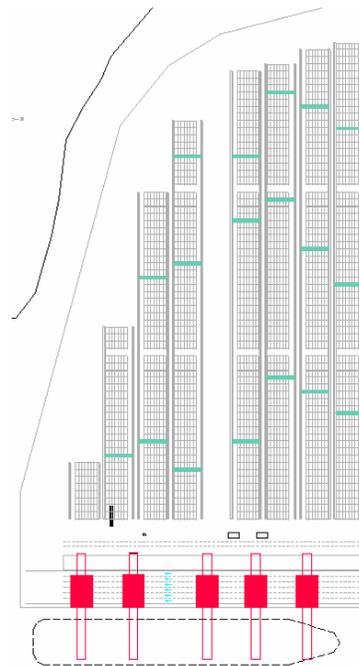


Figura 6.12 - Equipamentos da fase inicial.



Figura 6.13 - Equipamentos da fase final.



7 SUPERESTRUTURA

No presente capítulo, serão abordados assuntos referentes ao projeto estrutural da retroárea do Terminal de Contêineres de EMBRAPORT. Para o desenvolvimento desse estudo será necessária a utilização do STRAP, um programa de cálculo estrutural.

Nessa etapa é possível observar que algumas soluções adotadas neste trabalho divergem da obra real. As decisões tomadas, em relação às alterações, foram responsabilidade dos próprios integrantes do trabalho.

7.1 CONCEPÇÃO ESTRUTURAL

Na área estudada, optou-se por utilizar concreto pré moldado em pré vigas e pré lajes. Na **Error! Reference source not found.** e na **Error! Reference source not found.** estão representadas, respectivamente, as fôrmas das mesmas. No entanto, para o preenchimento e consolidação das peças, o concreto será moldado “in loco”.

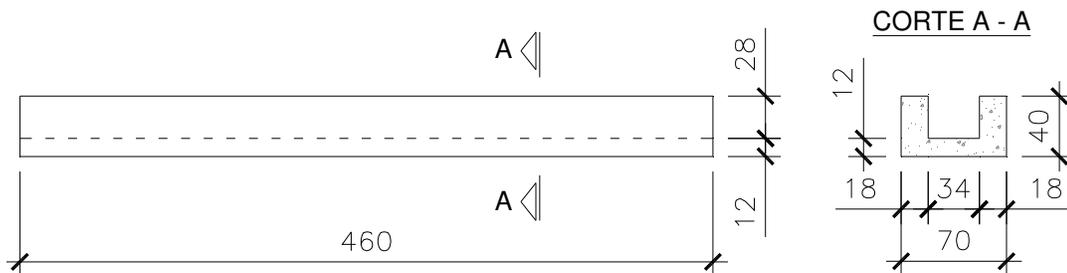


Figura 7.1: Fôrma da viga pré-moldada

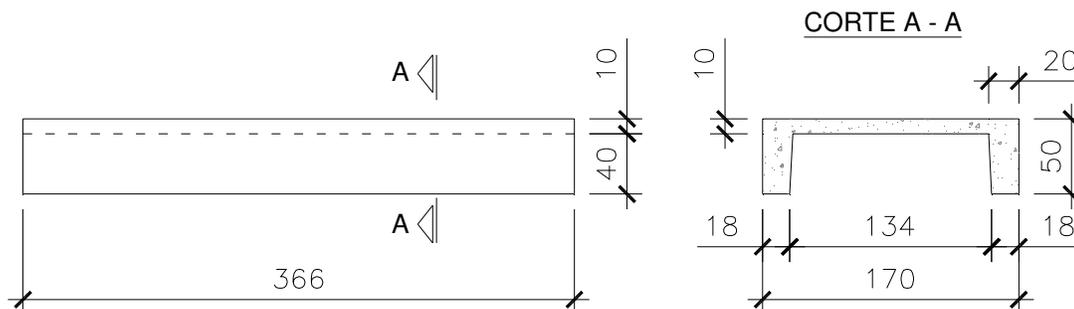


Figura 7.2: Fôrma da laje pré-moldada.



Para estudar essa estrutura, adotou-se uma região, considerada representativa, de 65m x 62,5m, apresentada na **Error! Reference source not found.** A **Error! Reference source not found.** e a **Error! Reference source not found.** representam um detalhe dos cortes longitudinal e transversal, respectivamente.

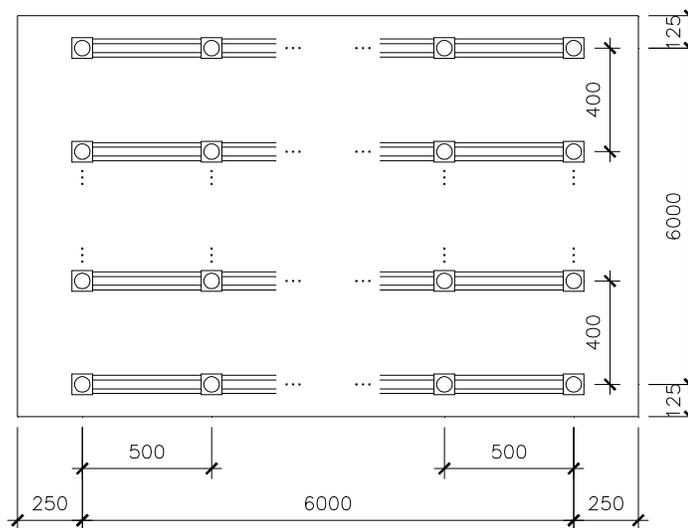


Figura 7.3: Região representativa da retroárea

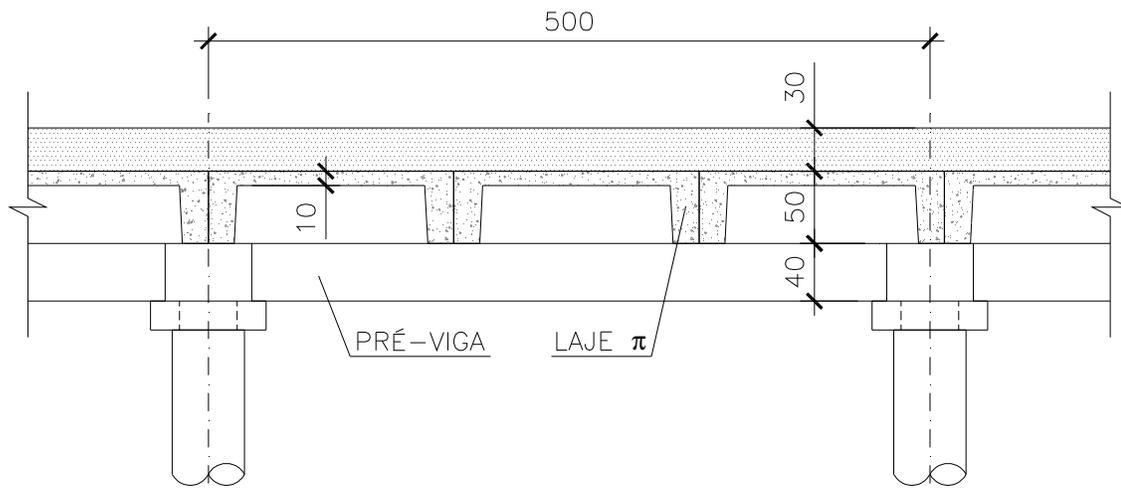


Figura 7.4: Detalhe do Corte Longitudinal

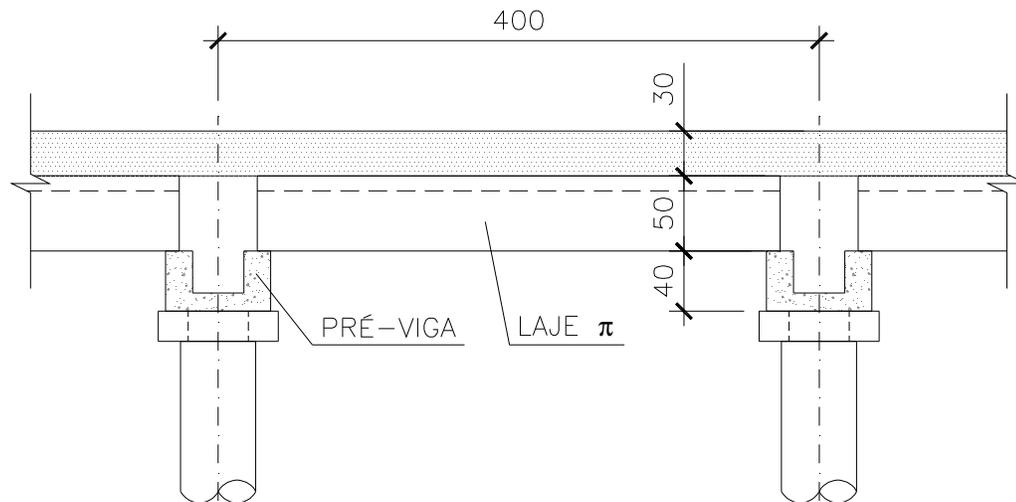


Figura 7.5: Detalhe do Corte Transversal

7.2 CARREGAMENTOS

Esta seção compreende o estudo dos carregamentos atuantes na retroárea do empreendimento, sendo estes:

7.2.1 **Peso próprio:**

$$Laje \pi + capa = 0,573 \text{ m}^2 / \text{m} \cdot 2,5 \text{ tf} / \text{m}^2 = 1,43 \text{ tf} / \text{m}^2$$

$$Viga longitudinal = 0,78 \cdot 2,5 = 1,95 \text{ tf} / \text{m}$$

7.2.2 **Pavimentação:**

Considerou-se que na pavimentação utiliza-se 5cm de areia com peso específico igual a 1,8 tf/m³, e que o bloco intertravado possui 10cm de espessura e peso específico 2,5 tf/m³.

$$pav = 0,05 \text{ m} \cdot 1,8 \text{ tf} / \text{m}^3 + 0,1 \text{ m} \cdot 2,5 \text{ tf} / \text{m}^3 = 0,34 \text{ tf} / \text{m}^2$$



7.2.3 **Reach-Stacker - SISU - 45 tf;**

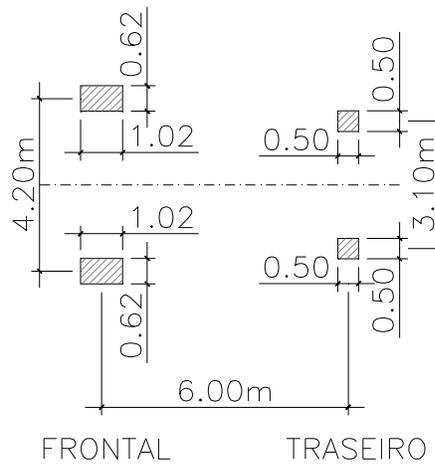


Figura 7.6: Esquema representativo do carregamento da Reach Stacker.
Fonte: Adaptado de FANTI (2007).

Considerando que há a abertura da carga a 45° para a superfície média da laje, obtém-se para cada apoio:

Sendo os carregamentos críticos:

- Eixo frontal: 94,0 tf;
- Eixo traseiro: 39,5 tf

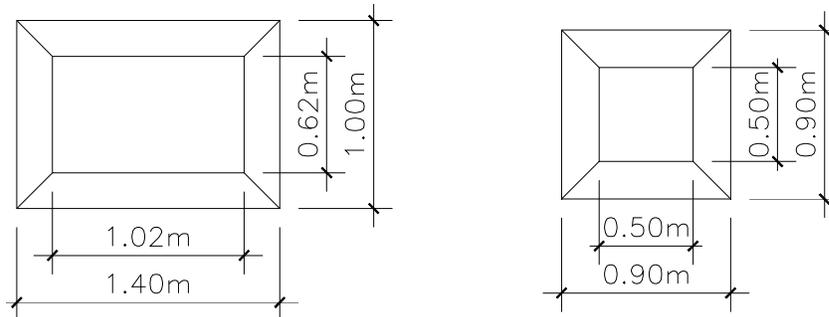


Figura 7.7: Esquema representativo do carregamento da Reach Stacker.
Fonte: Adaptado de FANTI (2007).

E, com isso, resulta-se nas seguintes pressões mínimas e máximas:

- Eixo frontal: 33,6 tf/m²;
- Eixo traseiro: 24,4 tf/m².



7.2.4 **Rubber Tired Gantry (RTG) - Kalmar - Modelo 412321-16L-2040C,**

As dimensões dos pneus são do modelo 18.00-25 ELV-5D 4S SC da Goodyear (fonte: http://www.goodyear.com.br/catalogo_pneus/fora_estrada/busca.htm?aplicacao=movimentadores#resultado):

Segundo o fabricante as cargas críticas são:

- Para a patola interna: 16,6 tf;
- Para a patola externa: 17,9 tf.

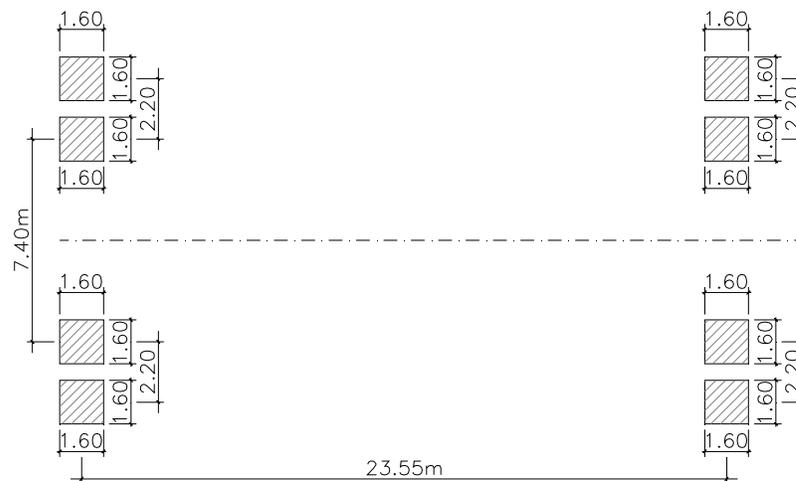


Figura 7.8: Esquema representativo do carregamento do RTG.

Abrindo-se a carga na laje média a 45° obtém-se para cada apoio:

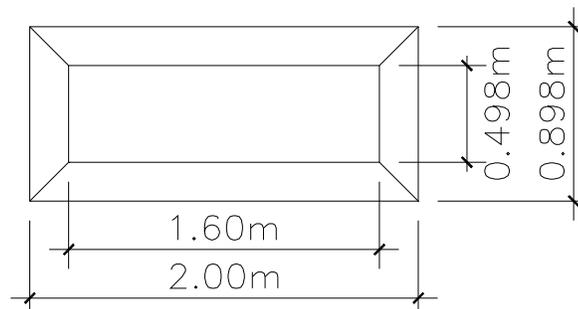


Figura 7.9: Abertura da carga

Com isso, resulta-se nas seguintes pressões mínimas e máximas:

- Patola externa: 9,25 tf/m²;
- Patola interna: 9,97 tf/m².



7.2.5 *Carga acidental (contêineres);*

Consideraram-se as seguintes cargas atuantes:

- 91,4 tf de carga concentrada e 1,0 tf/m de carga distribuída para contêineres de 20pés;
- 91,4 tf de carga concentrada e 1,8 tf/m de carga distribuída para contêineres de 40pés.

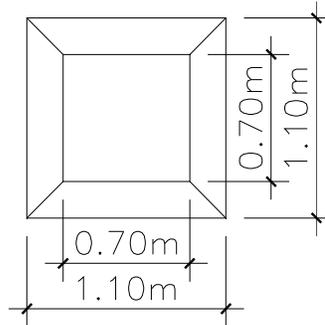


Figura 7.10: Esquema representativo do apoio do contêiner com a abertura das cargas.

Abrindo-se as cargas na laje média a 45° obtém-se:

- 83,3 tf/m² de pressão para a carga concentrada.

Pelo fato de o contêiner de 40pés possuir carga superior ao de 20pés, adotou-se para o dimensionamento o primeiro.

7.2.6 *Temperatura;*

A temperatura apresenta dois tipos diferentes de ações, uma permanente e outra variável, sendo elas a retração e o carregamento axial devido a variação da temperatura, respectivamente. Devido a complexidade para a determinação dos seus valores, estes foram adotados e estão apresentados a seguir.

- Para variação da temperatura: $\Delta T = \pm 15^{\circ}C$;
- Para retração: $\Delta T = -15^{\circ}C$



7.3 MODELOS DE SIMULAÇÃO

Considerando que o nível do trabalho deve-se equivaler ao de um projeto básico, optou-se por utilizar modelos planos para simular as estruturas. Para um melhor entendimento do funcionamento da estrutura dividiu-se o estudo em duas partes, a viga longitudinal e a laje. No caso das vigas, será usado um modelo aporticado e no das lajes, será utilizado o modelo de Fauchart.

7.3.1 *Modelo Longitudinal Aporticado*

O pórtico longitudinal será modelado com o comprimento de 65m, que corresponde à medida da área considerada representativa, descrita anteriormente. A largura colaborante adotada será a metade da largura entre eixos de estacas para cada lado da viga, como mostra a **Error! Reference source not found.**

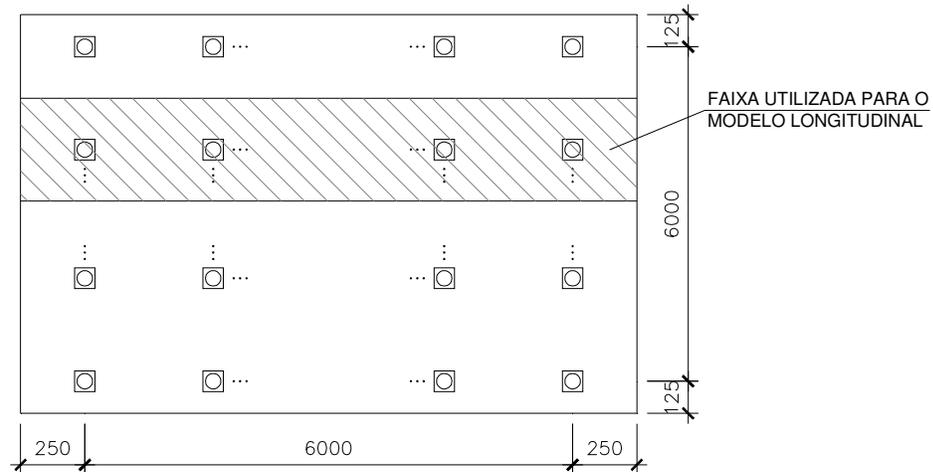


Figura 7.11: Desenho esquemático para divisão dos módulos aporticados longitudinais.

Na **Error! Reference source not found.** pode-se observar uma representação do modelo utilizado. No respectivo modelo, adotou-se estacas de 40m de comprimento. Para a determinação dos esforços atuantes na estrutura serão consideradas as seguintes cargas verticais: peso próprio, pavimento e contêineres. Quanto às cargas horizontais serão consideradas temperatura e retração.

A carga vertical acidental do contêiner será posicionada de acordo com o levantamento das linhas de influência, visando obter o máximo valor de momentos e cortante. As linhas de influência são diagramas que representam, para uma



determinada seção, os esforços produzidos por uma carga unitária que percorre toda a extensão da viga. Nas **Error! Reference source not found.**, **Error! Reference source not found.**, **Error! Reference source not found.** apresentadas a seguir estão apresentadas algumas linhas de influência obtidas durante o estudo e seus respectivos carregamentos.

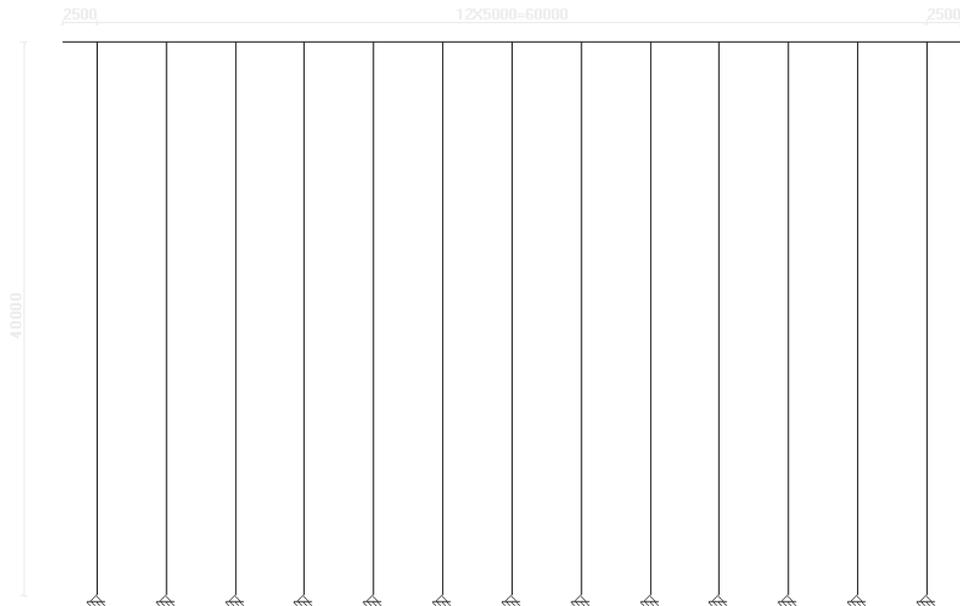


Figura 7.12: Modelo Apertado longitudinal

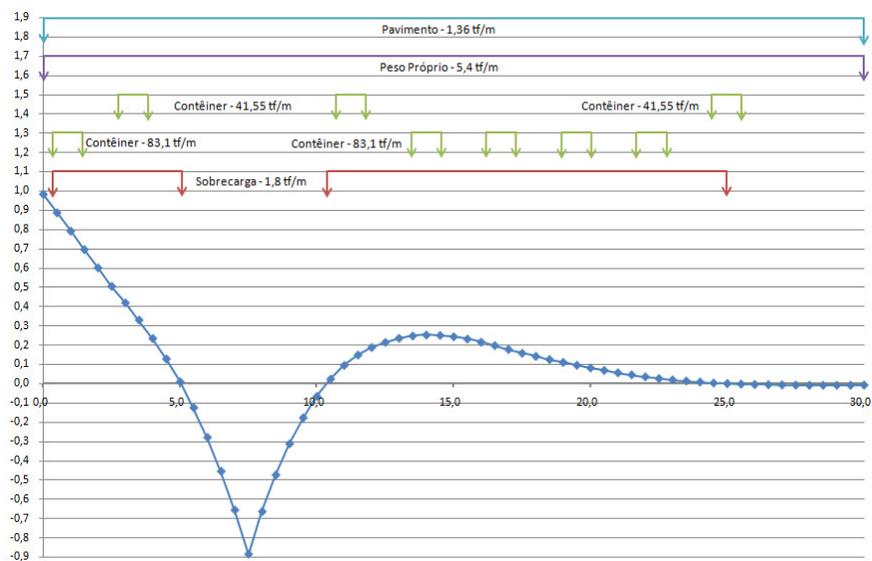


Figura 7.13: Linha de influência de momento fletor negativo no segundo apoio

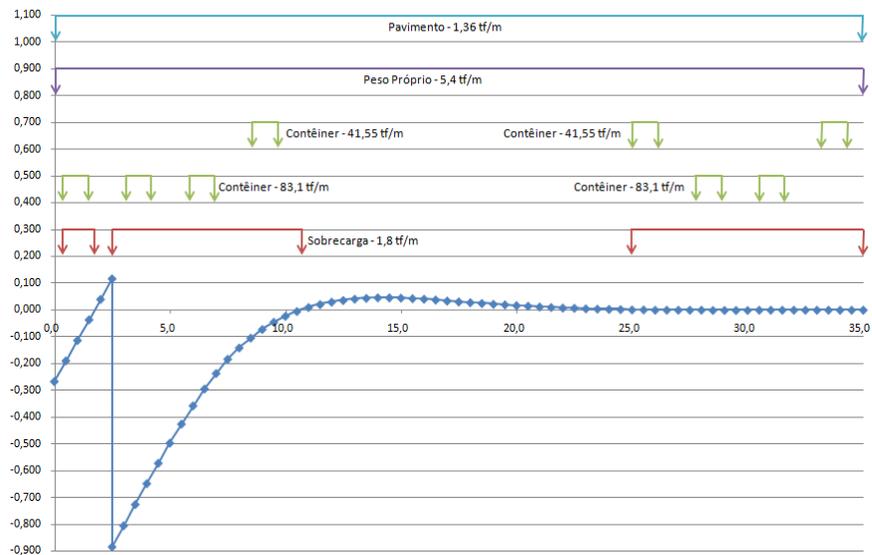


Figura 7.14: Linha de influência de força cortante no primeiro apoio

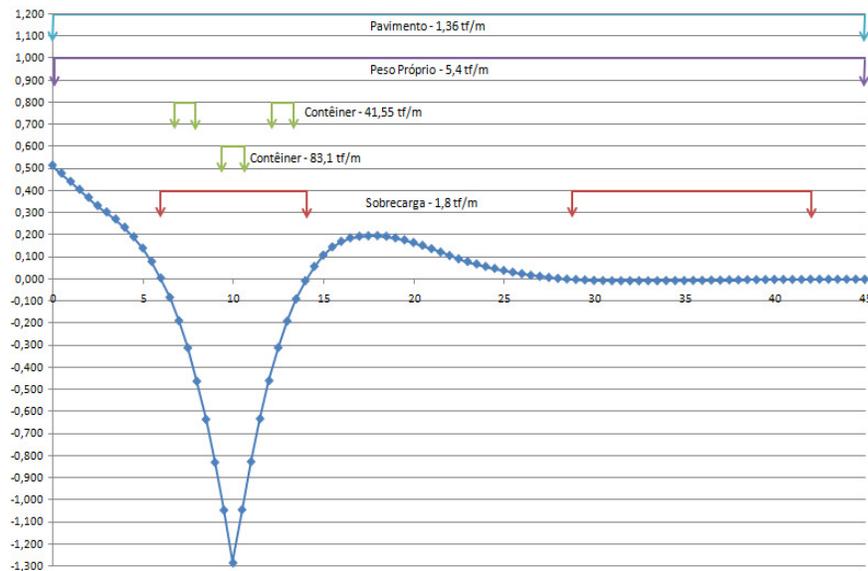


Figura 7.15: Linha de influência de momento positivo no primeiro apoio

7.3.2 Modelo de Fauchart

Ao utilizar o modelo de Fauchart pode-se transformar o problema bidimensional em unidimensional apenas desenvolvendo os carregamentos e os deslocamentos numa série de Fourier (STUCCHI, 1999).

Esse modelo consiste em simular as rigidezes das vigas por meio de molas. Como esse modelo foi adotado para o dimensionamento das lajes, serão adotadas as rigidezes das lajes, tanto pré-moldada quanto à capa de concreto, no lugar das



vigas. Abaixo estão apresentadas as equações para o cálculo das rigidezes das molas, assim como a seção das lajes, na **Error! Reference source not found.**

$$k_{v1} = \left(\frac{\pi}{l}\right)^4 \times E \times I_i \text{ (coeficiente de mola vertical)}$$

$$k_{\theta 1} = \left(\frac{\pi}{l}\right)^2 \times G \times I_i \text{ (coeficiente de mola a vertical)}$$

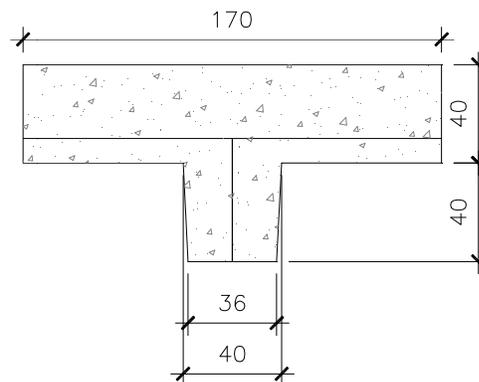


Figura 7.16: Seção das lajes para o modelo de Fauchart.

Para obter os resultados do modelo devem ser construídas duas estruturas, a primeira representa um corte longitudinal e a segunda um transversal. Neste estudo, foram feitos dois modelos transversais, um no vão da viga longitudinal e um sobre as estacas.

Primeiramente levantam-se as linhas de influencia de reação do modelo longitudinal, apresentado na **Error! Reference source not found.** Carregando-se essas linhas com a carga dos contêineres será obtida o esforço máximo que as lajes absorvem. Com esse valor, carregam-se as linhas de influência do modelo transversal sobre vigas e sobre estacas, representados respectivamente na **Error! Reference source not found.** e na **Error! Reference source not found.** obtendo assim os valores dos esforços solicitantes da estrutura. Nesses modelos foram utilizadas apenas cargas verticais.

S2=18863. S2=37725. S2=37725. S2=37725. S2=37725. S2=37725. S2=37725. S2=37725. S2=37725. S2=37725. S2=18863.

Figura 7.17: Modelo longitudinal de Fauchart

S2=5263.S2=5263.S2=5263.S2=5263.S2=5263.S2=5263.S2=5263.S2=5263.S2=5263.S2=5263.S2=5263.S2=5263.S2=5263.S2=5263.S2=5263.

Figura 7.18: Modelo transversal sobre vigas.

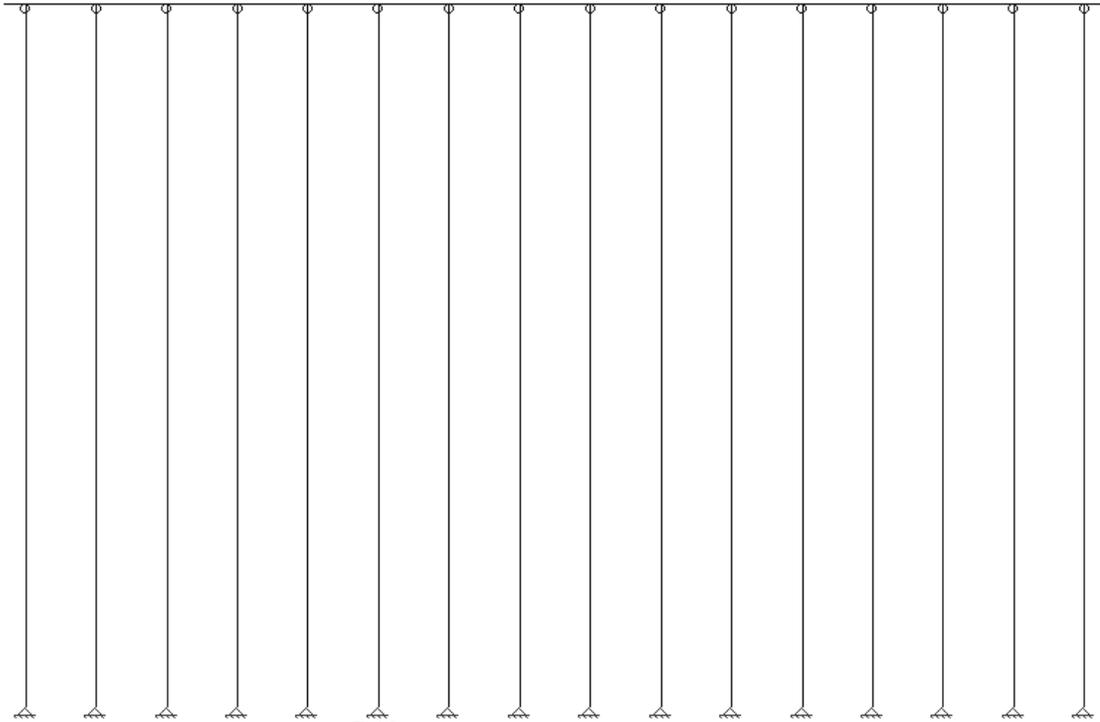


Figura 7.19: Modelo transversal de sobre estacas.

7.3.3 Resultados

Para a determinação dos esforços solicitantes de cálculo, devem-se ponderar os resultados de tipo de carga e combiná-los. Os coeficientes utilizados seguiram as seguintes normas: NBR-8681 e NBR-9782. Na **Error! Reference source not found.** estão apresentadas as combinações para o modelo longitudinal aperticado.

Tabela 7.1: Resumo das combinações utilizadas no modelo longitudinal aperticado.

	Combinação 1		Combinação 2	
	γ_f	Ψ_0	γ_f	Ψ_0
Carregamento				
Peso Próprio	1,35	1,00	1,35	1,00
Pavimento	1,35	1,00	1,35	1,00
Contêineres	1,50	1,00	1,50	0,70
Temperatura	1,20	0,60	1,20	1,00
Retração	1,20	1,00	1,20	1,00

Para os demais modelos utilizou-se a combinação 1 desprezando-se os efeitos de temperatura e retração.



A seguir estão apresentados, na **Error! Reference source not found.**, os resultados máximos do processamento dos modelos. Os gráficos encontram-se no apêndice I.

Tabela 7.2: Resumo dos esforços solicitantes máximos dos modelos

Modelo	M ⁺ (tf.m)	M ⁻ (tf.m)	V (tf)
Longitudinal Aporticado	267	315	233
Transversal Sobre Vigas	77,8	47,4	69,3
Transversal sobre Estacas	62,5	49,4	77,3

7.4 DIMENSIONAMENTO

O referente capítulo apresentará a seqüência de cálculo utilizada para a determinação das armaduras principais das vigas e lajes. Para o correto dimensionamento da estrutura deve-se definir a resistência característica do concreto à compressão, f_{ck} , e a resistência característica de escoamento do aço à tração, f_{yk} . Para garantir a capacidade portante da estrutura estes valores de resistências deverão ser minorados e as ações majoradas.

$$f_{ck} = 4000 \text{ tf} / \text{m}^2 ;$$

$$f_{cd} = \frac{f_{ck}}{1,4} = \frac{4000}{1,4} = 2857,1 \text{ tf} / \text{m}^2 ;$$

$$f_{yk} = 5,0 \text{ tf} / \text{cm}^2$$

$$f_{yd} = \frac{f_{yk}}{1,15} = \frac{5,0}{1,15} = 4,35 \text{ tf} / \text{cm}^2$$

7.4.1 Dimensionamento da viga longitudinal

Na **Error! Reference source not found.** está apresentada a seção resistente da viga longitudinal. Abaixo estão discriminados os dados da seção resistente.

- $l_{argura\ colaborante} = 0,1 \cdot 0,6 \cdot S_m = 30 \text{ cm}$, sendo S_m o vão da viga;
- $b_w = 0,70 \text{ m}$;



- $h = 1,20 \text{ m}$;
- $h_f = 0,30 \text{ m}$;
- $bf = bw + 2 \cdot \text{largura colaborante} = 1,30 \text{ m}$;
- $d' = 9 \text{ cm}$ devido as duas camadas de armadura ;
- $d = h - d' = 1,2 - 0,9 = 1,11 \text{ m}$.

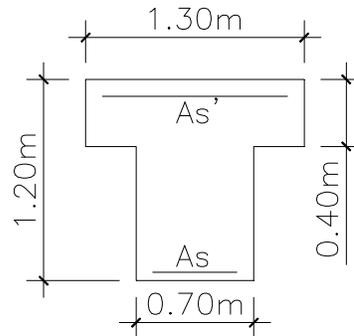


Figura 7.20: Seção transversal da viga.

A seguir está apresentada a memória de cálculo para a determinação da armadura para a seção descrita anteriormente. A viga não foi verificada para a flexo-compressão.

Dimensionamento a flexão simples.

- Cálculo da $A_{s,mín}$ (Armadura mínima):

$$A_{s,mín} = 0,23\% \cdot \text{Área concreto} \Rightarrow A_{s,mín} = 23,46 \text{ cm}^2$$

- Cálculo de A_s (Armadura para momento positivo):

$$M_d^+ = 267 \text{ tf} \cdot \text{m}$$

$$M_d = 0,68 \cdot b \cdot d^2 \cdot \beta_x \cdot f_{cd} \cdot (1 - 0,4 \cdot \beta_x)$$

$$267 = 0,68 \cdot 1,3 \cdot 1,11^2 \cdot \beta_x \cdot 2857,1 \cdot (1 - 0,4 \cdot \beta_x) \Rightarrow \beta_x = 0,089$$

$$0,68 \cdot b \cdot d \cdot \beta_x \cdot f_{cd} - A_s \cdot \sigma_s = 0$$

$$A_s = \frac{0,68 \cdot 1,3 \cdot 1,11 \cdot 0,089 \cdot 2857,1}{4,35} = 57,4 \text{ cm}^2 \Rightarrow 12 \phi_{25 \text{ mm}}$$



- Cálculo de A_s' (Armadura para momento negativo):

$$M_d^- = 315 \text{ tf} \cdot m$$

$$315 = 0,68 \cdot 0,7 \cdot 1,11^2 \cdot \beta_x \cdot 2857,1 \cdot (1 - 0,4 \cdot \beta_x) \Rightarrow \beta_x = 0,205$$

$$A_s' = \frac{0,68 \cdot 0,7 \cdot 1,11 \cdot 0,205 \cdot 2857,1}{4,35} = 71 \text{ cm}^2 \Rightarrow 15 \phi_{25 \text{ mm}}$$

Dimensionamento para força cortante:

Adotando modelo I de cálculo da NRB6118:2003, e considerando que o b_w adotado corresponde ao diâmetro da estaca.

- Verificação de compressão na biela

$$V_{rd2} = 0,27 \cdot \alpha_{v2} \cdot f_{cd} \cdot b_w \cdot d$$

$$V_{rd2} = 0,27 \cdot \left(1 + \frac{40}{250}\right) \cdot 2857,1 \cdot 0,6 \cdot 1,11 = 596 \text{ tf}$$

$$V_{sd} = 233 \text{ tf}, \text{ valor obtido do STRAP.}$$

$$V_{rd2} \geq V_{sd} \Rightarrow Ok!$$

A força V_{sd} não será reduzida.

- Cálculo da armadura mínima transversal

$$A_{s_{w,\min}} = 0,14\% \cdot b_w = 0,14 \cdot 7 = 9,8 \text{ cm}^2 / m$$

- Cálculo de V_c :

$$V_c = 9,0 \cdot f_{ck}^{\frac{2}{3}} \cdot b_w \cdot d$$

$$V_c = 9,0 \cdot 40^{\frac{2}{3}} \cdot 0,6 \cdot 1,11 = 70,1 \text{ tf}$$

- Cálculo de V_{sw} :

$$V_{sw} = V_{sd} - V_c = 233 - 70,1 = 162,9 \text{ tf}$$



- Cálculo da Armadura Transversal

$$\frac{A_{sw}}{s} = \frac{V_{sw}}{0,9 \cdot d \cdot f_{yd}}$$

$$\frac{A_{sw}}{s} = \frac{162,9}{0,9 \cdot 1,11 \cdot 4,35} = 37,5 \text{ cm}^2 / \text{m}$$

4 ramos, cada um com $9,4 \text{ cm}^2/\text{m} \Rightarrow \phi_{12,5 \text{ mm}}$ com 12,5

7.4.1.1 Seqüência Construtiva

O dimensionamento realizado no item anterior refere-se à fase de operação do terminal portuário. Porém, ao se trabalhar com peças pré-moldadas, existe outra etapa importante que deve ser considerada para o cálculo da quantidade de armadura necessária, a de construção. Neste capítulo serão apresentadas as diferenças entre essas duas etapas no caso de EMBRAPORT.

As vigas pré-moldadas serão içadas e posicionadas sobre as placas de cabeça, que deverão estar com a primeira etapa da concretagem “in loco” realizada, como mostra a **Error! Reference source not found.** e a **Error! Reference source not found.** respectivamente.

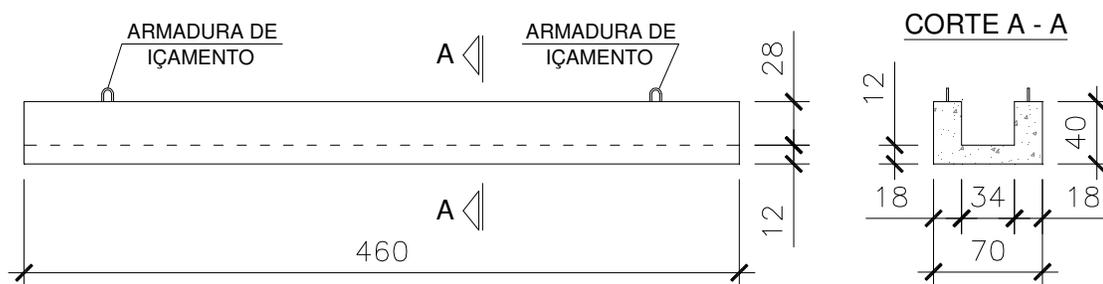


Figura 7.21: Içamento da viga pré-moldada.

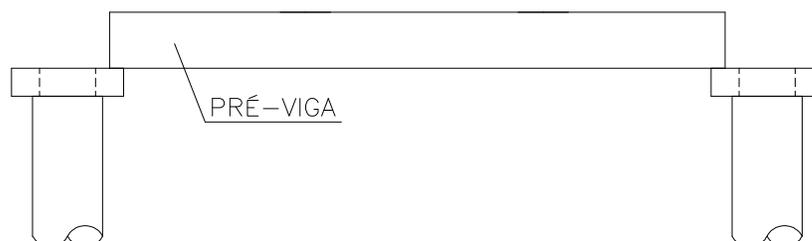




Figura 7.22: Posicionamento da viga pré-moldada.

Para a verificação do içamento, modela-se a viga como uma barra bi apoiada com balanço de ambos os lados. Usualmente, definem-se os balanços medindo um quinto do comprimento total da viga, isso proporciona um momento fletor negativo próximo do positivo. Durante a construção serão consideradas apenas as cargas de peso próprio. Nessa etapa, considera-se um concreto de f_{ck} 20 MPa.

$$A_0 = (0,70 \times 0,40 - 0,34 \times 0,28) = 0,1848 \text{ m}^2$$

$$g_0 = 0,1848 \times 2,5 = 0,462 \text{ tf/m}$$

- Verificação das alças de içamento:

$$R = \frac{g_0 \times L}{4} = \frac{0,462 \times 4,60}{4} = 0,531 \text{ tf}$$

$$R_d = R \times \gamma_f = 0,531 \times 4 = 2,13 \text{ tf}$$

- Verificação do momento negativo:

$$M^- = \frac{g_0 \times L^2}{2} = \frac{0,462 \times 4,60^2}{2} = 0,19 \text{ tfm}$$

$$M_d^- = M^- \times \gamma_f = 0,19 \times 1,25 = 0,24 \text{ tfm}$$

$$0,24 = 0,68 \cdot 0,70 \cdot 0,35^2 \cdot \beta_x \cdot 2857,1 \cdot (1 - 0,4 \cdot \beta_x)$$

$$\beta_x = 0,003$$

$$A_s = 0,158 \text{ cm}^2$$

- Verificação do momento positivo:

$$M^+ = M^- = 0,19 \text{ tfm}$$

$$M_d^+ = M^+ \times \gamma_f = 0,19 \times 1,25 = 0,24 \text{ tfm}$$

$$0,24 = 0,68 \cdot 0,36 \cdot 0,28^2 \cdot \beta_x \cdot 2857,1 \cdot (1 - 0,4 \cdot \beta_x)$$

$$\beta_x = 0,002$$



$$A_s = 0,175 \text{ cm}^2$$

- Verificação da força cortante:

$$V = \frac{g_0 \times (L - 2l)}{2} = \frac{0,462 \times (4,60 - 2 \times 0,90)}{2} = 0,65 \text{ tf}$$

$$V_{sd} = V \times \gamma_f = 0,65 \times 1,25 = 0,813 \text{ tf}$$

- Verificação de compressão na biela:

$$V_{rd2} = 0,27 \cdot \alpha_{v2} \cdot f_{cd} \cdot b_w \cdot d$$

$$V_{rd2} = 0,27 \cdot \left(1 + \frac{40}{250}\right) \cdot 2857,1 \cdot 0,36 \cdot 0,28 = 90,2 \text{ tf}$$

$$V_{sd} < V_{rd} \Rightarrow \text{Ok!}$$

- Cálculo V_c :

$$V_c = 9,0 \cdot f_{ck}^{\frac{2}{3}} \cdot b_w \cdot d$$

$$V_c = 9,0 \cdot 40^{\frac{2}{3}} \cdot 0,36 \cdot 0,28 \Rightarrow V_c = 10,61 \text{ tf}$$

- Cálculo do V_{sw} :

$$V_{sw} = V_{sd} - V_c$$

$$V_{sd} \leq V_c$$

- Cálculo da armadura mínima transversal:

$$A_{sw,\min} = 0,14\% \cdot b_w = 0,14 \cdot 36 = 5,04 \text{ cm}^2/m$$

Após o içamento e o posicionamento, retoma-se a etapa de concretagem da viga. Essa fase pode ser dividida em quatro partes, como mostra a **Error! Reference source not found.**

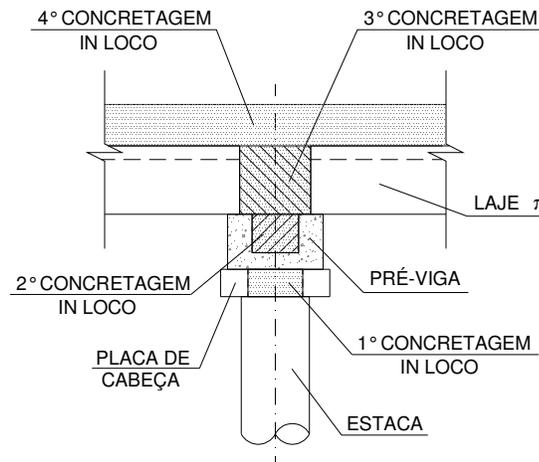


Figura 7.23: Seção com as fases de concretagem.

A segunda etapa de concretagem consiste em preencher o interior da viga pré-moldada para consolidá-la, como apresentado na figura anterior. Para a simulação dessa fase modela-se uma barra biapoiada com seção transversal resistente igual à da viga pré-moldada sob ação de uma carga uniformemente distribuída. Neste momento deve ser ressaltado que não será considerado o efeito da fluência devido a pequena carga.

$$A_1 = 0,70 \times 0,40 = 0,28 \text{ m}^2$$

$$g_1 = 0,28 \times 2,5 = 0,70 \text{ tf/m}$$

- Verificação do momento positivo:

$$M^+ = \frac{g_1 \times L^2}{8} = \frac{0,70 \times 4,60^2}{8} = 1,85 \text{ tfm}$$

$$M_d^+ = M^+ \times \gamma_f = 1,85 \times 1,25 = 2,32 \text{ tfm}$$

$$2,32 = 0,68 \cdot 0,36 \cdot 0,28^2 \cdot \beta_x \cdot 2857,1 \cdot (1 - 0,4 \cdot \beta_x)$$

$$\beta_x = 0,043$$

$$A_y = 1,94 \text{ cm}^2$$

- Verificação da força cortante:

$$V = \frac{g_1 \times L}{2} = \frac{0,7 \times 4,60}{2} = 1,61 \text{ tf}$$



$$V_d = V \times \gamma_f = 1,61 \times 1,25 = 2,66 \text{ tf}$$

- Verificação de compressão na biela:

$$V_{rd2} = 0,27 \cdot \alpha_{v2} \cdot f_{cd} \cdot b_w \cdot d$$

$$V_{rd2} = 0,27 \cdot \left(1 + \frac{40}{250}\right) \cdot 2857,1 \cdot 0,36 \cdot 0,28 = 90,2 \text{ tf}$$

$$V_{sd} < V_{rd} \Rightarrow \text{Ok!}$$

- Cálculo V_c :

$$V_c = 9,0 \cdot f_{ck}^{\frac{2}{3}} \cdot b_w \cdot d$$

$$V_c = 9,0 \cdot 40^{\frac{2}{3}} \cdot 0,36 \cdot 0,28 \Rightarrow V_c = 10,61 \text{ tf}$$

- Cálculo do V_{sw} :

$$V_{sw} = V_{sd} - V_c$$

$$V_{sd} \leq V_c$$

- Cálculo da armadura mínima transversal:

$$A_{sw,\min} = 0,14\% \cdot b_w = 0,14 \cdot 36 = 5,04 \text{ cm}^2/\text{m}$$

Após a consolidação das vigas com o concreto moldado “in loco”, o modelo passa de uma barra biapoiada para uma viga contínua. As lajes devem ser posicionadas somente depois dessa consolidação, pois caso contrário pode ocorrer um tombamento. Quando as lajes já estão devidamente alocadas, ocorre a terceira concretagem, que consiste em consolidar a viga com a laje, como mostrou a **Error! Reference source not found.** Nessa situação mantém-se o modelo de viga contínua.

- Verificação do momento negativo:

$$M^- = 6,7 \text{ tfm}$$

$$M_d^- = M^- \times \gamma_f = 6,7 \times 1,25 = 8,38 \text{ tfm}$$



$$8,38 = 0,68 \cdot 0,70 \cdot 0,35^2 \cdot \beta_x \cdot 2857,1 \cdot (1 - 0,4 \cdot \beta_x)$$

$$\beta_x = 0,018$$

$$A_s = 1,97 \text{ cm}^2$$

- Verificação do momento positivo:

$$M^+ = M^- = 4,8 \text{ tfm}$$

$$M_d^+ = M^+ \times \gamma_f = 4,8 \times 1,25 = 6,0 \text{ tfm}$$

$$6,0 = 0,68 \cdot 0,36 \cdot 0,28^2 \cdot \beta_x \cdot 2857,1 \cdot (1 - 0,4 \cdot \beta_x)$$

$$\beta_x = 0,058$$

$$A_s = 5,08 \text{ cm}^2$$

- Verificação da força cortante:

$$V = 7,6 \text{ tf}$$

$$V_d = V \times \gamma_f = 7,6 \times 1,25 = 9,5 \text{ tf}$$

- Verificação de compressão na biela:

$$V_{rd2} = 0,27 \cdot \alpha_{v2} \cdot f_{cd} \cdot b_w \cdot d$$

$$V_{rd2} = 0,27 \cdot \left(1 + \frac{40}{250}\right) \cdot 2857,1 \cdot 0,60 \cdot 0,28 = 150,34 \text{ tf}$$

$$V_{sd} < V_{rd} \Rightarrow Ok!$$

- Cálculo V_c :

$$V_c = 9,0 \cdot f_{ck}^{\frac{2}{3}} \cdot b_w \cdot d$$

$$V_c = 9,0 \cdot 40^{\frac{2}{3}} \cdot 0,60 \cdot 0,28 \Rightarrow V_c = 17,68 \text{ tf}$$

- Cálculo do V_{sw} :



$$V_{sw} = V_{sd} - V_c$$

$$V_{sd} \leq V_c$$

- Cálculo da armadura mínima transversal:

$$A_{sw,min} = 0,14\% \cdot b_w = 0,14 \cdot 60 = 8,4 \text{ cm}^2 / m$$

Depois é feita a quarta concretagem e, após essa etapa, o terminal de contêineres entra em operação. Portanto não há necessidade de simular novamente essa fase.

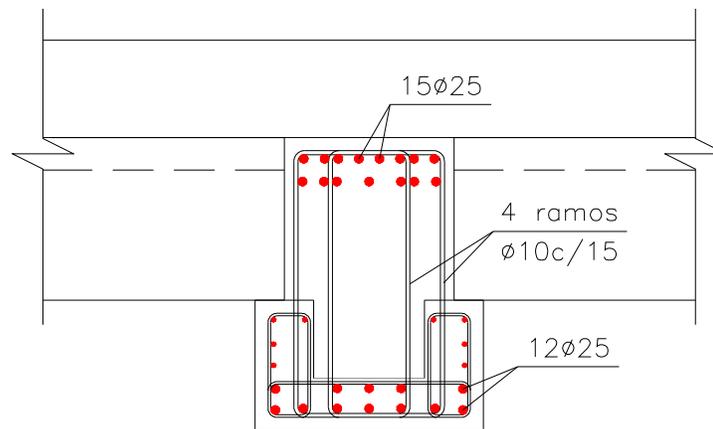


Figura 7.24 - Croqui de armação principal da viga longitudinal

7.4.2 Dimensionamento da laje “π”

Na **Error! Reference source not found.** está apresentada a seção resistente da viga longitudinal. Abaixo estão discriminados os dados da seção resistente.

- largura colaborante $e = 0,1 \cdot 0,6 \cdot \text{vão laje} = 0,24 \text{ m}$
- $b_w = 0,36 \text{ m}$;
- $h = 0,80 \text{ m}$;
- $h_f = 0,40 \text{ m}$;
- $bf = bw + 2 \cdot \text{largura colaborante} e = 0,88 \text{ m}$;
- $d' = c + \phi_{estribo} + \phi_{As} = 4 + 1,25 + 2,5 / 2 = 6,5 \text{ cm}$;
- $d = h - d' = 0,8 - 0,065 = 0,735 \text{ m}$.

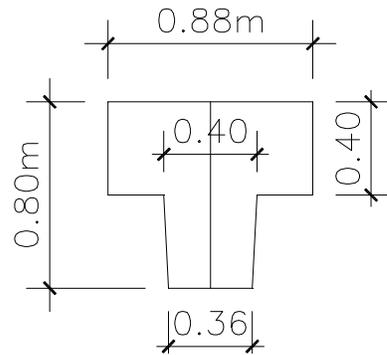


Figura 7.25: Esquema representativo da Laje - nervura.

Dimensionamento a flexão simples:

- Cálculo de A_s (Armadura para momento positivo):

$$M_d^+ = 77,8 \text{ tf} \cdot \text{m}$$

Após um cálculo preliminar, observou-se a necessidade de um número maior de camadas para o devido alojamento das barras. Por isso, adotou-se d' igual a 0,12 m.

$$77,8 = 0,68 \cdot 0,88 \cdot 0,68^2 \cdot \beta_x \cdot 2857,1 \cdot (1 - 0,4 \cdot \beta_x)$$

$$\beta_x = 0,103$$

$$A_s = \frac{27,53}{2} \text{ cm}^2 \Rightarrow A_s = 13,77 \text{ cm}^2 \Rightarrow 5 \phi_{20\text{mm}}$$

- Cálculo do A_s' (Armadura para momento negativo):

$$M_d^- = 49,40 \text{ tf} \cdot \text{m} \text{ (modelo sobre o vão)}$$

Adotando d' igual a 6,5cm, temos que d igual a 73,5 cm.

$$49,40 = 0,68 \cdot 0,36 \cdot 0,735^2 \cdot \beta_x \cdot 2857,1 \cdot (1 - 0,4 \cdot \beta_x)$$

$$\beta_x = 0,138$$

$$A_s^- = 16,30 \text{ cm}^2 \Rightarrow 6 \phi_{20\text{mm}} \text{ ou } \phi_{20\text{mm}} \text{ com } 15$$

Dimensionamento a força cortante:



$V_{sd} = 77,3 \text{ tf}$, valor obtido na interface da laje π com a viga.

- Verificação de compressão na biela:

$$V_{rd2} = 0,27 \cdot \alpha_{v2} \cdot f_{cd} \cdot b_w \cdot d$$

$$V_{rd2} = 0,27 \cdot \left(1 + \frac{40}{250}\right) \cdot 2857,1 \cdot 0,36 \cdot 0,68 = 158,63 \text{ tf}$$

$$V_{sd} < V_{rd} \Rightarrow Ok!$$

- Cálculo V_c :

$$V_c = 9,0 \cdot f_{ck}^{2/3} \cdot b_w \cdot d$$

$$V_c = 9,0 \cdot 40^{2/3} \cdot 0,36 \cdot 0,68 \Rightarrow V_c = 25,77 \text{ tf}$$

- Cálculo do V_{sw} :

$$V_{sw} = V_{sd} - V_c$$

$$V_{sw} = 77,30 - 25,77 = 51,53 \text{ tf}$$

- Cálculo da armadura mínima transversal:

$$A_{sw,\min} = 0,14\% \cdot b_w = 0,14 \cdot 40 = 5,6 \text{ cm}^2 / m$$

- Cálculo da armadura transversal:

$$\frac{A_{sw}}{s} = \frac{V_{sw}}{0,9 \cdot d \cdot f_{yd}}$$

$$\frac{A_{sw}}{s} = \frac{51,53}{0,9 \cdot 0,68 \cdot 4,35} = 19,36 \text{ cm}^2 / m$$

Considera-se que a armadura tenha 4 ramos, portanto cada ramo deve ter uma área de $4,84 \text{ cm}^2/m$, e com isso: $\phi_{10 \text{ mm}}$ com 15.

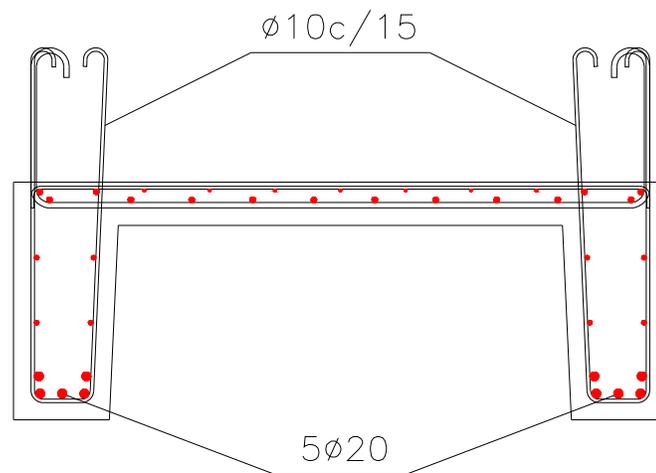


Figura 7.26 - Croqui de armação da laje pré-moldada

Apesar do detalhamento da capa de concreto ser fundamental para a determinação da taxa de aço, esse estudo não foi apresentado, pois depende de modelos espaciais, que não fazem parte do escopo deste trabalho.



8 INFRAESTRUTURA

O presente capítulo tratará das fundações do empreendimento. Será abordado o dimensionamento tanto geotécnico quanto estrutural das fundações. Cabe aqui ressaltar que, apesar de brevemente descritos, por questões de simplificação, não serão realizadas as verificações referentes ao atrito negativo e à questão da estabilidade dos solos, tanto relacionadas à sua estabilidade global quanto à execução de aterros sobre solo mole.

Admitiu-se a utilização de estacas pré-moldadas de concreto centrifugadas do tipo SCAC. A centrifugação é um processo que ordena os agregados conforme sua densidade, deixando o cimento e os agregados concentrados na face externa da seção da estaca. Esta escolha permite uma redução no consumo de concreto já que seu interior é vazado.

Com relação ao dimensionamento estrutural, foi feita apenas uma verificação para analisar se a estaca escolhida seria capaz de suportar o carregamento aplicado, utilizando uma tabela fornecida pela SCAC, ou seja, sem cálculos mais detalhados.

Para o dimensionamento geotécnico das estacas foram utilizados dois diferentes métodos estáticos, sendo um desenvolvido por Aoki e Velloso e o outro por Mello. Apesar de terem sido realizados diversos ensaios de campo na região estudada, como simplificação, optou-se por utilizar apenas o resultado do ensaio SPT que será brevemente descrito a seguir. Na região onde se dá a transição da retroárea aterrada para a estruturada foi necessário também calcular o efeito Tschebotarioff.

Por questões de simplificação, não será realizado o estudo da cravabilidade das estacas onde podem ser analisados os esforços de tração e compressão a que as estacas estarão submetidas durante sua cravação. Apesar disso será realizado um breve estudo buscando avaliar estes esforços e cobrindo o escopo deste relatório. Além disso, não será aqui abordada a questão das juntas entre estacas e a influência que a cravação tem sobre estas.



8.1 SONDAGEM DE SIMPLES RECONHECIMENTO – SPT

A sondagem a percussão é um ensaio realizado em campo, que consiste na cravação de um amostrador padrão. Esse é cravado deixando-se cair, de uma altura de 75cm, um martelo de 65kg. O ensaio permite determinar diversas características, como o tipo de solo, a posição no nível d'água e a resistência oferecida pelo solo à cravação do amostrador. Durante a realização do ensaio retiram-se amostras do terreno e assim é possível definir o tipo de solo que está sendo perfurado.

A resistência fornecida pelo ensaio é obtida metro a metro e recebe a designação N. Esta se refere ao número de golpes, isto é, ao número de batidas do martelo no amostrador, necessários para a sua cravação nos últimos 30cm de cada metro de solo.

Para realizar adequadamente uma sondagem deve-se analisar cautelosamente o tipo de obra que será executada. A quantidade de pontos de perfuração, sua localização e a estimativa da profundidade a ser atingida variam significativamente com o porte e a localização das construções no terreno. Apesar disso, a NBR6484 fornece critérios mínimos para orientar a profundidade das sondagens. Em alguns casos, por falta de informações a respeito da obra, as sondagens podem ser interrompidas de acordo com a Norma e se tornarem insuficientes para o dimensionamento das fundações.

8.2 ANÁLISE ESTÁTICA DAS ESTACAS

A seguir serão descritos os métodos estáticos utilizados para determinar a profundidade das fundações de posse do resultado de ensaios SPT's executados no solo em questão.

O método de Mello fornece uma estimativa do comprimento das fundações utilizando, para isso, apenas o resultado numérico do SPT. Já o método de Aoki & Velloso, um pouco mais trabalhoso, leva em consideração, também, as características do solo. Ambos os métodos utilizam-se das mesmas correlações para determinar a seção das estacas utilizadas.



A seção da estaca deverá fornecer área suficiente para suportar o carregamento aplicado. Para isso encontram-se diversas tabelas que relacionam a seção com a carga máxima que o elemento suportará em função de sua geometria (quadrada, circular, vazada). Para a retroárea de Embraport, optou-se por utilizar estacas centrifugadas do tipo SCAC. A Tabela 8.1 a seguir apresenta as características da estaca em função da carga aplicada.

Tabela 8.1 – Características da estaca em função da carga aplicada.

Diâmetro Externo	Espessura Parede	Carga Admissível		Área da Seção de Concreto	Área da Seção Cheia	Perímetro
		Estrutural	Compressão Tração			
De (cm)	e (cm)	N ck (tf)	N tk (tf)	Ac (cm ²)	At (cm ²)	U (cm)
26	6	50	13	377	531	82
33	7	80	16	572	855	104
38	7	100	19	682	1134	119
42	8	125	21	855	1385	132
50	9	170	23	1159	1963	157
50	10	185	23	1257	1963	157
60	10	235	33	1571	2827	188
60	11	255	33	1693	2827	188
70	11	315	42	2039	3848	220
70	12	335	42	2187	3848	220
80	12	400	50	2564	5027	251
80	15	500	55	3063	5027	251

Fonte: www.scac.com.br/fc.html (acesso em 08/01/09)

Para determinar os esforços aplicados às estacas, houve a necessidade de criar modelos longitudinais da estrutura e observar as resultantes em diversas situações. Analisando o modelo longitudinal chega-se aos esforços resultantes nas estacas em cada uma das situações. Estes estão apresentados na



Tabela 8.2. Com isso é possível concluir que as estacas estarão sujeitas a um carregamento característico máximo de 247tf juntamente com um momento de 18tf.m.



Tabela 8.2 - Resultante de esforços aplicada às fundações.

Nd (tf)	Nk (tf)	Md (tf.m)	Mk (tf.m)
328	234	34	24
346	247	25	18
295	211	11	8
159	114	5	3
59	42	5	4
36	26	6	4

Utilizando a carga anteriormente determinada, a seção escolhida foi a de 60cm de diâmetro com paredes de 11cm de espessura. Cabe aqui ressaltar que, para definir a seção da estaca, optou-se por utilizar apenas esta tabela, não sendo o escopo do trabalho fazer o cálculo detalhado das estacas. Além disso, a escolha da seção não leva em consideração os esforços de compressão atuantes durante sua cravação, que, em função do tipo de solo, podem chegar a ser duas vezes maior que a compressão a qual a estaca estará sujeita após ser cravada.

De acordo com o método de Mello, a tensão a ser resistida pelo solo deve ser majorada com fator 2,0 em relação à tensão aplicada à estaca, assim, tem-se:

$$\sigma_{adm \text{ do solo}} = 2,0 \cdot \sigma_c = 2,0 \cdot \frac{F}{A}$$

Onde F é a carga de 247tf aplicada à estaca e A, a área da seção cheia da estaca, que neste caso é de 0,28m², como pode-se observar na Tabela 8.1, apresentada anteriormente. Inserindo estes valores à fórmula chega-se a:

$$\sigma_{adm \text{ solo}} = 2,0 \cdot \frac{247}{0,28} \cdot \frac{1}{10} = 183,46 \text{ kgf/cm}^2$$

Cabe aqui ressaltar que, mesmo a estaca não tendo sua seção totalmente preenchida por concreto, deve-se admitir que toda seção suportará a carga, já que durante a cravação, parte do solo entrará no vazio da estaca criando um “tampão”.

A principal simplificação apresentada por este método consiste em transformar o resultado numérico do SPT em tensão. De acordo com Mello, o valor da tensão em um ponto consiste na simples somatória dos valores de SPT acima deste. Sendo assim, para obter uma estimativa de comprimento de estaca, basta



apenas buscar a profundidade em que a somatória do SPT se iguale à tensão a ser resistida pelo solo, isto é:

$$\sigma_{adm \text{ do solo}} = \sum_0^L SPT$$

Onde L representa o comprimento da estaca. Assim, no momento em que a somatória dos valores de SPT se igualarem ou ultrapassarem 183,46 kgf/cm² tem-se o local onde será apoiada a estaca.

O Método Aoki & Velloso também permite determinar o comprimento de estacas utilizando o ensaio SPT. Na realidade, este método foi desenvolvido para estimar o comprimento de estacas utilizando o resultado de outro ensaio, porém, em função do terminal possuir pequenas quantidades de ensaios desta natureza, optou-se por utilizar somente os resultados do SPT na região.

Para utilizar este método deve-se primeiramente corrigir o resultado do ensaio CPT para estacas utilizando os fatores F1 e F2. A conversão do resultado do CPT para o SPT se dá através da introdução das constantes K e α , variáveis com o tipo de solo apresentado. Tanto os fatores quanto as constantes são tabelados e estão apresentados nas Tabela 8.3 e



Tabela 8.4.

Tabela 8.3 – Fatores de conversão do ensaio CPT para estacas.

Tipo de estaca	F1	F2
Franki	2,5	5
Metálica	1,75	3,5
Pré-Moldada	1,75	3,5
Escavada	3,5	7



Tabela 8.4 – Valores das constantes K e α .

Tipo de solo	K (tf/cm²)	α (%)
Areia	0,01	1,4
Areia siltosa	0,008	2
Areia silto-argilosa	0,007	2,4
Areia argilosa	0,006	3
Areia argilo-siltosa	0,005	2,8
Silte	0,004	3
Silte-arenoso	0,0055	2,2
Silte areno-argiloso	0,0045	2,8
Silte argiloso	0,0023	3,4
Silte argilo-arenoso	0,0025	3
Argila	0,002	6
Argila arenosa	0,0035	2,4
Argila areno-siltosa	0,003	2,8
Argila siltosa	0,0022	4
Argila silto-arenosa	0,0033	3

Este método estimará separadamente as resistências de ponta e de atrito lateral suportada pelo solo. Para isso serão utilizadas as seguintes equações:

$$P_p = \frac{A_p \cdot q_c}{F_1}$$

$$q_c = K \cdot N_{SPT}$$

$$P_a = \frac{\sum U \cdot \delta_i \cdot f_{si}}{F_2}$$

$$f_{si} = \alpha \cdot q_c$$

Onde:

P_p é a resistência da ponta;

P_a é a resistência de atrito lateral no trecho;

A_p a área da ponta;

$U \times \delta_i$ é a porção da área lateral da estaca em que f_{si} se mantém constante;



α e K são parâmetros de correlação para adaptar o método ao SPT, uma vez que foi desenvolvido para utilizar o ensaio CPT;

q_c e f_s são, respectivamente, a resistência de ponta e de atrito lateral obtidas no ensaio CPT e;

F_1 e F_2 são fatores de conversão do ensaio para estaca que, neste caso, equivalem respectivamente à 1,75 e 3,5.

Para cada trecho tem-se uma resistência de ponta e uma resistência de atrito lateral. A resistência de ponta está relacionada à área de contato entre a estaca e o solo. Já o atrito lateral total corresponderá à somatória do atrito de todos os trechos ultrapassados pela estaca, e a resistência total, ou capacidade de carga de ruptura, corresponde à soma das resistências lateral e de ponta.

O comprimento final da estaca é então obtido no ponto onde a capacidade de carga do solo se iguale ou supere a capacidade de carga da estaca. A última, por sua vez, é a carga aplicada à estaca acrescida de um fator de majoração 2,0, ou seja:

$$\text{Capacidade de carga da estaca} = 2,0 \cdot F = 2 \cdot 247 = 494 \text{ tf}$$

Deve-se atentar para a região localizada logo abaixo da cota de apoio da estaca, uma vez que esta não poderá apresentar solos muito moles a fim de se evitar recalques.

Para obter a estimativa do comprimento das fundações foram escolhidos alguns pontos de sondagem na região onde haverá cravação de estacas. Para a escolha destes, buscou-se coletar pontos bem distribuídos que pudessem representar, de maneira simplificada, o solo no local da retroárea estruturada. A Figura 8.1 apresenta um esquema da retroárea mostrando os pontos selecionados e utilizados para o cálculo, bem como os que foram descartados.

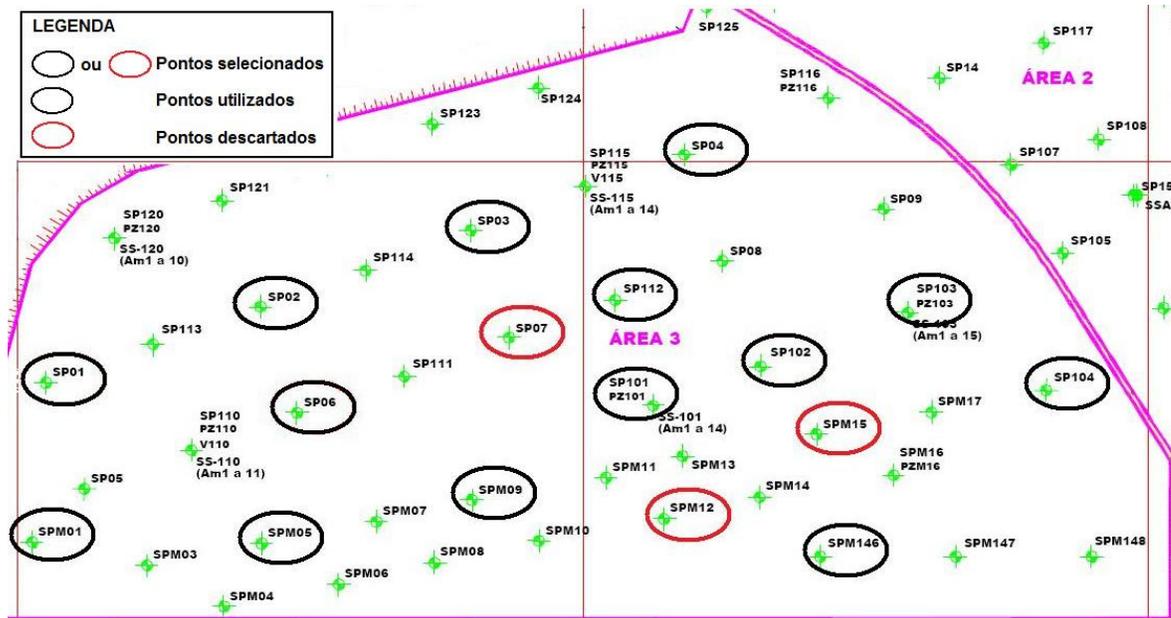


Figura 8.1 – Pontos de sondagem utilizados e descartados.

Durante a realização dos cálculos foi possível perceber que, em alguns pontos, os métodos não conseguiram encontrar a cota de apoio das estacas já que esta estaria abaixo da profundidade da sondagem. Dentre os problemas que causaram este fato pode-se concluir que, em dois casos, a sondagem não atingiu a profundidade necessária, isto é, o ensaio foi interrompido precocemente, provavelmente por seguir a norma e não dar atenção ao porte da obra, e, em outro caso, houve perda de parte da amostra de solo, impedindo a obtenção das características do solo. Nos demais casos, a sondagem foi interrompida, pois a camada de solo era impenetrável ao amostrador.

Para este último caso, decidiu-se por estender a sondagem, isto é, considerar mais alguns poucos metros de solo com as mesmas características do último ponto coletado. Este procedimento foi realizado baseando-se no fato de que a estaca conseguirá penetrar mais alguns metros no solo, (já que possui características diferentes do amostrador), e que sua resistência somente tenderá a crescer com a profundidade.

A Tabela 8.5 apresenta a profundidade que as estacas deverão penetrar no solo para os diferentes pontos de sondagem estudados. Pode-se perceber que houve pequena variação de comprimento entre os dois métodos de cálculo



empregados. Os apêndices G e H apresentam respectivamente a memória de cálculo do método desenvolvido por Mello e por Aoki&Velloso.

Tabela 8.5 – Resumo dos valores de profundidade das estacas obtidos.

Pontos	Profundidade (m)	
	Mello	Aoki& Velloso
SP 1	46	49
SP 2	32	32
SP 3	37	37
SP 4	38	43
SP 6	35	36
SP 101	43	42
SP 102	42	42
SP 103	42	45
SP 104	47	48
SP 112	39	40
SPM 1	41	42
SPM 5	42	41
SPM 9	39	40
SPM 146	44	44

Para estimar o comprimento total das estacas, foi necessário obter, além da profundidade, a parcela da estaca que ficará acima do solo, uma vez que esta cumprirá também a função de pilar da estrutura. Para encontrar este comprimento, foi necessário observar o perfil do solo e a cota em que se encontrará a retroárea. Pelo fato do grupo não possuir um levantamento planialtimétrico da região, optou-se por utilizar as cotas de cada ponto de sondagem apresentadas no resultado do ensaio SPT. Para a cota da retroárea utilizou o valor fornecido por EMBRAPORT de +3m.

A partir dos dados acima mencionado criou-se a Tabela 8.6 que apresenta o comprimento final das estacas nos pontos de sondagem calculado.



Tabela 8.6 – Comprimento final das estacas.

Pontos	Profundidade (m)		Cota do ponto (m)	Nível da retroárea (m)	Comprimento final (m)	
	Mello	Aoki& Velloso			Mello	Aoki&Velloso
SP 1	46	49	1,70		47,30	50,30
SP 2	32	32	1,07		33,93	33,93
SP 3	37	37	1,36		38,64	38,64
SP 4	38	43	2,00		39,00	44,00
SP 6	35	36	1,80		36,20	37,20
SP 101	43	42	1,75		44,25	43,25
SP 102	42	42	1,70		43,30	43,30
SP 103	42	45	1,65	3	43,35	46,35
SP 104	47	48	1,70		48,30	49,30
SP 112	39	40	1,47		40,53	41,53
SPM 1	41	42	0,85		43,15	44,15
SPM 5	42	41	1,20		43,80	42,80
SPM 9	39	40	1,12		40,88	41,88
SPM 146	44	44	2,00		45,00	45,00
				Mediana	43,225	43,275
				Média	42,0	43,0

A partir daí é possível estimar um comprimento médio das estacas de, aproximadamente, 43m. Pode-se notar que, para o cálculo realizado não foram descontadas a espessura referente às vigas e lajes de acabamento. Isso foi realizado visando-se obter maior segurança e minimizando a necessidade de pequenas concretagens sobre a cabeça da estaca, no caso de esta não atingir a cota necessária.

Cabe aqui ressaltar que não foram observadas as características do solo abaixo das sondagens, podendo, em alguns casos, as estacas não atingirem a resistência necessária ao encontrarem solos impenetráveis. Assim, será adotado o seguinte procedimento: primeiramente deve-se buscar cravar as estacas normalmente, sem nenhum reforço e, no momento em que não for possível continuar a penetração, será prevista a cravação de uma estaca ao lado desta fazendo com que o conjunto atinja a resistência exigida. Para as estacas próximas a esta será necessária a utilização de ponteiros metálicos para que consigam perfurar



o solo impenetrável atingindo assim a profundidade necessária. Caso este procedimento não gere resultados satisfatórios, deverão ser realizados novos cálculos visando aumentar o diâmetro das estacas.

8.3 DIMENSIONAMENTO ESTRUTURAL

Após o dimensionamento geotécnico, que definiu os comprimentos das estacas em toda a retroárea, faz-se o dimensionamento estrutural, cujo objetivo é verificar se as características da estaca, como área de concreto e armadura, são suficientes para suportar os carregamentos durante sua utilização. Cabe novamente aqui ressaltar que não foram realizados cálculos que buscassem verificar a integridade dos valores fornecidos pelo fabricante. As verificações aqui apresentadas englobam apenas ações não levadas em consideração pelo fabricante.

8.3.1 *Formulário e Metodologia*

As estacas da retroárea estão sujeitas a esforços de compressão elevados e a valores de momento reduzidos. Contudo, durante a construção do terminal as estacas são transportadas por guindastes, e o içamento gera momentos elevados, que também devem ser resistidos pela armadura da estaca. Assim, para determinar a quantidade de armadura necessária, serão consideradas as duas situações: a estaca durante o içamento, e a estaca atuando na retroárea construída.

Além de verificar se a estaca SCAC escolhida é adequada para suportar os esforços, também será definido o comprimento de fabricação das estacas, podendo haver ou não a necessidade de emendas posteriores.



8.3.1.1 Içamento (flexão)

Durante o içamento dos módulos da estaca, será utilizada uma barra amarrada em dois pontos da estaca, distantes o suficiente para que os momentos positivo e negativo sejam iguais. A Figura 8.2 ilustra a configuração do módulo em içamento e as distâncias para que os momentos se igualem.

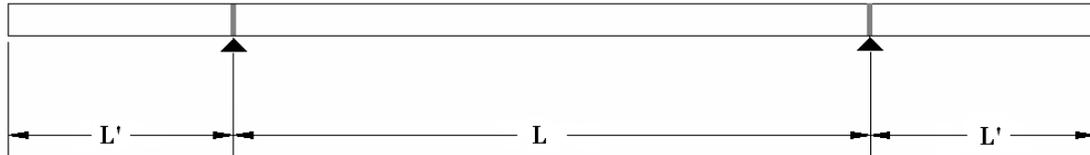


Figura 8.2– Representação do módulo da estaca em içamento.

Os comprimentos l e l' , correspondem, respectivamente, a distância entre os cabos de içamento e a distância entre o ponto de içamento e o fim da estaca, são obtidos através de uma equação de 2º grau, que iguala os momentos positivo e negativo.

$$M^+ = \frac{q \cdot L}{2} \cdot \frac{l}{2} - \frac{q}{2} \cdot \left(l' + \frac{l}{2} \right)^2$$

$$M^- = \frac{q \cdot l'^2}{2}$$

Definido o momento máximo durante o içamento, estudou-se as possibilidades de protender as estacas ou utilizar apenas uma armadura passiva, supondo comprimentos de módulos de 15, 23 e 45m.

Para determinar a protensão necessária, determinou-se a tensão de tração na estaca, admitindo que a mesma deveria ser, no máximo, igual ao valor de resistência à tração do concreto, o f_{ctk} .

$$\sigma_s = \frac{P}{A_c} - \frac{M \cdot y}{I} = f_{ctk}$$

Onde:

P = protensão necessária

A_c = área de concreto da seção



M = momento máximo

Y = distancia entre o CG da seção e local da seção onde deseja-se calcular a tensão

I = momento de inércia da seção

F_{ctk} = resistência à tração do concreto utilizado na estaca

Para a análise da segunda hipótese, que considera apenas a armação convencional, foi necessária a utilização do ábaco de Montoya adequado à seção transversal da estaca, que permite determinar a quantidade de aço necessária. Para isso, calculou-se o valor de μ , um parâmetro adimensional referente ao momento utilizado para consultar o ábaco, e observando o gráfico apresentado no anexo A, obteve-se o valor do coeficiente ω . A quantidade de armadura total necessária foi obtida através da equação:

$$\mu = \frac{M_d}{A_c \cdot h \cdot f_{cd}}$$

Onde:

M_d = momento máximo

A_c = área de concreto da seção

H = diâmetro da seção

F_{cd} = resistência á compressão do concreto (valor de cálculo)

$$A_{tot} = \omega \cdot A_c \cdot \frac{f_{cd}}{f_{yd}}$$

Onde:

A_{tot} = área de aço necessária

ω = taxa mecânica de armadura

A_c = área de concreto



f_{cd} = resistência à compressão do concreto (valor de cálculo)

f_{yd} = resistência à compressão do aço (valor de cálculo)

Os cálculos detalhados estão apresentados na memória de cálculo, no apêndice C, e os resultados obtidos estão resumidos na Tabela 8.7.

Tabela 8.7 – Resumo dos valores obtidos no dimensionamento estrutural das estacas para os casos de protensão e armação convencional.

Comprimento da barra	l (m)	l' (m)	Momento (kN.m)	Protensão			Armação convencional (cm ²)	N ^o barras ϕ 10
				Necessária (kN)	μ	ω		
15	8,8	3,1	20,4	-186,60	0,02	0,03	1,99	3
23	13,5	4,8	48,0	75,95	0,04	0,1	6,62	9
45	26,4	9,3	183,8	1367,98	0,15	0,42	27,80	36

Cabe aqui ressaltar que, apesar de poder realizar o içamento das barras sem necessitar protensão ou acréscimo de armadura, deve-se ainda analisar a tração solicitada pelas estacas durante sua cravação, porém, como já mencionado anteriormente, estes esforços não serão calculados.

8.3.1.2 Atuação na retroárea (compressão)

As estacas SCAC possuem gráficos de resistência à flexo-compressão, apresentados no anexo B. Através do ábaco, e dos esforços atuantes nas estacas é possível determinar qual estaca é a mais adequada para cada situação. No presente caso, como a estaca já foi previamente definida, pode-se averiguar se a mesma é apropriada.

8.3.2 Resultados

A protensão auxilia a estaca a suportar a tração gerada pela flexão, em contrapartida, a estaca perde capacidade de resistência à compressão. Como durante sua vida útil, a estaca será muito solicitada com esforços de compressão, optou-se por não utilizar a protensão na fabricação das estacas.

A estaca SCAC escolhida é armada e, de acordo com o fabricante, possui $14\phi_{10}$ barras, o que totaliza $11,2\text{cm}^2$ de aço, e comparando com os valores da tabela



obtidos para o içamento da estaca, pode-se perceber que a mesma pode ser utilizada em módulos de até 23m. Essa condição garante que a estaca possa ser transportada sem problemas.

Para a condição de utilização, na retroárea, como definido no item 8.2., as estacas estarão sujeitas a esforços normais de até 247tf, e momentos de 18tfm. Analisando o gráfico, pode-se perceber que a estaca determinada não é capaz de suportar o conjunto de esforços causados pelo carregamento da retroárea.

A partir dessa análise, outra estaca foi definida, possuindo maior seção resistente, a fim de suportar o carregamento vertical juntamente com o momento solicitante. Para isso foi necessário aumentar a taxa de aço e, conseqüentemente, a espessura da parede da estaca para fornecer cobertura adequado à armadura. Com os mesmos 60cm de diâmetro, a nova estaca possuirá $14\phi_{20}$, com aço CA-50, cobertura de 5cm e estribo de 6,3mm com aço CA-60.

A verificação da estaca para a situação de içamento foi realizada da mesma forma que a verificação anterior. Os resultados obtidos, apresentados na Tabela 8.8, mostram que é possível fazer todos os módulos nos diversos tamanhos cogitados. Entretanto, por questões construtivas e por facilidade de transporte, optou-se por continuar com módulos das estacas de 23m.

Tabela 8.8 - Verificação da estaca com espessura 15cm ao içamento.

Comprimento da barra	l (m)	l' (m)	Momento (kNm)	Protensão			Armação convencional (cm ²)	Nº barras ϕ_{20}
				Necessária (kN)	μ	ω		
15	8,8	3,1	25,6	-204,25	0,01	0,03	4,18	2
23	13,5	4,8	60,1	164,43	0,02	0,1	13,94	5
45	26,4	9,3	230,2	1978,74	0,09	0,23	32,05	11

Por fim, para verificar se a nova estaca definida é capaz de suportar os esforços determinados durante sua vida útil no terminal, foi construído seu diagrama de flexo-compressão, apresentado no apêndice J. Ao observá-lo, pode-se garantir que a estaca é, portanto, capaz de suportar a compressão de 247tf juntamente com o momento de 18tf.m. Portanto, esta será a estaca utilizada na retroárea estruturada do terminal de EMBRAPORT aqui desenvolvida.



8.4 EFEITO TSCHEBOTARIOFF

Além dos carregamentos verticais, algumas estacas podem estar sujeitas à ação de tensões horizontais. Essa situação ocorre quando a estaca está localizada adjacente a uma região de argila plástica em adensamento.

No terminal EMBRAPORT, as estacas de periferia, localizadas no encontro da retroárea estruturada com a retroárea aterrada, estão sujeitas a esses carregamentos horizontais, pois se situam em uma região de solo muito mole, e próximas a um aterro, responsável por promover o adensamento do solo subjacente.

8.4.1 *Formulário*

Segundo Tschebotarioff, 1978, as pressões laterais são representadas por um diagrama triangular com valor máximo localizado à meia altura da camada de solo mole, conforme mostra a Figura 8.3. O valor das pressões é função de parâmetros como a geometria da estaca, o coeficiente de empuxo em repouso, o tipo de material utilizado e a altura do aterro. A equação a seguir é a estimativa de Tschebotarioff para a pressão máxima p_H :

$$p_H = K_{CE} \cdot \sigma_z \cdot b$$

Onde:

p_H = valor máximo da pressão lateral

K_{ce} = coeficiente de empuxo em repouso

σ_z = incremento de tensão vertical no centro da camada de argila sob a aresta posterior do encontro, devido ao peso do aterro

b = largura da estaca

O coeficiente de empuxo em repouso, K_{ce} , utilizado na estimativa de Tschebotarioff, pode ser determinado através de uma correlação com o ângulo de atrito do solo, que, por sua vez, pode ser obtido através das tensões σ_1 e σ_3 do solo. As equações a seguir apresentam as correlações mencionadas:



$$\text{sen}\phi = \frac{(\sigma_1 - \sigma_3)}{(\sigma_1 + \sigma_3)}$$

$$K_{CE} = 1 - \text{sen}\phi$$

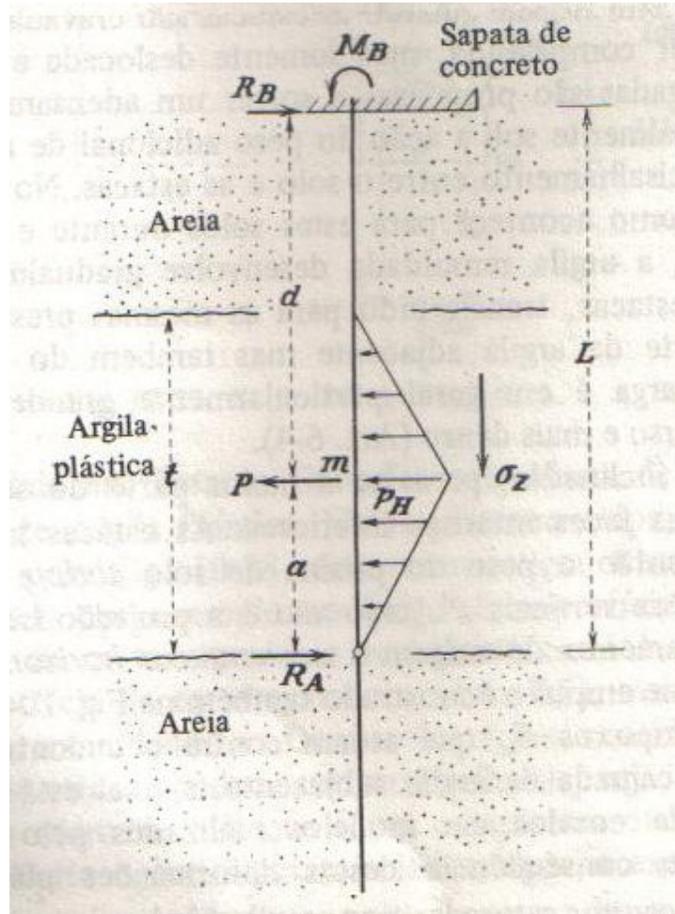


Figura 8.3 – Esquema de esforços para o dimensionamento de Tschebotarioff.
Fonte: Tschebotarioff, Gregory P.

Com a pressão p_H é possível obter o momento fletor na estaca, através das equações abaixo:

$$P = 0,9 \cdot p_H \cdot \frac{t}{2}$$

$$M_B = -\frac{P \cdot a \cdot (L^2 - a^2)}{2 \cdot L^2}$$



8.4.2 **Metodologia**

Para a região da periferia, primeiramente verificou-se a possibilidade de utilizar a mesma estaca aplicada na retroárea estruturada. Conforme descrito no capítulo 8.3.2, a estaca escolhida é a estaca do tipo SCAC com seção transversal de diâmetro 60cm e espessura 11cm.

Os valores das características do solo, como a altura do solo mole e o coeficiente de empuxo em repouso (K_{CE}), foram obtidos a partir de dados apresentados no Relatório Geotécnico, documento fornecido pela EMBRAPORT. O primeiro número é uma média das alturas de solo mole encontradas em vários SPT's na região da periferia da retroárea estruturada. Já o K_{CE} , foi calculado a partir das equações $K_{CE} = 1 - \text{sen}\phi$ e $\text{sen}\phi = \frac{(\sigma_1 - \sigma_3)}{(\sigma_1 + \sigma_3)}$, sendo os valores de σ_1 e σ_3 retirados do relatório. O Apêndice A apresenta a memória de cálculo para obtenção deste valor. Cabe aqui ressaltar que somente foi possível realizar estes cálculos em função do tipo de solo encontrado na região, uma vez que, para demais tipos de solo, pode-se obter desvios com relação aos valores reais.

Além dos parâmetros do solo, utilizou-se um dado do carregamento da retroárea. A carga acidental no aterro foi admitida como sendo igual à carga utilizada no item 7.3, e utilizando um fator de redução $\psi=0,4$ obteve-se o valor 2,72tf/m².

Na



Tabela 8.9 estão resumidos os dados utilizados para a determinação do momento fletor gerado pelo efeito Tschebotarioff.



Tabela 8.9 – Resumo dos dados adotados para o cálculo do efeito Tschebotarioff.
Dados adotados para o cálculo do Efeito Tschebotarioff

Carga na estaca		123 tf
Diâmetro da estaca	b	0,6 m
Coeficiente de empuxo em repouso	K_{CE}	0,66
Carga distribuída do aterro (acidental)	q	6,8 tf/m ²
Fator de redução para combinação quase permanente	ψ_2	0,4
Carga acidental quase permanente	q_{cqp}	2,72 tf/m ²
Peso específico do material do aterro	g_{aterro}	1,5 tf/m ³
Altura do aterro	h_{aterro}	3 m
Incremento de tensão vertical	s_z	7,22 tf/m ²

Calculou-se o momento fletor atuante na estaca escolhida quando utilizada na periferia da retroárea estruturada e chegou-se ao valor 200,7tfm. Os cálculos detalhados estão apresentados na memória de cálculo, no apêndice E.

8.4.3 Resultados

Analisando o diagrama MxN da estaca escolhida, apresentado no Apêndice J, observa-se que a mesma resiste a um momento de até 60,0tfm. Entretanto, a estaca de periferia será solicitada por uma força normal de 123tf e um momento de 189tfm, sendo, portanto, inviável a utilização destas estacas nessa situação.

Assim, sugere-se como alternativa o uso de uma estaca metálica, com perfil apresentado na Figura 8.4.

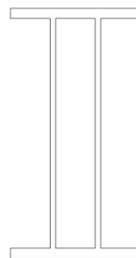


Figura 8.4 – Seção da estaca a ser utilizada

O perfil duplo I possui largura da mesa de 25cm e altura de mesa de 2cm. As almas possuem cada uma 1cm de espessura, e a altura foi definida de acordo com a resistência que o perfil deve apresentar.



Aplicando novamente as equações de Tschebotarioff para a estaca metálica, obtém-se um momento solicitante característico de 75,3tfm. Para resistir a esse momento, e à força normal de 123,5 tfm, considerou-se que a parte central das almas seria responsável por suportar a força normal, e que o restante das almas mais as mesas, suportariam o momento. Assim, a altura das almas necessária para a força normal é de 72cm, enquanto que para suportar o momento é preciso 31,1cm além das mesas, como mostra a Figura 8.5. Os cálculos detalhados da obtenção do perfil estão apresentados na memória de cálculo no apêndice D.

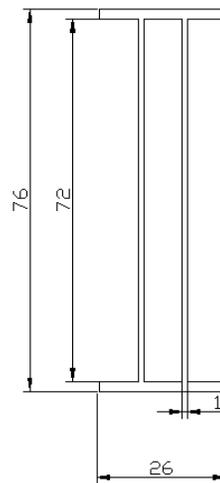


Figura 8.5 – Seção final da estaca metálica.

8.5 ATRITO NEGATIVO

O Atrito negativo é um fenômeno que ocorre quando se realiza a cravação de estacas perfurando solos compressíveis. Este é comumente observado quando o terreno ainda está em processo de adensamento, podendo ser causado pela introdução de carregamentos sobre os mesmos. Observando as sondagens, pode-se perceber que toda região apresenta uma grande camada de solo muito mole e, conseqüentemente, de grande compressibilidade.

Esse fenômeno faz com que a camada de solo, ao ser comprimida, tenda a alterar o sentido do atrito atuante nas estacas, isto é, ao invés da resultante dos esforços nesta camada ser vertical para cima, passa a ser para baixo. Com isso, as estacas passam a aplicar maior carga no solo além de reduzir a parcela de suporte.



As Figura 8.6 apresentam, respectivamente, um esquema das resultantes atuantes quando há e quando não há o efeito do atrito negativo.

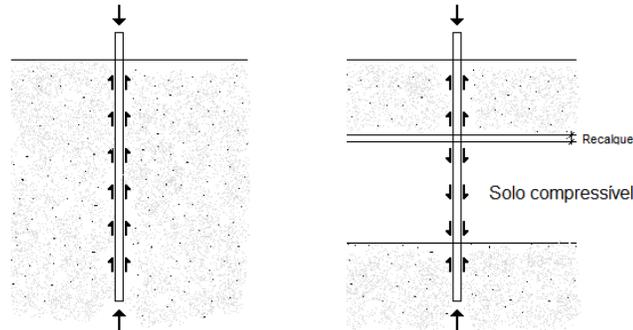


Figura 8.6 – Resultantes atuantes na estaca quando há e quando não há o efeito do atrito negativo.

8.6 EMPUXOS DE SOLO

Dentre os diferentes tipos de empuxo de solo encontrados em terminais portuários, é possível citar o empuxo causado pelo atrito negativo. Além deste, há também empuxos horizontais que podem ocorrer, principalmente, nas estacas cravadas no encontro da retroárea aterrada à estruturada, uma vez que o aterro fará com que o solo tenda a se deslocar na direção das estacas, podendo deslocá-las horizontalmente.

O empuxo de solo pode, em alguns casos, gerar esforços de segunda ordem nas estacas, e, caso não seja devidamente considerado no dimensionamento das fundações, pode acabar por desestabilizar a estrutura.

8.7 ESTABILIDADE DO SOLO

Na interface entre a retroárea estruturada e aterrada podem ocorrer, além dos fenômenos já mencionados anteriormente, dois mecanismos de ruptura do solo. Por existir um talude nesta região deve-se analisar sua estabilidade, além disso, a carga aplicada pelo talude à camada de solo mole pode acarretar em sua ruptura. Ambos os aspectos devem ser devidamente considerados tanto no cálculo das fundações quanto no dimensionamento do aterro.

Os dois casos apresentam uma superfície hipotética de ruptura, em formato de cunha. De maneira simplificada, a verificação da estabilidade consiste em realizar



um equilíbrio de forças, onde a resistência ao cisalhamento do solo na cunha de ruptura, acrescida de um coeficiente de segurança, é comparada às cargas aplicadas sobre esta, correspondendo ao peso do solo que está localizado no interior da cunha acrescido das sobrecargas. Além disso, outras componentes ainda influenciarão a estabilidade, como é o caso, por exemplo, das pressões neutras e da existência de elementos como estacas e tirantes no solo. Estes dois últimos poderão eventualmente auxiliar a estabilidade caso ultrapassem a cunha de ruptura.

Para verificar a estabilidade dos taludes, diversos métodos podem ser utilizados. Dentre eles é possível citar:

- Método do círculo de atrito
- Método de Fellenius
- Método de Bishop Simplificado
- Método de Morgenstern-Price
- Método das Cunhas

Já no caso da execução de um aterro sobre solo mole, para a verificação da estabilidade do solo encontrou-se apenas a solução de Fellenius, onde a camada de aterro é transformada em uma sobrecarga aplicada ao solo.

As Figura 8.7 e Figura 8.8 apresentam um mecanismo de ruptura da camada de solo mole e a cunha de ruptura global do solo.

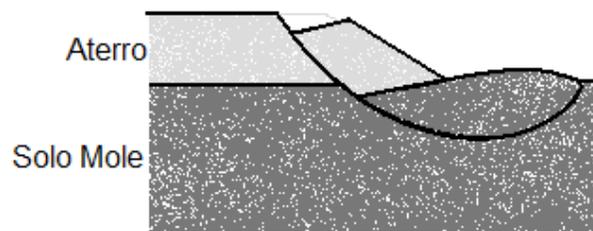


Figura 8.7 - Ruptura do solo mole.

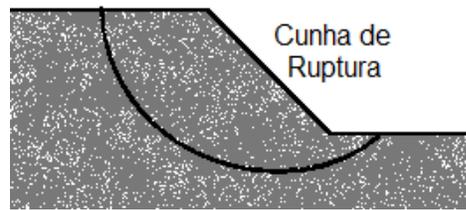


Figura 8.8 – Cunha de ruptura do talude.

8.8 VERIFICAÇÃO NA CRAVAÇÃO

Para a verificação da estaca durante a cravação será feito um cálculo simples que satisfaz o escopo do trabalho, o cálculo a ser feito não substitui o estudo de cravabilidade.

$$N_{m\acute{a}x} = \gamma f \times N_k \times 2 = 1,2 \times 247 \times 2 = 592,8 \text{ tf}$$

$$M_{m\acute{a}x} = 0,05 \times \phi \times N_{m\acute{a}x} = 0,05 \times 0,6 \times 592,8 = 17,784 \text{ tf.m}$$

Onde:

$N_{m\acute{a}x}$ é a compressão máxima que ocorre na estaca durante a cravação

$M_{m\acute{a}x}$ é o momento máximo devido a excentricidade que ocorre durante a cravação

Observando o gráfico apresentado no apêndice J, é possível concluir que a estaca irá resistir a cravação.



9 PLANEJAMENTO

9.1 PROGRAMAÇÃO GERAL

A programação geral de uma obra de construção civil deve considerar todas as atividades a serem executadas, desde a instalação do canteiro de obras até a entrega final da obra. Por questões de simplificação, este relatório abordará detalhadamente apenas as etapas referentes à execução da retroárea estruturada, ficando apenas indicado os períodos destinados às demais etapas da obra.

Segundo estimativas fornecidas pela EMBRAPORT, esta obra está sendo dimensionada para ser executada em um período de 50 meses, com o início da execução da retroárea estruturada próximo ao mês 18. Portanto conclui-se que toda a retroárea estruturada, desde a execução das fundações até a instalação dos equipamentos, bem como a área destinada à tancagem, está prevista para ser executada em apenas 32 meses.

Em se tratando de uma área de, aproximadamente, 240.000m², optou-se por estender este período em 15 meses, fazendo com que toda a obra passe a ser executada num período de 65 meses, sendo a retroárea estruturada concluída no mês 60. Essa decisão foi tomada a partir de cálculos superficiais de demandas por equipamentos e velocidade de execução de pré-moldados, juntamente com a análise do período de tempo demandado para realizar os acabamentos e a instalação dos equipamentos do terminal.

Após definir o prazo de execução da obra será possível criar estimativas de dimensionamento tanto do canteiro de obras quanto da mão-de-obra necessária para executar o terminal.



9.1.1 Fases construtivas

Para permitir que o terminal comece a operar o mais brevemente possível, EMBRAPORT dividiu a execução do cais e da retroárea em 3 fases. Após o término de cada fase, uma área do terminal será liberada para operação.

Pensando em concluir a primeira fase no período de tempo mais curto possível e levando-se em conta que cada navio necessitará de pelo menos 300m de cais para atracar, definiu-se como a primeira fase aquela referente à execução de uma faixa de aproximadamente 300m de largura. O restante das áreas de cais e retroárea foram divididos igualmente entre as duas fases seguintes. A Figura 9.1 a seguir ilustra esta divisão de fases. Pode-se observar, na figura, que a primeira fase compreende 320m de largura pois, como poderá ser observado mais adiante, no item 5.6.1, a estrutura será executada em módulos de 160m.

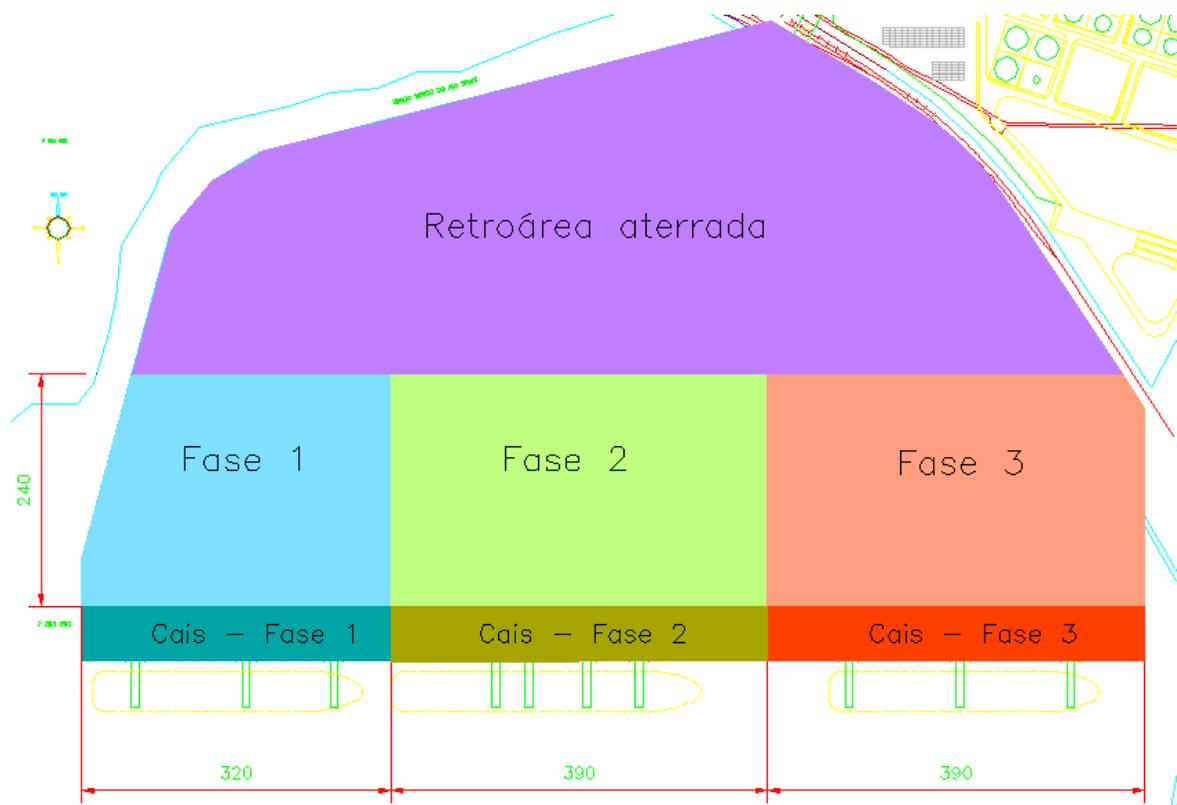


Figura 9.1 - Representação das fases da obra.



9.1.2 Ciclos de produção da retroárea estruturada

A seguir será descrito o método construtivo adotado para a retroárea estruturada contemplando todas as fases até o término da estrutura.

Optou-se por dividir a obra em faixas de 10m perpendiculares ao cais e executá-las da esquerda para a direita, percorrendo essas faixas no sentido da retroárea aterrada até o cais. Essa solução foi escolhida por facilitar a chegada dos insumos por terra através da retroárea aterrada.

Entretanto, como desvantagem, podem ocorrer atrasos na colocação das lajes, uma vez que elas serão continuamente colocadas da esquerda para a direita. Assim, se uma faixa mais a direita estiver adiantada em relação às outras, ela não poderá ser finalizada pois deve esperar que as faixas à esquerda sejam finalizadas primeiro.

9.1.2.1 Método construtivo

1. Cravação das estacas usando o Cantitraveller. O abastecimento dos pré-moldados será feito por marrecas que trazem as estacas pelo mar. A seguir, no item 9.1.2.5, será feito um estudo do nível d'água para a utilização das marrecas.

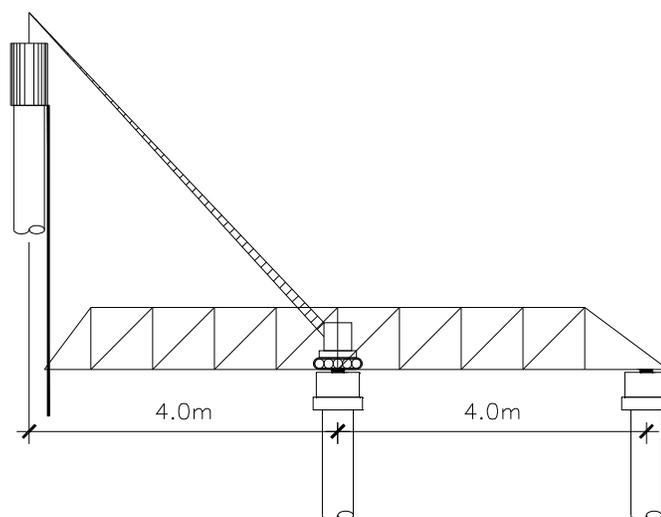


Figura 9.2 - Desenho do Cantitraveller

2. Demolição da estaca até a cota de arrasamento, mantendo a armadura da mesma para que estas sejam ligadas posteriormente às armaduras das vigas,



e regularização da superfície da estaca. A Figura 9.3 ilustra o arrasamento em uma estaca.



Figura 9.3 - Execução do arrasamento em uma das estacas no TECON III.
Fonte: FANTI (2007)

3. Montagem da placa de cabeça sobre a estaca e concretagem do furo da placa de cabeça (1ª fase de concretagem). A placa de cabeça é vazada para permitir seu apoio sobre a estaca e para permitir a passagem das armaduras de espera da estaca. Normalmente a placa de cabeça apóia-se na região do cobrimento da estaca. A seção externa da placa é quadrada, com lado igual à largura da viga, para poder apoiá-la devidamente.



Figura 9.4 - Placa de cabeça sobre a estaca com o interior já concretado (1ª fase de concretagem).
Fonte: FANTI (2007)

4. Colocação das vigas pré-moldadas sobre as placas de cabeça. Como pode ser visto na Figura 9.5, a viga pré-moldada tem o formato de “U” para reduzir



o peso do componente, permitindo a utilização de guindastes de menor porte em seu manuseio.



Figura 9.5 – Colocação das vigas pré-moldadas sobre as placas de cabeça.
Fonte: Foto tirada durante a visita à Tecon IV (30 de abril de 2008).

5. Posicionamento das armaduras internas à viga pré-moldada e concretagem da mesma (2ª fase de concretagem).

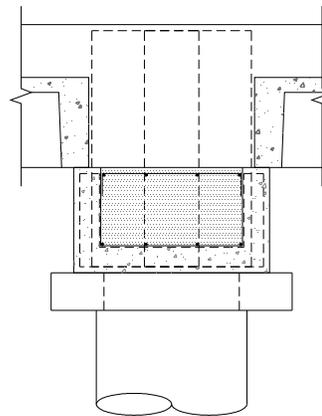


Figura 9.6 – Posicionamento das armaduras e 2ª fase de concretagem.

6. Deslocamento do Cantitraveller para cravar as próximas estacas. Toda a seqüência construtiva até aqui foi realizada com o auxílio do Cantitraveller. O restante da seqüência será realizado com o guindaste de apoio.



- Montagem das lajes pré-moldadas apoiadas sobre as vigas pré-moldadas conforme ilustração da Figura 9.7.

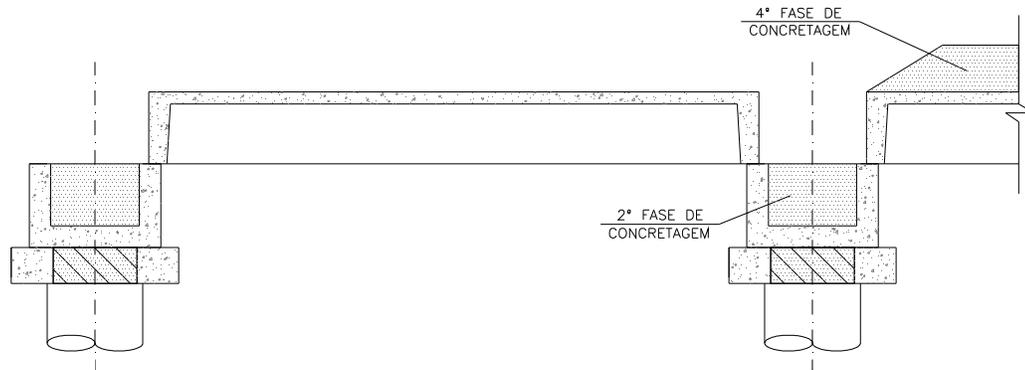


Figura 9.7 – Colocação das lajes “π” sobre as vigas pré-moldadas

- Posicionamento das armaduras entre as lajes pré-moldadas e lançamento do concreto “in loco” até nivelar com sua face superior (3ª fase de concretagem), conforme ilustra a Figura 9.8.

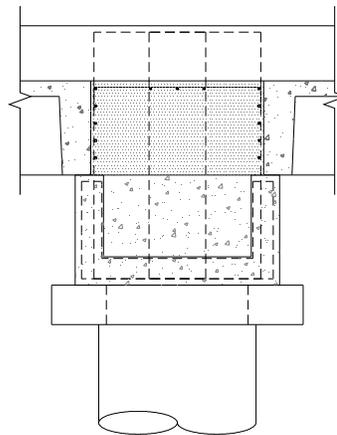


Figura 9.8 – 3ª fase de concretagem

- Cura do concreto da 3ª fase de concretagem, posicionamento do restante das armaduras e lançamento do concreto “in loco” até a cota do nível da laje da estrutura (4ª fase de concretagem).



9.1.2.2 Vantagens e desvantagens

A grande vantagem do método adotado refere-se a maior precisão na cravação das estacas, uma vez que o Cantitraveller apóia-se sobre as estacas já cravadas, não sofrendo a interferência das marés e das ondas.

Outras vantagens referem-se à significativa diminuição do cimbramento das fôrmas a serem usados, que no caso de obras marítimas oneram o custo das obras, e à utilização de componentes pré-moldados que geram um aumento na velocidade da obra.

As desvantagens estão relacionadas ao peso máximo das peças pré-moldadas, que é limitado pelos equipamentos de transportes disponíveis, e pela necessidade de uma maior exatidão nas locações das estacas para evitar a perda dos pré-moldados, pois estes possuem pequenas folgas.

9.1.2.3 Análise da seqüência construtiva

Com a análise da seqüência construtiva foi possível detectar algumas dificuldades que aparecerão no decorrer da obra. A seguir estão listadas as dificuldades levantadas pelo grupo e suas soluções.

A primeira dificuldade acontece pela presença do estribo da fase final na viga pré-moldada. Isso impede o deslocamento do Cantitraveller, já que este é posicionado a poucos centímetros acima da viga pré-moldada. A solução sugerida é dobrar o estribo para que o Cantitraveller passe e depois desdobrá-los.

A outra são as emendas das vigas pré-moldadas a serem feitas nas regiões das cabeças das estacas. O fato de algumas vigas já terem passado pela segunda fase de concretagem impede que barras das próximas vigas consigam um comprimento satisfatório de ancoragem. Como solução, a armadura do moldado “in loco” deve ultrapassar a região da placa de cabeça. As barras devem ser dobradas para cima para o posicionamento da próxima viga, como mostrado na Figura 9.9.

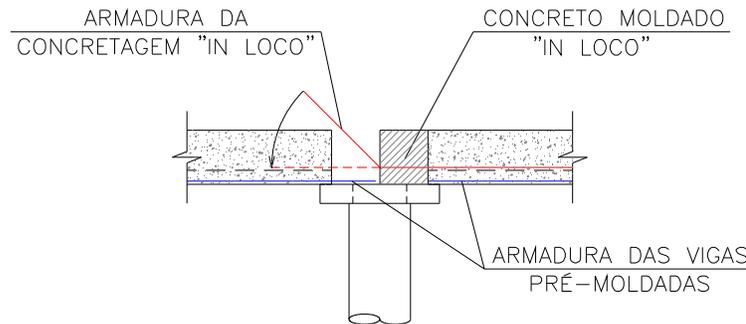


Figura 9.9: Solução para o problema das emendas

9.1.2.4 Determinação do tempo de ciclo

Apesar de já estipulado o prazo para execução da obra, precisa-se ainda obter a quantidade de equipamentos necessários para executar a estrutura no período determinado. Para isso, foi necessário definir o período de tempo demandado por cada ciclo de produção.

Os ciclos estão relacionados à produção do Cantitraveller. Cada ciclo será caracterizado pela movimentação deste equipamento. Cada vez que o equipamento se deslocar sobre as vigas tem-se o início de um novo ciclo.

Para se estimar este ciclo foram admitidas as seguintes durações para as atividades descritas anteriormente na produção da estrutura com o Cantitraveller:

- Etapas 1, 2 e 3: 12h de trabalho;
- Cura do graute: 4h de trabalho;
- Etapas 4 e 5: 8h de trabalho;
- Cura do concreto: 16h de trabalho.

Somando-se estes intervalos de tempo e admitindo que cada dia contenha 16h de trabalho é possível estimar um período de ciclo de, aproximadamente, 2 dias e meio. Cabe ressaltar que se preferiu utilizar graute para solidarizar as estacas à placa de cabeça ao invés de concreto, para reduzir em meio dia o ciclo.



A sequência aqui apresentada consiste apenas em uma das diversas alternativas que podem ser utilizadas na execução de terminais portuários. Com relação ao Cantitraveller, o ciclo definido pode variar significativamente em função das atividades a serem executadas por ele. No caso apresentado, o equipamento será responsável por posicionar as vigas, porém esta atividade poderia ser executada por um guindaste apoiado sobre a laje concretada. Esta alteração certamente promoverá vantagens e desvantagens com relação à alternativa utilizada, mas optou-se por não estudá-las a fundo.

9.1.2.5 Estudo do nível d'água no local de cravação das estacas

Conforme já foi mencionado anteriormente, as estacas serão cravadas com o auxílio do Cantitraveller e o transporte das estacas ocorrerá por água utilizando as marrecas. Admitiu-se que, para ser possível transportar as estacas com as marrecas, haverá necessidade de uma lâmina d'água de, no mínimo, 0,5m de espessura.

Através das sondagens foi possível analisar a espessura da lâmina d'água por toda região da retroárea. A Figura 9.10 apresenta, ao lado de cada ponto de sondagem, os valores encontrados. A linha tracejada indica a posição aproximada onde se encontrará a transição entre a retroárea aterrada e a estruturada. Analisando a figura, pode-se observar que o nível d'água na região sofre grandes variações ao longo do dia podendo, em algum momento do mesmo, permitir que a marreca alcance todas as regiões necessárias.

Sendo assim conclui-se que não haverá necessidade de estudar alternativas para transportar os componentes. Porém, em determinados locais, haverá necessidade de aguardar a maré subir para poder transportar as estacas e as peças pré-moldadas (vigas e placas de cabeça) até o local desejado.

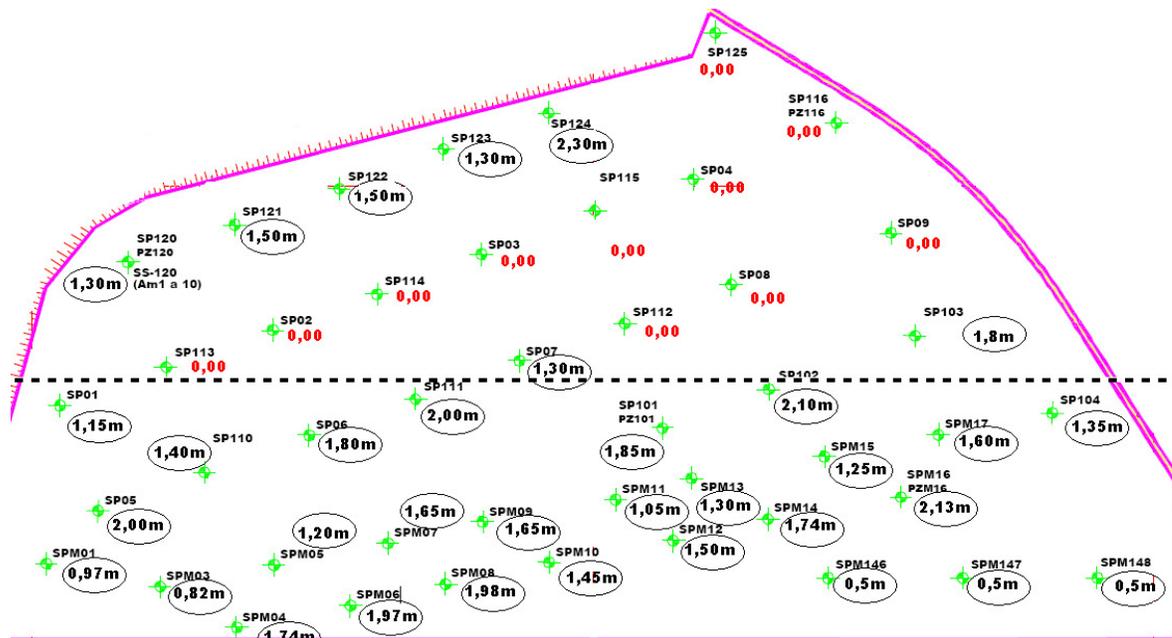


Figura 9.10 – Espessura da lâmina d'água na região da retroárea.

9.1.3 Cronograma da obra

Para definir o cronograma final da obra foi necessário listar as principais atividades a serem realizadas e analisar as interferências entre os serviços. A partir destas informações, e juntamente com toda a análise já realizada até aqui, será possível produzir o cronograma geral da obra.

9.1.3.1 Atividades

Optou-se por dividir as atividades a serem realizadas durante a obra em 6 grandes grupos relacionados a seguir:

- Canteiro de Obras;
- Retroárea Aterrada;
- Retroárea Estruturada;
- Edificações;
- Áreas de Atracação (cais e píer);
- Áreas para Armazenagem de Granéis Líquidos.



No que se refere ao *Canteiro de Obras* estão incluídas as atividades de movimentação de terra, fechamento do local, execução dos acessos e portões, provimento das instalações provisórias de abastecimento de água, coleta de esgoto e fornecimento energético. Além disso, englobará também a execução das instalações provisórias, como as áreas administrativas e de vivência, bem como a montagem das fôrmas para execução dos componentes pré-moldados.

No contexto da *Retroárea Aterrada* estão incluídas a execução do aterro, o adensamento do solo, a produção da laje e a execução da pavimentação.

No grupo nomeado *Edificações* inclui-se a execução dos acessos, vias internas de circulação, estacionamentos, todas as edificações (administração, Receita Federal, edifício de apoio ao caminhoneiro, etc), portaria, fechamento periférico do terminal e execução das instalações definitivas de água, esgoto e energia elétrica desta região.

Em *Áreas de Atracação* constará a execução de toda a estrutura do cais e do píer, a instalação dos equipamentos e a execução das tubulações para transporte de granéis líquidos até as áreas de tancagem.

Já no grupo das *Áreas de Armazenagem de Granéis Líquidos* estão incluídos os serviços de preparo do solo e execução da laje, dos tanques, do prédio de controle de tancagem e das tubulações necessárias ao transporte dos granéis líquidos.

Dentro do grupo *Retroárea Estruturada* constarão as atividades referentes à produção dos componentes pré-moldados, montagem da estrutura, execução da pavimentação, instalação dos equipamentos e execução do ramal ferroviário.

Dentro de cada grupo haverá também o serviço de execução das instalações de abastecimento de água, coleta de esgoto e fornecimento energético, quando cabíveis.

9.1.3.2 *Premissas*

A primeira atividade a ser executada será implantar o canteiro de obras no local determinado. Parte deste serviço deverá ocorrer antes do início de qualquer



outro para que seja possível providenciar, dentre outros itens, as instalações para a mão-de-obra.

O início da execução da retroárea estruturada se dará com a fabricação dos componentes pré-moldados. Esta deverá ser iniciada um mês antes do início da montagem da estrutura, a fim de permitir que as peças tenham criado resistência suficiente para serem transportadas e para evitar que possíveis faltas de materiais afetem o cronograma da obra.

Para permitir o início da operação do terminal, além da execução de parte do cais e da retroárea, deverão estar também concluídos todos os acessos, edificações e o fechamento do local. Isso quer dizer que, no momento em que a primeira fase da obra estiver concluída, todas as atividades referentes ao grupo *Edificações* também deverão estar finalizadas.

A última área a ser executada é a área de tancagem, pois como será visto mais adiante no item 6.2, esta é a área onde estará localizado o canteiro de obras. Para que o serviço neste local possa ser iniciado, haverá a necessidade de remover o canteiro de obras, etapa que começará um mês antes do término da execução da retroárea estruturada, já que a produção dos componentes pré-moldados já estará concluída.

9.1.3.3 Cronograma

A Tabela 9.1 abaixo apresenta o cronograma final desenvolvido segundo as premissas apresentadas. Nele é possível observar que somente a retroárea estruturada está detalhada. As cores lá utilizadas distinguem a execução de cada uma das 3 fases da obra.



9.2 MÉTODO CONSTRUTIVO DOS COMPONENTES PRÉ-MOLDADOS

A seguir serão descritos os métodos propostos para a fabricação dos componentes pré-moldados. Para o caso das estacas o processo apresentado é semelhante ao realizado pela SCAC. Já para o caso das lajes e vigas, a seqüência admitida e os prazos adotados foram definidos em reunião com o professor Dr. Hermes Fajersztajn, do Departamento de Construção Civil da Escola Politécnica da USP, no dia 9 de janeiro de 2009, cujo conteúdo está apresentado no Apêndice S.

9.2.1 *Fabricação de estacas pré-moldadas*

As estacas serão produzidas no canteiro de obras. Como anteriormente definido, elas serão fabricadas em módulos de 23m de comprimento. Utilizando este comprimento será necessário juntar duas seções para compor cada estaca. Este comprimento atenderá à maior parte das estacas da obra.

Para as estacas que necessitarem de maior comprimento será prevista a cravação de uma terceira seção. Esta, porém, terá apenas 6m de comprimento. Com isso será possível garantir um maior aproveitamento dos componentes. Apenas uma ressalva deve ser feita: a emenda deverá estar sempre abaixo do nível d'água e, para isso, será necessário introduzir a seção de 6m entre as seções de 23m, não deixando-a para ser cravada no final do período. Para que este procedimento seja realizado satisfatoriamente deverá ser realizado um mapeamento mais detalhado da região, buscando encontrar as áreas onde potencialmente as estacas ultrapassarão o comprimento de 46m.

A fôrma utilizada para produzir as estacas será metálica com seção circular vazada e composta por duas partes que se encaixam. Para auxiliar a desfôrma será empregado um desmoldante às fôrmas antes delas receberem a armação. Esta última, por sua vez, será montada num local específico do canteiro de obras e posicionada no interior da fôrma com o auxílio de um guindaste.

Após certificar-se de que a fôrma está corretamente posicionada, deposita-se o concreto bombeado e então a fôrma é fechada. Com o auxílio de guindastes, o



conjunto será colocado sobre roletes que giram a uma velocidade constante durante um período de, aproximadamente, 3 minutos. Ao final deste período, o guindaste irá retirar a fôrma da centrífuga e a depositará num local para aguardar até a desfôrma. Estima-se que todo este processo possa ser realizado em 2 horas.

A Figura 9.11 apresenta a seção final da estaca após a centrifugação, na qual pode-se observar que parte do furo está preenchido, efeito que ocorre em função do escoamento de finos após o processo de centrifugação.



Figura 9.11 - Seção da estaca SCAC após a centrifugação.
Fonte: Visita à Santos Brasil realizada em 30 de Abril de 2008.

A desfôrma ocorrerá após 7 dias de concretagem, liberando a fôrma para que possa ser novamente utilizada na produção de estacas. Para retirar a estaca de fôrma e colocá-la em seu local de estoque será utilizado novamente o guindaste, admitindo o empilhamento máximo de 3 estacas, isto é, 1,80m de altura.

Para dispor as estacas no local de estoque serão utilizadas placas de madeira para evitar o choque entre as estacas e impedir seu contato com o solo. A Figura 9.12 apresenta um esquema de empilhamento das estacas prontas.



Figura 9.12 – Empilhamento de estacas prontas.



9.2.2 *Fabricação de lajes e vigas pré-moldadas*

Da mesma maneira que as estacas, a execução das lajes pré-moldadas se dará no próprio canteiro de obras. Serão utilizadas fôrmas metálicas, que deverão receber uma camada de desmoldante, posicionadas lado a lado, ao longo da região definida.

A seqüência de fabricação destes componentes tem início com a montagem das armaduras após o corte e dobra das barras de aço. Essa etapa ocorrerá inicialmente no local destinado à montagem e será concluído no interior das fôrmas. Optou-se por este procedimento em função do formato da peça que, em comparação com a produção de edifícios, se assemelha à execução de vigas e lajes, sendo as almas das lajes pré-moldadas correspondentes às vigas dos edifícios, e a mesa, à laje lisa. Pode-se dizer que a montagem da armação no interior da fôrma ocorrerá em meio dia.

Após o término da montagem das armaduras será realizada a concretagem em uma única etapa, também semelhante à concretagem executada na produção de edifícios. Por fim, o concreto permanecerá em cura durante um período de 3 dias e meio.

Concluído o período de cura, as lajes serão retiradas do interior das fôrmas com o auxílio de guindastes que as posicionarão junto ao estoque de componentes prontos. Assim, pode-se dizer que o ciclo de fabricação destes componentes será de 4 dias.

Procedimento semelhante será admitido para as vigas pré-moldadas, porém sua concretagem se dará em duas etapas: a primeira é o preenchimento da mesa, e a segunda, das almas. Por este motivo será acrescido 1 dia a mais ao ciclo das lajes, resultando num período de 5 dias.

9.3 PRODUÇÃO MENSAL E DEMANDA POR INSUMOS

Com o cronograma definido, será necessário estimar a velocidade de consumo de insumos e a produção de componentes para execução da estrutura. Este resultado será utilizado para diversos fins, como a programação de



recebimento de materiais, o dimensionamento da mão-de-obra e das áreas contidas no canteiro. Sem estes dados seria impossível garantir o prazo definido pela obra, ou então, se o canteiro definido seria capaz de atender às necessidades.

Para o caso dos componentes pré-moldados, a estimativa da necessidade mensal de insumos consumidos foi realizada através de levantamentos da quantidade de componentes utilizados neste período. Em função de suas dimensões e da taxa de armadura necessária, foram obtidos os resultados apresentados na Tabela 9.2.

Tabela 9.2– Consumos mensais dos componentes pré-moldados.

	Estaca	Laje	Viga	Placas de cabeça
Elementos	353	1054	346	353
Concreto (m ³)	3219,26	1170,54	281,11	36,32
Aço (ton)	584,47	292,64	137,74	6,52

Através da análise desta tabela é possível definir o consumo mensal de concreto e aço, respectivamente de 4.719m³ e 1.017ton.

Em se tratando dos insumos consumidos na execução do concreto moldado “in loco”, foram estimadas as quantidades mensais necessárias de concreto e aço para realizar essa atividade. Além disso, foram incluídos nos cálculos os volumes mensais de concreto e aço a serem utilizados na execução da laje moldada “in loco”. Para o dimensionamento da quantidade de aço foram utilizados os valores de consumo apresentados na Tabela 9.3. A partir daí chegou-se aos resultados expostos na Tabela 9.4.

Tabela 9.3 - Consumo de aço por elemento.

	Viga pré- moldada	Laje π	Viga moldada "in loco"	Laje moldada "in loco"	Placa de cabeça
Taxa de aço (kg/m ³)	490	250	140	150	135

Fonte: Biblioteca da empresa EGT.



Tabela 9.4 – Consumos mensais de concreto e aço nos elementos moldados “in loco”.

	Laje	Viga
Concreto (m ³)	2940,62	248,49
Aço (ton)	441,09	28,58

Somando-se os valores apresentados nesta última tabela, que já utilizam um fator de perda de 10%, chega-se a um consumo mensal de, aproximadamente, 3190m³ de concreto e 470ton de aço.

A dosagem do concreto será realizada em silos e, sua mistura em caminhão betoneira no percurso entre a área de dosagem e a área de consumo. Para sua produção será utilizada areia lavada, brita 1, brita 2, cimento e água. Para definir a quantidade mensal de cada um destes insumos utilizou a Tabela 9.5 que apresenta os consumos por m³ de concreto com fck de 35MPa.

Tabela 9.5 - Volumes dos insumos por m³ de concreto.

Insumos do concreto por m³ produzido

Areia	0,787 m ³
Brita1	0,209 m ³
Brita2	0,627 m ³
Cimento	448 kg

A partir destes valores e admitindo uma massa específica de 2100kg/m³ para o cimento, chegou-se aos valores apresentados na Tabela 9.6.

Tabela 9.6 - Volumes mensais de insumos para produção de concreto.

Volume mensal de insumos para fabricação do concreto

	moldado “in loco”	pré-moldado
Areia (m ³)	2372,7	3511,1
Brita1 (m ³)	666,5	986,3
Brita2 (m ³)	1999,6	2959,0
Cimento (kg)	1600934,7	2369051,0
Cimento (m ³)	724,4	1072,0

Admitindo 26 dias úteis num mês tem-se o consumo diário de insumos, apresentado na



Tabela 9.7.



Tabela 9.7 - Volumes diários de insumos para produção de concreto.

	Volume diário de insumos para fabricação do concreto	
	moldado "in loco"	pré-moldado
Areia (m ³)	91,3	135,0
Brita1 (m ³)	25,6	37,9
Brita2 (m ³)	76,9	113,8
Cimento (kg)	61574,4	91117,3
Cimento (m ³)	27,9	41,2

9.4 DIMENSIONAMENTO DA MÃO-DE-OBRA

Para o dimensionamento da mão-de-obra foram levantados dados de produtividade com relação à execução de estruturas de concreto armado. Estes dados foram extraídos da Tabela de Composição de Preços para Orçamentos (TCPO) e estão resumidamente apresentadas na Tabela 9.8.

Tabela 9.8 - Resumo das produtividades extraídas da TCPO.

Produtividades da mão-de-obra		
Produção de concreto	0,66	Hh/m ³
Concretagem bomba	1,61	Hh/m ³
Concretagem caminhão	2,30	Hh/m ³
Corte e dobra de aço	4,13	Hh/ton
Montagem de armadura	11,47	Hh/ton

Utilizando estes valores juntamente com os apresentados nas Tabela 9.2 e Tabela 9.4 é possível estimar a quantidade mensal de homens x hora necessária para produzir todos os componentes pré-moldados e toda parcela moldada "in loco". Os resultados estão apresentados na Tabela 9.9.

Tabela 9.9 - Mão-de-obra mensal necessária para execução das atividades.

Atividade	Moldado "in loco"	Pré-moldado
Produção de concreto (Hh)	2104,8	3114,7
Concretagem caminhão (Hh)	5121,7	7579,1
Corte e dobra de aço (Hh)	7749,6	16784,6
Montagem de armadura (Hh)	15734,0	34077,9



Para a estimativa final da quantidade de funcionários necessária para executar estas atividades foi definida uma jornada de trabalho de 16h diárias distribuídas em dois turnos, o que totaliza 416h de trabalho mensal. Assim, chegou-se aos dados apresentados na Tabela 9.10.

Tabela 9.10 - Definição da mão-de-obra em cada turno.

Atividade	Moldado "in loco"	Pré-moldado	Total por turno
Produção de concreto (homens)	6	10	16
Concretagem caminhão (homens)	13	21	34
Corte e dobra de aço (homens)	19	43	62
Montagem de armadura (homens)	38	85	123

Além destes funcionários, haverá ainda homens trabalhando em campo na montagem da estrutura, operando equipamentos e dando apoio à todos os serviços executados. Ainda assim não corresponderão à totalidade de funcionários em obra, pois a obra também contará com uma equipe de topografia, médicos, enfermeiros, engenheiros, técnicos, eletricitas, cozinheiros, porteiros, etc. A Tabela 9.11 apresenta a estimativa da quantidade de funcionários final trabalhando por período.

Cabe aqui ressaltar que o dimensionamento da mão-de-obra somente foi realizado para a execução da retroárea estruturada. A quantidade total de funcionários em obra ainda contará com profissionais executando, dentre outros serviços, a retroárea aterrada. Pensando em considerá-los optou-se por acrescentar à quantidade encontrada, mais 20% de mão-de-obra, o que remete a uma quantidade total de 750 funcionários.



Tabela 9.11 - Quadro resumo de funcionários por turno.

Fabricação de pré-moldados	Por turno
Estacas	42
Vigas	9
Lajes	19
Placas de cabeça	4
Operação do guindaste	3
Concreto moldado "in loco"	
Fabricação do concreto	6
Concretagem	13
Montagem de armadura "in loco"	5
Corte e dobra de aço	13
Transportes	
Transporte do concreto	3
Transporte do aço	1
Transporte das lajes "π" e placas de cabeça	1
Transporte de estacas e vigas	2
Montagem da estrutura	
Operação do bate-estaca	16
Operação do Cantitraveller	16
Operação do guindaste de apoio	8
Apoio	32
Apoio	
Eletricista	20
Cozinha	10
Limpeza	5
Portaria	3
Outros	
Topografia	6
Segurança e medicina	7
Almoxarifado	2
Engenheiros	10
Técnicos	20



9.5 ESTUDO DO CANTEIRO DE OBRAS

Em obras de construção civil a existência de um canteiro de obras bem definido e bem planejado é essencial para realizar as atividades com garantia de prazo, custo e qualidade. As obras de grande porte, como a que se refere este relatório, costumam possuir atividades em maior quantidade e complexidade, necessitando de um planejamento ainda maior do espaço.

O planejamento de um canteiro de obras envolve diversos fatores como a definição do arranjo físico de trabalhadores, materiais, equipamentos, áreas de trabalho e estocagem. Dentre as áreas que deverão constar no canteiro tem-se, por exemplo, o alojamento dos funcionários, uma vez que a obra está distante de centros urbanos. Além disso, a obra contará também com áreas de produção e estocagem de componentes pré-moldados, caracterizados por alta velocidade de produção e necessidade de equipamentos de grande porte para seu manuseio. Esses são exemplos de itens não comumente observados em canteiros de obras de pequeno e médio porte.

9.5.1 *Localização do canteiro de obras*

Pensando nas fases construtivas da obra, optou-se por instalar o canteiro na região onde serão posteriormente localizados os tanques para armazenamento de álcool. Este local foi escolhido, entre outros fatores, pelo fato de a entrega desta área estar programada para o final da construção do terminal. Além disso, possui uma área de, aproximadamente, 126.000m², o que se estima ser suficiente para implantar o canteiro de obras. A Figura 9.13 apresenta a área escolhida.

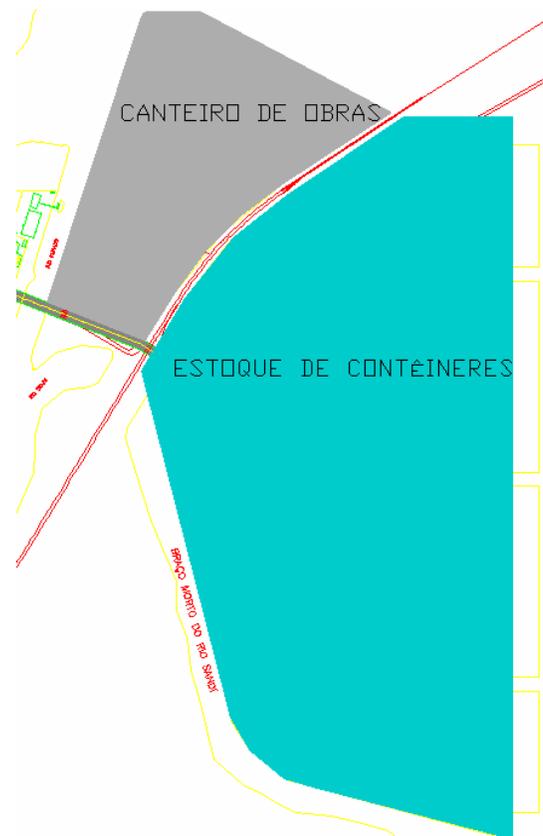


Figura 9.13 – Localização do canteiro de obras.

9.5.2 **Descrição das áreas**

No interior do canteiro estarão localizadas todas as áreas de produção e estocagem de materiais, bem como as edificações de administração e vivência. Além destas áreas, deverão existir áreas de apoio, com edificações destinadas ao armazenamento de ferramentas e à manutenção dos equipamentos que estarão sendo utilizados na obra, central de energia com geradores, entre outros.

Dentre as atividades que necessitarão de espaço, estão a produção e estocagem dos pré-moldados, como as estacas, as lajes “ π ” e as vigas, além da produção de concreto para realização das concretagens “in loco”. Para a fabricação dos pré-moldados será necessário reservar uma área para a montagem e estocagem das armaduras, outra área para posicionar as fôrmas e realizar as concretagens e por fim, uma terceira para estocar os componentes prontos. Além dessas áreas haverá também uma central destinada a produção de concreto. Para o



concreto moldado “in loco” será reservada parte da área do canteiro para corte e dobra de armações e outra central para o preparo de concreto.

De acordo com a NR-18, norma regulamentadora que estabelece diretrizes visando garantir a segurança nos processos dentro do ambiente de trabalho da indústria da construção, além das áreas de produção, o canteiro de obras deve possuir determinadas áreas de vivência, como: vestiários, refeitório, sala de jogos, sanitários, dormitórios, cozinha, lavanderia, entre outros. Essas áreas são importantes principalmente em obras nas quais os trabalhadores residem temporariamente, como é o caso da construção de EMBRAPORT.

Por fim, as edificações administrativas deverão conter área suficiente para acomodar toda a equipe, além de contar com salas de reunião e sanitários.

As dimensões de cada instalação irão variar conforme a quantidade de funcionários. Como o dimensionamento da mão-de-obra prevê uma quantidade constante de funcionários em todas as fases construtivas da retroárea estruturada, não haverá necessidade de alterar as características destas instalações durante o decorrer da obra. No item 9.5.4 será apresentada a quantificação das áreas, de acordo com os critérios estabelecidos na NR-18.

9.5.3 **Localização das áreas**

A localização das áreas de produção e armazenagem será definida em função dos fluxos de entrada de materiais e saída de componentes prontos.

Pelo fato de as estacas e vigas serem transportadas com o auxílio da marreca, os estoques se localizarão próximos à borda do canteiro, onde há saída por água. Para facilitar a sequência de montagem das peças, as fôrmas serão posicionadas próximas à área de estocagem, e a área de produção e armazenamento das armações será disposta seqüencialmente antes das fôrmas. Assim, haverá um fluxo de materiais: produção de armações, concretagem e, por fim, armazenagem.

As demais áreas de produção de pré-moldados seguirão o mesmo fluxo de materiais, porém, o posicionamento da linha de produção de lajes fará com que o



estoque de componentes prontos esteja mais próximo à entrada do canteiro, já que estas serão transportadas por terra.

Para a localização da área destinada à produção do concreto moldado “in loco”, foi priorizada a proximidade com as portarias do canteiro, facilitando com isso, o recebimento dos insumos e reduzindo o percurso até o local de concretagem. No interior desta área, além dos estoques de areia, brita 1, brita 2 e cimento, haverá também um silo para a dosagem e um estacionamento para caminhões betoneiras. Próximo a esta região estarão localizadas as bancadas para corte e dobra, bem como os estoques de aço para armação dos elementos moldados “in loco”.

Além das áreas de produção, o canteiro abrigará as instalações provisórias para os funcionários, e o prédio administrativo. Optou-se por deixar estas áreas próximas ao portão de entrada da obra, minimizando o trânsito de pessoas no interior do canteiro.

Dentre o total de sanitários instalados na obra, parte estará localizada próximo à obra, fora dos limites do canteiro, minimizando o deslocamento dos funcionários que trabalharão nesta região.

9.5.4 ***Dimensionamento das áreas***

É possível dividir as atividades contidas no canteiro de obras em dois grandes grupos, sendo um destinado a acomodar a mão-de-obra, isto é, instalações provisórias, e outro destinado aos materiais e componentes presentes na obra, englobando suas áreas de produção e armazenamento bem como as vias de circulação utilizadas por eles.

9.5.4.1 *Movimentação, produção e armazenamento*

Para o dimensionamento das áreas de produção de pré-moldados foram utilizados os dados já anteriormente calculados referentes às quantidades mensais a serem produzidas de cada componente.

A partir da necessidade mensal de cada componente, foram calculadas as quantidades de fôrmas para sua produção. Para isso foram utilizados os tempos de



ciclo anteriormente calculados de 7 dias para estacas, permitindo que os componentes adquiram resistência suficiente para serem erguidos por guindastes e, 5 dias para as vigas, para que sejam feitas as 2 concretagens necessárias por componente, como descrito anteriormente. Já, para o caso das lajes, serão 4 dias de ciclo. As quantidades obtidas estão apresentadas na Tabela 9.12.

Tabela 9.12 - Quantificação das fôrmas.
Quantidade de fôrmas na obra

Estaca	Laje	Viga	Placas de cabeça
155	141	58	48

Além destes resultados foram estimadas as dimensões da região ocupada pelas fôrmas, bem como o empilhamento máximo dos componentes prontos. A Tabela 9.13 apresenta estes valores.

Tabela 9.13 - Dimensões das fôrmas e empilhamentos máximos.

Componente	Dimensões da fôrma (m)			Empilhamento máx (un.)
Estaca	1	x	25	3
Laje	2	x	6	3
Viga	1,5	x	6,4	3
Placas de cabeça	1	x	1	5

Utilizando os valores apresentados nas Tabela 9.12 e Tabela 9.13 foi possível definir todas as áreas destinadas às fôrmas para concretagem e áreas de estoque para os componentes pré-moldados. A Tabela 9.14 apresenta os resultados obtidos.

Tabela 9.14 - Áreas necessárias para fôrmas e estoque de componentes.

Componente	Área para fôrmas (m ²)	Área para estoque (m ²)
Estaca	3875	3100
Laje	1692	2108
Viga	557	108
Placa de cabeça	48	60

Pelo fato das armaduras possuírem ciclos de produção diários, o dimensionamento das áreas de montagem das armações foi realizado em função da quantidade de componentes utilizados por dia. Foi admitido que a área necessária para produzir a armação de um componente é a mesma necessária para acomodar sua fôrma. A Tabela 9.15 apresenta a necessidade diária de armações, as



dimensões necessárias para a montagem da armação de um componente, bem como a área total necessária para realizar esta atividade.

Tabela 9.15 - Área necessária para montagem da armação.

Componente	Quantidade diária de armações	Dimensões para uma armação (m)			Área total de armação (m ²)
Estaca	14	1	x	25	3875
Laje	41	2	x	6	340
Viga	13	1,5	x	6,4	108
Placa de cabeça	14	1	x	1	136

Para definir as dimensões de cada área foram, utilizados diferentes critérios visando criar regiões coerentes com o serviço a ser executado. Para o caso das estacas, imaginou-se a colocação das fôrmas lado a lado, já para vigas e lajes, por terem menor comprimento, a largura da região foi dimensionada em função da área necessária para montagem das armações. As demais dimensões do canteiro foram determinadas em função destes critérios.

Para dimensionar as outras áreas ligadas à armação, definiu-se o seguinte critério: o estoque de aço, bem como a área destinada ao corte e dobra deveriam possuir comprimento tal que pudesse acomodar as barras, que chegarão à obra em módulos de 12m. Além disso, admitiu-se metade da largura para cada área. A Tabela 9.16 apresenta o resultado final do dimensionamento das áreas destinadas à produção de pré-moldados.

Tabela 9.16 - Dimensões do canteiro de pré-moldados.

Componente	Estaca (m)	Laje (m)	Viga (m)	Placa de cabeça (m)
Estoque de aço	12 x 77,5	12 x 34	12 x 9	12 x 5
Corte e dobra	12 x 77,5	12 x 34	12 x 9	12 x 5
Montagem da armadura	25 x 155	5 x 68	6 x 18	14 x 10
Área para fôrmas	25 x 155	24,9 x 68	31 x 18	5 x 10
Área de estoque	20 x 155	31 x 68	6 x 18	6 x 10

É possível perceber que se manteve a largura constante para cada componente visando a criação de áreas retangulares.



Além destas áreas, há ainda que se dimensionar as áreas referentes à produção de concreto tanto para os componentes pré-moldados quanto para as concretagens “in loco”. Estas últimas deverão conter também, área de carpintaria, estoque, corte e dobra de aço para a execução da estrutura que não será produzida em canteiro de obras.

Optou-se por dobrar a quantidade diária de insumos necessários à produção de concreto, fazendo com que o recebimento destes materiais ocorra a cada 2 dias. A Tabela 9.17 apresenta estes resultados. Além do estoque de insumos, a área destinada à produção de concreto ainda contará com um silo e regiões para descarregar os insumos e despejar o concreto no interior dos caminhões betoneira, responsáveis por transportar e misturar o concreto. Para facilitar o fluxo nesta região, optou-se por criar um desnível fazendo com que os estoques estejam mais altos que o silo, que, por sua vez, estará num nível acima do caminhão, permitindo que o processo ocorra por gravidade.

Tabela 9.17 - Insumos necessários a cada 2 dias.
Insumos necessários a cada 2 dias

Areia	193,1 m ³
Brita 1	51,3 m ³
Brita 2	153,8 m ³
Cimento	52,3 m ³

As áreas destinadas ao estoque de aço e ao seu corte e dobra, não foram dimensionadas sendo apenas reservada uma região próxima à central de concreto moldado “in loco”.

9.5.4.2 Instalações provisórias

A NR-18, conforme apresentada no item 9.5.2, prevê condições mínimas para as instalações provisórias, de acordo com o número de trabalhadores na obra. Como exemplo tem-se o número de chuveiros e bacias sanitárias definidos como 1 para cada grupo de 10 funcionários.

Para facilitar a obtenção das áreas necessárias a estas instalações, foram utilizados, como base, modelos já definidos de alojamentos, escritórios, salão de jogos e refeitórios. Estes foram obtidos juntamente com uma empresa especializada



na produção de instalações para canteiros de obra, a *Canteiro Construções Racionalizadas*.

Pensando na hipótese admitida pelo Grupo Coimex de que a maior parte da mão-de-obra será composta por moradores das proximidades, será admitido que apenas 20% dos funcionários necessitarão se alojar no canteiro. Assim, há a necessidade de instalar dormitórios que acomodem 150 funcionários e, para os demais, apenas vestiários para que possam se trocar e deixar seus pertences durante o expediente.

O alojamento a ser utilizado terá dois pavimentos, cada um permitindo a acomodação de 40 funcionários. Para atender toda a demanda serão implantadas 2 unidades, permitindo a acomodação de até 160 funcionários. Os vestiários, além de armários e bancos também contarão com chuveiros e sanitários, sendo que, cada instalação acomodará até 80 trabalhadores. Para atender à demanda da obra serão necessários, portanto, 8 vestiários.

Para dimensionar o refeitório foi definido que cada turno terá dois horários distintos para refeição e, portanto, haverá necessidade de utilizar um refeitório que acomode um quarto da quantidade total de funcionários. Além disso, buscou-se implantar um refeitório que possua áreas distintas para a refeição do pessoal da administração. No dimensionamento de áreas de lazer, em função de a obra possuir um grande canteiro, foi priorizada a destinação de áreas descobertas, além disso, decidiu-se criar uma área fechada podendo conter mesas de jogos e aparelhos de televisão.

Para as áreas administrativas optou-se por utilizar duas tipologias diferentes de edificação, sendo uma para acomodar o almoxarifado, as salas de treinamento e os laboratórios, além de destinar parte da área para empresas terceirizadas, e a outra edificação comportará salas de reunião e o escritório de engenheiros e mestres.

As plantas referentes às instalações provisórias utilizadas estão apresentadas no apêndice F, a área ocupada por cada edificação está apresentada na Tabela 9.18 e a planta final do canteiro de obras contendo tanto instalações provisórias quanto áreas de produção pode ser observada na Figura 9.14.



Tabela 9.18 - Área das edificações.

Instalação	Área
Administração	692 m ²
Refeitório	1152 m ²
Alojamento	800 m ²
Vestiário/sanitário	1000 m ²
Áreas de lazer	768 m ²
Ambulatório	25 m ²
Portarias	18 m ²

Pode-se notar, na Figura 9.14, a presença de dois portões de entrada ao canteiro, um próximo às instalações provisórias permitindo o acesso de pessoas à obra e outro, mais abaixo, destinado à entrada e saída dos caminhões. Este último permitirá o fluxo de materiais entre o canteiro e a obra propriamente dita, além da entrada de insumos e saída de resíduos.

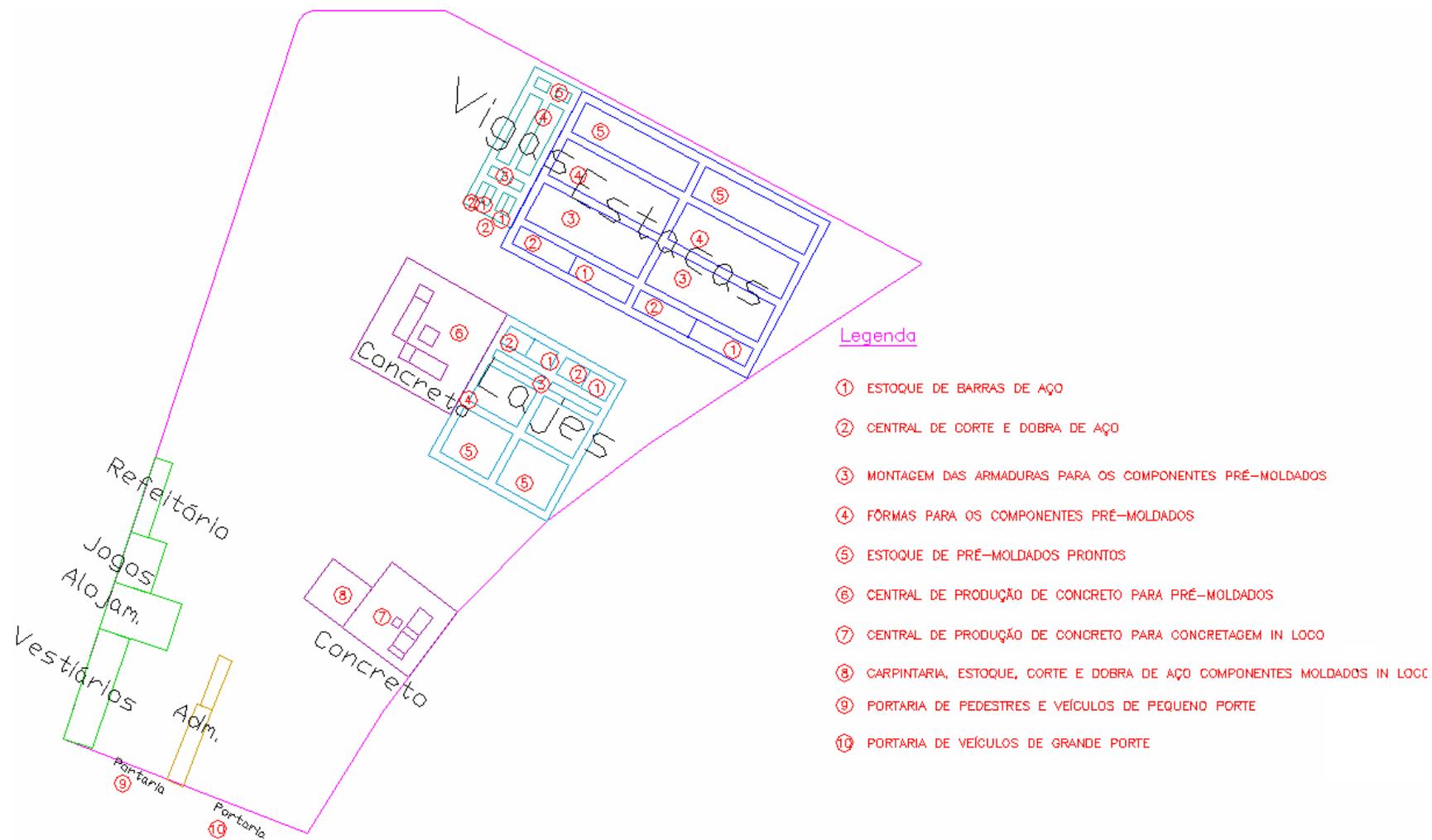


Figura 9.14 - Planta do canteiro de obras.



9.6 EQUIPAMENTOS

Para a execução da obra, além da definição do canteiro, realizou-se um dimensionamento dos principais equipamentos utilizados para a construção do terminal de EMBRAPORT. Assim como na definição dos equipamentos de operação da retroárea, a quantificação dos equipamentos da obra depende do “layout” do canteiro de obras, e vice-versa. Nesse capítulo serão brevemente discutidos os estudos realizados para a determinação de alguns dos principais equipamentos na construção do terminal.

De maneira geral, todos os equipamentos são definidos de acordo com o tempo de execução da obra e sua produtividade. Alguns também são quantificados em função do seu raio de ação, e nesses casos é importante um estudo do seu posicionamento dentro do canteiro.

9.6.1 *Cantitraveller*

Esse equipamento, responsável pela montagem da estrutura, foi quantificado em função da velocidade da obra e do prazo de entrega. Como definido anteriormente, a estrutura da retroárea estruturada será montada em 42 meses, sendo que as faixas de 10m de largura com 240m de comprimento são montadas em 150 dias, admitindo um tempo de ciclo de 2 dias e meio. A retroárea possui ao todo 110 faixas, e para cumprir o prazo determinado, serão necessários 16 Cantitraveller's atuando simultaneamente. A



Tabela 9.19 apresenta um resumo com os dados e o resultado do dimensionamento. A Figura 9.15 apresenta este equipamento em operação.

Utilizando os 16 Cantitraveller's, cada um cobrindo uma largura de 10m de estrutura, é possível admitir que, se todos trabalharem na mesma velocidade, ao concluírem uma faixa terão executado 160m de largura. Por esta razão é que, no item 9.1.1, a Figura 9.1 indica que a primeira fase da estrutura terá 320m.



Tabela 9.19 - Dimensionamento do Cantitraveller.
Dimensionamento do cantitraveller

Dimensões	240 x 1100 m
Área total	264.000 m ²
Ciclo	2,5 dias
Produção por ciclo	40 m ² de laje
Dimensões de uma faixa	240 x 10 m
Tempo para executar uma faixa	150 dias
Quantidade total de faixas	110
Quantidade total de Cantitraveller's	16



Figura 9.15 - Cantitraveller em operação.

Fonte: Obra CSA de 2008 - Consórcio Andrade Gutierrez e Carioca Christiani-Nielsen. Foto cedida pelo Engenheiro Raul Cunha.

9.6.2 **Guindastes**

Os guindastes serão utilizados no canteiro de pré-moldados para auxiliar no transporte tanto das peças prontas, como também durante o processo de fabricação. Para definir a sua quantidade, é necessário saber qual o peso que deverá ser içado e qual o raio de ação necessário, ou seja, a distância máxima que ele deverá atingir para conseguir levar uma peça de um lugar para outro.



O peso aproximado dos elementos é de 12ton e o raio de ação máximo definido é de 30m. Esse último valor foi definido com auxílio de catálogos de guindastes (anexo B), que fornecem a capacidade de carga do equipamento para diferentes raios de ação e alturas. Assim, estimou-se a necessidade de 3 guindastes, dois com capacidade de 12t e raio de ação de 30m e um com capacidade de 4,5t e raio de ação 50m. A Figura 9.16 apresenta o local escolhido para a instalação dos guindastes.

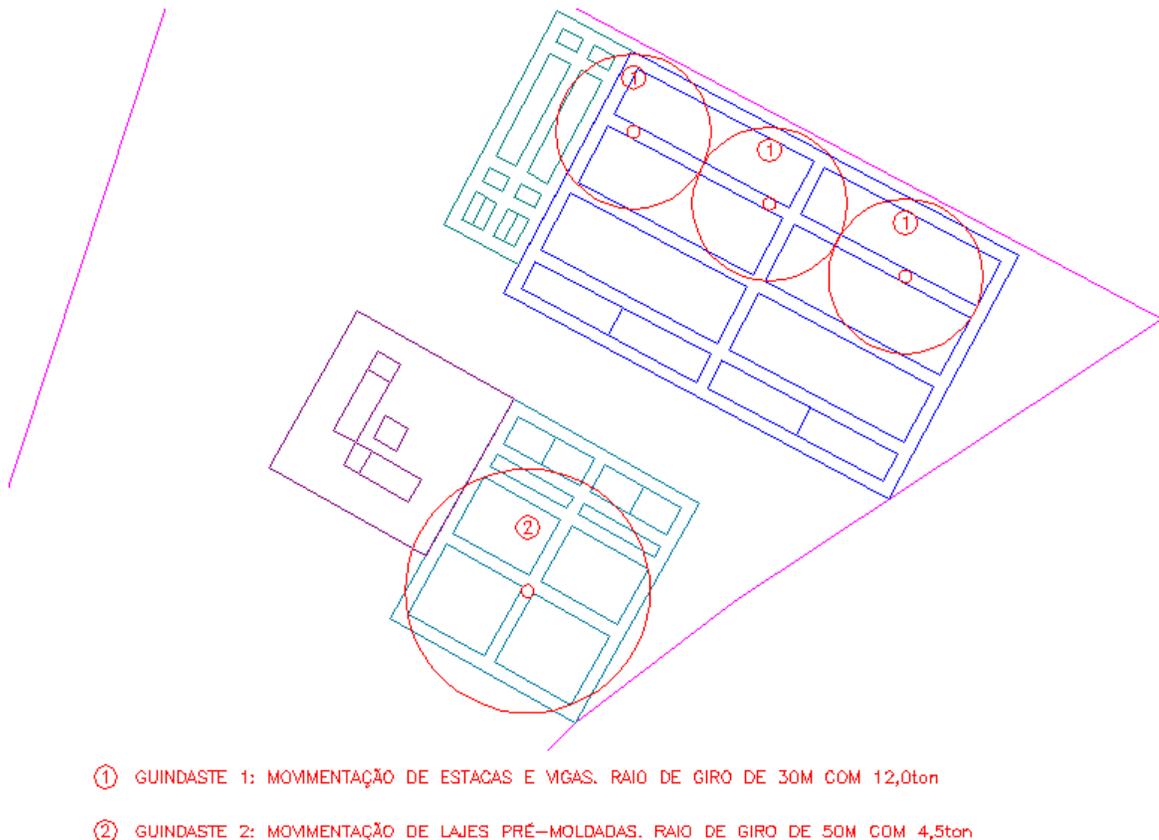


Figura 9.16 – Localização dos guindastes a serem utilizados no canteiro de obras.

Além dos guindastes atuando no canteiro, serão necessários também guindastes atuando juntamente com os Cantitraveller's, auxiliando na montagem da estrutura.

9.6.3 *Caminhões-betoneira*

No transporte de concreto utilizado para a execução dos elementos moldados “in loco” serão utilizados caminhões betoneira com capacidade para 7m³ de



concreto. Como a demanda diária de concreto “in loco” é de aproximadamente 130m³ serão necessárias cerca de 20 viagens entre a central de dosagem e a retroárea em construção. Admitindo que cada caminhão betoneira faça o bombeamento do seu concreto a uma velocidade de 35m³/h, segundo dados da Associação Brasileira das Empresas de Serviço de Concretagem (ABESC), cada caminhão leva cerca de 12 minutos para descarregar o concreto. Contando o tempo do percurso de ida e volta, são necessários 20 minutos para o caminhão retornar à central de dosagem. Dessa forma, para evitar que a concretagem seja interrompida são necessários pelo menos 3 caminhões betoneira.

9.6.4 **Marreca**

As marrecas são flutuantes utilizadas para o transporte das vigas e estacas do canteiro até o local da obra. Para fazer a estimativa de sua frota, utilizou-se o mesmo raciocínio dos caminhões-betoneira, estimando o tempo de ciclo de transporte de uma marreca. Diariamente serão transportadas 27 peças em média, e admitindo que a marreca demore cerca de 1 hora para ser carregada, ir até o local da obra, ser descarregada e depois voltar, serão necessárias ao menos 2 marrecas na obra. Entretanto, caso seja necessário levar peças para mais de um Cantitraveller ao mesmo tempo, para não atrasar o cronograma da obra, é sugerido deixar mais algumas marrecas como margem de segurança.

9.6.5 **Bate-estacas**

Para não atrasar a obra, o ideal é que haja um bate-estaca para cada Cantitraveller. Assim, garante-se que não haverá espera para a cravação das estacas, e caso aconteça algum imprevisto durante a cravação de uma estaca, esse atraso não será refletido nas outras faixas.

9.6.6 **Outros equipamentos**

Além dos equipamentos citados, serão utilizadas ferramentas para corte e dobra de aço, fabricação de fôrmas, soldagem, terraplanagem, compactação do



terreno, bombas de concretagem, entre diversos outros necessários para a execução da obra.

9.7 SEGURANÇA E MEDICINA DO TRABALHO

De acordo com a Sociedade Brasileira de Engenharia de Segurança (SOBES), a “segurança no trabalho” é parte integrante do processo de produção e tem como objetivo preservar os trabalhadores e o patrimônio material da empresa, dos clientes e de terceiros.

Dentro desse contexto, existe um órgão dentro da empresa, denominado CIPA (Comissão Interna de Prevenção de Acidentes), responsável por divulgar as normas de segurança, além de cuidar de aspectos administrativos relacionados ao assunto. Além da CIPA, cada funcionário tem responsabilidades e atribuições próprias, como por exemplo, o engenheiro da obra, que é responsável por planejar e determinar as medidas preventivas para execução de serviços segundo o PCMAT (Programa de Condições e Meio Ambiente de Trabalho).



10 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho é um estudo inicial sobre o tema Terminal Portuário EMBRAPORT, no qual se pôde perceber a grandeza e a complexidade de um empreendimento de tal porte.

As obras civis causam grandes impactos nos seus arredores, sendo necessária uma série de estudos com o intuito de minimizar seus aspectos negativos. Nesse sentido, tão importante quanto a viabilização técnica de uma obra, estão as viabilidades ambiental, econômica e social.

Além disso, a obra física está diretamente ligada à operação do terminal, sendo, portanto, importante o conhecimento das atividades dentro do porto, para que o mesmo seja projetado e construído de acordo com as suas necessidades futuras.

Durante as pesquisas realizadas para a execução do trabalho, houve dificuldade para obtenção de informações a respeito do assunto de operação portuária, pois a literatura encontrada é antiga, e muitas vezes ultrapassada. Esse fato é reflexo dos vários anos em que o estudo de portos foi abandonado. Entretanto, com a real e crescente necessidade de terminais portuários no país, espera-se que os estudos na área sejam intensificados, com a formação de profissionais capacitados, e que as técnicas, os equipamentos e a infra-estrutura dos portos sejam desenvolvidos.

Ao estudar a parte do dimensionamento estrutural, observou-se que os modelos planos utilizados não são os mais indicados para a determinação de todas as armaduras necessárias num estudo mais detalhado, mas para o escopo deste trabalho estes foram satisfatórios. Sugere-se a utilização de um modelo em grelha para o aprimoramento do dimensionamento estrutural.

Para a definição do canteiro de obras não se encontrou referências sobre obras de construção pesada, apenas de construções de edifícios, o que dificultou a



realização do trabalho, sendo necessário recorrer a profissionais da área para obtenção de dados sobre o assunto.

Além das dificuldades técnicas, foram enfrentadas divergências de opiniões que nem sempre foram totalmente resolvidas. Porém obteve-se um grande aprendizado para vida, tanto profissional quanto pessoal, ao aprendermos a conviver com essas diferenças.



REFERÊNCIAS

- AGERSCHOU, H. et al. **Planning and Design of Ports and Marine Terminals**. [1st] ed. New York: John Wiley And Sons, 1983. 320 p.
- ALFREDINI, P. **Obras e Gestão de Portos e Costas: A técnica aliada ao enfoque logístico e ambiental**. 1^a ed. São Paulo: Edgard Blücher, 2005. 688 p.
- ALLONDA GEOSINTÉTICOS AMBIENTAIS. **Geotube**. Disponível em: <www.allonda.com>. Acesso em: 10 maio 2008.
- ATKINS, W. H. **Modern marine terminal operations and management**. [1st] ed. Oakland: Port of Oakland, 1983. 327 p.
- B2B ABIMAQ. **Partes e peças**. Disponível em: <www.b2babimaq.com.br>. Acesso em: 22 jun. 2008.
- BOAS, S. V. **Santos: O Centro Histórico, o Porto e a Cidade**. São Paulo: Audichromo Editora, 2005.
- BARRETO, R. G. **Operadora portuária Santos Brasil S.A.** Santos, Operadora Portuária Santos Brasil S.A., 30 abr. 2008. Visita técnica. Santos, 2008.
- BONDER, B. H., GOMES, G. G. **EMBRAPORT**. Santos, Construtora Norberto Odebrecht, 07 jul. 2008. Visita técnica. Santos, 2008.
- BOTTER, R. C. **Planejamento Portuário: Modelo para análise Operacional do Sistema Porto Associado a Níveis de Serviço**. 1985. 177 p. Dissertação (Mestrado) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1985.
- BRITO, A. portos têm de dobrar em dez anos. **Folha de São Paulo**, 13 jul. 2008. Dinheiro, p. B13.
- BRUUN, P. **Port Engineering**. Houston: Gul Publishing Company, 1981. 436 p.
- Cananea.Net. **Sambaqui - Sítios Arqueológicos**. Disponível em: <http://www.cananea.net/sambaqui.php>. Acesso em: 15 jul. 2008.
- CANTEIRO CONSTRUÇÕES RACIONALIZADAS. **Projetos**. Disponível em: <www.canteiro.com.br /projetos>. Acesso em 20 jan. 2009.



CARIOCA CHRISTIANI-NIELSEN ENGENHARIA. **Carioca Christiani-Nielsen Engenharia.** Disponível em:

<http://www.cariocaengenharia.com.br/novosite/site_ce_1024/index.html>. Acesso em: 21 jun. 2008.

CIA DE DOCAS DE SANTOS. **O Porto e a Cia. Docas de Santos.** Disponível em: <http://www.geocities.com/ferrovias_brasil/cds-historia.htm>. Acesso em: 10 jun. 2008.

COIMEX TRADING COMPANY. **Grupo Coimex é um dos maiores em logística, infra-estrutura e comércio exterior no Brasil.** Disponível em: <http://www.coimextrading.com.br/conteudo/page_cont_168_1.asp>. Acesso em: 17 jul. 2008.

COMPANHIA DOCAS DO ESTADO DE SÃO PAULO. **História do Porto de Santos.** Disponível em: <<http://www.portodesantos.com/dados/historico-do-porto.html>>. Acesso em: 10 jun. 2008.

_____. **Localização do Porto de Santos.** Disponível em: <<http://www.portodesantos.com.br/kids/>>. Acesso em: 08 maio 2008.

COMPANHIA DOCAS DO PARÁ. **Complexo Industrial Portuário de Vila do Conde.** Disponível em: <http://www.cdp.com.br/porto_vila_conde.aspx>. Acesso em: 19 jun. 2008.

COMPANHIA DOCAS DO RIO DE JANEIRO AUTORIDADE PORTUÁRIA. **Notícias.** Disponível em: <www.portosrio.gov.br>. Acesso em: 22 jun. 2008.

CONSÓRCIO CNO-CCNE-CONSTREMAC-JAN DE NUL (São Paulo). **Memorial Sumário Descritivo do Empreendimento e das condições locais.** Santos, [2007].

CONSTREMAC INDUSTRIAL LTDA. **Constremac Industrial LTDA.** Disponível em: <http://www.constremac.com.br/SITE_FINAL.swf>. Acesso em: 21 jun. 2008.

CONVICON. **História do contêiner.** Disponível em: <<http://www.convicon.com.br/>>. Acesso em: 28 jun. 2008.

CORNICK, H. F. et al. **DOCK HARBOUR ENGINEERING: BUILDINGS & EQUIPMENT.** London: Charles Griffin & Company Limited, 1960. 319 p.



DACIOLE, L. **Fotos do Brasil**. Disponível em:
<<http://www.fotosdobrasil.fot.br/>>. Acesso em: 01 jul. 2008.

ESTUDIO 58 LTDA. **Fotos aéreas do Porto de Santos**. Disponível em:
<www.imagensaereas.com.br>. Acesso em: 08 maio 2008.

EXCELLENT ENGINEERING AND ALLIED SERVICES PVT LTD. **Products**.
Disponível em: <<http://www.excellentmumbai.com/>>. Acesso em: 17 jul. 2008.

FAIÇAL, M. **Obras de terra**: curso básico de geotecnia. 2003. 170P

FANTI, F. D. **Concepção, métodos construtivos e dimensionamento de terminais de contêineres**. 2007. 171 p. Dissertação (Mestrado) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2007.

FERTIMPORT. **BUNGE**. Disponível em: <www.fertimport.com.br>. Acesso em: 15 jun. 2008.

FORESTI JR., H. **EMBRAPORT**. Santos, Concremat, 07 jul. 2008. Visita técnica. Santos, 2008.

GERMANO, C. **Obra Tecon IV**. Santos, Andrade Gutierrez, 30 abr. 2008. Visita técnica. Santos, 2008.

GRANEÍSA. **Graneísa**. Disponível em: <www.graneisa.com.br>. Acesso em: 01 jul. 2008.

GRUPO COIMEX. **Dados e fotos de EMBRAPORT**. Disponível em:
<www.grupocoimex.com.br>. Acesso em: 08 maio 2008.

HACHICH, W. C. - **Fundacoes**: teoria e pratica. 1996. 751p

INTERNATIONAL MARITIME ORGANIZATION. **International Maritime Dangerous Code**. Disponível em: <www.imo.org>. Acesso em: 15 jun. 2008.

INTERPAVI (Belo Horizonte). **Características dos Pavimentos Intertravados**. Disponível em: <www.interpavi.com.br/brazil/tecnico.htm>. Acesso em: 16 jul. 08.

INVESTSANTOS. **Dados do setor portuário**. Disponível em:
<http://www.investsantos.com.br/economia/setor_portuario.htm>. Acesso em: 01 jul. 2008.

JAN DE NUL GROUP. **Company profile**. Disponível em:
<<http://www.jandenul.com/>>. Acesso em: 05 jul. 2008.



KALMAR INDUSTRIES. **Equipamentos para operação portuária.** Disponível em: <www.kalmarind.com>. Acesso em: 09 maio 2008.

_____. **Foto.** Disponível em:
<<http://www.kalmarind.com/source.php?id=43756>>. Acesso em: 30 jun. 2008.

LOZANO, W. M. F., TERRA, J. P. **EMBRAPORT.** Santos, Empresa Brasileira de Terminais Portuários, 07 jul. 2008. Visita técnica. Santos, 2008.

MASON, J. **Obras Portuárias.** Rio de Janeiro: Editora Campus Ltda, 1981. 282 p.

MATTOS NETO, B. A. **Porto de Santos - recordes e problemas.** Disponível em: <http://www.brazantunes.com.br/artigo/artigo_mostra.php?id=30&idCol=3>. Acesso em: 21 jun. 2008.

MERCEDES BENZ DO BRASIL. **Notícias.** Disponível em:
<http://www.daimlerchrysler.com.br/noticias/Outubro/Fenatran07_Resumo/popexpan de.htm>. Acesso em: 28 jun. 2008.

MIRATECH GEOTUBE. **Geotube.** Disponível em: <www.geotubes.com>. Acesso em: 21 jun. 2008.

MONTOYA, J. P. - **Hormigon armado.** 1973. 7ed.

MULTITERMINAIS. **MULTITERMINAIS.** Disponível em:
<<http://www.multiterminais.com.br/>>. Acesso em: 15 jun. 2008.

NOVO MILÊNIO. **História do Porto de Santos.** Disponível em:
<<http://www.novomilenio.inf.br/porto/portoh06.htm>>. Acesso em: 21 jun. 2008.

_____. _____. Disponível em:
<<http://www.novomilenio.inf.br/porto/pfotos/conte002.jpg>>. Acesso em: 17 jul. 2008.

_____. **Santos - fotos antigas.** Disponível em:
<<http://www.novomilenio.inf.br/santos/fotos253b.htm>>. Acesso em: 10 jun. 2008.

OPERAÇÃO PORTUÁRIA. **Operação Portuária.** Disponível em:
<<http://www.operacaoportuaria.com.br/>>. Acesso em: 16 jun. 2008.

OPINIÃO PORTUÁRIA. **O passado do Porto de Santos.** Disponível em:
<<http://www.portogente.com.br/portopedia/texto.php?cod=364>>. Acesso em: 10 jun. 2008.

ORGANIZAÇÃO ODEBRECHT. **Construtora Norberto Odebrecht S.A.** Disponível em: <<http://www.odebrecht.com/>>. Acesso em: 14 jun. 2008.



PEEL, M. et al. **Mapa de classificação climática Köppen-Geiger**. Disponível em: <<http://www.civenv.unimelb.edu.au/~mpeel/koppen.html>>. Acesso em: 10 jun. 2008.

PIRATRUCK. **Produtos**. Disponível em: <<http://www.piratruck.com.br/produtos/guerra/pcontain.htm>>. Acesso em: 28 jun. 2008.

PORT OF CHARLESTON. **Foto de um RTG**. Disponível em: <http://www.port-of-charleston.com/images/cranes/RTG_working_big.jpg>. Acesso em: 17 jul. 08.

PORT OF ROTTERDAM. Rotterdam. Port statistics 2007. Disponível em: <http://www.portofrotterdam.com/mmfiles/port_statistics_2007_tcm26-48060.pdf>. Acesso em 10 jan. 2009.

PORT OF ROTTERDAM. Rotterdam. ECT Container Terminals. Disponível em: <http://www.ect.nl/frames.asp?currentItemCode=2_2&newwindow=0¤tServiceID=null¤tPageID=281>. Acesso em 20 dez. 2008.

[PORT NET]. Hamburg: [Port net activities]. Disponível em: <www.port-net.net/activities/pdf/koch_bpt_container_09052006.pdf>. Acesso em 9 jan. 2008.

PRETTI, M. B. P. **Evolução do cais do Porto de Santos**. 2006. 65 p. Texto de Qualificação (Mestrado) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006.

REVISTA CAFEICULTURA. **História do Porto de Santos**. Disponível em: <<http://www.revistacafeicultura.com.br/index.php?tipo=ler&mat=12449>>. Acesso em: 10 jun. 2008.

SANEVIX ENGENHARIA LTDA. **Geotube**. Disponível em: <<http://www.sanevix.com.br/interna/FotosGeotube.htm>>. Acesso em: 21 jun. 2008.

SANTOS BRASIL. **Operação portuária**. Disponível em: <<http://www.santosbrasil.com.br/departamentos/base.asp?pag=servicos.asp?serv=1>>. Acesso em: 17 jul. 2008.

SCAC FUNDAÇÕES E ESTRUTURAS LTDA. **Estacas centrifugadas**. Disponível em: <www.scac.com.br/fc.html>. Acesso em 19 jan. 2009.



SIMÃO, B. P. et al. **Projeto, implantação e operação de terminal de contêineres no Porto de Santos**. 2006. 276 p. Trabalho de Formatura (Graduação) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006.

SKAF, K. J. **Contêineres**. São Paulo, Escola Politécnica, 28 maio 2008. Depoimento, São Paulo, 2008.

_____. **Granéis líquidos e sólidos**. São Paulo, Escola Politécnica, 09 jun. 2008. Depoimento, São Paulo, 2008.

SP TURISMO (São Paulo). **Estradas de acesso ao terminal**. Disponível em:

<<http://www.sp-turismo.com/mapa-interativo.htm>>. Acesso em: 16 jul. 08.

TADEU, J. B. **Pavimentação Asfáltica**: materiais, projeto e restauração. 1ª ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2007. 558 p.

TAYLOR, L. G. **Cargo Work**: The Care, Handling and Carriage of Cargoes. Twelfth Edition Glasgow: Brown, Son & Ferguson, Ltda., Nautical Publishers, 1991. 506 p.

TSCHEBOTARIOFF, G. P. **FUNDAÇÕES, Estruturas de arrimo e obras de terra**. 1978. 513p.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL. **A Operação Portuária**. Disponível em:
<www.producao.ufrgs.br/arquivos/disciplinas/411_portos_iii.pdf>. Acesso em: 16 jun. 2008.

VAQUEIRO, G. C. **EMBRAPORT**. Santos, Construtora Norberto Odebrecht, 30 maio 2008. Visita técnica. Santos, 2008.

WIKIMEDIA COMMONS. **Portainer (gantry crane)**. Disponível em:
<[http://commons.wikimedia.org/wiki/Image:Portainer_\(gantry_crane\).jpg](http://commons.wikimedia.org/wiki/Image:Portainer_(gantry_crane).jpg)>. Acesso em: 17 jul. 2008



GLOSSÁRIO

“Back Reach” – Braço traseiro do portêiner.

“Dolphin” de Atracação – Estrutura portuária situada em local de maior profundidade, com dimensões capazes de receber embarcações. Tal estrutura é independente da linha do cais, que pode ser ou não dotada de plataforma de comprimento variável, e em geral, possui equipamentos.

“Groud Slot” – Área ocupada em planta por um contêiner.

“Heach Cover” - Tampa da escotilha do navio.

“Layout” - Esboço, planejamento com a especificação da disposição, medidas e outras minúcias relativas ao arranjo de uma obra.

“Off-Shore” – Disposição na qual o cais é conectado à retroárea através de uma ponte.

“Out Reach” – Braço dianteiro do portêiner.

“Pipe-Rack” – Pórticos com diversos níveis para sustentação de tubulações no transporte de granéis líquidos.

“Pipe-Way” – Estrutura semelhante ao “pipe-rack”, mas fica próxima ao chão.

“Reach Stacker” - Veículo motorizado utilizado para a movimentação de contêineres no interior do terminal.

“Ship-Loader” – Equipamento utilizado no carregamento e descarregamento de granéis sólidos estocados nas embarcações. O carregador é dotado de lança fixa ou móvel, eletromecânica.

“Straddle Carrier” - Pórtico utilizado para retirar ou colocar contêineres nas pilhas além de transportá-los no interior do terminal.

Atracação - Manobra executada para atracar o navio.



Atracar - Ação de manter o navio encostado a um cais de um porto ou a outro navio.

Baía – Acidente geográfico ou qualquer lugar côncavo do litoral onde se possa aportar. É de grande importância na organização e instalação de um porto.

Baias de Despacho e Recepção – Locais de estacionamento para conjunto transportados enquanto descarregam. Utilizadas em terminais de carga geral.

Berço de Atracação – Área no cais onde o navio atraca.

Boca - Largura da seção transversal a que se referir; a palavra boca, sem a referência à seção em que foi tomada, significa a maior largura do casco e, por isso mesmo, é a medida da seção mestra.

Bota Fora Oceânico - Local destinado à deposição do material dragado.

Cabo - Qualquer corda utilizada a bordo de uma embarcação. Os cabos, de modo geral, podem ser classificados segundo a matéria-prima de que são confeccionados.

Cabotagem - Navegação mercante feita ao longo da costa marítima ou em áreas marítimas limitadas.

Cais – Parte do porto onde atracam as embarcações, com a finalidade de efetuar embarques e desembarques de cargas e passageiros, constituindo um conjunto de berços.

Calado - Distância vertical entre a superfície da água e a parte mais baixa do navio naquele ponto.

Capatazia – Serviço de movimentação de mercadorias, realizado pelo pessoal da administração do porto.

Carga Geral – Qualquer tipo de carga não classificada no grupo de granéis, podendo ser ou não unitizada.

Carga Unitizada – Carga movimentada conjuntamente através de acessórios padronizados, a exemplo da carga em contêiner.



Carreta ou Chassis – Plataforma montada sobre rodas, utilizada para o transporte de cargas.

Carrossel – Circuito pré-definido realizado por uma carreta no interior da retroárea.

Compactação - Processo mecânico no qual há o aumento da resistência pela expulsão do ar ou da água dos vazios do solo.

Contêiner - Recipiente construído de material resistente, capaz de propiciar o transporte de mercadorias com segurança, inviolabilidade e rapidez.

Correia Transportadora – Equipamento eletromecânico, dotado de esteira móvel, utilizado para movimentar granéis sólidos. A relação entre o comprimento e a largura determina a potência e a velocidade do mecanismo a ser adotado em cada caso específico, objetivando o deslocamento contínuo.

Defensas - Proteções das embarcações, dispostas ao longo do casco nos pontos mais salientes deste, de modo a impedir que ocorram danos ao mesmo e à sua pintura quando o navio estiver atracado. Existem vários tipos de defensas, apropriadas a cada tipo de embarcação ou mesmo uso.

Descarregador – Equipamento utilizado na descarga de granéis, tais como: minério de ferro, carvão, milho, trigo, fertilizantes, etc.

Deslastrar – Retirar o lastro.

Desova – Retirada da carga do interior do contêiner.

Draga – Embarcação apropriada que serve para limpar o fundo dos rios, mares, lagos, etc., de depósitos, entulhos, lama, lodo em águas pouco profundas. Normalmente é utilizada no interior ou na proximidade dos portos para aumentar a profundidade dos canais de acesso ou das bacias de evolução, proporcionando maior calado às embarcações.

Dragagem - Processo de movimentar material submerso em água de um local para outro, submerso ou não, com equipamentos chamados dragas.



Embarcação - Construção feita em materiais apropriados de modo à flutuar e destinada a transportar pela água pessoas e coisas.

Estiva – Serviço de movimentação de mercadoria entre o porão do navio e o convés, e vice-versa. Tal serviço é realizado por pessoal pertencente ao sindicato dos estivadores.

Estivador – Carregador que trabalha na carga e descarga de navios; o que dirige a carga e a descarga de navios por conta própria ou de casa comercial.

FIFO – “First In First Out”- O primeiro a chegar é o primeiro a sair.

GPS - Sistema de navegação que utiliza sinais emitidos por satélites geo-estacionários, dá leituras de posição a qualquer momento, é extremamente preciso e de dimensões bastante reduzidas.

Granéis ou Carga a Granel – Carga que não é acondicionada em qualquer tipo de embalagem. Os granéis são cargas que necessitam ser individualizadas, subdividindo-se em granéis sólidos e granéis líquidos. São granéis sólidos: os minérios de ferro, manganês, bauxita, carvão, sal, trigo, soja, fertilizantes etc. São granéis líquidos: o petróleo e seus subprodutos, óleos vegetais, etc.

Guindaste – Equipamento usado para a movimentação de carga geral.

Guindaste de Bordo – Guindastes existentes no próprio navio.

Lastrar - Lastrar ou fazer o lastro de um navio é colocar um certo peso no fundo do casco para aumentar a estabilidade ou trazê-lo à posição de flutuação direita, melhorando as condições de navegabilidade.

Lastro - Tudo o que se coloca no fundo dos porões de um navio para lhe dar estabilidade, geralmente, quando este estiver vazio.

Lira – Desvio feito com o “pipe-way” ao atravessar áreas de circulação.

Mangote – Componente dos equipamentos destinados aos serviços marítimos líquidos. É um tipo de mangueira.



Manobrabilidade – Facilidade na movimentação.

MCH – “Mobile Harbour Crane” – Guindaste móvel utilizado para colocar ou retirar contêineres do interior de navios.

Moega – Denominação dada a uma instalação portuária especialmente aparelhada para a movimentação de determinados granéis sólidos. A moega tem formato próprio para receber e destinar granéis sólidos a correias transportadoras, vagões ou conjunto transportados.

Paioi – Compartimento destinado à guarda ou armazenamento de material de qualquer espécie.

Paleta – Denominação dada a um estrado de madeira usado na movimentação e empilhamento de mercadorias; tabuleiro. Caracteriza-se também como um acessório de dimensões definidas, dotado de dispositivo de apoio para o garfo das empilhadeiras, utilizado para o acondicionamento de diversos tipos de cargas, possibilitando o seu manuseio de forma unitizada.

Pátios de Estocagem – Áreas descobertas localizadas na região do porto, intercaladas aos armazéns ou isoladas, destinadas ao recebimento de cargas pesadas ou de natureza especial.

Percolação - Caminho percorrido pela água entre os vazios do solos.

Pier – Plataforma enraizada em terra, ou em um quebra-mar, acostável em um ou ambos os lados, para funcionar como cais.

Porões - Espaço entre o convés mais abaixo e o teto do duplo-fundo, ou entre o convés mais baixo e o fundo se o navio não for dotado de duplo-fundo. Num navio mercante destinado ao transporte de mercadorias, porão é todo o compartimento estanque onde se acondiciona a carga; estes porões são numerados seguidamente de vante para a ré e debaixo para cima.

Portêiner – Guindaste em forma de pórtico utilizado para colocar ou retirar contêineres do interior de navios.



Portos Secos – Regiões alfandegadas que realizam a desova de contêineres.

Retroárea – Toda área do porto que não compreende o cais.

RTG – “Rubber Tired Gantry” – Semelhante ao transtêiner, mas apoiado sobre rodas.

Sambaquis - montes de conchas que foram acumuladas por muitos anos por antigos habitantes do local.

TEU – “Twenty foot Equivalent Unit” - Refere-se a um contêiner de 20pés ou equivalente.

Transtêiner ou Pórtico – Equipamento que se movimenta sobre trilhos. Utilizado na retroárea para movimentação de contêineres.



COLABORADORES

- ✓ André Bergsten Mendes
Engenheiro Naval
Escola Politécnica da USP- Departamento de Engenharia Naval e Oceânica

- ✓ Bárbara Pereira
Auxiliar Administrativa
Concremat Engenharia e Tecnologia S/A

- ✓ Bruno Henrique Bonder
Engenheiro Civil
Construtora Norberto Odebrecht S.A.

- ✓ Carlos Germano
Engenheiro Civil
Andrade Gutierrez S. A.

- ✓ Fernando Rebouças Stucchi
Engenheiro Civil
EGT Engenharia S/C Ltda

- ✓ Gilberto Garcia Gomes
Engenheiro Civil
Construtora Norberto Odebrecht S.A.

- ✓ Gilmar da Costa Vaqueiro
Engenheiro Civil
Construtora Norberto Odebrecht S.A.



- ✓ Hermes Fajersztajn
Engenheiro Civil
Escola Politécnica da USP- Departamento de Construção Civil

- ✓ Hyllo Foresti Junior
Engenheiro Civil
Concremat Engenharia e Tecnologia S/A

- ✓ Juvêncio Pires Terra
Engenheiro Civil
EMBRAPORT – Empresa Brasileira de Terminais Portuários S/A

- ✓ Kalil José Skaf
Engenheiro Civil
EGT Engenharia S/C Ltda

- ✓ Marcia de Castro Moura
Administradora
Arcadis Enerconsult S/A

- ✓ Mozart Miranda Mendes
Diretor-Superintendente
EMBRAPORT – Empresa Brasileira de Terminais Portuários S/A

- ✓ Rodrigo Ganança Barreto
Engenheiro Civil
Santos Brasil S/A



✓ Thais Filogônio

Engenheira Civil

EGT Engenharia S/C Ltda

✓ Wilson Mário Fadel Lozano

Engenheiro Civil

EMBRAPORT – Empresa Brasileira de Terminais Portuários S/A



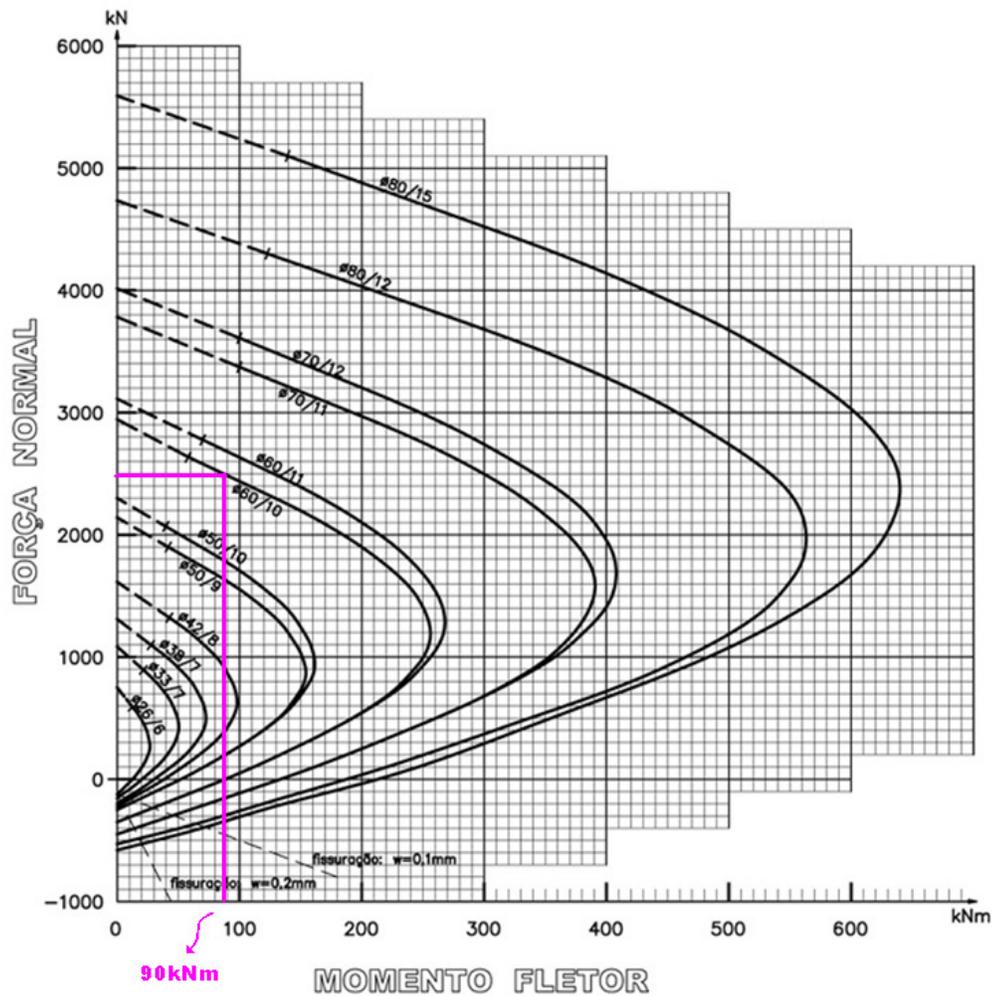
APÊNDICE A – CÁLCULO DE K_0

Furo	Dados de entrada				Dados de Saída			
	Amostra/ CP	σ_3	$\sigma_1 - \sigma_3$	$(\sigma_1 - \sigma_3) / 2 \sigma_3$	σ_1	σ_3	Sen ϕ	K_0
		(kPa) na rutura						
SS10	8/CP1	120	138	0,58	258	120	0,365	0,635
	14/CP2	180	157	0,44	337	180	0,304	0,696
	20/CP3	240	217	0,45	457	240	0,311	0,689
SS101	7/CP1	120	139	0,58	259	120	0,367	0,633
	14/CP2	180	185	0,51	365	180	0,339	0,661
	20/CP3	240	207	0,43	447	240	0,301	0,699
SS103	7/CP1	120	131	0,55	251	120	0,353	0,647
	14/CP2	180	177	0,49	357	180	0,330	0,670
	20/CP3	240	247	0,51	487	240	0,340	0,660
SS110	7/CP1	120	135	0,56	255	120	0,360	0,640
	11/CP2	180	245	0,51	425	180	0,405	0,595
SS115	7/CP1	120	127	0,53	247	120	0,346	0,654
	11/CP2	180	190	0,53	370	180	0,345	0,655
	14/CP3	240	260	0,54	500	240	0,351	0,649
SS118	7/CP1	120	130	0,54	250	120	0,351	0,649
	11/CP2	180	170	0,47	350	180	0,321	0,679
	14/CP3	240	211	0,44	451	240	0,305	0,695
SSM139	8/CP1	120	139	0,58	259	120	0,367	0,633
	14/CP2	180	188	0,52	368	180	0,343	0,657
SSM143	8/CP1	120	159	0,66	279	120	0,398	0,602
	14/CP2	180	189	0,53	369	180	0,344	0,656
	20/CP3	240	250	0,52	490	240	0,342	0,658
	29/CP4	340	303	0,45	643	340	0,308	0,692
							Mediana	0,656
							Média	0,657



APÊNDICE B – DIAGRAMA DE FLEXÃO COMPOSTA DAS ESTACAS SCAC

FLEXÃO COMPOSTA DE ESTACAS PADRÃO* SCAC



Elementos de cálculo:

- CONCRETO: $f_{ck} = 35 \text{ MPa}$
- AÇO: $f_{yk} = 500 \text{ MPa}$
- COEFICIENTE DE SEGURANÇA: $\gamma_f = 1,4$
- COEFICIENTE DE MINORAÇÃO DA RESISTÊNCIA DO CONCRETO: $\gamma_c = 1,3$
- COEFICIENTE DE MINORAÇÃO DA RESISTÊNCIA DO AÇO: $\gamma_s = 1,15$



APÊNDICE C - MEMÓRIA DE CÁLCULO

Dimensionamento estrutural das estacas

Seção escolhida: Circular vazada com 60cm de diâmetro e 11cm de espessura.

Cálculo do peso próprio da estaca:

$$q = \gamma_{\text{concreto}} \cdot A_{\text{seção}} = 25 \cdot 0,1693 = 4,2325 \text{ kN / m}$$

Cálculo do momento de inércia da seção:

$$I = \frac{\pi \cdot D^4}{64} = \frac{\pi \cdot 0,6^4}{64} = 0,005338 \text{ m}^4$$

Cálculo de l e l' :

$$M^- = M^+ \rightarrow \frac{q \cdot l'^2}{2} = \frac{q \cdot L}{2} \cdot \frac{l}{2} - \frac{q}{2} \cdot \left(l' + \frac{l}{2} \right)^2 \rightarrow l'^2 + l' \cdot \frac{L^2}{4} = 0 \xrightarrow{\text{Bhaskara}} l' = \frac{-L \pm \sqrt{2 \cdot L^2}}{2}$$

Para uma estaca de $L=23\text{m}$ tem-se que:

$$l' = 4,7635 \text{ m}$$

$$l = 13,4731 \text{ m}$$



Cálculo do momento máximo:

$$M = \frac{q \cdot l^2}{2} = \frac{4,2325 \cdot 4,7635^2}{2} = 48,0188 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

Cálculo da protensão necessária:

$$\sigma_s = \frac{P}{A_c} - \frac{M \cdot y}{I} = f_{ctk} \rightarrow \frac{P}{0,1693} - \frac{48,0188 \cdot 0,3}{0,005338} = -2250 \rightarrow P = 75,9483 \text{ kN}$$

Cálculo de μ para utilizar ábaco de Montoya:

$$\mu = \frac{M_d}{A_c \cdot h \cdot f_{cd}} = \frac{48,0188 \cdot 1,4}{0,1693 \cdot 0,6 \cdot \frac{35000 \cdot 0,68}{1,4}} = 0,03893$$

$$\therefore \omega = 0,1$$

Cálculo da quantidade de armadura necessária:

$$A_{tot} = \omega \cdot A_c \cdot \frac{f_{cd}}{f_{yd}} = 0,1 \cdot 1693 \cdot \frac{35 \cdot 0,68}{1,4} \cdot \frac{1,15}{500} = 6,6196 \text{ cm}^2$$



APÊNDICE D - MEMÓRIA DE CÁLCULO

Dimensionamento das estacas de transição – efeito Tschebotarioff:

Verificação das estacas SCAC para a periferia

Cálculo do incremento de tensão vertical σ_z :

$$\sigma_z = \gamma_{aterro} \cdot h_{aterro} + q_{cqp} = 1,5 \cdot 3 + (6,8 \cdot 0,4) = 7,22 \text{tf} / \text{m}^2$$

Cálculo da pressão lateral:

$$p_H = K_{CE} \cdot \sigma_z \cdot b = 0,66 \cdot 7,22 \cdot 0,6 = 2,8591$$

Cálculo da resultante da pressão lateral:

$$P = 0,9 \cdot p_H \cdot \frac{t}{2} = 0,9 \cdot 2,8591 \cdot \frac{28}{2} = 36,0249$$

Cálculo do momento:

$$M_B = -\frac{P \cdot a \cdot (L^2 - a^2)}{2 \cdot L^2} = -\frac{36,0249 \cdot 14 \cdot (31^2 - 14^2)}{2 \cdot 31^2} = -200,742 \text{tf} \cdot \text{m}$$



APÊNDICE E - MEMÓRIA DE CÁLCULO

Dimensionamento das estacas de transição – efeito Tschebotarioff:

Determinação da seção da estaca da periferia

Com o perfil adotado, de 25cm de largura, o momento fletor atuante na estaca é de:

$$p_H = K_{CE} \cdot \sigma_Z \cdot b = 0,66 \cdot 7,22 \cdot 0,25 = 1,1913$$

$$P = 0,9 \cdot p_H \cdot \frac{t}{2} = 0,9 \cdot 1,1913 \cdot \frac{28}{2} = 15,0104$$

$$M_B = -\frac{P \cdot a \cdot (L^2 - a^2)}{2 \cdot L^2} = -\frac{15,0104 \cdot 14 \cdot (31^2 - 14^2)}{2 \cdot 31^2} = -83,6426 \text{tf} \cdot \text{m}$$

Área necessária para resistir à força normal:

$$A_N = \frac{N_d}{fyd} = \frac{123,5 \cdot 1,4}{2,17} = 79,534 \text{cm}^2$$

Para os cálculos será admitida apenas uma alma no lugar das duas almas existentes na seção, com a espessura da nova sendo igual a das duas antigas, ou seja, 2cm.

Assim, a altura da alma equivalente que resiste à força normal é de:

$$h_{a,n} = \frac{A_N}{e_a} = \frac{79,534}{2} = 40 \text{cm}$$

Admitindo que o momento resistente da estaca deve ser igual o momento fletor na estaca, tem-se que:

$$M_{RD} = A_{\text{mesa}, \text{mom}} \cdot fyd \cdot \text{braço}_{\text{mesa}} + A_{\text{alma}, \text{mom}} \cdot fyd \cdot \text{braço}_{\text{alma}}$$

Através de algumas iterações, chegou-se ao valor da altura de alma necessária para suportar o momento fletor juntamente com a mesa:



$$h_{a,m} = 15,5663 \text{ cm}$$

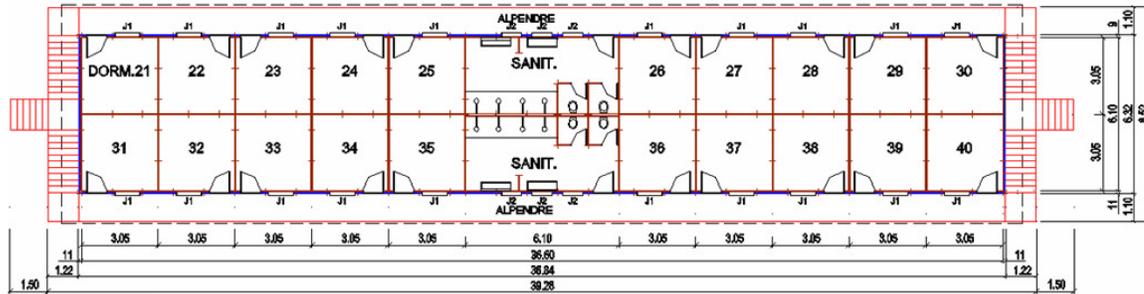
Assim, a altura total da alma será de:

$$h_{alma} = h_{a,n} + 2 \cdot h_{a,m} = 40 + 2 \cdot 15,6 \cong 72 \text{ cm}$$



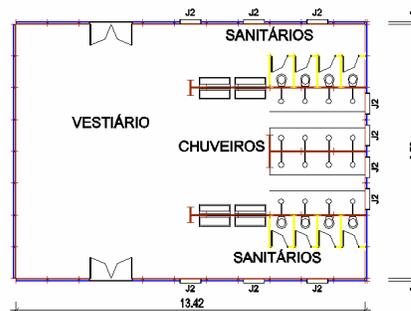
APÊNDICE F - PLANTAS REFERENTES ÀS INSTALAÇÕES PROVISÓRIAS

- Alojamento com 2 pavimentos, sendo cada um com capacidade para 40 funcionários. Para a obra em questão serão implantadas 2 edificações como esta.



PLANTA

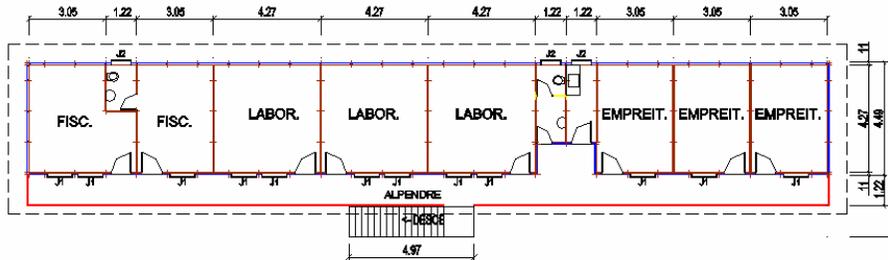
- Vestiário para 80% dos funcionários. Serão utilizadas 8 instalações como esta.



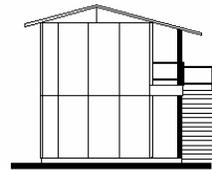
PLANTA



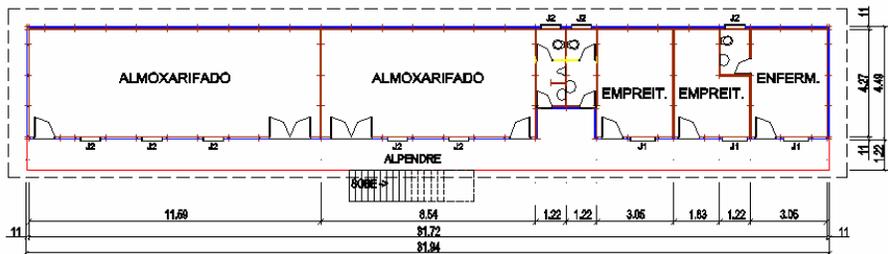
- Escritório com 2 pavimentos para almoxarifados, laboratórios, empreiteiros, salas de treinamento, etc.



PLANTA - PAVIMENTO SUPERIOR

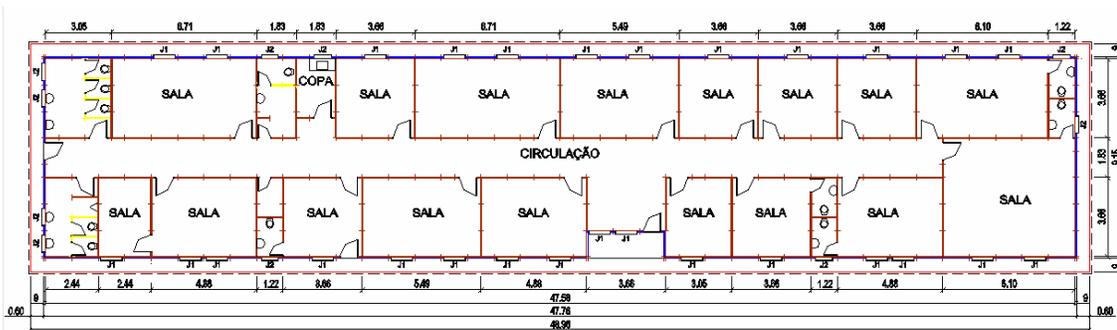


VISTA LATERAL



PLANTA - PAVIMENTO INFERIOR

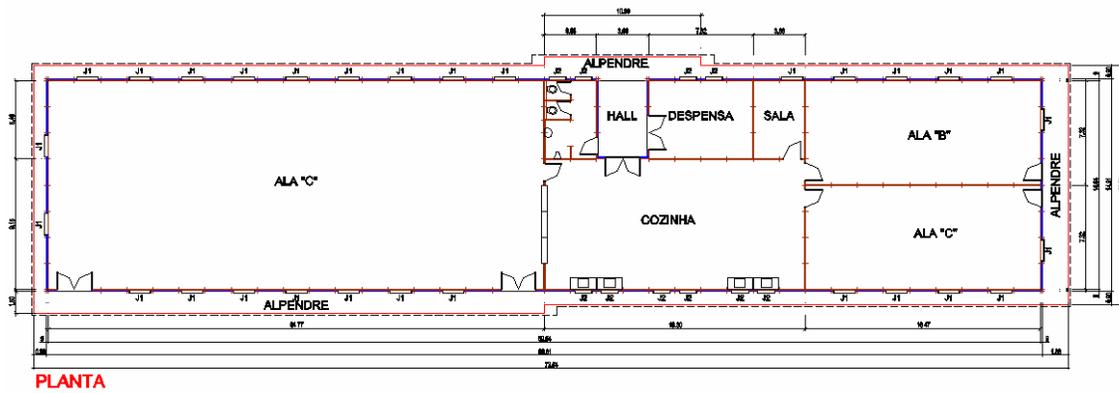
- Escritório para engenharia, técnicos e mestres de obra.



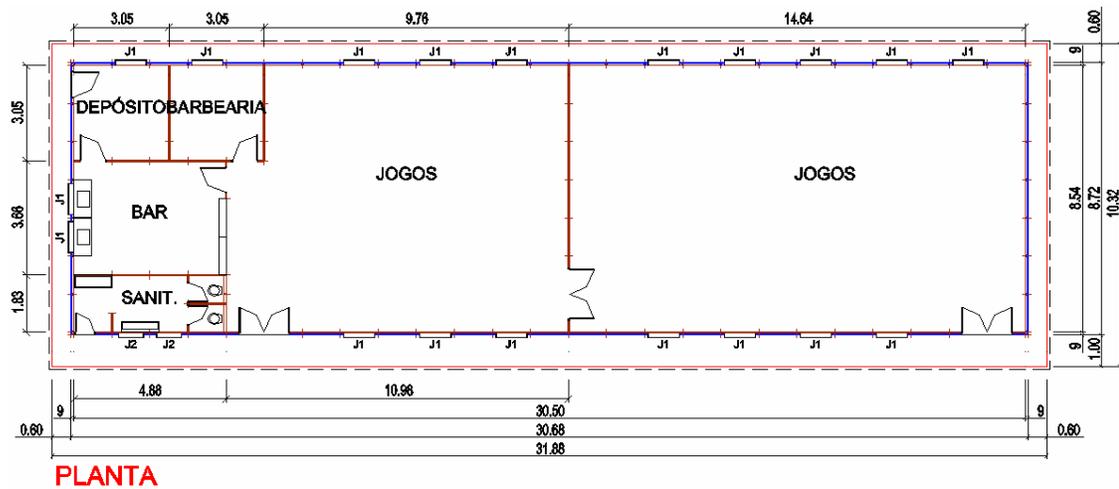
PLANTA



- Refeitório com área suficiente para acomodar um quarto do total de funcionários.



- Sala de jogos. Para a obra em questão serão produzidas duas salas como esta.





APÊNDICE G – MEMÓRIA DE CÁLCULO - MELLO

- Sondagens deficientes

Prof. (m)	SP-01		SP-06		SP-07		SP-102		SPM - 12		SPM - 15	
	SPT	Soma	SPT	Soma	SPT	Soma	SPT	Soma	SPT	Soma	SPT	Soma
1	0	0	0	0	0,5	0,53	0	0	0	0	1	1
2	0	0	0	0	1,4	1,95	0	0	0	0	1	2
3	0	0	0	0	1,5	3,45	0	0	0	0	26	28
4	0	0	1,4	1,43	2	5,45	0,5	0,53	5	5	9	37
5	0	0	8	9,43	2	7,45	8	8,53	12	17	2,7	39,7
6	3	3	9	18,4	3	10,5	5	13,5	3	20	2	41,7
7	3	6	4,1	22,5	3	13,5	0,6	14,2	3	23	2	43,7
8	2	8	2	24,5	2,5	16	0,7	14,8	3	26	2	45,7
9	1,6	9,58	2	26,5	3	19	0,7	15,5	2	28	2	47,7
10	2	11,6	1	27,5	1,4	20,3	1,3	16,7	2	30	2	49,7
11	2	13,6	2,0	29,5	2	22,3	1,3	18	1,8	31,8	2	51,7
12	1,5	15,1	1,3	30,8	1,7	24	1,4	19,3	2	33,8	2	53,7
13	2	17,1	1,4	32,2	2	26	1,5	20,8	2	35,8	2	55,7
14	2	19,1	1,4	33,6	1,5	27,5	1,5	22,3	2	37,8	2	57,7
15	2	21,1	1,9	35,5	1,4	29	1,5	23,8	2	39,8	2	59,7
16	2	23,1	2	37,5	1,5	30,5	1,6	25,4	2	41,8	2	61,7
17	2	25,1	2	39,5	1,4	31,9	1,6	27	2,7	44,5	2	63,7
18	1,6	26,7	2	41,5	1	32,9	1,7	28,7	2	46,5	2	65,7
19	1,4	28,1	2	43,5	1,4	34,3	1,8	30,4	2,4	49	2	67,7
20	2	30,1	2	45,5	2	36,3	2	32,4	2	51	2	69,7
21	2	32,1	2,6	48,1	2	38,3	2	34,4	2,6	53,5	2,6	72,4
22	2	34,1	3,0	51,1	2	40,3	2	36,4	2,6	56,1	3	75,4
23	2	36,1	2,6	53,7	2	42,3	2	38,4	3	59,1	2,6	77,9
24	2	38,1	2	55,7	2	44,3	2	40,4	3	62,1	17	94,9
25	2	40,1	2	57,7	2	46,3	6	46,4	2,7	64,8	20	115
26	2	42,1	2,9	60,5	2	48,3	7	53,4	1,8	66,7	19	134
27	3	45,1	2	62,5	2	50,3	8	61,4	2	68,7	21	155
28	4	49,1	2	64,5	2	52,3	8	69,4	2,8	71,5	17	172
29	3	52,1	2	66,5	2	54,3	7	76,4	2,6	74,1	16	188
30	3,6	55,7	2	68,5	2	56,3	6	82,4	3	77,1		
31	1,9	57,6	3,5	72	2	58,3	2	84,4	3	80,1		
32	2	59,6	3	75	2	60,3	2	86,4	2,5	82,6		
33	2	61,6	31	106	3	63,3	2	88,4	1,7	84,3		
34	2,3	63,9	60	166	3	66,3	2	90,4	2,6	86,9		
35	2	65,9	60	226	2,6	69	2	92,4	3	89,9		
36	2	67,9	60	286	2,2	71,2	3	95,4	3	92,9		
37	2	69,9			2	73,2	3	98,4	3	95,9		
38	1,5	71,4			2	75,2	4	102	3,1	99		
39	2	73,4			2	77,2	15	117	2,7	102		
40	1	74,4			2	79,2	15	132	2,5	104		
41	1,5	75,9			2,5	81,7	13	145				
42	1,4	77,3			28	110	60	205				
43	2	79,3			24	134	60	265				
44	28	107			44	178	60	325				
45	35	142			66,7	244						
46	45,6	188			66,7	311						
47	75	263			66,7	378						
48	75	338										
49	75	413										
50												
51												
52												
Profundidade	46 m		ERRO m		45 m		42 m		ERRO m		ERRO m	



- Sondagens

Prof. (m)	SP-02		SP-03		SP-04		SP-101		SP-103		SP-104		SP-112		SPM - 01		SPM - 05		SPM - 09		SMP - 146		
	SPT	Soma	SPT	Soma	SPT	Soma	SPT	Soma	SPT	Soma	SPT	Soma	SPT	Soma	SPT	Soma	SPT	Soma	SPT	Soma	SPT	Soma	
1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	3,3	3,33	1,6	1,62	0	0	0	0	0	0	0	0	
2	0	0	0	0	1	2	1,2	1,15	0,5	0,54	4	7,33	0	1,62	1,4	1,36	1	1	1	1	1	1	
3	2,7	2,73	0,8	0,75	0,6	2,63	1	2,15	0,6	1,09	0	7,33	0,6	2,18	0	1,36	1	2	4	5	0	0	
4	7	9,73	8,4	9,15	1	3,63	0,9	3,01	3	4,09	5	12,3	2	4,18	1,3	2,67	1,7	3,71	11	16	0,7	0,7	
5	5	14,7	15	24,2	2	5,63	7	10	2,6	6,74	1,7	14	3	7,18	1,2	3,87	3	6,71	8	24	5	5,7	
6	1,4	16,2	4	28,2	1	6,63	2	12	3	9,74	1,3	15,3	3,3	10,5	9	12,9	3	9,71	4	28	6	11,7	
7	1,6	17,7	0,9	29,1	1,0	7,63	1	13	2,6	12,3	1	16,3	0,8	11,3	6	18,9	4	13,7	4	32	0,9	12,6	
8	1,5	19,2	1	30,1	1	8,63	0,8	13,8	1,7	14	0,9	17,2	0,9	12,2	2,7	21,6	3	16,7	2	34	0,9	13,5	
9	1	20,2	1	31,1	2	10,6	0,8	14,7	1,8	15,7	0,8	17,9	1,5	13,7	3,3	24,9	4	20,7	3	37	0,9	14,4	
10	1,5	21,8	1,5	32,6	2	12,6	0,9	15,5	1,7	17,4	0,8	18,7	1,5	15,2	2	26,9	2	22,7	2	39	1,3	15,6	
11	0,9	22,7	1,4	33,9	2,0	14,6	1,2	16,7	1,7	19,1	1,2	19,8	1,5	16,7	1,5	28,4	2	24,7	2	41	1,3	17	
12	1,7	24,3	1,7	35,6	2,0	16,6	1,3	18	1,6	20,7	1,2	21	1,1	17,8	2,4	30,9	2	26,7	3	44	1,3	18,2	
13	1,5	25,8	1,5	37,1	1	17,6	1,4	19,4	1,7	22,3	1,2	22,2	1,2	19	2	32,9	2	28,7	3	47	1,3	19,5	
14	1,4	27,2	1,4	38,5	0,9	18,5	1,3	20,7	1,6	23,9	1,3	23,5	1,2	20,2	2	34,9	3	31,7	2	49	1,4	20,8	
15	2	29,2	1,5	40	1,363636	19,9	1,3	22	1,6	25,5	1,2	24,7	1,8	22	2	36,9	3	34,7	2,6	51,6	1,4	22,2	
16	2,4	31,6	1,7	41,6	1,7	21,6	1,4	23,4	1,6	27,1	1,3	26	1,4	23,4	2,6	39,5	3	37,7	2,6	54,2	1,5	23,7	
17	1,8	33,4	1,5	43,1	1,5	23,1	1,4	24,7	1,5	28,6	1,3	27,3	1,3	24,6	3	42,5	3	40,7	2,7	56,9	1,6	25,3	
18	1,8	35,1	2,3	45,4	1,5	24,6	1,4	26,2	1,7	30,2	1,3	28,5	1,5	26,1	2,1	44,7	3,5	44,2	3	59,9	1,6	26,9	
19	2,3	37,4	2	47,4	1,5	26,1	1,5	27,7	1,6	31,8	1,3	29,8	1,4	27,6	2,4	47,1	3,6	47,9	3	62,9	1,5	28,4	
20	1,8	39,2	2	49,4	1,714286	27,8	1,6	29,3	1,5	33,3	1,4	31,2	1,4	28,9	3	50,1	4	51,9	3,3	66,3	1,4	29,8	
21	2	41,2	2	51,4	1,666667	29,4	1,7	30,9	1,5	34,8	1,3	32,5	1,6	30,5	2,6	52,6	4	55,9	4	70,3	1,4	31,2	
22	2	43,2	2	53,4	1,666667	31,1	3,8	34,7	1,6	36,4	1,4	33,9	1,2	31,7	2,5	55,1	4	59,9	4	74,3	1,6	32,8	
23	1,5	44,7	2,2	55,6	1,9	33	3	37,7	1,6	38	1,5	35,4	1,25	33	2,6	57,7	4	63,9	4	78,3	1,7	34,4	
24	2	46,7	2	57,6	2	35	1,5	39,2	1,5	39,5	1,6	37	7	40	2,6	60,3	3	66,9	4,2	82,4	2	36,4	
25	1,7	48,4	2	59,6	5	40	1,8	40,9	1,7	41,1	2	39	6,7	46,6	3	63,3	3	69,9	4,3	86,7	2	38,4	
26	1,6	50	2	61,6	4	44	2	42,9	1,7	42,8	2	41	7	53,6	3	66,3	4	73,9	4,7	91,4	5	43,4	
27	2,4	52,4	2,6	64,2	8,0	52	7,2	50,1	1,7	44,5	2	43	1,7	55,3	3	69,3	5	78,9	5	96,4	11	54,4	
28	1,8	54,1	2	66,2	11	63	9	59,1	1,6	46	2	45	2	57,3	3	72,3	4,5	83,4	5,1	102	15	69,4	
29	2	56,1	3	69,2	9	72	8	67,1	11	57	2	47	1,8	59,2	3	75,3	4	87,4	6	108	15	84,4	
30	7	63,1	2	71,2	2	74	2,7	69,9	9	66	2	49	2	61,2	3	78,3	4	91,4	5,3	113	2	86,4	
31	23	86,1	3	74,2	14	88	3	72,9	6	72	2,3	51,3	2,5	63,7	3	81,3	3,6	95,1	5,5	118	2,7	89,2	
32	108	194	3,6	77,9	12,0	100	3	75,9	2	74	3	54,3	11	74,7	2,6	84	4	99,1	5	123	3	92,2	
33			23	101	14	114	3	78,9	2,7	76,8	3	57,3	13	87,7	2,5	86,5	4	103	5	128	3	95,2	
34			12	113	14	128	3	81,9	3	79,8	3	60,3	14	102	3	89,5	5	108	6	134	3	98,2	
35			14	127	13	141	3,5	85,3	3	82,8	3,5	63,8	15	117	3	92,5	5	113	6	140	3,3	102	
36			19	146	8	149	3,3	88,7	3	85,8	3,6	67,4	13	130	16	108	3	116	7	147	3	105	
37			43	189	23	172	3,6	92,3	3,6	89,4	2,5	69,9	16	146	14	122	3	119	11	158	3,5	108	
38			13	202	19	191	4	96,3	8	97,4	4	73,9	30	176	17	139	4	123	6	164	4	112	
39			17	219	15	206	13	109	4	101	3,5	77,4	33	209	19	158	4,5	128	25	189	12	124	
40			15	234	19	225	9	118	15	116	6	83,4	36	245	16	174	5	133	33	222	14	138	
41			18	252	11	236	3	121	22	138	4,4	87,8	46	291	19	193	25	158	29	251	10	148	
42			16	268	41	277	53,8	175	60	198	6	93,8	47,5	338	22	215	29	187	14	265	3	151	
43			16	284	81,81818	359	105	280	10	208	20	114	60	398	34	249	27	214	16	281	18	169	
44			17	301					20	228	15	129	100	498	59	308	70	284	24	305	58,3	227	
45			24	325					28	256	17	146	100	598	33	341	122,7	406	60	365			
46			34	359					25	281	20	166	75	673	45	386			69,2	435			
47			45,7	405					21	302	22	188						75	510				
48			69,2	474					18	320	31	219											
49									16	336	30	249											
50									18	354	34	283											
51									27	381	30	313											
52									48	429	48,75	362											
Profundidade	32 m		37 m		38 m		43 m		42 m		47 m		39 m		41 m		42 m		39 m		44 m		



APÊNDICE H – MEMÓRIA DE CÁLCULO – AOKI&VELLOSO

- Sondagens deficientes

Prof. (m)	SP-01						SP-06						SP-07						
	NSPT	K (tf/cm ²)	α (%)	Lateral	Ponta	Total (tf)	NSPT	K (tf/cm ²)	α (%)	Lateral	Ponta	Total (tf)	NSPT	K (tf/cm ²)	α (%)	Lateral	Ponta	Total (tf)	
1	0	0,006	3	0,000	0,000	0,00	0	0,006	3	0,000	0,000	0,00	0,5	0,01	1,4	0,397	8,504	8,90	
2	0	0,006	3	0,000	0,000	0,00	0	0,006	3	0,000	0,000	0,00	1,4	0,0035	2,4	0,646	8,078	9,12	
3	0	0,006	3	0,000	0,000	0,00	0	0,006	3	0,000	0,000	0,00	1,5	0,0035	2,4	0,679	8,482	10,20	
4	0	0,006	3	0,000	0,000	0,00	1,4	0,01	1,4	1,077	23,081	24,16	2	0,006	3	1,939	19,388	23,05	
5	0	0,006	3	0,000	0,000	0,00	8	0,01	1,4	6,032	129,254	136,36	2	0,006	3	1,939	19,388	24,99	
6	3	0,002	6	1,939	9,694	11,63	6	0,01	1,4	4,524	96,940	108,57	3			0,000	0,000	24,99	
7	3	0,002	6	1,939	9,694	13,57	4,1	0,01	1,4	3,057	65,500	80,19	3			0,000	0,000	24,99	
8	2	0,002	6	1,293	6,463	11,63	2	0,002	6	1,293	6,463	22,44	2,5			0,000	0,000	24,99	
9	1,6	0,002	6	1,020	5,102	11,29	2	0,002	6	1,293	6,463	23,74	3			0,000	0,000	24,99	
10	2	0,002	6	1,293	6,463	13,95	1	0,002	6	0,646	3,231	21,15	1,4	0,002	6	0,881	4,406	30,28	
11	2	0,002	6	1,293	6,463	15,24	2,0	0,002	6	1,293	6,463	25,68	2	0,002	6	1,293	6,463	33,62	
12	1,5	0,002	6	0,969	4,847	14,59	1,3	0,002	6	0,843	4,215	24,27	1,7	0,002	6	1,108	5,539	33,81	
13	2	0,002	6	1,293	6,463	17,50	1,4	0,002	6	0,923	4,616	25,60	2	0,002	6	1,293	6,463	36,02	
14	2	0,002	6	1,293	6,463	18,79	1,4	0,002	6	0,923	4,616	26,52	1,5	0,002	6	0,969	4,847	35,38	
15	2	0,002	6	1,293	6,463	20,09	1,9	0,002	6	1,212	6,059	29,17	1,4	0,002	6	0,923	4,616	36,07	
16	2	0,002	6	1,293	6,463	21,38	2	0,002	6	1,293	6,463	30,87	1,5	0,002	6	0,969	4,847	37,27	
17	2	0,002	6	1,293	6,463	22,67	2	0,002	6	1,293	6,463	32,16	1,4	0,002	6	0,923	4,616	37,96	
18	1,6	0,002	6	1,020	5,102	22,33	2	0,002	6	1,293	6,463	33,45	1	0,002	6	0,646	3,231	37,22	
19	1,4	0,002	6	0,923	4,616	22,77	2	0,002	6	1,293	6,463	34,75	1,4	0,002	6	0,923	4,616	39,53	
20	2	0,002	6	1,293	6,463	25,91	2	0,002	6	1,293	6,463	36,04	2	0,002	6	1,293	6,463	42,67	
21	2	0,002	6	1,293	6,463	27,20	2,6	0,002	6	1,662	8,309	39,55	2	0,002	6	1,293	6,463	43,96	
22	2	0,002	6	1,293	6,463	28,49	3,0	0,002	6	1,939	9,694	42,87	2	0,002	6	1,293	6,463	45,26	
23	2	0,002	6	1,293	6,463	29,78	2,6	0,002	6	1,662	8,309	43,15	2	0,002	6	1,293	6,463	46,55	
24	2	0,002	6	1,293	6,463	31,08	2	0,002	6	1,293	6,463	42,60	2	0,002	6	1,293	6,463	47,84	
25	2	0,002	6	1,293	6,463	32,37	2	0,002	6	1,293	6,463	43,89	2	0,002	6	1,293	6,463	49,13	
26	2	0,002	6	1,293	6,463	33,66	2,9	0,002	6	1,846	9,232	48,50	2	0,002	6	1,293	6,463	50,43	
27	3	0,006	3	2,908	29,082	59,19	2	0,002	6	1,293	6,463	47,03	2	0,002	6	1,293	6,463	51,72	
28	4	0,006	3	3,878	38,776	72,76	2	0,002	6	1,293	6,463	48,32	2	0,006	3	1,939	19,388	66,58	
29	3	0,006	3	2,908	29,082	65,98	2	0,002	6	1,293	6,463	49,61	2	0,006	3	1,939	19,388	68,52	
30	3,6	0,006	3	3,490	34,899	75,28	2	0,002	6	1,293	6,463	50,90	2	0,006	3	1,939	19,388	70,46	
31	1,9	0,002	6	1,212	6,059	47,65	3,5	0,002	6	2,237	11,185	57,86	2	0,006	3	1,939	19,388	72,40	
32	2	0,002	6	1,293	6,463	49,35	3	0,002	6	1,939	9,694	58,31	2	0,006	3	1,939	19,388	74,34	
33	2	0,002	6	1,293	6,463	50,64	31	0,0033	3,4	18,732	165,284	232,63	3	0,002	6	1,939	9,694	66,58	
34	2,3	0,002	6	1,491	7,457	53,13	60	0,0033	3,4	36,256	319,904	423,51	3	0,002	6	1,939	9,694	68,52	
35	2	0,002	6	1,293	6,463	53,43	60	0,0033	3,4	36,256	319,904	459,76	2,6	0,002	6	1,711	8,554	69,09	
36	2	0,002	6	1,293	6,463	54,72	60	0,0033	3,4	36,256	319,904	496,02	2,2	0,002	6	1,436	7,181	69,16	
37	2	0,002	6	1,293	6,463	56,01							2	0,002	6	1,293	6,463	69,73	
38	1,5	0,002	6	0,969	4,847	55,37							2	0,002	6	1,293	6,463	71,02	
39	2	0,002	6	1,293	6,463	58,27							2	0,002	6	1,293	6,463	72,32	
40	1	0,002	6	0,646	3,231	55,69							2	0,002	6	1,293	6,463	73,61	
41	1,5	0,002	6	0,969	4,847	58,27							2,5	0,002	6	1,616	8,078	76,84	
42	1,4	0,002	6	0,923	4,616	58,97							28	0,008	2	24,127	361,911	454,80	
43	2	0,002	6	1,293	6,463	62,11							24	0,008	2	20,681	310,210	423,78	
44	28	0,002	6	18,096	90,478	164,22							44	0,0023	3,4	18,531	163,506	295,61	
45	35	0,0025	3	14,137	141,372	229,25							66,7	0,0023	3,4	28,077	247,737	407,91	
46	45,6	0,0025	3	18,419	184,187	290,48							66,7	0,0023	3,4	28,077	247,737	435,99	
47	75	0,0025	3	30,294	302,939	439,53							66,7	0,0023	3,4	28,077	247,737	464,07	
48	75	0,0025	3	30,294	302,939	469,82													
49	75	0,0025	3	30,294	302,939	500,11													
50																			
51																			
						Profundidade (m)	49					Profundidade (m)	36					Profundidade (m)	ERRO



Trabalho de Formatura 2008 – EMBRAPORT

Prof. (m)	SP-102						SPM - 12						SPM - 15					
	NSPT	K (tf/cm ²)	α (%)	Lateral	Ponta	Total (tf)	NSPT	K (tf/cm ²)	α (%)	Lateral	Ponta	Total (tf)	NSPT	K (tf/cm ²)	α (%)	Lateral	Ponta	Total (tf)
1	0	0,006	3	0,000	0,000	0,00	0			0,000	0,000	0,00	1	0,0022	4	0,474	3,554	4,03
2	0	0,0022	4	0,000	0,000	0,00	0			0,000	0,000	0,00	1	0,0022	4	0,474	3,554	4,50
3	0	0,0022	4	0,000	0,000	0,00	0			0,000	0,000	0,00	26	0,01	1,4	19,604	420,075	440,63
4	0,5	0,0022	4	0,249	1,871	2,12	5			0,000	0,000	0,00	9	0,01	1,4	6,786	145,411	172,75
5	8	0,0022	4	3,791	28,436	32,48	12			0,000	0,000	0,00	2,7	0,01	1,4	2,056	44,064	73,46
6	5	0,0022	4	2,370	17,772	24,18	3			0,000	0,000	0,00	2	0,01	1,4	1,508	32,313	63,21
7	0,6	0,0022	4	0,303	2,269	8,98	3			0,000	0,000	0,00	2	0,01	1,4	1,508	32,313	64,72
8	0,7	0,0022	4	0,309	2,318	9,34	3			0,000	0,000	0,00	2	0,0022	4	0,948	7,109	40,47
9	0,7	0,0022	4	0,316	2,370	9,71	2			0,000	0,000	0,00	2	0,0022	4	0,948	7,109	41,41
10	1,3	0,0022	4	0,592	4,443	12,37	2			0,000	0,000	0,00	2	0,0022	4	0,948	7,109	42,36
11	1,3	0,0022	4	0,592	4,443	12,97	1,8			0,000	0,000	0,00	2	0,0022	4	0,948	7,109	43,31
12	1,4	0,002	6	0,881	4,406	13,81	2			0,000	0,000	0,00	2	0,0022	4	0,948	7,109	44,26
13	1,5	0,002	6	0,969	4,847	15,22	2			0,000	0,000	0,00	2	0,0022	4	0,948	7,109	45,21
14	1,5	0,002	6	0,969	4,847	16,19	2			0,000	0,000	0,00	2	0,0022	4	0,948	7,109	46,15
15	1,5	0,002	6	0,969	4,847	17,16	2			0,000	0,000	0,00	2	0,0022	4	0,948	7,109	47,10
16	1,6	0,002	6	1,020	5,102	18,43	2			0,000	0,000	0,00	2	0,0022	4	0,948	7,109	48,05
17	1,6	0,002	6	1,020	5,102	19,46	2,7			0,000	0,000	0,00	2	0,0022	4	0,948	7,109	49,00
18	1,7	0,002	6	1,077	5,386	20,82	2			0,000	0,000	0,00	2	0,0022	4	0,948	7,109	49,94
19	1,8	0,002	6	1,140	5,702	22,27	2,4			0,000	0,000	0,00	2	0,0022	4	0,948	7,109	50,89
20	2	0,0022	4	0,948	7,109	24,63	2			0,000	0,000	0,00	2	0,0022	4	0,948	7,109	51,84
21	2	0,0022	4	0,948	7,109	25,58	2,6			0,000	0,000	0,00	2,6	0,006	3	2,566	25,661	72,96
22	2	0,0022	4	0,948	7,109	26,52	2,6			0,000	0,000	0,00	3	0,0022	4	1,422	10,663	59,38
23	2	0,0022	4	0,948	7,109	27,47	3			0,000	0,000	0,00	2,6	0,0022	4	1,219	9,140	59,08
24	2	0,01	1,4	1,508	32,313	54,18	3			0,000	0,000	0,00	17	0,01	1,4	12,818	274,665	337,42
25	6	0,01	1,4	4,524	96,940	123,33	2,7			0,000	0,000	0,00	20	0,01	1,4	15,080	323,135	400,97
26	7	0,01	1,4	5,278	113,097	144,77	1,8			0,000	0,000	0,00	19	0,01	1,4	14,326	306,978	399,14
27	8	0,01	1,4	6,032	129,254	166,96	2			0,000	0,000	0,00	21	0,01	1,4	15,834	339,292	447,29
28	8	0,01	1,4	6,032	129,254	172,99	2,8			0,000	0,000	0,00	17	0,01	1,4	12,818	274,665	395,48
29	7	0,01	1,4	5,278	113,097	162,11	2,6			0,000	0,000	0,00	16	0,01	1,4	12,064	258,508	391,38
30	6	0,01	1,4	4,524	96,940	150,48	3			0,000	0,000	0,00				0,000	0,000	391,38
31	2	0,002	6	1,293	6,463	61,29	3			0,000	0,000	0,00				0,000	0,000	391,38
32	2	0,002	6	1,293	6,463	62,59	2,5			0,000	0,000	0,00				0,000	0,000	391,38
33	2	0,002	6	1,293	6,463	63,88	1,7			0,000	0,000	0,00				0,000	0,000	391,38
34	2	0,002	6	1,293	6,463	65,17	2,6			0,000	0,000	0,00				0,000	0,000	391,38
35	2	0,002	6	1,293	6,463	66,46	3			0,000	0,000	0,00				0,000	0,000	391,38
36	3	0,002	6	1,939	9,694	71,63	3			0,000	0,000	0,00				0,000	0,000	391,38
37	3	0,002	6	1,939	9,694	73,57	3			0,000	0,000	0,00				0,000	0,000	391,38
38	4	0,01	1,4	3,016	64,627	131,52	3,1			0,000	0,000	0,00				0,000	0,000	391,38
39	15	0,01	1,4	11,310	242,351	320,55	2,7			0,000	0,000	0,00				0,000	0,000	391,38
40	15	0,01	1,4	11,310	242,351	331,86	2,5			0,000	0,000	0,00				0,000	0,000	391,38
41	13	0,01	1,4	9,802	210,038	309,35										0,000	0,000	391,38
42	60	0,01	1,4	45,239	969,405	1113,96										0,000	0,000	391,38
43																0,000	0,000	391,38
44																0,000	0,000	391,38
45																0,000	0,000	391,38
46																0,000	0,000	391,38
47																0,000	0,000	391,38
48																0,000	0,000	391,38
49																0,000	0,000	391,38
50																0,000	0,000	391,38
51																0,000	0,000	391,38
				Profundidade (m)		42				Profundidade (m)		ERRO				Profundidade (m)		ERRO



Prof. (m)	SP-101						SP-103						SP-104								
	NSPT	K (tf/cm ²)	α (%)	Lateral	Ponta	Total (tf)	NSPT	K (tf/cm ²)	α (%)	Lateral	Ponta	Total (tf)	NSPT	K (tf/cm ²)	α (%)	Lateral	Ponta	Total (tf)			
1	0	0,008	2	0,000	0,000	0,00	0	0,0022	4	0,000	0,000	0,00	3,3	0,008	2	2,872	43,085	45,96			
2	1,2	0,0022	4	0,547	4,101	4,65	0,5	0,0022	4	0,254	1,904	2,16	4	0,008	2	3,447	51,702	58,02			
3	1	0,0022	4	0,474	3,554	4,58	0,6	0,0022	4	0,263	1,975	2,49	0	0,0022	4	0,000	0,000	58,02			
4	0,9	0,0022	4	0,406	3,047	4,47	3	0,0022	4	1,422	10,663	12,60	5	0,008	2	4,308	64,627	126,96			
5	7	0,008	2	6,032	90,478	97,94	2,6	0,0022	4	1,255	9,409	12,60	1,7	0,0022	4	0,790	5,924	69,04			
6	2	0,006	3	1,939	19,388	28,79	3	0,0022	4	1,422	10,663	15,28	1,3	0,0022	4	0,618	4,636	68,37			
7	1	0,0022	4	0,474	3,554	13,43	2,6	0,0022	4	1,219	9,140	14,97	1	0,0022	4	0,474	3,554	67,77			
8	0,8	0,0022	4	0,395	2,962	13,23	1,7	0,0022	4	0,790	5,924	12,55	0,9	0,0022	4	0,406	3,047	67,66			
9	0,8	0,0022	4	0,395	2,962	13,62	1,8	0,0022	4	0,836	6,273	13,73	0,8	0,0022	4	0,365	2,734	67,72			
10	0,9	0,0022	4	0,406	3,047	14,11	1,7	0,0022	4	0,790	5,924	14,17	0,8	0,0022	4	0,355	2,666	68,00			
11	1,2	0,0022	4	0,569	4,265	15,90	1,7	0,0022	4	0,790	5,924	14,96	1,2	0,0022	4	0,547	4,101	69,99			
12	1,3	0,0022	4	0,618	4,636	16,89	1,6	0,0022	4	0,748	5,612	15,40	1,2	0,0022	4	0,569	4,265	70,72			
13	1,4	0,002	6	0,881	4,406	17,54	1,7	0,0022	4	0,790	5,924	16,50	1,2	0,0022	4	0,569	4,265	71,29			
14	1,3	0,002	6	0,808	4,039	17,98	1,6	0,0022	4	0,748	5,612	16,94	1,3	0,0022	4	0,592	4,443	72,06			
15	1,3	0,002	6	0,843	4,215	19,00	1,6	0,0022	4	0,748	5,612	17,69	1,2	0,0022	4	0,569	4,265	72,45			
16	1,4	0,002	6	0,923	4,616	20,33	1,6	0,0022	4	0,748	5,612	18,44	1,3	0,0022	4	0,618	4,636	73,44			
17	1,4	0,002	6	0,881	4,406	21,00	1,5	0,0022	4	0,711	5,332	18,87	1,3	0,0022	4	0,618	4,636	74,06			
18	1,4	0,002	6	0,923	4,616	22,13	1,7	0,0022	4	0,790	5,924	20,25	1,3	0,0022	4	0,592	4,443	74,45			
19	1,5	0,002	6	0,969	4,847	23,33	1,6	0,0022	4	0,748	5,612	20,68	1,3	0,0022	4	0,618	4,636	75,27			
20	1,6	0,0035	2,4	0,714	8,929	28,13	1,5	0,0022	4	0,711	5,332	21,11	1,4	0,0022	4	0,646	4,847	76,12			
21	1,7	0,0035	2,4	0,754	9,425	29,38	1,5	0,0022	4	0,711	5,332	21,83	1,3	0,0022	4	0,618	4,636	76,53			
22	3,8	0,008	2	3,231	48,470	71,65	1,6	0,0022	4	0,748	5,612	22,85	1,4	0,0022	4	0,646	4,847	77,39			
23	3	0,008	2	2,585	38,776	64,54	1,6	0,0022	4	0,748	5,612	23,60	1,5	0,0022	4	0,711	5,332	78,58			
24	1,5	0,0035	2,4	0,679	8,482	34,93	1,5	0,0022	4	0,711	5,332	24,03	1,6	0,0022	4	0,748	5,612	79,61			
25	1,8	0,0035	2,4	0,798	9,979	37,22	1,7	0,0022	4	0,790	5,924	25,42	2	0,0022	4	0,948	7,109	82,06			
26	2	0,0035	2,4	0,905	11,310	39,46	1,7	0,0035	2,4	0,754	9,425	29,67	2	0,0022	4	0,948	7,109	83,00			
27	7,2	0,008	2	6,204	93,063	127,42	1,7	0,0035	2,4	0,754	9,425	30,42	2	0,0022	4	0,948	7,109	83,95			
28	9	0,008	2	7,755	116,329	158,44	1,6	0,0035	2,4	0,714	8,929	30,64	2	0,0022	4	0,948	7,109	84,90			
29	8	0,008	2	6,894	103,403	152,41	11	0,006	3	10,663	106,635	139,01	2	0,0035	2,4	0,905	11,310	90,01			
30	2,7	0,002	6	1,763	8,813	59,58	9	0,006	3	8,725	87,246	128,35	2	0,0035	2,4	0,905	11,310	90,91			
31	3	0,002	6	1,939	9,694	62,40	6	0,006	3	5,816	58,164	105,08	2,3	0,0022	4	1,094	8,203	88,90			
32	3	0,002	6	1,939	9,694	64,34	2	0,0022	4	0,948	7,109	54,98	3	0,0022	4	1,422	10,663	92,78			
33	3	0,002	6	1,939	9,694	66,28	2,7	0,0022	4	1,293	9,694	58,85	3	0,0022	4	1,422	10,663	94,20			
34	3	0,002	6	1,939	9,694	68,22	3	0,0022	4	1,422	10,663	61,24	3	0,0022	4	1,422	10,663	95,62			
35	3,5	0,002	6	2,237	11,185	71,94	3	0,0022	4	1,422	10,663	62,67	3,5	0,0022	4	1,673	12,545	99,18			
36	3,3	0,002	6	2,154	10,771	73,68	3	0,0022	4	1,422	10,663	64,09	3,6	0,0022	4	1,723	12,925	101,28			
37	3,6	0,002	6	2,327	11,633	76,87	3,6	0,0022	4	1,723	12,925	68,07	2,5	0,0022	4	1,185	8,886	98,43			
38	4	0,002	6	2,585	12,925	80,75	8	0,01	1,4	6,032	129,254	190,43	4	0,0022	4	1,896	14,218	105,65			
39	13	0,0035	2,4	5,881	73,513	147,22	4	0,01	1,4	3,016	64,627	128,82	3,5	0,0022	4	1,641	12,304	105,38			
40	9	0,0035	2,4	4,072	50,894	128,67	15	0,0022	4	7,109	53,317	124,62	6	0,006	3	5,816	58,164	157,06			
41	3	0,0035	2,4	1,357	16,965	96,10	22	0,0022	4	10,426	78,199	159,93	4,4	0,0035	2,4	2,011	25,133	126,04			
42	53,8	0,0055	2,2	35,026	477,634	591,79	60	0,0022	4	28,436	213,269	323,44	6	0,01	1,4	4,524	96,940	202,37			
43	105,0	0,0055	2,2	68,424	933,052	1115,64	10	0,0022	4	4,739	35,545	150,45	20	0,01	1,4	15,080	323,135	443,64			
44							20	0,008	2	17,234	258,508	390,65	15	0,0055	2,2	9,775	133,293	263,58			
45							28	0,008	2	24,127	361,911	518,18	17	0,0055	2,2	11,078	151,066	292,43			
46							25	0,008	2	21,542	323,135	500,94	20	0,0055	2,2	13,033	177,724	332,12			
47							21	0,008	2	18,096	271,433	467,34	22	0,0055	2,2	14,336	195,497	364,23			
48							18	0,008	2	15,510	232,657	444,07	31	0,008	2	26,712	400,687	596,13			
	Profundidade (m)						42	Profundidade (m)						45	Profundidade (m)						48



Prof. (m)	SP-112						SPM - 01						SPM - 05					
	NSPT	K (tf/cm ²)	α (%)	Lateral	Ponta	Total (tf)	NSPT	K (tf/cm ²)	α (%)	Lateral	Ponta	Total (tf)	NSPT	K (tf/cm ²)	α (%)	Lateral	Ponta	Total (tf)
1	1,6	0,0035	2,4	0,734	9,170	9,90	0	0,0035	2,4	0,000	0,000	0,00	0			0,000	0,000	0,00
2	0	0,0022	4	0,000	0,000	9,90	1,4	0,0035	2,4	0,617	7,711	8,33	1	0,0022	4	0,474	3,554	4,03
3	0,6	0,0022	4	0,263	1,975	12,14	0	0,006	3	0,000	0,000	8,33	1	0,0022	4	0,474	3,554	4,50
4	2	0,0022	4	0,948	7,109	18,22	1,3	0,0035	2,4	0,590	7,376	16,29	1,7	0,006	3	1,662	16,618	19,23
5	3	0,008	2	2,585	38,776	52,48	1,2	0,01	1,4	0,905	19,388	29,21	3	0,006	3	2,908	29,082	34,60
6	3,3	0,008	2	2,872	43,085	59,66	9	0,01	1,4	6,786	145,411	162,02	3	0,01	1,4	2,262	48,470	56,25
7	0,8	0,0022	4	0,384	2,882	19,84	6	0,0022	4	2,844	21,327	40,78	4	0,01	1,4	3,016	64,627	75,42
8	0,9	0,0022	4	0,431	3,231	20,62	2,7	0,0022	4	1,293	9,694	30,44	3	0,01	1,4	2,262	48,470	61,53
9	1,5	0,0022	4	0,711	5,332	23,43	3,3	0,0022	4	1,580	11,848	34,17	4	0,01	1,4	3,016	64,627	80,70
10	1,5	0,0022	4	0,711	5,332	24,14	2	0,0022	4	0,948	7,109	30,38	2	0,0022	4	0,948	7,109	24,13
11	1,5	0,0022	4	0,711	5,332	24,85	1,5	0,0022	4	0,711	5,332	29,32	2	0,0022	4	0,948	7,109	25,08
12	1,1	0,0022	4	0,527	3,949	24,00	2,4	0,0022	4	1,153	8,646	33,78	2	0,0022	4	0,948	7,109	26,03
13	1,2	0,0022	4	0,569	4,265	24,88	2	0,0022	4	0,948	7,109	33,19	2	0,0022	4	0,948	7,109	26,97
14	1,2	0,0022	4	0,547	4,101	25,26	2	0,0022	4	0,948	7,109	34,14	3	0,0022	4	1,422	10,663	31,95
15	1,8	0,0022	4	0,836	6,273	28,27	2	0,0022	4	0,948	7,109	35,09	3	0,0022	4	1,422	10,663	33,37
16	1,4	0,0022	4	0,677	5,078	27,75	2,6	0,0022	4	1,255	9,409	38,64	3	0,0022	4	1,422	10,663	34,79
17	1,3	0,0022	4	0,592	4,443	27,71	3	0,0022	4	1,422	10,663	41,32	3	0,0022	4	1,422	10,663	36,22
18	1,5	0,0022	4	0,711	5,332	29,31	2,1	0,0022	4	1,016	7,617	39,29	3,5	0,0022	4	1,673	12,545	39,77
19	1,4	0,0022	4	0,677	5,078	29,73	2,4	0,0022	4	1,137	8,531	41,34	3,6	0,0022	4	1,723	12,925	41,87
20	1,4	0,0022	4	0,646	4,847	30,15	3	0,0022	4	1,422	10,663	44,89	4	0,0022	4	1,896	14,218	45,06
21	1,6	0,0022	4	0,748	5,612	31,66	2,6	0,0022	4	1,219	9,140	44,59	4	0,0022	4	1,896	14,218	46,96
22	1,2	0,0022	4	0,569	4,265	30,88	2,5	0,0022	4	1,185	8,886	45,52	4	0,0022	4	1,896	14,218	48,85
23	1,3	0,0022	4	0,592	4,443	31,65	2,6	0,0035	2,4	1,163	14,541	52,34	4	0,0022	4	1,896	14,218	50,75
24	7	0,008	2	6,032	90,478	123,72	2,6	0,0035	2,4	1,198	14,969	53,96	3	0,01	1,4	2,262	48,470	87,26
25	6,7	0,008	2	5,745	86,169	125,16	3	0,0022	4	1,422	10,663	51,08	3	0,01	1,4	2,262	48,470	89,53
26	7	0,008	2	6,032	90,478	135,50	3	0,0022	4	1,422	10,663	52,50	4	0,01	1,4	3,016	64,627	108,70
27	1,7	0,0022	4	0,812	6,093	51,93	3	0,01	1,4	2,262	48,470	92,57	5	0,006	3	4,847	48,470	97,39
28	2	0,0022	4	0,948	7,109	53,89	3	0,0022	4	1,422	10,663	56,19	4,5	0,01	1,4	3,427	73,440	125,79
29	1,8	0,0022	4	0,862	6,463	54,10	3	0,0022	4	1,422	10,663	57,61	4	0,01	1,4	3,016	64,627	119,99
30	2	0,0022	4	0,948	7,109	55,70	3	0,0022	4	1,422	10,663	59,03	4	0,0022	4	1,896	14,218	71,47
31	2,5	0,0035	2,4	1,131	14,137	63,86	3	0,0022	4	1,422	10,663	60,45	3,6	0,0022	4	1,723	12,925	71,91
32	11	0,0035	2,4	4,976	62,203	116,90	2,6	0,0022	4	1,255	9,409	60,45	4	0,0022	4	1,896	14,218	75,09
33	13	0,0055	2,2	8,472	115,521	178,69	2,5	0,01	1,4	1,885	40,392	93,32	4	0,0022	4	1,896	14,218	76,99
34	14	0,008	2	12,064	180,956	256,19	3	0,01	1,4	2,262	48,470	103,66	5	0,0022	4	2,370	17,772	82,91
35	15	0,008	2	12,925	193,881	282,04	3	0,01	1,4	2,262	48,470	105,92	5	0,0022	4	2,370	17,772	85,28
36	13	0,008	2	11,202	168,030	267,39	16	0,01	1,4	12,064	258,508	328,02	3	0,0022	4	1,422	10,663	79,60
37	16	0,008	2	13,787	206,806	319,95	14	0,01	1,4	10,556	226,194	306,27	3	0,0022	4	1,422	10,663	81,02
38	30	0,0055	2,2	19,550	266,586	399,28	17	0,01	1,4	12,818	274,665	367,55	4	0,0022	4	1,896	14,218	86,47
39	33	0,0055	2,2	21,505	293,245	447,45	19	0,01	1,4	14,326	306,978	414,19	4,5	0,0022	4	2,154	16,157	90,56
40	36	0,0055	2,2	23,460	319,904	497,56	16	0,01	1,4	12,064	258,508	377,79	5	0,01	1,4	3,770	80,784	158,96
41	46	0,0055	2,2	29,976	408,766	616,40	19	0,01	1,4	14,326	306,978	440,58	25	0,01	1,4	18,850	403,919	500,94
42	47,5	0,0055	2,2	30,954	422,095	660,69	22	0,01	1,4	16,588	355,448	505,64	29	0,01	1,4	21,865	468,546	587,44
43	60	0,0055	2,2	39,099	533,173	810,86	34	0,01	1,4	25,635	549,329	725,16	27	0,01	1,4	20,358	436,232	575,48
44	100	0,0055	2,2	65,166	888,621	1231,48	59	0,01	1,4	44,485	953,248	1173,56	70	0,01	1,4	52,779	1130,972	1323,00
45	100	0,0055	2,2	65,166	888,621	1296,64	33	0,01	1,4	24,881	533,173	778,37	122,7	0,01	1,4	92,534	1982,874	2267,43
46	75	0,0055	2,2	48,874	666,466	1123,36	45	0,01	1,4	33,929	727,054	1006,18						
47																		
48																		
	Profundidade (m)					40	Profundidade (m)					42	Profundidade (m)					41



Trabalho de Formatura 2008 – EMBRAPORT

Prof. (m)	SPM - 09						SMP - 146					
	NSPT	K (tf/cm ²)	α (%)	Lateral	Ponta	Total (tf)	NSPT	K (tf/cm ²)	α (%)	Lateral	Ponta	Total (tf)
1	0	0,0022	4	0,000	0,000	0,00	0			0,000	0,000	0,00
2	1	0,0022	4	0,474	3,554	4,03	0			0,000	0,000	0,00
3	4	0,006	3	3,878	38,776	43,13	0			0,000	0,000	0,00
4	11	0,006	3	10,663	106,635	121,65	0,7	0,006	3	0,676	6,763	7,44
5	8	0,006	3	7,755	77,552	100,32	5	0,006	3	4,847	48,470	53,99
6	4	0,006	3	3,878	38,776	65,42	6	0,006	3	5,816	58,164	69,50
7	4	0,0022	4	1,896	14,218	42,76	0,9	0,0022	4	0,418	3,136	14,89
8	2	0,0022	4	0,948	7,109	36,60	0,9	0,0022	4	0,431	3,231	15,42
9	3	0,0022	4	1,422	10,663	41,58	0,9	0,0022	4	0,431	3,231	15,85
10	2	0,0022	4	0,948	7,109	38,97	1,3	0,0022	4	0,592	4,443	17,66
11	2	0,0022	4	0,948	7,109	39,92	1,3	0,0022	4	0,618	4,636	18,47
12	3	0,0022	4	1,422	10,663	44,89	1,3	0,0022	4	0,592	4,443	18,87
13	3	0,0022	4	1,422	10,663	46,32	1,3	0,0022	4	0,592	4,443	19,46
14	2	0,0022	4	0,948	7,109	43,71	1,4	0,0022	4	0,646	4,847	20,51
15	2,6	0,0022	4	1,255	9,409	47,26	1,4	0,0022	4	0,677	5,078	21,42
16	2,6	0,0022	4	1,219	9,140	48,21	1,5	0,0022	4	0,711	5,332	22,38
17	2,7	0,0022	4	1,293	9,694	50,06	1,6	0,0022	4	0,748	5,612	23,41
18	3	0,0022	4	1,422	10,663	52,45	1,6	0,0022	4	0,748	5,612	24,16
19	3	0,0022	4	1,422	10,663	53,87	1,5	0,0022	4	0,711	5,332	24,59
20	3,3	0,0022	4	1,580	11,848	56,64	1,4	0,0022	4	0,646	4,847	24,75
21	4	0,006	3	3,878	38,776	87,44	1,4	0,0022	4	0,677	5,078	25,66
22	4	0,006	3	3,878	38,776	91,32	1,6	0,0022	4	0,748	5,612	26,94
23	4	0,006	3	3,878	38,776	95,20	1,7	0,0022	4	0,790	5,924	28,04
24	4,2	0,006	3	4,039	40,392	100,85	2	0,0022	4	0,948	7,109	30,18
25	4,3	0,0035	2,4	1,939	24,235	86,64	2	0,0035	2,4	0,905	11,310	35,28
26	4,7	0,0035	2,4	2,121	26,507	91,03	5	0,01	1,4	3,770	80,784	108,52
27	5	0,006	3	4,847	48,470	117,84	11	0,01	1,4	8,294	177,724	213,76
28	5,1	0,006	3	4,986	49,855	124,21	15	0,01	1,4	11,310	242,351	289,70
29	6	0,0035	2,4	2,714	33,929	111,00	15	0,0022	4	7,109	53,317	107,77
30	5,3	0,0022	4	2,509	18,818	98,39	2	0,0022	4	0,948	7,109	62,51
31	5,5	0,0022	4	2,585	19,388	101,55	2,7	0,0022	4	1,293	9,694	66,39
32	5	0,0022	4	2,370	17,772	102,30	3	0,0022	4	1,422	10,663	68,78
33	5	0,0022	4	2,370	17,772	104,67	3	0,0022	4	1,422	10,663	70,20
34	6	0,0022	4	2,844	21,327	111,07	3	0,0022	4	1,422	10,663	71,62
35	6	0,0022	4	2,844	21,327	113,92	3,3	0,0022	4	1,580	11,848	74,39
36	7	0,0022	4	3,318	24,881	120,79	3	0,0022	4	1,422	10,663	74,62
37	11	0,0035	2,4	4,976	62,203	163,09	3,5	0,0022	4	1,641	12,304	77,91
38	6	0,006	3	5,816	58,164	164,86	4	0,0022	4	1,896	14,218	81,71
39	25	0,008	2	21,542	323,135	451,38	12	0,01	1,4	9,048	193,881	270,43
40	33	0,008	2	28,436	426,538	583,22	14	0,01	1,4	10,556	226,194	313,29
41	29	0,008	2	24,989	374,837	556,50	10	0,01	1,4	7,540	161,567	256,21
42	14	0,008	2	12,064	180,956	374,69	3	0,0022	4	1,422	10,663	106,73
43	16	0,008	2	13,787	206,806	414,32	18	0,008	2	15,510	232,657	344,23
44	24	0,0023	3,4	10,108	89,185	306,81	58,3	0,01	1,4	43,982	942,477	1098,03
45	60	0,0023	3,4	25,269	222,963	465,86						
46	69,2	0,0023	3,4	29,157	257,265	529,32						
47	75	0,0023	3,4	31,586	278,704	582,34						
48												
				Profundidade (m)	40					Profundidade (m)	44	



APÊNDICE I - DIAGRAMAS DE ENVOLTÓRIA DOS ESFORÇOS SOLICITANTES

Diagrama de envoltória de momentos do modelo longitudinal aporticado

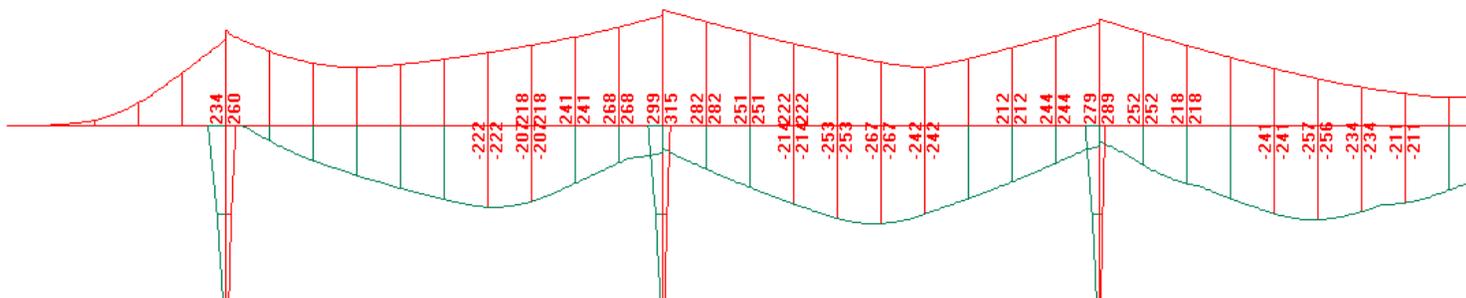


Diagrama de envoltória de cortantes do modelo longitudinal aporticado



Diagrama de envoltória de momentos do modelo da laje “π” sobre o vão

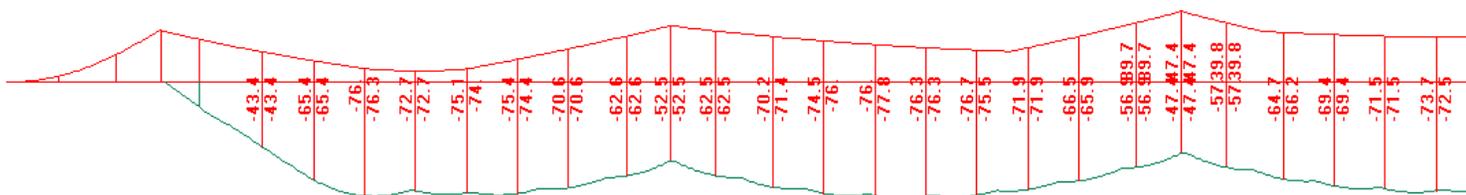




Diagrama de envoltória de cortantes do modelo da laje “ π ” sobre o vão





Diagrama de envoltória de momentos do modelo da laje “ π ” sobre as estacas

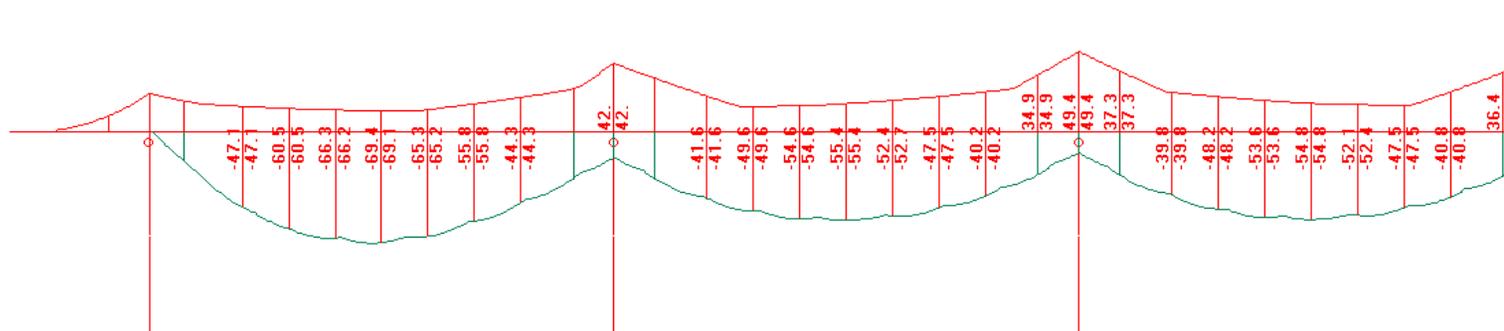
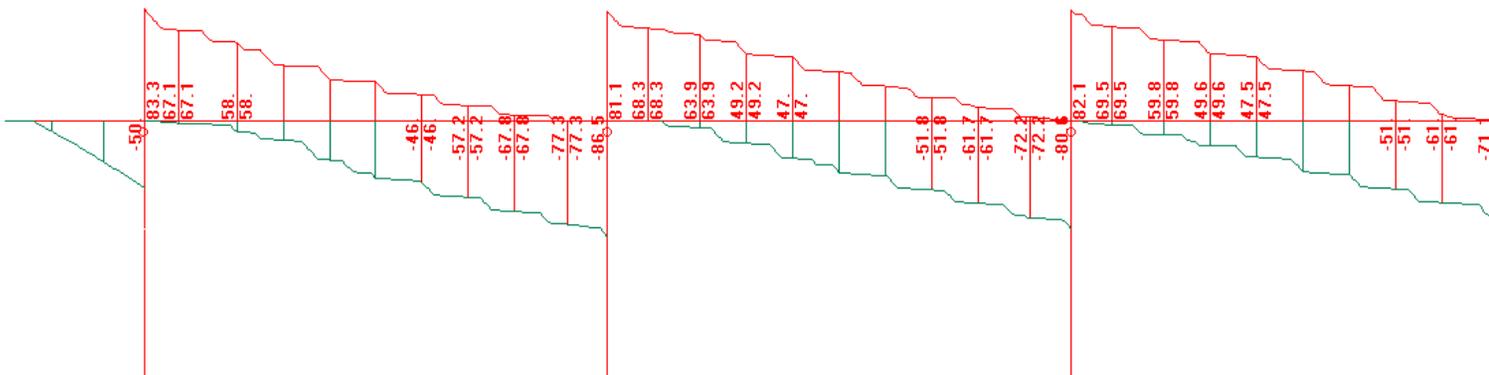


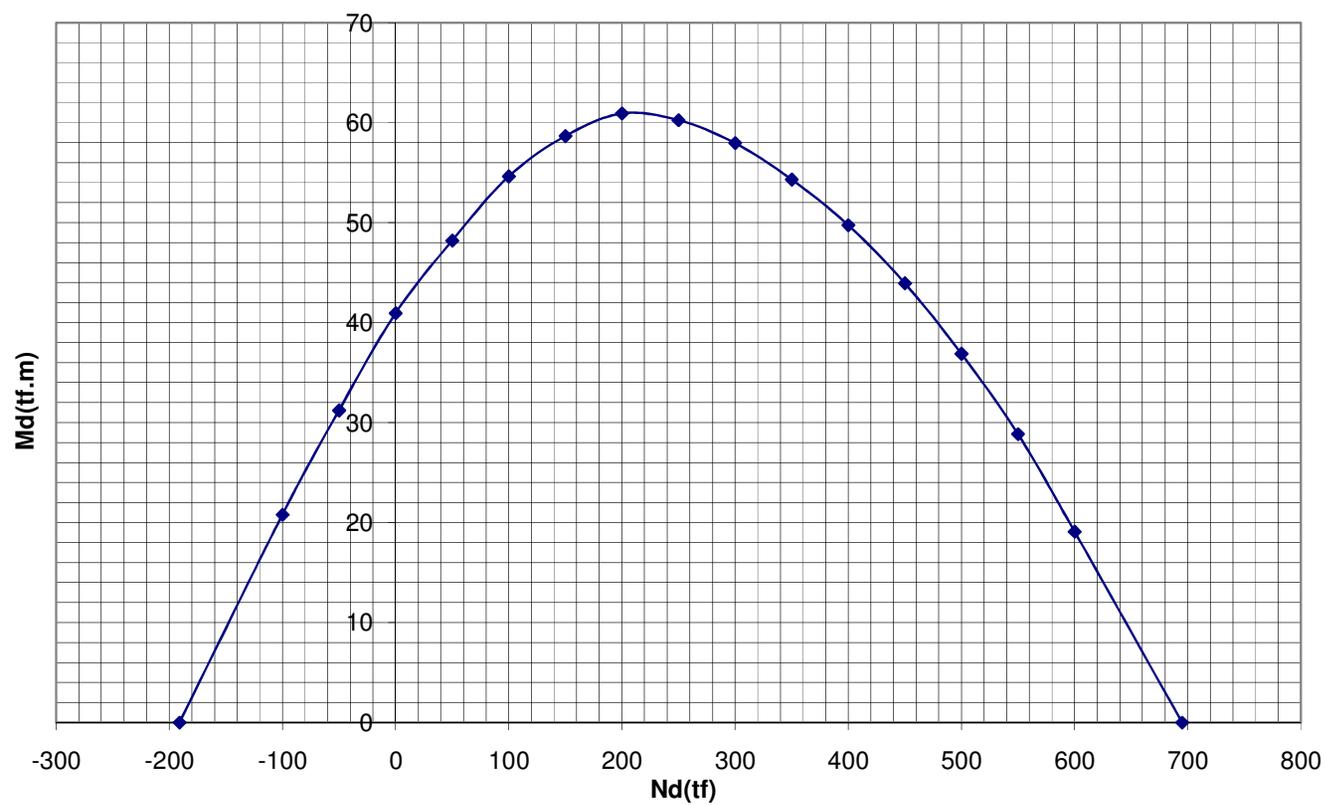
Diagrama de envoltória de cortantes do modelo da laje “ π ” sobre as regiões das estacas





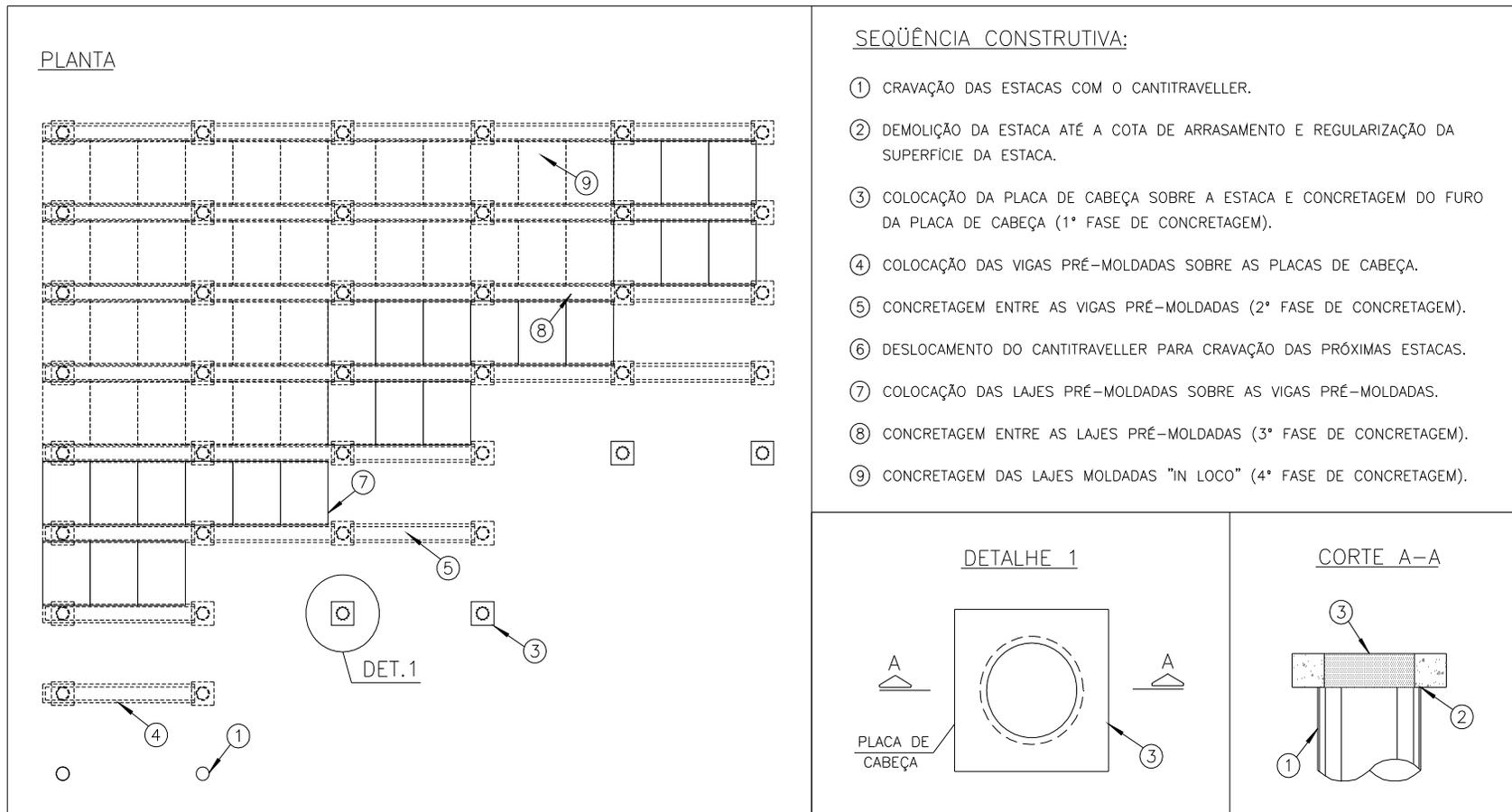
APÊNDICE J – DIAGRAMA DE ITERAÇÃO DIMENSIONAL DA FLEXÃO

Diagrama de iteração dimensional



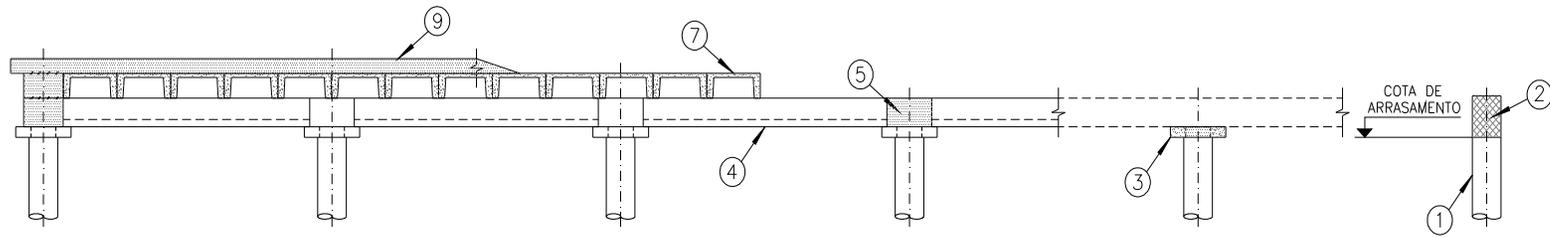


APÊNDICE K - MÉTODO CONSTRUTIVO

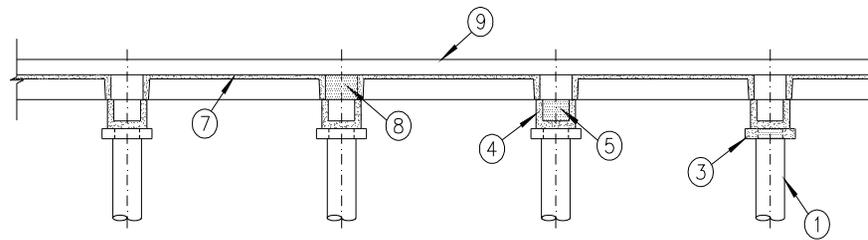




CORTE LONGITUDINAL



CORTE TRANSVERSAL





APÊNDICE L

VISITA: TERMINAL DA OPERADORA PORTUÁRIA SANTOS BRASIL S.A.

LOCAL: SANTOS – SP.

DATA: 30 DE ABRIL DE 2008.

RESPONSÁVEL: RODRIGO GANANÇA BARRETO (ENGENHEIRO CIVIL).

ASSUNTO: OPERAÇÃO PORTUÁRIA.

Empresa

- A Santos Brasil, fundada em 1995, ganhou, no processo de licitação, a concessão para operar por 25 anos com mais 25 anos renováveis os terminais de contêineres I, III e futuramente o IV, considerados hoje o maior terminal da América Latina tanto em área como em operação. Todas as áreas operadas pela Santos Brasil pertencem à CODESP, e a licitação foi financiada pelo Branco Opportunity.
- Emprega aproximadamente 1500 funcionários, sendo cerca de 850 da operação (150 de manutenção), e o restante, funcionários administrativos, trabalhando 24 horas por dia, em três turnos de 8 horas.
- Movimenta atualmente 1,4 milhões de TEU's por ano, ou seja, aproximadamente 900 contêineres/ano.
- Possuem como forma de avaliação dos coordenadores dos terminais o indicador MPH (Movimentação por hora), que hoje é de 50 MPH. Essa produtividade depende de fatores como a disponibilidade de equipamentos, coletores, GPS e planejadores de pátio (Custo de movimentação de um contêiner: U\$ 200,00).
- Atualmente a operação ocorre de forma não sistematizada (com auxílio de um sistema de operação), mas há previsões de que no mês de junho comece a implantação do sistema NAVIS (que já começou a ser introduzido aos funcionários).
- Cada equipamento possui um sensor ligado ao sistema GPS, que fornece a sua localização no pátio. A equipe de logística recebe essa informação e direciona o equipamento mais próximo para executar qualquer movimentação necessária. Dessa forma é possível aumentar o mph além de diminuir o custo da operação (em média, o custo ou preço é de 200 dólares).



Operação

- A experiência adquirida pela Santos Brasil em operação portuária deve-se à incorporação dos funcionários já existentes e a contratação de novos profissionais especializados. Foi usada também uma consultoria, da empresa INDG.
- Para que a operação portuária ocorra sem problemas, é necessário que a mão-de-obra seja qualificada, principalmente com os operadores de portêineres (hoje, um dos grandes responsáveis por dar a produtividade, e em função disso, muito valorizado e escasso no mercado de trabalho) coordenadores e uma equipe de logística muito bem treinada.
- Com relação aos equipamentos, hoje, a Santos Brasil possui, no terminal de contêineres, 13 portêineres, transtêineres, 1 MHC, 20 RTG's, diversas "reach-stackers" e empilhadeiras de garfo além de 120 conjuntos transportadores (cavalo+semi-reboque).

Estocagem

- A estocagem dos contêineres possui como limitação a altura dos equipamentos, sendo permitido apenas o empilhamento de 5 contêineres, para que sobre um espaço de um contêiner para a movimentação.
- Os TECON's I, II e III possuem 484.000m², e junto com TECON IV 680.000m². O cais de TECON I possui 500m de comprimento, ou seja, dois berços de atracação, enquanto os TECON's II e III possuem apenas cerca de 250m de comprimento, comportando apenas um berço cada um.
- A retroárea de TECON's I e III é dividida entre contêineres de importação e contêineres de exportação, além de uma área de contêineres especiais refrigerados. O TECON II é apenas para exportação de veículos. Além disso, existem os armazéns, as áreas administrativas, as garagens, oficina, alfândega e áreas de apoio (caixa d'água, ETE). As áreas de armazenamento de contêineres são organizadas em Quadras e Ruas, sendo que cada Rua tem uma largura de 14m para a circulação e manobra dos caminhões / "reach-stackers", e RTG's (equipamentos em geral).

Logística

- Assim que a carga chega ao cais, o motorista do conjunto transportador que irá levar o contêiner até a sua localização recebe a informação através de um coletor, fornecida pela equipe de logística, sobre o endereço do contêiner. O mesmo procedimento acontece na entrada de cargas através de caminhões. Nesse caso, os contêineres são antes pesados em balanças posicionados nos "gates", e ficam aguardando até serem estocados.



- Apesar de a estocagem também ser uma atividade lucrativa, é mais interessante que um contêiner não fique muito tempo parado no porto. Por isso é muito importante a equipe de logística.

Legislação

- O porto é uma ponte entre o exportador e o importador, ou seja, uma área alfandegada. Todas as cargas que chegam ao Brasil devem ser fiscalizadas, dentro da área do porto, e só então podem ser liberadas para serem transportadas aos seus destinos. O mesmo ocorre na exportação, na qual as cargas são vistoriadas antes de entrarem nos navios, considerados territórios estrangeiros.
- Dentro dos navios só é permitida a entrada de pessoas autorizadas, e existe uma série de normas de conduta a serem seguidas, já que não é mais uma área brasileira.
- A Receita Federal possui uma área dentro do terminal destinada a fazer a fiscalização dos contêineres. Eles próprios determinam quantos contêineres serão vistoriados, e quando será a vistoria. Essa área da Receita Federal fica próxima à alfândega. (Por esse motivo é importante pensar na localização da Receita Federal dentro do porto).
- A fiscalização pode ser feita por dois modos: amostragem ou total. Dependendo da carga, a fiscalização é feita selecionando-se aleatoriamente alguns contêineres de um mesmo lote para serem abertos e vistoriados. Em outros casos a fiscalização acontece em cada um dos contêineres. Também há diferença entre a fiscalização de importação e exportação ou de cabotagem e internacional.
- Atualmente a Receita Federal está em greve, funcionando com uma operação Contingente, com o número mínimo de funcionários trabalhando. Com isso, a retroárea está com 94% da sua capacidade ocupada.

Desenvolvimento

- Nos últimos anos houve um aumento no volume de importações e exportações, culminando no aumento do investimento em portos no Brasil. Um dos fatores que possibilitou esse aumento foi o aumento do número de navios disponíveis, com a conseqüente diminuição no seu frete.
- Em 1995, a Santos Brasil arrematou a concessão do TECON I. Em seguida, expandiu a sua área, construindo o TECON II entre 1997 e 1998. Mais recentemente, ampliou-se o porto com a construção do cais de TECON III de 2001 a 2003, e a sua retroárea foi construída entre 2003 e 2005. Atualmente está em construção o cais e a retroárea de TECON IV.



- O TECON I foi projetado para operar com um calado de 11m, mas hoje já existe um estudo para baixar o calado até 13m. Os projetos de TECONS II e III foram feitos para 13m, e possuem estudos para rebaixamento de até 16m. Essa diferença de calados aconteceu pois antigamente utilizava-se o navio Panamax, e hoje já existe o Pós-Panamax, que exige um calado maior.

Análise Estrutural

- O peso máximo de um contêiner é de 45ton. Essa informação é muito importante para o dimensionamento do cais e da retroárea. Assim, foi feita uma média do peso dos contêineres em uma pilha, e encontrou-se o valor de 23ton a 28ton por contêiner. Uma tendência mundial, hoje, é de substituir os contêineres de 20pés por de 40pés, mantendo a carga máxima de 45ton.
- As retroáreas dos TECONS I e II estão totalmente aterradas, e as dos TECONS III e IV são parcialmente aterradas e parcialmente estruturadas. O aterro, apesar de ser mais barato, possui um problema de liberação ambiental, demorando de 2 a 3 anos para conseguir a licença. A solução estaca+pré-moldados, apesar de ser mais cara é mais rápida, e ambientalmente mais aceita, e o seu custo é compensado pelo retorno dado pela operação do porto, que começa mais cedo.
- São utilizadas cortinas de estacas-pranchas como contenção para, em TECON's I e II, suportar os esforços do aterro, e em TECON's III e IV proteger as estacas de carga. A contenção é composta por diversas estacas justapostas, com comprimento de 20m a 25m, sendo 8m cravados e 12m a 17m expostos. As estacas estruturadas possuem 52m de comprimentos, sendo 38m a 40m cravados.
- OBS.1: Com o aprofundamento do calado será necessário cravar mais estacas-prancha para a contenção, pois os 8m de ficha diminuiriam para apenas 3m, o que é insuficiente para a finalidade de conter o aterro.
- OBS.2: Existem caixas de inspeção em todo o cais desde 2001, para verificar o estado das estacas estruturais e de possíveis trincas na estrutura.
- Como os navios utilizados estão em constante evolução, além da dragagem para o aprofundamento do calado deve-se adaptar o porto para a utilização de equipamentos mais modernos (maiores e com maior produtividade). Para tanto, já está prevista a instalação de um terceiro trilho para o portêiner aumentando a bitola de 18m para 31m. Essa alteração não implicará em um alargamento do cais, já que este foi projetado com 45m, com distância extra para o tampão do navio e pista de ida e volta dos caminhões.



Atracação, Amarração e Defensas

- A atracação de todos os navios é feita com auxílio de dois rebocadores (práticos), que empurram lateralmente o navio até encostar nas defensas dos cais. É importante que o navio fique com o motor ligado o tempo todo da manobra, para servir de freio, evitando acidentes causados pela força da maré (os rebocadores não têm força suficiente para parar o movimento no navio).
- A amarração é feita com um cabo do próprio navio que é lançado ao cais, e amarrado nos cabeço de amarração, e a tensão dada aos cabos é fornecida pelo próprio navio, que puxa a corda.
- As defensas são do tipo cônicas para os TECON's I, II e IV. Em TECON III foram utilizadas como teste as defensas modulares, mas que deram muitos problemas, pois a borracha existente não era resistente o suficiente e toda hora arrebentava (fabricada por uma única empresa, de má qualidade).

Acidentes e problemas técnicos

- Já ocorreram diversos acidentes, sendo que um deles ocorreu porque o navio não estava com o motor ligado durante a operação de atracação, e a maré estava desfavorável, causando um choque entre o navio e o cais (pois os rebocadores e cabos não tinham força para desviar o navio). Com isso, quebraram-se algumas estacas prancha e a cabeça de um das estacas estruturais, inclusive, quase tombando um dos portêineres. O resultado foi um tempo de 6 meses para a reparação do cais.
- Em casos de acidentes, há um departamento, que é acionado pela Santos Brasil, para registrar e periciar o problema. Dependendo do grau do problema, eles acionam ou não a seguradora. Além disso, caso a reparação seja emergencial, como o processo é muito lento, a própria Santos Brasil desembolsa o dinheiro para o conserto, fazendo um requerimento posteriormente à seguradora para obter o reembolso.
- Nos de acidentes com equipamentos, a própria Santos Brasil possui uma equipe de manutenção, com aproximadamente 150 funcionários, divididos em 3 setores, com dois líderes cada um (elétrico e mecânico). Essa agilidade no conserto é importante pois o atraso na operação custa 10.000 reais por hora de atraso.
- Além da agilidade no conserto, utiliza-se um equipamento reserva, o MHC, que possui uma produtividade de metade do portêiner, mas pelo menos não deixa a operação parar. Para o uso do MHC todo o porto foi dimensionado para suportar a sua carga (que é elevada por causa da sua patola).



Limite Operacional

- Os gargalos da operação são os equipamentos, a área de estocagem, a logística operacional, a infra-estrutura operacional externa, etc. Hoje, apenas é um gargalo a infra-estrutura operacional externa.
- É feita a retroalimentação do processo para identificar os pontos críticos e de gargalo da operação, visando aumentar a produtividade e atingir as metas impostas.

Metas

- A Santos Brasil possui como meta para 2015 é atingir uma movimentação de 2mi de TEU's/ano. Também há uma previsão para a construção de um novo terminal, TECON V. Além disso, a empresa está adquirindo novas áreas e empresas, como a transportadora Mesquita, localizada atrás da Piaçaguera, outros portos, como Imbituba (Santa Catarina), Convicom (Bahia) e Suape.
- Através do plano de metas da Santos Brasil, há um pedido para a CODESP melhorar a infra-estrutura das vias de acesso aos terminais, como por exemplo, a construção de uma via perimetral e o viaduto direto para a Piaçaguera.



APÊNDICE M

VISITA: OBRA DE TECON IV.

LOCAL: SANTOS – SP.

DATA: 30 DE ABRIL DE 2008.

RESPONSÁVEL: CARLOS GERMANO (ENGENHEIRO CIVIL).

ASSUNTO: MÉTODOS CONSTRUTIVOS NA OBRA.

Estacas

- Devido à grande demanda, parte das estacas são moldadas no próprio canteiro, parte é comprada de terceiros. Destaca-se a dificuldade neste transporte das fábricas até o canteiro, devido ao grande comprimento das estacas, que podem ter 8m, 12m, 17m ou 21m.
- Na fabricação no canteiro, utiliza-se de fôrmas metálicas tanto para o molde externo, quanto para a criação dos vazios. Estes vazios trazem grandes benefícios, por diminuir significativamente o peso dos elementos, sem prejudicar o comportamento estrutural.
- Quando prontas, elas são retiradas da fôrma pela grua utilizando-se de 2 alças, e colocadas num conjunto transportador chamado de Dolly. A “Dolly” é um conjunto de dois carros, de duas rodas cada, que leva as estacas, uma de cada vez, até o local de estocagem.
- É importante destacar que todas as estacas são identificadas, de modo a se poder fazer todos os tipos de rastreabilidade.
- No caso das estacas compradas prontas, elas são fabricadas através de um processo de centrifugação, o que possibilita a formação do vazio sem a necessidade da utilização de fôrma interna.
- No momento da visita havia cerca de 470 estacas estocadas.
- Em relação à cravação, neste canteiro são utilizados 3 equipamentos de cravação: 1 à explosão (Delmag D46), e 2 hidráulicos (YUTAN), que trabalham 24 horas por dia, parando apenas quando chove, pois, nesta situação, não é possível fazer as emendas entre os segmentos de estaca, que são feitas através da soldagem entre as cabeças metálicas das mesmas. O controle desta solda é feito por amostragem, através da utilização de um líquido penetrante.
- Quando o local da cravação é muito distante da área já construída, impossibilitando o içamento da estaca pelo guidaste até este local, utiliza-se de um transportador chamado de “marreca”, que nada mais é do que um flutuante



capaz de levar a estaca via água, até próximo ao local de cravação, onde ela é novamente içada e posicionada por outro guidaste.

- Em relação à produtividade, na obra são cravadas, em média, de 4 a 5 estacas por dia, sendo que, cada estaca, atinge um comprimento médio de 50m.

Estrutura

- A parte estruturada compreende todo o cais, e uma parte da retroárea mais próxima ao cais.
- Esta estrutura pode ser resumida em alguns elementos básicos:
- Estaca: que pode ser produzida tanto no canteiro como externamente, e é cravada pelos bate-estacas;
- Placa de cabeça ou “bolacha”: consiste em um elemento quadrado de concreto, que é apoiado sobre a estaca, e serve de apoio para as pré-vigas;
- Pré-vigas: elementos pré-fabricados que se apóiam sobre as placas de cabeça, e servem de apoio para as pré-lajes;
- Pré-lajes: elementos pré-fabricados que se apóiam sobre as pré-vigas, e servem de fôrma para a futura armação e concretagem, que consolida todos os elementos (placas de cabeça, pré-vigas e pré-lajes).
- Pode-se dar destaque para a utilização destes elementos pré-fabricados (pré-vigas e pré-lajes), que reduzem bastante o tempo de execução da estrutura, diminuindo significativamente o prazo final. Estes elementos vêm devidamente identificados da fabrica, e são armazenados na parte da retroárea já construída.

Pavimentação

- Como na maioria das instalações portuárias, a pavimentação é feita através de blocos intertravados de concreto, dispostos em “espinha de peixe”. Destaca-se que, apesar do pavimento ser formado, basicamente por elementos discretos, ele trabalha como um pavimento contínuo devido à areia de rejunte que é aplicada e o conjunto é compactado.

Segurança

- É interessante citar que, desde o início da obra, nenhum acidente grave foi registrado, apenas pequenos acidentes de trabalho. De acordo com o engenheiro, isto se deve à grande preocupação e fiscalização em relação ao uso dos EPCs (equipamentos de proteção coletiva) e EPIs (equipamentos de proteção individual), e em relação cumprimento das outras normas de segurança.



Outros

- Um último fator interessante é o fato de eles possuírem uma ETE (estação de tratamento de esgoto) própria, instalada no próprio canteiro. Isto mostra uma forte preocupação tanto ambiental, quanto de saneamento.



APÊNDICE N

ENTREVISTA: PROFESSOR KALIL JOSÉ SKAF.

LOCAL: SÃO PAULO – SP.

DATA: 28 DE MAIO DE 2008.

RESPONSÁVEL: KALIL JOSÉ SKAF (ENGENHEIRO CIVIL).

ASSUNTO: CONTÊINERES.

- As características do Porto variam para contêineres, graneis (líquidos e sólidos) e minérios.
- Atualmente há grande problema com os acessos terrestres aos Portos brasileiros. A malha ferroviária não evoluiu o necessário e, portanto não é capaz de atender à demanda. Muitas rodovias encontram-se em péssimas condições e, com isso, dificultam o acesso de caminhões aos Portos. Como exemplo é possível citar a rodovia que liga a BR-116 ao futuro porto de Itapoá, com cerca de 40km de extensão, não fornece condições ao tráfego.
- Antes de se executar um Porto é necessário garantir que os acessos tenham condições de utilização adequada, caso contrário, o Porto não será capaz de atender à finalidade desejada.
- Em TECON, 10% da retroárea são destinadas a contêineres refrigerados.
- CARROSEL: circuito que o caminhão deve realizar no interior da retroárea para não afetar a operação. Deve ser o menor possível e, depende da disposição dos contêineres na retroárea.
- Comprimento do corredor (para permitir que o transtêiner opere satisfatoriamente) deve ser de, no máximo 170, porém, o desejável é que possua até 150m.
- Características do empilhamento:
 - Máximo de 5 contêineres por pilha.
 - Em função do tipo de Transtêiner, a largura da pilha pode chegar a 6 contêineres lado a lado, porém, os equipamentos usuais permitem apenas 5.
 - Entre contêineres deve-se garantir o espaçamento de 30cm para que o equipamento consiga manusear os contêineres.
 - Deve-se garantir uma distância de 3,5m entre os contêineres e o apoio do equipamento para que o caminhão possa parar para que o contêiner seja retirado ou colocado.



- “Ground slot”: espaço que o contêiner ocupa em planta. Deve considerar as dimensões e as folgas necessárias. Os contêineres de 40pés tem maior porcentagem do “ground slot” ocupada pelo contêiner em relação aos de 20pés, pois os espaçamentos mínimos são os mesmos. Já contêineres refrigerados necessitam de área para o painel de tomada e, portanto, possuem menos “ground slot” ocupado pelo contêiner.
- Contêiner de 20pés: 6,10m x 2,44m x 2,44m → “ground slot”: 6,40m x 2,74m.

Dimensões de um terminal de contêineres

- Para permitir que o caminhão, carregando um contêiner de 40pés, consiga fazer a curva, a largura mínima do cais deve ser, numa pista de mão dupla, de 40m.
- Para cada berço de atracação é necessário ter uma área de 100.000m² e movimentar cerca de 1mi de contêineres/ano utilizando equipamentos de última geração em sua máxima capacidade (o portêiner deve retirar um contêiner a, no máximo, 1min e 10s). Além disso, é necessário ter equipamentos reservas em todos os setores.
- A área útil de um porto corresponde a cerca de 50% a 65% da área total, o restante são áreas destinadas à circulação e administração.
- Atualmente a quantidade de contêineres de 40pés vem aumentando.
- O dimensionamento elétrico de um terminal é complicado. Deve prever uma subestação próxima aos frigoríficos e a iluminação em todo terminal, para permitir a operação com segurança adequada 24h/dia, não deve ser inferior a 30lux em nenhum momento.
- O operador determina qual a área necessária para acomodar os contêineres (de 20pés e 40pés), os refrigerados, as cargas perigosas (como “air bags”, por exemplo) e os contêineres vazios.

Desova

- Não há interesse por parte do operador em destinar parte da retroárea à contêineres vazios, uma vez que estes não geram lucro satisfatório à empresa. Estes, por possuírem menor peso (o peso de um contêiner vazio é de aproximadamente 3ton, o equivalente a cerca de 10% da massa do contêiner cheio), são operados por “reach stackers” e não geram cargas acentuadas na laje.
- Os contêineres vazios são de empresas particulares, porém, quando dentro de um terminal, sua integridade e seu conteúdo são de responsabilidade da operadora.



- Desova: retirada do conteúdo do interior do contêiner. Realizada, normalmente, no terminal, quando o dono da carga não possui uma área para tal atividade. Assim, o conteúdo do contêiner já é retirado do Porto sem o contêiner. Atividade complicada de se executar, além de deixar os contêineres vazios no Porto. A tendência atual é a construção dos chamados “Portos Secos”, locais alfandegados, desprovidos de cais, onde é realizada a desova dos contêineres e armazenados os vazios.
- Áreas mortas: Trechos curtos para armazenar contêineres. Nestes locais não compensa a utilização de transtêineres. Trechos de até 120m são usualmente utilizados para armazenar contêineres vazios operados por “reach stackers”. Este tipo de equipamento tende a ser evitado nas demais regiões, para diminuir os custos com pavimentação, uma vez que estes equipamentos geram maior fadiga e maior carga na laje. O custo do pavimento dimensionado apenas para transtêineres é cerca de 2/3 do valor do pavimento para permitir a movimentação da “reach stacker”.

Casa do Caminhoneiro

- “Casa do caminhoneiro”: Locais destinados aos caminhoneiros enquanto esperam para ingressar no Porto. Possuem locais para espera, instalações sanitárias, e locais para o preparo de refeições. Além disso, recomenda-se separar uma área para estacionamento dos caminhões enquanto aguardam para carregar ou descarregar. Estes estacionamentos devem ser dimensionados em função da teoria das filas.
- As instalações na “casa do caminhoneiro” são recomendadas para dar condições de higiene aos caminhoneiros enquanto aguardam, uma vez que, este período pode chegar a 7 dias. A Santos Brasil não disponibiliza esta área para os caminhoneiros.
- Para facilitar o acesso rodoviário, existem estudos para realizar o alargamento da Av. Portuária no Porto de Santos, porém, conflitos entre autoridades públicas e privadas dificultam o andamento dos projetos.
- A Santos Brasil é responsável por operar TECON I, TECON III e o TEV (em caráter provisório). O cais do TEV deve ser utilizado prioritariamente para movimentar veículos, porém, em sua ausência, este berço é utilizado também para movimentar contêineres. Além do TEV, a Santos Brasil opera mais 3 berços, sendo 2 em TECON I e 1 em TECON III.
- Não é usual estocar contêineres no cais, o ideal seria o portêiner descarregar o contêiner direto sobre o conjunto transportador. Porém, quando ocorrem atrasos dos caminhões é possível armazenar alguns contêineres sobre o cais, porém, este não é dimensionado para suportar contêineres empilhados. Além disso, não



é recomendado utilizar “reach stackers” no cais (devido a grande carga que o mesmo aplica sobre a laje).

Dimensionamento do Cais

- Para dimensionar o cais deve-se levar em conta o comprimento do navio (para obter o comprimento do cais), a bitola do portêiner e o calado em que irá operar. Além disso, na área do cais deve estar previsto áreas para:
- Carga de dimensionamento do cais: 40kN/m² mais MHC.
- Largura: Bitola de 18 (menor estabilidade), 24m e 30m (100pés). O ideal é que o portêiner seja capaz de posicionar o contêiner no fundo do navio na posição definitiva, não havendo necessidade de movimentação interna. Atualmente utiliza-se bitola de 31m com Post Panamax (o portêiner deixa o contêiner fora de sua posição final no interior do navio) e o de 18m com o Panamax.
- “Heach cover” (tampa do porão do navio): com 8m a 9m de largura, o cais deve prever uma área para posicioná-la sem interferir na movimentação dos contêineres. Atualmente os navios operam também com contêineres fora dos porões.
- Manobra do caminhão na laje: o caminhão necessita de uma região com largura entre 36m e 37m para poder manobrar no cais quando este não está encostado na retroárea. Não é necessário que todo o cais tenha essa largura, é possível executar apenas parte da região com dimensões 40mx40m como apresentado na figura abaixo.
- Outras necessidades: subestação (pode haver a necessidade e o interesse da operadora em instalar uma subestação na região do cais), portaria marítima e casa de controle ambiental.
- Devido ao “back reach” (braço traseiro do portêiner), o caminhão não precisa passar por baixo do portêiner para descarregar. O braço dianteiro do portêiner recebe o nome de “out reach”.
- O MHC possui faixa de patola de aproximadamente 11m.
- O “layout” da retroárea é, normalmente, definido por uma empresa de logística contratada após serem definidas as necessidades da retroárea com relação às diferentes quantidades a serem estocadas e o local disponível para a mesma.
- Em EMBRAPORT, provavelmente toda a retroárea será dimensionada para suportar a mesma carga, independentemente do fim a qual se destinará. Granéis solicitam menos a laje do que Contêineres, porém, este dimensionamento permite alterações posteriores no “layout” sem haver necessidade de executar reforços ou realizar modificações em função da carga que cada parcela da retroárea é capaz de suportar.



APÊNDICE O

VISITA: EMBRAPORT.

LOCAL: SANTOS – SP.

DATA: 30 DE MAIO DE 2008.

RESPONSÁVEL: GILMAR VAQUEIRO DA COSTA (ENGENHEIRO CIVIL).

ASSUNTO: EMBRAPORT.

- Infelizmente muito pouco se pôde extrair dessa visita devido à falta de informações (oficiais) que os alunos tinham sobre o empreendimento até aquele momento. As informações que puderam ser colhidas foram:
- EMBRAPORT somente movimentará contêineres e granéis líquidos (etanol), e não mais granéis sólidos e veículos, conforme consta nos catálogos e no site do Grupo Coimex.
- Foi incorporada no escopo de responsabilidades do Consórcio a dragagem de material não-contaminado. Antes disso, constava no contrato do Consórcio apenas a dragagem de material contaminado, que será feita através da utilização de “geotubes” (=geossintéticos ambientais).
- Existe uma quarta empresa que entrou no Consórcio de EMBRAPORT. Trata-se da empresa belga JAN DE NUL, que ficará responsável pela dragagem de EMBRAPORT. Assim, o Consórcio ficou:
- Construtora Norberto Odebrecht → 40%;
- Construtora Carioca Christiani Nielsen Engenharia → 40%;
- Constremac Industrial Ltda → 10%;
- Jan De Nul → 10%.
- Existem dois estudos sendo feitos no momento. Um deles é sobre a possibilidade de substituição de parte do aterro hidráulico por lajes estruturais, estudo este sendo efetuado pela EGT (Fernando Stucchi). O outro estudo é sobre a dragagem do material contaminado.
- Haverá alterações no layout inicialmente proposto devido a uma região na área de granéis líquidos (área 2) que precisará ser preservada devido à presença de tartarugas marinhas naquela região (área de desova). A existência dessas tartarugas naquela região só foi descoberta há pouco tempo.
- A MRS LOGÍSTICA S.A. fará a duplicação da via férrea que corta o terreno de EMBRAPORT, já que a movimentação de contêineres naquela região aumentará consideravelmente.



- Já a estrada que liga a Rodovia Piaçaguera-Guarujá (SP-55) ao terreno de EMBRAPORT, a rodovia secundária pavimentada denominada Estrada Particular da CODESP (que dá acesso aos terminais instalados na Ilha Barnabé) deverá ter seus dois viadutos (sobre os Rios Sândi e Diana) duplicados para poder suportar o tráfego gerado pelo novo empreendimento, responsabilidade esta do poder público.
- Além das informações acima descritas, obtivemos dessa visita uma cópia da implantação geral da obra, uns catálogos de EMBRAPORT e a promessa de recebermos via email as demais informações necessárias pra realização do nosso trabalho.



APÊNDICE P

ENTREVISTA: PROFESSOR KALIL JOSÉ SKAF.

LOCAL: SÃO PAULO – SP.

DATA: 09 DE JUNHO DE 2008.

RESPONSÁVEL: KALIL JOSÉ SKAF (ENGENHEIRO CIVIL).

ASSUNTO: GRANÉIS LÍQUIDOS E SÓLIDOS.

Granéis Líquidos

- A plataforma de operação possui geralmente de 30 a 40 m de comprimento, e é equipada com mangotes/bomba/sistema de sucção (equipamentos flexíveis), responsáveis por retirar o líquido do navio.
- O navio, ao chegar no porto, nunca encosta na plataforma. Ele se apóia em 2 “dolphins” (sistema discreto), que possuem as funções de atracação e de amarração com cabos chamados de string. Além disso, como o cabo lançante é mobilizado pelas correntes e ventos, além dos dois “dolphins” citados, há mais dois com a função apenas de amarração, com os cabos lançantes.
- A distância entre o centro dos mangotes e o “dolphin”, para reduzir tanto a parte curva do navio como o esforço, é de aproximadamente 0,2 a 0,25 lnavio.
- “Pipe-rack” – estrutura, pórtico com vários níveis por onde correm os tubos alimentados pelo mangote. Os pórticos são espaçados em função do tipo de tubo a ser utilizado, ou seja, o tubo deve ter resistência suficiente para vencer o vão do “pipe-rack”. Esses tubos alimentam a retroárea que possui os tanques, e a saída do granel líquido pode acontecer por caminhões (utilizando a gravidade) ou com o auxílio do próprio “pipe-rack”.
- “Pipe-way” – possui a mesma idéia que o “pipe-rack”, mas os tubos correm todos no nível do terreno, culminando numa necessidade maior de espaço lateral. Além disso, como a tubulação deve, normalmente, cruzar áreas de circulação, não é muito usual a utilização do “pipe-way”. Entretanto, caso opte-se por essa solução, ao cruzar por trechos de circulação fez-se uma “lira” (a tubulação é elevada, formando uma espécie de pórtico, e pelo seu meio é possível haver trânsito), mesmo que haja grande perda de carga.
- É recomendado fazer a plataforma com caimento, e na sua borda deve haver uma viga de contenção junto ao tanque, para recolher líquidos em caso de vazamentos.



- Utiliza-se sempre uma bomba de sucção nos mangotes, e ao longo dos tubos pode ser necessária a introdução de “boosters”.
- Usualmente os portos que movimentam granéis líquidos são os donos e os responsáveis pelo produto. A distribuição, entretanto, é terceirizada.
- O controle de qualidade do produto é feito apenas na saída do navio.
- A quantidade de tubos pode ser diferente da quantidade de tanques de armazenagem, em função da necessidade de vazão.

Granéis Sólidos

- O processo, de um modo geral, é sempre o mesmo. Porém, há grande variação entre o manuseio dos diferentes granéis (carvão, minérios, grãos, fertilizantes).
- Sistema de Carregamento de navios: torres pescantes (TERFRON).
- Esse sistema é utilizado para movimentação de grãos.
- Na retroárea deve haver um silo para estocagem dos grãos, além de um equipamento específico para tirar a carga do silo e colocar numa correia transportadora.
- A correia é curva, e possui um esticador nas mudanças de direção e nas suas pontas.
- A correia pode estar posicionada ao lado do silo, ou saindo do seu centro. No segundo caso, a correia fica localizada em um túnel abaixo do silo, e há uma abertura no fundo do silo para que os grãos caiam diretamente sobre a correia transportadora.
- No trajeto que a correia faz do silo até a torre pescante, sempre que há uma mudança de direção é necessário o uso de uma torre de transferência. Essa mesma torre de transferência é utilizada para que a correia transportadora não fique muito alta, ou seja, os grãos chegam a uma altura elevada, e ao passar pela torre de transferência saem por uma correia mais baixa.
- Ao chegar ao cais, a correia transportadora muda de direção, para levar os grãos às torres pescantes. Essas, por sua vez, descem uma estrutura, que funciona como uma continuação da esteira, e que despeja os granéis diretamente na embarcação.
- Para descarregar o navio utiliza-se um equipamento chamado Portalino, que funciona sugando os grãos. O transporte do cais até o silo, também é feita com o auxílio de correia transportadora. Nesse caso, as correias chegam pela parte superior do silo, e saem pela parte inferior (por gravidade).
- Quando a carga de granéis chega de trem, o equipamento que descarrega o vagão é o tombador de vagão, que tomba o vagão dentro do silo, ou diretamente



sobre uma correia transportadora (através de uma moega, que funciona como um grande funil).

- Para o dimensionamento das correias transportadoras, devem-se levar em conta as características de vento na região, para minimizar a perda dos grãos durante sua queda. Além disso, admite-se que as correias suportam uma carga de 2,5ton/m a 3ton/m, e variam na largura. A determinação dessa dimensão varia em função do porte do navio e da quantidade de carga a ser movimentada em determinado tempo.
- Para entender melhor sobre esse tipo de movimentação, o professor Kalil sugeriu que procurássemos os desenhos do terminal de granéis sólidos da Cargil PO-02.
- Outra fonte de informação, mas de minérios, é o livro do professor Alfredini.
- Quando o granel a ser movimentado for o açúcar, a seqüência é:
- Independente do tipo de granel a ser transportado, os equipamentos devem fazer a movimentação de carga e descarga da forma mais eficiente possível, para minimizar o tempo do navio parado.



APÊNDICE Q

VISITA: EMBRAPORT.

LOCAL: SANTOS – SP.

DATA: 07 DE JULHO DE 2008.

RESPONSÁVEIS: WILSON M. F. LOZANO, JUVÊNCIO P. TERRA, BRUNO H. BONDER, GILBERTO G. GOMES, HYLIO FORESTI JR.

ASSUNTO: EMBRAPORT.

1- Conversa com Sr. Wilson a espera do barco pra ida ao canteiro de obras:

Aterro Piloto

- O aterro piloto foi feito da forma como estipulado no projeto original, localizado no meio do aterro inicialmente proposto por EMBRAPORT. Pela nova concepção, essa área agora está localizada no meio do local onde será a laje alveolar estaqueada. Depois de terminado o aterro e de colhidas as informações necessárias, todo o material será retirado de lá e reaproveitado na obra. Isso se configura num desperdício em termos de serviço, mas sem ele não haveriam muitos dados. Pra acelerar o recalque do aterro, foram cravados drenos fibroquímicos com espaçamento de 1,20m entre eles em um dos aterros e de 2,40m entre eles em outro aterro. A economia gerada com os drenos, das informações colhidas através desse aterro piloto, já pagaria os gastos com o aterro piloto e ainda sobraria, pois dessa forma poderia ser feito um ajuste fino do quanto realmente seria necessário na obra.
- Existe uma parte do aterro que foi feita de aterro hidráulico e outra parte de aterro convencional. O aterro hidráulico era feito em duas etapas: na primeira delas os caminhões chegavam com o pó de pedra da pedreira e basculavam o material em uma cava natural que existia na obra (uma espécie de piscina) que foi adequada para utilização nessa etapa, que era onde se localizava a draga. Então a draga pegava esse material (pó de pedra + água) e lançava no local do aterro através de tubulações. Isso até se atingir o nível d'água. A partir daí, fez-se um aterro convencional sobre o aterro hidráulico. Embaixo de todo esse aterro foi colocada uma camada de "bidin", um geotêxtil que fez a separação com a camada de lama que já existia no fundo do canal (pra que o pó de pedra não penetrasse demais nessa camada), depois uma camada de uns 30cm (forro) de pó de pedra, sobre ela uma geogrelha, e sobre a geogrelha o restante do aterro. Depois de determinada cota, colocaram-se os drenos, o tapete drenante e o complemento final do aterro. Essa é a estrutura de construção do aterro piloto.



- O aterro piloto serve pra verificar muitas coisas: o método de construção do aterro (se ele está correto); a resistência das geogrelhas; o espaçamento e a quantidade de drenos (ajuste fino dos drenos fibroquímicos, isto é, a cada quantos metros é necessário possuir os drenos para que se obtenha o recalque desejado num determinado tempo); a movimentação do aterro (o quanto ele está recalcando de cada lado, através da aparelhagem instalada lá); etc. Todos esses dados darão base pro projeto executivo do aterro, mesmo pro aterro que será executado na área seca lá atrás.

2- Conversa com Sr. Wilson e Sr. Bruno, no escritório do canteiro de obras, a espera dos EPI's para ida ao canteiro de obras:

Dragagem de Material Contaminado

- A UDC é uma “unidade de disposição de contaminados”. Ela consiste em um grande dique (um muro de aterro) que forma uma espécie de piscina. Todo o material dragado (a primeira camada superficial contaminada) é lançado dentro da UDC que já tem um preparo de fundo com tapete drenante, etc. O material fica ali depositado até secar (a água sai por evaporação) e todas as partículas sólidas contaminadas ficam ali confinadas (a contaminação está apenas nos sólidos e não na água). A UDC funciona como se fosse um grande filtro, retendo as partículas sólidas contaminadas.
- As mudanças de concepção que ocorreram nessa etapa em relação à concepção inicial foram duas. A primeira delas foi a redução no tamanho dessas UDC's, e a segunda foi a introdução dos “geotubes” dentro dessas UDC's. Os motivos que levaram a essas duas alterações de concepção foram basicamente três: primeiro porque, com a adoção das lajes estruturadas chegando até o cais, a área de aterro foi reduzido, reduzindo também a área dessas UDC's. A segunda delas é função do problema das chuvas. Como as UDC's concebidas eram grandes porque elas eram abertas, elas invariavelmente acabariam recebendo água de chuva que precisaria ser tratada junto com a água contaminada. Dessa maneira, todo o processo acabaria ficando muito lento porque, na medida em que chovia, era necessário esperar mais tempo pra que a água pudesse secar novamente, aumentando muito o tempo do tratamento do material confinado. Com a redução da área, seria necessária a utilização de uma tecnologia que pudesse confinar e tratar o mesmo volume de material sem que as chuvas retardassem esse processo. Adotou-se então a solução dos “geotubes”, que impedem que a água da chuva penetre através deles. No entanto, os diques (UDC's) serão mantidos para garantia de segurança contra contaminação das águas no caso de vazamento dos “geotubes”.
- Os “geotubes” serão utilizados somente numa área suficiente para armazená-lo. Foi escolhida a área 3 por uma questão de logística.



- Eles são uma espécie de “travesseiros gigantes”, com 60m de comprimento, 10m de largura e 3m de altura. Dessa forma, será possível otimizar a área de dragagem de material contaminado.
- Em Santos é comum a utilização de UDC’s para dragagem. A mais recente delas em Santos é a da COSIPA, onde existem pequenas unidades de UDC’s que são preenchidas aos poucos, e enquanto uma seca, a outra é preenchida, e assim por diante. Nesse caso da COSIPA, essa área das UDC’s não é uma área que será utilizada posteriormente, e que, portanto, não há pressa pra ser desocupada.
- O “geotube” acelera o processo de secagem do material contaminado confinado. Como em EMBRAPORT os “geotubes” serão utilizados dentro da área do aterro onde ficará apoiada parte das lajes da retroárea, o uso dos “geotubes” na dragagem será uma solução que otimizará todo o processo, permitindo que a obra possa continuar o mais rápido possível.
- O “geotube” é uma técnica bastante utilizada nos EUA e na Europa. Ele já foi usado em Santos, mas nunca visando esforço em cima dele. Já se utilizou essa tecnologia dos “geotubes” em Santos na década de 80, tanto em obras da COSIPA como em Cubatão. Naquele tempo a tecnologia empregada era outra, muito mais escassa e mais rudimentar. Hoje é feito todo um monitoramento, estudos sobre polímeros pra não acolmatar o geotêxtil, etc.
- Utiliza-se dentro dos “geotubes” um floculante que ajuda a agregar as partículas sólidas (como em uma filtração de piscina). Esse floculante é injetado nas tubulações que levam o material dragado pros “geotubes”, ele age quimicamente com as partículas sólidas dentro dos “geotubes” e a água acaba escoando de lá mais facilmente.
- A previsão para o início dos serviços de dragagem de material contaminado em EMBRAPORT é no sexto mês do início da obra, a partir do marco zero (que ainda não se sabe quando será).
- A água que sairá dos “geotubes” será coletada dentro das UDC’s. Então serão feitos ensaios com essa água pra se descobrir como ela deverá ser tratada, tratamento esse que será feito em uma estação de tratamento de água (ETA), pra só depois essa água poder ser devolvida de volta ao estuário. Os “geotubes” não conseguem reter TODAS as partículas sólidas que entram neles. Existe uma micragem de partículas que acaba passando por eles. São essas partículas sólidas que precisam ser retidas no tratamento na ETA.
- O CONAMA tem duas resoluções (Resolução CONAMA Nº 344: Estabelece as diretrizes gerais e procedimentos mínimos para a avaliação do material a ser dragado; e Resolução CONAMA Nº 237: Dispõe sobre a revisão de procedimentos e critérios utilizados pelo sistema de licenciamento ambiental) que



exigem, pra dragagem e pra disposição de efluentes, os ensaios que precisam ser realizados tanto com o material confinado como com os efluentes.

- O tipo e o nível de contaminação que existe na região de EMBRAPORT é uma contaminação leve (não são metais pesados como, por exemplo, o mercúrio). Praticamente metade do material que será confinado nem precisaria desse tratamento porque os níveis de contaminação são muito baixos.
- Existe uma tabela no escritório de EMBRAPORT com os níveis e tipos de contaminação das águas daquela região.

Financiamento

- O processo de financiamento da obra deve durar mais uns 60 a 90 dias.
- Não existiram exigências por parte dos financiadores em relação aos termos técnicos da obra. O que existiram foram algumas sugestões. Algumas delas, que não tinham impacto de custo, foram acatadas. Outras foram respondidas, justificadas ou provadas por cálculos. O que houve foi uma conversa, um diálogo com os financiadores. Não houve nenhuma exigência ou restrição descabida por parte deles. Inclusive na parte operacional (no plano de negócios, daqui a dez anos), tudo o que foi considerado foi justificado.

3- Conversa com Sr. Wilson e Sr. Bruno no canteiro de obras:

Canteiro de Obras

- O espaço do canteiro de obras será dividido entre as empresas do consórcio. A Concremat é a responsável pelo gerenciamento de EMBRAPORT e durante a obra deve aumentar o quadro de funcionários dela. Ela também ocupará uma parte do canteiro, apesar de não fazer parte do consórcio.

Aterro Piloto

- O que está sendo feito no aterro piloto agora é a sobrecarga. Como o material que está sendo usado no aterro (brita nº 1) depois será reutilizado na obra, está sendo feita uma soma de duas necessidades. Já está sendo feito um estoque de brita na obra, pra quando ela for necessária, aproveitando essa brita pra fazer o sobreaterro, ou está sendo feito o sobreaterro, aproveitando pra já fazer o estoque de brita pra obra (pra fazer concreto, tapetes drenantes, etc).
- Segundo o memorial descritivo todo o material pro aterro seria adquirido logo no início da obra. Isso significa uma espécie de compromisso (contrato) da pedreira com o empreendimento de que o fornecimento de todo o material pro aterro estaria garantido, o que não significa que todo esse material seria comprado e entregue na obra logo no seu início, até mesmo porque, não haveria lugar suficientemente adequado pro estoque de todo esse material.



- A primeira parte do aterro (a colocação do “bidin”) começou por volta de agosto ou setembro de 2007.
- A sobrecarga irá até a cota 7,0m. A referência é a maré zero (nível do mar).
- A maré naquela região oscila da cota -0,20m a +1,70m, aproximadamente. Nessa época do ano (até agosto) é quando ela mais oscila.
- Eles seguem as coordenadas do SAD69 e as cotas do DHN.
- A cota final do terminal será 3,5m.
- O recalque total previsto é de 1,80m.
- Abaixo da camada de brita tem uma camada de pó de pedra (até a cota 3,0m). Abaixo dela tem uma camada de 0,50m de tapete drenante que foi feita logo depois dos drenos, conforme havia sido previsto originalmente na concepção do aterro.
- Em EMBRAPORT vai ter somente uma camada de pó de pedra. O ideal seria ter duas camadas.
- O aterro piloto foi feito como seria feita toda área de aterro, que é justamente pra poder reproduzir a dificuldade e pra servir de base pra poder tirar os dados que serão extrapolados pra obra toda.
- Mais tarde houve a necessidade de se aumentar a sobrecarga do aterro pra que pudessem ser colhidos mais dados, aumentando o sobreaterro da cota 3,0m pra cota 7,0m. Como não havia mais pó de pedra disponível na pedreira, resolveu-se utilizar a brita porque ela funcionaria da mesma maneira e já poderia ser estocada na obra pra necessidades futuras.
- Pela nova concepção do consórcio de utilizar lajes estaqueadas em parte da retroárea, todo esse material não ficará incorporado nesse aterro, mas será reutilizado pra outras necessidades ou em outras áreas de aterro nessa mesma obra. Isso significará um retrabalho pra escavar e transportar todo esse material de novo. No entanto, todo esse retrabalho é válido pelos dados que poderão ser colhidos desse aterro piloto.
- O aterro piloto é dividido em três áreas. Na primeira delas, instalaram-se drenos fibroquímicos a cada 1,20m; na segunda, a cada 2,40m; e na terceira, não se instalou nenhum dreno. Dessa forma, será possível fazer comparações entre os resultados de recalques dessas três áreas pra se descobrir como se comportará o aterro, a que distâncias os drenos precisam estar dispostos, se o método executivo está correto, etc. A possibilidade de ganhos resultante desse aterro piloto, pra efeito de projeto executivo, incentivou fazer esse aterro piloto.



- Como os dados não foram conforme o esperado resolveu-se sobrecarregar os outros aterros também (inicialmente cada aterro seria sobrecarregado de uma maneira).
- O recalque esperado dos três aterros é o mesmo. A diferença entre um e outro está no tempo que cada um demorará. Os aterros com drenos tendem a recalcar mais rápido que o aterro sem dreno.
- Esperava-se que se atingisse o rompimento (não o rompimento da cunha) em um dos aterros (rompimento = caso se notasse que estava recalcando demais na medida em que se fazia a leitura dos instrumentos). No entanto, isso não aconteceu em nenhum dos aterros.
- Ainda será realizado um cruzamento de dados para se verificar o que ocorreu porque não se obteve a velocidade de recalque esperada. Isso pode ser resultado de uma soma de diversos fatores.

Instrumentação

- A partir das medidas das hastes, os topógrafos sabem o quanto desceu cada camada (recalque).
- Os marcos de recalque medem mais profundamente (pega o perfil uns 40m pra baixo) através de um sensor (“aranha”).
- Os piezômetros (instalados somente nos aterros 2 e 3) medem a situação da pressão neutra.
- Existem alguns tubos colocados até a cota 2,5m onde serão feitos ensaios por sondagem (vane test e piezocone).
- Existem também os perfilômetros (uns tubos pretos, mesmo procedimento das “aranhas”) e os inclinômetros (somente no aterro 3, que mediria o rompimento das sobrecargas, caso ele tivesse ocorrido).
- BUREAU é o nome da empresa que está fazendo a instrumentação e a monitoração dos aterros.

Aprofundamento do Calado e Dragagem

- Hoje o Porto de Santos tem uma média de -12m de calado na bacia.
- A CODESP está com um plano em andamento pra fazer o aprofundamento da calha pra cota -16m.
- A autorização pro início do serviço de dragagem do canal do Porto de Santos demorou pra sair por uma questão ambiental. A área autorizada pra fazer o depósito do material dragado não comportaria o volume de material dragado no ritmo que precisaria acontecer esse serviço. Ela tem uma limitação de volume



total além de uma limitação de volume diário. A CODESP já licenciou uma nova área pra deposição de material dragado em alto-mar, que está no IBAMA pra ser aprovada. Já foram realizadas, em Santos, duas audiências públicas pra isso e todos estão a favor.

- A CODESP será a única responsável pela dragagem do canal do Porto de Santos. Não haverá nenhum ônus pra EMBRAPORT em relação a isso já que se trata de um porto privado em um terreno particular. Com relação aos demais terminais (arrendados pela CODESP), isso depende de como são os contratos de concessão de cada um deles.
- Imagina-se que o aprofundamento do calado no canal do Porto de Santos até a cota -16m fique pronto mais ou menos na mesma época que o empreendimento EMBRAPORT. Caso isso não ocorra de fato, só poderão atracar em EMBRAPORT navios até 12m de calado, apesar de o terminal estar preparado pra operar até 16m.

Meio Ambiente

- Existem duas áreas onde são armazenadas amostras da vegetação retirada do local. Uma delas fica próxima à linha ferroviária, em uma espécie de clareira na própria mata, onde ficam armazenadas amostras de médio e grande porte, e a outra é uma espécie de viveiro onde ficam armazenadas as amostras pequenas. Essas amostras são separadas por tipos, classificadas e devidamente identificadas.
- Existe uma equipe de biólogos em EMBRAPORT que faz todo esse trabalho de separação, classificação e identificação dessas amostras da vegetação.

4- Conversa com Sr. Bruno a caminho da pedreira:

Consórcio

- O consórcio consiste em um grupo de empresas que tenham afinidade em trabalhar juntas e que junte o que cada empresa tem de melhor.
- A Carioca tem a tecnologia de fabricação e de cravação de estacas, a CNO tem a qualidade e a excelência em terraplanagem e em várias outras atividades, etc.
- Dentro do consórcio, na gestão da obra, existem também outros setores: administrativo, comercial, planejamento, engenharia, etc, tudo dividido entre o consórcio. A Carioca, por exemplo, ficou com a parte de planejamento.
- A empresa líder do consórcio é a CNO. Isso significa que é quem se reporta à EMBRAPORT, a empresa representante do consórcio.

5- Conversa com Sr. Wilson a caminho da pedreira:



Estrada de Acesso

- EMBRAPORT está localizada próximo ao terminal da COSIPA (na Ilha Barnabé), que opera somente graneis líquidos (etanol). A estrada de acesso para os dois terminais é a mesma. Como os caminhões-tanques permanecem muito tempo parados nos acostamentos, esperando permissão para entrar no terminal da COSIPA, será necessário prever melhorias nesta estrada. Uma das melhorias que pode vir a ser realizada é a duplicação da mesma. Para isso deve ser feito um estudo do fluxo de caminhões da ilha, tanto de EMBRAPORT quanto da COSIPA. Este estudo deve considerar o fluxo futuro, com uma previsão de crescimento do fluxo atual.

Materiais e Pedreira

- O material escolhido para a realização do aterro experimental foi pó de pedra (no aterro hidráulico) e brita I (no aterro convencional). Estes materiais foram escolhidos por dois motivos: por ser um material que posteriormente será reutilizado na obra e por ser um material abundante na região. O material vem da pedreira vizinha. Para o acesso mais rápido foi construída uma estrada que liga a pedreira à Estrada Particular da CODESP, que posteriormente deverá ser retirada e a região restaurada. Essa solução foi adotada porque era economicamente mais viável do que realizar todo o percurso já existente (ir até a Piaçaguera).
- Para a fabricação desta brita, ocorre o que se chama de “jogo de esteiras”. A pedra retirada da jazida é transportada por caminhões até o primeiro britador. Ao sair do primeiro britador o material é peneirado e transportado através de esteiras para o próximo britador e assim por diante. Dessa forma, o material passa por vários britadores que britam em diversos tamanhos até o pó de pedra, no final do processo.
- Quando os aterros começarem a ser construídos será necessário aterrar uma parte da pedreira por dois motivos: para melhorar a logística da pedreira para escoamento do material devido à grande demanda, e para desviar o fluxo de caminhões do paiol (local onde os explosivos ficam armazenados). Apesar de parecer mais simples mudar o local do paiol, para que isso ocorra, deve-se ter um plano e autorização do Exército, que periodicamente vistoria a pedreira. Aparentemente isso será um prejuízo para o dono da pedreira, que perderá uma parte da exploração. Mas quem pagará tanto o material quanto a execução disso tudo será EMBRAPORT. Além disso, o material a ser utilizado nesse aterro já se encontra na própria pedreira, são as chamadas “camadas de pedreira”. A empresa EMBRAPORT não sairá perdendo com essa melhoria na pedreira porque terá a garantia de que todo o material lá encomendado chegará à obra mais rápido.



- O controle da entrada e saída dos caminhões vindos da pedreira é feito por um funcionário da EMBRAPORT chamado “apontador”. Ele pesa os caminhões e preenche quatro canhotos que servem como um comprovante. Um desses canhotos fica na pedreira, um fica na obra e os outros dois ficam no escritório da EMBRAPORT em Santos.
- Atualmente saem da pedreira em direção ao canteiro de obras de EMBRAPORT cerca de 3.500m³ de brita por dia. Cada caminhão carrega cerca de 15m³ por viagem e faz uma média de 15 viagens por dia.

6- Conversa com Sr. Juvêncio no escritório da EMBRAPORT:

Processo de Concorrência

- Um dos critérios da EMBRAPORT pra escolha da empresa (ou consórcio) vencedora da concorrência foi o menor prazo e o menor preço.

Marcos

- É necessário verificar com o pessoal do consórcio quais são os marcos que estão prevalecendo hoje, que é o que está no contrato, pois os marcos que estão na “solicitação de proposta” não são necessariamente mais os mesmos. Muito provavelmente aqueles marcos já estão vencidos.
- Os marcos principais são as datas das liberações das áreas.
- As datas de hoje não tem mais nada a ver com as datas da época da licitação.

7- Conversa com Sr. Wilson no escritório da EMBRAPORT:

Dragagem

- As empresas CODESP, COSIPA e EMBRAPORT se juntaram com um interesse em comum: licenciar uma nova área para depositar o material não-contaminado dragado. Isso porque existe uma restrição de que qualquer empresa que dragar um material deve depositá-lo num bota fora oceânico que é limitado por uma quantidade em volume (m³) por dia dividido entre todas as empresas. Este grupo está desenvolvendo um estudo de viabilidade de licenciar uma área aproximadamente 10 vezes maior que a atual, atendendo as necessidades de todos simultaneamente. A parte técnica do assunto está bem avançada e atualmente já estão sendo realizadas audiências para o licenciamento. Essa nova área será da União, mas quem ficará responsável pelo monitoramento dos sedimentos é a CODESP. Provavelmente o monitoramento será realizado no local de origem, pois dessa forma será mais fácil fazer o controle.



Material Contaminado

- O material de EMBRAPORT não tem contaminação por metais pesados, porém é contaminado por outros tipos de substâncias. Ser-nos-á fornecida uma tabela apresentando os tipos e quantidades dessas substâncias.

Operadora Portuária e “Layout”

- A operadora portuária faz um papel importante na hora da decisão do “layout” do empreendimento. É ela quem pode definir o tipo de equipamentos que serão utilizados, sendo que isso interfere diretamente na parte estrutural.
- Atualmente EMBRAPORT não possui uma operadora portuária definida. Sem a operadora, o detalhamento da operação fica mais complicado, o que gera certo atraso na definição do “layout” final do empreendimento. E sem o “layout” definido não é possível fazer o projeto executivo.
- O “layout” de EMBRAPORT já mudou diversas vezes. O “layout” definitivo deve sair dentro de mais uns 20 dias.

Carga de Dimensionamento das Estruturas

- A carga de dimensionamento das estruturas é definida de acordo com a operação, levando em consideração a quantidade de contêineres que ficarão armazenados e o peso médio deles.
- Segundo o engenheiro Hylio, essa carga corresponde ao empilhamento de 5 contêineres que nunca estarão operando com carga plena, estimando-se, dessa forma, apenas 60% da carga total. Assim, resulta numa carga de dimensionamento de 91,4tf/m².

Contratação

- O Terminal Portuário EMBRAPORT foi contratado por preço fechado (“turn-key”). Como o “layout” do empreendimento ainda está sofrendo alterações, serão necessárias mudanças nas quantidades de materiais, peças, mão-de-obra, etc.
- Existem dois tipos de mudanças no contrato: mudanças em função de alterações ou mudanças geradas por erros. As alterações são basicamente melhorias a serem feitas, e nesse caso, é necessário renegociar o contrato entre o contratante e o contratado. Já os erros podem ser de dois tipos: técnicos e operacionais. No caso dos erros, esse valor a mais já está incluso no preço. É importante que essas mudanças não prejudiquem o “Princípio de Equilíbrio de Contrato”.



Concorrência e Consórcio

- O processo de concorrência para uma empresa particular é um pouco diferente do processo de concorrência público.
- EMBRAPORT convidou, por meio de cartas-convite, treze empresas que considerava capacitadas no mercado, sendo que algumas delas decidiram entrar na concorrência como consórcio, como foi o caso do consórcio vencedor. Nesta carta-convite EMBRAPORT informava sobre o tipo de empreendimento em questão e anexava o Edital de Concorrência (que estava incompleto, pois faltava definir a parte de dragagem de material não-contaminado, que foi enviado posteriormente). EMBRAPORT então apresentou o Projeto Básico às empresas que demonstraram interesse. O prazo para apresentar uma Proposta Básica era de três meses, porém, como houve prorrogação do prazo, esse processo acabou durando cerca de quatro meses. Nesse meio tempo existiu a possibilidade de se retirar dúvidas quanto aos Critérios de Projeto. Quando uma dúvida surgia, ela era respondida a todos os participantes do processo, de maneira que todos os concorrentes tivessem a mesma informação. Após o término do período de desenvolvimento, a EMBRAPORT contratou um grupo de especialistas (engenheiros, contábil, financeiro, etc) que analisou todas as propostas e escolheu aquela que julgou ser a melhor delas, não necessariamente a que apresentava o menor preço. Foram analisados custos, prazos de execução e a parte técnica e ambiental. Escolhida a empresa vencedora (neste caso, o consórcio), foi feito um refinamento da proposta (definição do escopo geral), negociação esta feita diretamente entre o contratante e o contratado. Somente depois de feito o escopo geral é que foi assinado o contrato.
- Quando duas ou mais empresas se juntam e decidem montar um consórcio para uma concorrência, elas devem criar uma nova empresa, onde cada uma dessas empresas será acionista no consórcio.
- Como o edital de EMBRAPORT exigia, no caso da criação de um consórcio devia existir uma empresa-líder nesse consórcio. No entanto, isso não significa que as demais empresas do consórcio se eximam de qualquer responsabilidade dentro dele, como no caso de um acidente, por exemplo. Para EMBRAPORT o consórcio é importante por inteiro. Não há, também, uma separação definida das atividades dentro do consórcio. O consórcio age junto na maioria das atividades conforme a disponibilidade de recursos de cada uma das empresas dentro dele.
- A EMBRAPORT sempre estará em contato com o consórcio para saber *o que e como* está sendo feito, evitando assim problemas futuros.

Áreas

- O terreno do Terminal Portuário EMBRAPORT tem aproximadamente 1 milhão de m². Como o empreendimento avançará cerca de 300 mil m² sobre o canal, ele



totalizará uma área de 1,3 milhão m². O terminal terá 800 mil m² de área construída, restando 500 mil m² para área de preservação ambiental.

Meio Ambiente

- A Licença de Instalação (LI) do empreendimento (2ª etapa do EIA-RIMA) levou vários anos para sair do papel por causa de uma ampla discussão com o IBAMA sobre as diversas questões ambientais envolvidas. Foram necessários, inclusive, vários anos para a elaboração do próprio EIA-RIMA. Entre muitas outras coisas, EMBRAPORT se comprometeu a preservar o entorno do terreno com a preservação de uma área de 500 mil m². Hoje o licenciamento ambiental de EMBRAPORT é modelo perante o IBAMA, que elogia publicamente o estudo e o cuidado de EMBRAPORT com o meio ambiente. O especialista contratado pela empresa na época é atualmente uma referência nacional.
- Tendo sempre em mente a importância de se conservar o meio ambiente, EMBRAPORT adaptou o formato de seu terminal (área 1) para utilizar as áreas já desmatadas da região.
- EMBRAPORT desenvolveu 34 programas sócio-ambientais durante o licenciamento da obra, dos quais alguns deles deverão ser mantidos mesmo após o término da obra. Um desses programas previu a construção de 18 poços para o monitoramento das águas do subsolo.
- Outro exemplo da preocupação com o meio ambiente é o recente estudo que está sendo feito sobre a possibilidade de recuar ainda mais a área de tancagem (área 2) para preservar uma área de desova de tartarugas, diminuindo assim o impacto de maneira geral.

Investimento

- Para que o empreendimento pudesse ser realizado, a estruturação financeira de EMBRAPORT seguiu aproximadamente a seguinte distribuição: 60% financiado pelo BIRD, 25% pelo BNDES e 15% por investidores, no caso, o próprio Grupo Coimex.
- Para a liberação dos investimentos é necessária a comprovação do que foi considerado em projeto.
- O Grupo Coimex tem investimentos em diversos ramos da economia, como por exemplo, importação e exportação, concessão de rodovias, fábricas, etc. Quando surgiu a oportunidade de comprar o terreno de EMBRAPORT, o Grupo viu a possibilidade de ampliar seus investimentos no comércio exterior. Muito provavelmente as mercadorias produzidas pelas empresas do Grupo serão exportadas por esse novo terminal. Mas isso não “fechará as portas” para novos



clientes, já que a capacidade do porto será muito maior que a quantidade de mercadorias próprias produzidas.

- Atualmente, no estuário de Santos, não existem muitas possibilidades de áreas disponíveis para a implantação de novos terminais portuários, apesar de existirem diversos terminais desativados que pertencem a União, e que, portanto, para utilizá-los, é necessária uma concessão do Estado. Por se localizar na margem contrária a cidade de Santos, o terminal EMBRAPORT terá a vantagem de não sofrer tanta influência da cidade, enquanto na margem oposta não há flexibilidade para se trabalhar, uma vez que não existem mais áreas para se estocar contêineres. A cidade é praticamente colada no porto, as ruas não comportam o fluxo de caminhões, etc.

Transporte

- Com relação à via férrea, será feito um ramal de desvio dentro do terreno de EMBRAPORT para retirar o trem da linha de passagem, fazendo-o manobrar nesse ramal. A localização e a quantidade de linhas nesse ramal ainda não estão definidas, mas existe a possibilidade de que haja uma linha no ramal para contêineres e outra para granéis líquidos.
- Hoje o transporte terrestre do álcool está previsto pra ser realizado por modal rodoviário e ferroviário. Mas acredita-se que futuramente existirá uma dutovia, em toda a baixada, que levará o álcool das cidades produtoras até o porto. Como o transporte é feito de uma cota mais elevada para uma mais baixa, a dutovia é um bom meio de transporte pois funciona por gravidade. Só existe lógica na adoção de uma dutovia porque o Brasil não tem foco na importação do álcool.

Operação

- Apesar de EMBRAPORT estar licenciada para operar como um terminal portuário de múltiplo uso (com diversos tipos de cargas, como era previsto inicialmente: contêineres, granéis líquidos, granéis sólidos, veículos e cargas gerais), a empresa decidiu que seria melhor se especializar no transporte de contêineres e granéis líquidos (álcool) apenas.
- EMBRAPORT aumentará em 10% a movimentação de contêineres no Porto de Santos.
- O início da obra está previsto para ocorrer entre agosto e setembro de 2008.

Equipamentos

- Estão previstos: 11 portêineres, 40 RTG's e 6 "reach steackers" (somente para empilhar contêineres vazios).



- Está previsto o uso de MHC somente para substituir temporariamente um portêiner quebrado ou em manutenção.

8- Conversa com Sr. Hylio no escritório da EMBRAPORT:

Carga de Dimensionamento das Estruturas

- A carga de $91,4\text{tf}/\text{m}^2$ se refere a cinco contêineres empilhados. Para a obtenção desse número, admite-se que cada contêiner está apoiado sobre quatro pés. Quando os contêineres são colocados lado a lado, os quatro pés de quatro contêineres ficam apoiados em uma área de $70\text{cm} \times 70\text{cm}$. Admite-se que o peso médio de um contêiner seja por volta de 25tf , mas que ele não é colocado em carga plena, utilizando-se, portanto, coeficientes para diminuir esse valor.
- Com os cálculos em mãos, o Sr. Hylio nos disse que se aproxima a carga de um contêiner para 30tf , vezes cinco contêineres (do empilhamento), resultaria 150tf . Entretanto, considera-se apenas 60% da carga, resultando em 90tf .

Operação

- Hoje haverá movimentação apenas de contêineres e álcool, apesar de EMBRAPORT possuir uma autorização para operar qualquer tipo de carga por ser um terminal misto. Por causa dessa autorização, podem-se escolher livremente as cargas que serão utilizadas, mas atualmente toda a estrutura está sendo dimensionada para contêineres.
- Também por essa flexibilidade, o “layout” do terminal já foi alterado diversas vezes e ainda não há um definitivo. O que é certo, por enquanto, é a área que será ocupada, mas a configuração das instalações dentro dessa área ainda não está definida.
- Os armazéns inicialmente propostos nos “layouts” iniciais serão para desova dos contêineres. No entanto, há somente uma previsão para a construção desses armazéns.

Estruturas

- O cais será dimensionado para navios do tipo Pós-Panamax, com capacidade de 8.800 TEU's ou 90.000tf , 313m de comprimento, 42,8m de boca e 14,5m de calado.
- As defensas utilizadas serão estabelecidas em função do tipo de navio (marca Fentek - modelo SCN 800).
- O fck do concreto será de 40MPa , com consumo mínimo de 400kg de cimento. Pretende-se ainda utilizar sílica aditivada até 7%.



Meio Ambiente

- A área onde há desova de tartarugas está em negociação com o IBAMA, mas provavelmente será doada ao meio ambiente como uma “Área de Preservação Permanente” (APP).

9- Conversa com Sr. Gilberto no escritório da EMBRAPORT:

Concorrência e Consórcio

- O consórcio constitui uma nova empresa, onde ocorre uma distribuição de cargos, e não de tarefas.
- Existe um organograma na obra que é o convencional, composto por um *diretor de contratos* e os *departamentos de engenharia, planejamento, administração, produção* (nesse caso, especificamente, dividida em *terraplanagem* e *concreto ou estruturas*) e *manutenção*. Esse organograma resume-se a um *diretor de contratos* e *gerentes*, que representam, respectivamente, o “presidente” e os “ministros”, sendo cada um responsável pela sua área. A *engenharia*, por exemplo, procura desenvolver os processos, lidando com projetistas e consultores. Geralmente o *planejamento* está junto da *engenharia*. No caso dessa obra, por ser um consórcio, eles estão separados para que diferentes empresas do consórcio pudessem ser alocadas a uma área. Dentro do *planejamento*, nesse caso, existe a gerência comercial, responsável por assinar contratos e fazer pagamentos. Também sob responsabilidade do *diretor de contratos* estão as áreas de *meio ambiente* e *segurança no trabalho*, de fundamental importância para a viabilização de qualquer empreendimento. Outra área que está sendo inserida atualmente é a *qualidade*. Antigamente havia apenas a qualidade dentro da obra, cujo controle era de responsabilidade de uma empresa gerenciadora. Hoje a própria construtora possui um *setor de qualidade*, existindo dentro da obra, no mínimo, 20 setores de qualidade. Por exemplo, se for feito um serviço de concretagem, a construtora não depende mais da gerenciadora, mas a verificação é feita por ela mesma. Essa mudança ocorreu pois se descobriu que o controle gera mais economia, o serviço é melhor executado e evita o retrabalho. A *qualidade*, nessa obra, está ligada à *engenharia*, mas deveria ser uma área separada. No caso da Odebrecht, por exemplo, a qualidade não é apenas no papel, relacionada aos métodos executivos, mas também é ligada à qualidade dos materiais, os quais são ensaiados.
- O consórcio está envolvido, portanto, com todas as atividades, e o líder desse consórcio é a Odebrecht. Existem reuniões mensais do conselho onde as decisões importantes são tomadas. Existe uma empresa-líder para que o consórcio tenha uma padronização no sistema de administração, folha de



pagamento, faturamento, segurança no trabalho, etc. O que não faz parte da líder é a operação, o dia-a-dia.

- Na composição do consórcio a Jan de Nul era uma subempreiteira, mas para diminuir custos, ela entrou como sócia. Mas essa é uma sociedade bem específica pois ela lida apenas com a dragagem, não se envolvendo nas demais atividades.
- A EMBRAPORT fez um Projeto Básico, sem muitas inovações, e deixou que as empreiteiras (empresas organizadas em mais ou menos 5 consórcios) fizessem estudos de alternativas.
- O prazo, na lei, para a entrega das propostas depois que o edital é publicado é de 30 dias. Entretanto, por ser um empreendimento privado e devido à grande complexidade da obra, esse prazo foi estendido diversas vezes.

“Geotube”

- A primeira alternativa era que o material contaminado fosse depositado nos tanques dos diques. Mas não havia uma previsão de quanto tempo demoraria para essa lama secar, até mesmo porque os tanques eram áreas descobertas, e sempre que chovesse, molharia tudo novamente. Até que apareceu uma pessoa que conhecia o “geotube”. O princípio do “geotube” é o mesmo de um “coador de café”, porque o material é jogado lá dentro e é rapidamente drenado.
- Em EMBRAPORT, por enquanto (porque isso pode mudar), serão feitos quatro diques onde serão alocados os “geotubes”. Primeiro é feito um dique, os “geotubes” são colocados lado a lado e são cheios, depois eles são aterrados e então se faz o “paver”. Depois faz o outro dique, repete-se todo o processo, e assim sucessivamente até terminar todos os diques.
- Existe um hidrômetro que mede eletronicamente a quantidade de água e de material sólido que passa pelas tubulações nas entradas dos “geotubes”, bem como a quantidade de produto químico (floculante) para tratar esse material contaminado. Ele é dosado eletronicamente na entrada dos “geotubes” na medida em que é injetado dentro dele.
- No “geotube” é o floculante que diferencia o material que irá reter as partículas. Quando a água sai do “geotube”, ela carrega uma parcela do material que fica retida na parede dos mesmos. Por esse motivo, alguns “geotubes” ficam com uma coloração diferenciada em função do tipo de material que é armazenado e carregado. Se for um óxido, por exemplo, o “geotube” fica com aspecto avermelhado.
- A água que sai dos “geotubes” é levada para as ETA’s através de bombas para poder ser tratada lá.



- Cada “geotube” tem várias entradas superiores. Em cada uma delas existe um registro. O material dragado é injetado em até três ou quatro “geotubes” simultaneamente. Existem alguns funcionários que fazem o controle desses registros, já que a draga trabalha sem interrupções.
- Os “geotubes” chegam aos locais onde serão instalados na forma de “bags” enrolados. Depois eles são desenrolados e posicionados nos locais onde serão cheios. Cada “bag” custa cerca de 28 mil dólares (em Atlanta, EUA).
- Existem alguns funcionários que ficam com uma espécie de vassoura, batendo nos “geotubes” na medida em que eles são cheios, pra tentar descolar o material que fica preso nos seus poros, impedindo que os mesmos entupam, pra que os “geotubes” possam drenar mais água (funciona como um filtro).
- Os “bags” dos “geotubes” são posicionados com uma sobreposição entre eles pra evitar que fiquem vazios na medida em que eles são cheios. Demora cerca de três dias para os “geotubes” se encherem de sólidos porque o enchimento dos “geotubes” é feito em etapas.
- Os “geotubes” não furam!!!
- Os “geotubes” são posicionados sobre uma camada de tapete drenante, dentro de diques de contenção.
- Os “geotubes” apresentados têm cerca de 36m de perímetro (seção transversal), 2,20m de altura 65m de comprimento.
- No Brasil, existem várias indústrias utilizando os “geotubes”, e pras mais diversas finalidades: limpeza de contaminados, matadouro e limpeza de decantação de frangos, indústria química (Petrobrás), etc.
- Os “geotubes” podem ser empilhados. Mas em EMBRAPORT não haverá empilhamento porque não haverá espaço suficiente pra isso.
- O consórcio orçou e arriscou essa tecnologia na concorrência sem conhecê-la muito bem, somente na base de informações dos fornecedores e da criatividade.
- Os próprios fabricantes dos “geotubes” são contra o uso de placas vibratórias (“sapos”) pra descolar o material que gruda nos poros dos mesmos, apesar dessa técnica ser muito comum. É muito comum também o uso de “vap’s” pra lavar externamente os filtros, evitando assim que as partículas sólidas colmatem seus poros.



Geodrenos

- Geodrenos (ou drenos fibroquímicos) são fitas que fazem a drenagem do solo.
- Para a cravação dos geodrenos considera-se que uma máquina crava 3.000m/dia. Para se atingir a meta estipulada, em determinados meses do planejamento, serão necessárias quase 20 máquinas.

Geogrelhas

- A geogrelha nada mais é do que uma armação do aterro que sofre tração. É importante verificar o atrito no contato entre a geogrelha e o solo.
- A partir de uma visita feita a um laboratório em Tampa (EUA), descobriu-se através de ensaios nas geogrelhas que ela agüenta 20% mais do que o especificado pelos fabricantes. O ensaio é feito com um braço de alavanca mecânica aonde vai sendo colocado peso. Elas ficam lá sendo ensaiadas por anos.
- Foi realizado um ensaio de arrancamento na geogrelha. A geogrelha foi posicionada entre duas placas, uma abaixo e outra acima dela, e então uma agulha fazia medições de deslocamentos enquanto um equipamento a puxava bem devagar.
- O ideal é que a geogrelha pudesse trabalhar num sanduíche entre duas camadas de pó de pedra. Pretende-se utilizar este sistema para realizar a “berma” da ferrovia.

Lajes Alveolares

- A Cassol é uma grande fabricante de lajes alveolares. Ela fez os ensaios de suas lajes em São Carlos (todo o modelo teórico, resistência à flexão, etc).
- As lajes alveolares de EMBRAPORT terão seus ensaios feitos na época oportuna pelos professores Pedro Afonso de Oliveira Almeida, Fernando Rebouças Stucchi e Péricles Fusco Brasiliense.
- As lajes alveolares estão sendo muito divulgadas no mundo porque elas estão sendo utilizadas em shoppings centers, estacionamentos, prédios industriais, etc. Para uso em cais portuário, o uso da laje alveolar é uma novidade.
- Um dos ensaios a serem feitos com as lajes alveolares de EMBRAPORT será depois de concretada a capa entre duas lajes adjacentes, pra ser ensaiada a junção entre elas, com uma carga de 100tf. Outros ensaios serão: com capa (com tela ou com fibra), sem capa, com o fechamento de alguns alvéolos (pra melhorar a resistência ao cisalhamento), etc.
- Essas lajes foram inventadas para uma carga máxima de 4 tf/m² a 5tf/m².



- Hoje existe uma carga concentrada de 100tf em 50cmx50cm (equivalente a uma pilha de cinco contêineres, com uma média de 20tf cada um).
- “Extruder” é o nome da máquina que faz a laje alveolar (WCH).

Evolução da Obra

- O cliente, no caso EMBRAPORT, pede que o consórcio mostre a evolução da obra. No mês 26, por exemplo, será necessário que exista construído tamanho suficiente de cais para atracação de um navio e uma retroárea suficiente (50.000m²) pra começar a estocar contêineres. Um segundo marco, no mês 30, será quando estiverem prontos dois berços e mais metade da área para estocar contêineres.
- Como a área que será liberada para a operação tem que ser alfandegada, é preciso pensar como será a continuação da obra sem passar por ela.

Cais e Retroárea

- Sobre os “geotubes” será feita uma camada de aterro, sub-base, base, camada de pó de pedra e “paver” (blocos intertravados de concreto, que podem ser coloridos).
- Hoje a EMBRAPORT já solicitou o fechamento dos vazios inicialmente propostos na Proposta Básica, entre o cais e a retroárea, que era uma distância entre o talude do aterro e o cais, trazendo a laje estruturada até o cais. Esse tipo de solução só apareceu após a assinatura do contrato entre o consórcio e a EMBRAPORT.
- O que motivava o uso de pontes de acesso entre o cais e a retroárea era o talude dos aterros, para evitar grandes esforços nas estacas. Essas pontes garantiam o travamento aos esforços verticais, o que não exigia a necessidade de estacas inclinadas. Com a mudança de concepção isso deve mudar.
- Estão previstas a utilização de 9.500 estacas quadradas de 45cm de lado (devido ao método executivo) só na retroárea estruturada (uma média de 16 estacas por dia). As estacas terão uma média de 45m de comprimento e deverão ser cravadas por cima porque não tem calado suficiente devido à variação da maré.
- O fck das estacas será de 40MPa e o das estruturas de 50MPa.
- O slump e a relação a/c das estacas (~0,35) são muito baixos.

Equipamentos

- Hoje em dia os portêineres movimentam até dois contêineres simultaneamente, mas EMBRAPORT está projetando tirar um contêiner por vez dos navios. Além disso, em EMBRAPORT serão utilizados os RTG's que movimentam apenas um



contêiner por vez, sendo que já é comum, hoje em dia, os RTG's que movimentam dois contêineres ao mesmo tempo. Em portos mais modernos, os caminhões dentro da retroárea movimentam-se sozinhos, com auxílio apenas de GPS.

Canteiro de Obras

- O pátio de pré-moldados ficará exatamente onde está localizado hoje o escritório da EMBRAPORT no canteiro de obras.
- A produção de dormentes de madeira é feita de forma artesanal. Numa plantação de eucaliptos há a derrubada da mata e marca-se o dormente com um laser. Assim que o tronco é derrubado deve-se posicionar o “gang-nail” (que é uma placa metálica composta por um conjunto de pregos) no seu topo, de forma a evitar que ele rache. Então o dormente é cortado com uma moto-serra, sendo que a precisão do corte é feita na mão. O custo de cada dormente de madeira é de aproximadamente R\$120,00 e a sua durabilidade é de apenas 5 anos. Há um reflorestamento depois do desmatamento dessa região.
- A produção de dormentes de concreto é feita de forma industrial. O Sr. Gilberto baseou-se no processo de execução desses dormentes, no local em que trabalhou, para propor um processo industrial para confecção das estacas e das lajes alveolares de EMBRAPORT no canteiro de obras. A idéia é que as peças sejam todas pré-tendidas. O processo será semelhante ao processo de produção das estacas, com a diferença de que há uma fôrma não-vibratória na execução dos dormentes e usa-se um lubrificante antes da concretagem, que é semelhante para os dois casos. Depois de concretados, os dormentes são cobertos durante a noite, e para a desfôrma, as fôrmas descem e os dormentes são retirados com o auxílio de uma pinça. As estacas são fabricadas continuamente e depois são cortadas. Um dormente de concreto custa em torno de R\$150,00 e dura até 100 anos.

Aterro Piloto

- A viabilidade do aterro piloto se dá pela economia que o resultado dos seus ensaios proporcionam à obra em comparação com o custo de sua execução. Como os números são muito grandes, aumentar alguns metros em cada estaca equivale a aumentar um total de centenas de quilômetros, o que custaria milhões de reais a mais para o empreendimento.
- Há estudos sendo feitos no aterro piloto para se descobrir qual o espaçamento necessário entre os geodrenos para fornecer os resultados de recalque desejados. Porém, os espaçamentos entre os geodrenos foram executados com 1,20m e 2,40m, sendo o último considerado um valor muito alto.



- Para cada área do aterro piloto há um estudo de recalque. Considerou-se uma espera de 11 meses para poder se retirar a sobrecarga da área 1, e de apenas 4 meses para a área 3. Nessa área estava sendo aplicada uma carga de $4\text{tf}/\text{m}^2$, mas ela foi aumentada para $8\text{tf}/\text{m}^2$ para acelerar o processo de recalque. Isso não significa que vai recalcar mais, e sim que ela irá recalcar mais rápido. Considera-se como sobrecarga tudo aquilo que está acima da cota acabada (cota que se pretende atingir com o recalque). Atualmente estão sendo feitos cerca de 130.000m^3 de aterro por mês.
- Foram feitas sondagens pela EMBRAPORT e pela construtora em dois diferentes momentos, e os valores encontrados foram semelhantes, com pequenas variações devido a ajuste dos instrumentos.

Aterro Convencional

- Para a execução da obra toda serão necessários $2,3$ milhões m^3 de aterro, entretanto só serão comprados mais $1,5$ milhão m^3 pois o restante já está no aterro piloto.
- O material do aterro é solo ou “capa de pedreira”. Para fazer o desvio do paiol será utilizado apenas 100 mil m^3 .

Dragagem

- A “draga ambiental” é uma draga que não deixa levantar plumas (pó). Na sua cabeça existe uma capa que protege uma rosca sem fim, convergente para um funil no centro, responsável por recolher o material sem levantar o material contaminado. É semelhante a uma fresa que vai retirando o solo por camadas.
- O bota-fora da dragagem é feito apenas em área licenciada, que fica em frente à praia do Guarujá.

Durabilidade

- O professor Paulo R. do Lago Helene é o responsável pelo estudo de durabilidade da estrutura, definindo aspectos como o cobrimento, a impermeabilidade do concreto (para um menor fator a/c, a permeabilidade diminui), etc.
- Deve existir um plano de manutenção da durabilidade. Não basta fazer a obra, deve-se fazer a manutenção dela.
- A pior região fica próxima à superfície da água em função da presença de vapor. O concreto dentro d’água está mais protegido.



APÊNDICE R

VISITA: EMBRAPORT.

LOCAL: SANTOS – SP.

DATA: 27 DE OUTUBRO DE 2008.

RESPONSÁVEL: WILSON M. F. LOZANO, MÁRCIO GUIOT.

ASSUNTO: LOGÍSTICA E OPERAÇÃO PORTUÁRIA.

Nessa visita obteve-se diversos dados referentes à operação pretendida em EMBRAPORT, como a definição dos equipamentos portuários e suas produtividades, a “janela de operação”, a movimentação pretendida, além de um novo layout, ainda sendo otimizado.

1- De acordo com Márcio Guiot, as principais alterações no layout de EMBRAPORT são:

- O sistema de entrada e saída de caminhões será feito através de 16 gates, e somente sob um sistema de agendamento. Essas medidas visam reduzir o tempo de permanência de um caminhão dentro da área do porto para apenas 30min.
- Prevê-se uma área para os caminhões-tanque, que chegam ao terminal para abastecer os cilindros de granéis líquidos, próxima à entrada do terminal. Dessa forma, não há mistura entre o fluxo de caminhões de granéis líquidos e os caminhões de contêineres, além de diminuir a movimentação de caminhões dentro da retroárea do terminal.
- Foram retirados os armazéns, pois o foco da operação será a movimentação, e não as demais atividades auxiliares, como desova de contêineres.
- O pátio terá capacidade de armazenar até 2,5mi de TEUs, sendo que a movimentação pretendida é de 2,0mi de TEUs. Além disso, de 10 a 15% dos contêineres serão movimentados por trem. A relação entre TEUs e contêineres, no porto de Santos, é de 1,5. Em outros portos, essa relação pode chegar até 1,7 (maior porcentagem de contêineres de 40 pés).
- Não há uma área para armazenamento de contêineres vazios, pois hoje há o surgimento de áreas próximas ao terminal de Embraport com essa função. A área para armazenamento de contêineres com carga perigosa não possui um local definitivo ainda, mas deve estar distante dos tanques de álcool.
- Sobre a disposição dos contêineres na retroárea, optou-se por manter os RTGs deslocando-se paralelamente ao cais pois essa configuração permite a



separação entre os fluxos dos caminhões que vem com carga para exportação, dos caminhões que vêm com carga de importação. Além disso, essa opção cria um fluxo único na retroárea, aumentando a organização e a segurança no terminal (uma forma de “verificar” a organização de um terminal é observar se todos os contêineres estão com as suas portas viradas para o mesmo lado, o que significa que há um fluxo bem definido dentro da sua retroárea). As quadras de contêineres possuem de 150 a 180m de comprimento, e em cada uma deve-se ter dois RTG’s operando. A retroárea pode estar com até 60% da sua ocupação máxima, pois acima disso a operação passa a ser afetada.

- O terminal funcionará 363 dias por ano (todos os dias, exceto natal e Ano Novo), 24h por dia. Entretanto, a maior parte dos caminhões e navios preferem trabalhar em horário comercial, das 8 às 20h e de segunda a sexta-feira. Para que o terminal consiga operar 24h por dia, precisará da colaboração desses agentes, e alguns bons motivadores para isso serão o sistema de agendamento, que possuirá horários disponíveis durante a madrugada, e a redução no trânsito na região do terminal.
- Ao imaginar a operação do porto, deve-se buscar o menor número de movimentações possível, para aumentar as economias do terminal. Uma das medidas para diminuir o número de movimentações desnecessárias, é o pré-conhecimento dos contêineres que serão fiscalizados no terminal (quando ainda estão no navio), assim, no momento do descarregamento do navio, esses contêineres podem ser agrupados, de forma a evitar a movimentação de contêineres que não serão fiscalizados para separar um contêiner que irá para a fiscalização.
- Para que seja possível operar após o término da primeira fase (quando haverá dois berços e quase metade da retroárea), é preciso que todas as instalações de apoio estejam prontas e operantes. A área de apoio ferroviário será a última a ficar pronta, pois sua área será utilizada como canteiro de obras. A obra não deve interferir na operação do terminal, já que todas as estacas serão transportadas por mar.

Equipamentos

- Cerca de 90% da operação será realizada com RTG’s (aproximadamente 50 na operação final);
- Serão utilizados 7 portêineres no início da produção, chegando até 12 na capacidade máxima do terminal;
- Para operar nos ramais de trens, serão necessários 2 transtêineres.



Produtividade dos equipamentos

- Os dados de produtividade fornecidos pelo Márcio são dados reais, praticados no dia-a-dia, e não a capacidade total dos equipamentos.
- Portêiner: durante o início da operação, estima-se que haja uma movimentação de 25 contêineres/hora, sendo necessária uma janela de 13 horas para descarregar um navio com 1000 contêineres. Após um ano, espera-se que a produtividade aumente para 30 movimentações por hora, e após 2 ou 3 anos, estima-se que o portêiner seja capaz de movimentar 35 contêineres por hora, descarregando o mesmo navio em 9 horas.
- RTG: o equipamento que anteriormente seria utilizado para a operação da retroárea foi substituído por um menor, pela sua rapidez de movimentação. Assim, o RTG possui largura suficiente para 6+1 contêineres de largura e de 5+1 contêineres de altura. A sua produtividade é de 12 a 15 movimentos por hora, e não é possível o RTG locomover-se carregando um contêiner. Sempre que estiver carregado, o RTG só pode movimentar o contêiner no mesmo plano em que esse se encontra.
- RMG ou transtêiner: como esse equipamento desloca-se sobre trilhos, possui maior velocidade que o RTG. Assim, a sua produtividade é maior, com cerca de 15 a 18 movimentações/hora. Geralmente, o equipamento atende os caminhões pelos dois lados, e diferentemente do RTG, tem a capacidade de se locomover com um contêiner.
- Os equipamentos são utilizados em 60 a 65% do tempo, mais do que isso essa porcentagem pode afetar a operação.
 - O ramal ferroviário foi deslocado para evitar que o trem precise “manobrar” ao entrar no terminal. O seu comprimento deverá comportar um trem de 1200m, com cerca de 60 vagões, com 3 TEUs cada. Para entrar no terminal, o trem será “quebrado” em comprimentos compatíveis com os ramais, e cada parte será rebocada com auxílio de equipamentos do próprio terminal. A operação de descarregamento de uma composição deve ser realizada em aproximadamente 3,5h.

2- De acordo com o Engenheiro Wilson:

Planejamento geral da obra

- O aterro deve ficar pronto em 28 meses, mas a velocidade com que será feito depende dos métodos ainda em estudo no aterro-piloto.

Estacas

- Serão utilizadas estacas tipo SCAC com diâmetro 70 no cais. E na retroárea, as estacas serão quadradas, com 40cm de largura.



- Todas as estacas serão pré-moldadas, com auxílio de uma forma deslizante e um cortador. Dessa forma, pode-se obter qualquer comprimento requerido pelo projetista.
- O transporte das estacas será feito através de flutuadores, e a sua cravação ainda não está definida (essa informação deve ser obtida diretamente com o consórcio).

Fases da obra

- A obra será dividida em 4 fases, segundo a foto tirada durante a visita.

Canteiro de obras

- O canteiro de obras será localizado na área dos ramais ferroviários.

EIA-RIMA

- Durante a visita o Engenheiro Wilson gravou um CD com o EIA-RIMA e entregou ao grupo.



APÊNDICE S

VISITA: ESCRITÓRIO DO CONSÓRCIO.

LOCAL: SANTOS – SP.

DATA: 31 DE OUTUBRO DE 2008.

RESPONSÁVEIS: GILBERTO G. GOMES.

ASSUNTO: LOGÍSTICA DO CANTEIRO DE OBRAS.

Logística da obra

- É importante para a logística da obra determinar as ações principais em cada fase:
 - Situação da obra mês 6: colocação do “geotube”;
 - Situação da obra mês 12: “geotube” colocado e aterrado, término do aterro e começa controle de recalques;
 - Situação da obra mês 18: cravando as estacas do cais, da laje e o aterro na área 1 terminado.
- O consórcio é obrigado a fazer a escavação do contaminado primeiro para depois fazer a escavação do cais. O contaminado vai para o “geotube” e é controlado pelo IBAMA e SABESP, todo o processo de tratamento disposição.
- A primeira coisa que tem que fazer na obra é o dique da área que vai fazer o “geotube”, senão dragar o contaminado não tem obra.
- Vão usar uma balsa para lançar o enrocamento.
- Como a obra é muito complexa, uma obra diferente da rotina, você é obrigado a fazer primeiro o cineminha para enxergar, entender as dimensões e noção da área. O cineminha com as fases da obra foi o embrião do planejamento. A obra é dividida em 4 fases, logo a obra foi setorizada.
- Por ser uma obra de 50 meses de construção, não iria esperar 4 anos para começar operar, não é nada lucrativo ficar com a obra improdutiva, foi dividida em fases, no mês 29 vai ser liberada uma área para a operação, no mês 36 e 40 outras áreas serão liberadas e o final da obra. Como pode ser visto a obra vai ser entregue parcialmente em tempo em tempo.



Layout do canteiro

- O drama da obra é fazer o local do canteiro. O canteiro vai seguir uma linha de produção.
- No primeiro layout do canteiro, que foi feito para a concorrência, não tem central de concreto, estoque de material, oficina mecânica, refeitórios, lugar para lavagem do equipamento, serviço médico, almoxarifado, central de carpintaria, central de armação.

Canteiro/estoque dos pré-moldados

- A previsão é feita da seguinte maneira:
- Laje PI:
- Supondo que deve ser feito 16500m² em 35 meses
- $\frac{165000\ m^2}{35\ meses} \cong 5000\ m^2 / mês$
- Supondo que uma laje PI tem 10m²
- Supondo 28 dias de cura
- Em 28 dias tem 20 dias úteis
- $20\ dias \times 500\ lajes\ PI = 10000\ lajes\ PI\ estocados$
- Considerando empilhamento de 5 placas.
- $\frac{10000\ lajes\ PI}{5} = 2000\ lajes\ PI$
- $2000\ lajes\ PI \times 10\ m^2 = 20000\ m^2$
- O mesmo calculo é feito para a viga, estaca e outros
- Considerando um estoque de 28 dias de cura, mas não é necessário esperar 28 dias para o campo, a laje com 14 dias e até menos pode ser aplicada porque a laje não está recebendo os esforços previstos de projeto.
- Tem que ter um estoque reserva porque você nunca pode considerar que está fabricando e saindo, você tem que considerar que vão existir alguns problemas como falta de aço, concreto, tenha greve de pátio e outros fatores que atrasem mas a colocação do pré-moldado não pode parar.
- Podem existir picos de produção e por isso o número é arredondado para cima.
- Início da fabricação – 28 dias de cura + 1 mês de preparo
- Logo, o pré-moldado será feito 2 meses antes de ser aplicado e também a fabricação termina 2 meses antes do termino.



Equipamentos

- A escolha do guindaste é feita pela distância da lança e o peso do pré-moldado mais pesado.
- Está no planejamento o tempo de uso da máquina.
- Supondo o aluguel de 200 horas mínima/mês mas só usou a máquina 150 horas paga-se 200 horas. Logo, se faz 2 turnos de 8 horas para que a máquina tenha um uso maior que 200 horas, ou seja, sempre pagar somente a hora produtiva e não a improdutiva.
- Mesmo que a mão-de-obra fique ociosa não tem problema porque o custo é muito menor do que o da máquina.
- $360 \text{ horas / mês} \times 75\% \text{ rendimento} = 270 \text{ horas de uso / mês}$
- 1 bate estaca = 2 estacas/dia (1 turno)
- 1 guindaste coloca 1 peça em 5 a 8 minutos
- $\frac{250 \text{ m}^2 / \text{ dia}}{10 \text{ m}^2 / \text{ laje PI}} = 25 \text{ lajes PI / dia}$
- $25 \text{ lajes PI / dia} \times 10 \text{ min} = 250 \text{ min / dia guindaste}$
- Logo, o guindaste vai gastar, aproximadamente, 4 horas por dia só para laje PI.

Estimativa do uso de concreto moldado “in loco”

- Será feito $5000 \text{ m}^2 / \text{ mês} = 5000 / 20 = 250 \text{ m}^2 / \text{ dia}$
- Considerando uma espessura média de 20 cm
- Então é preciso concretar $50 \text{ m}^3 / \text{ dia}$.
- Considerando que uma betoneira está descarregando e a outra foi para a central, portanto 3 betoneiras e uma bomba.
- Já no caso da bomba do concreto o aluguel é fixo. A média de concretagem será de $10 \text{ m}^3 / \text{ dia}$ que pode ser feito em 4 horas de concretagem então uma bomba de $20 \text{ m}^3 / \text{ hora}$ atende a demanda. Existe empresa que aluga por m^3 mas será cobrada uma concretagem mínima por dia .

Viga pré-moldada

- Adotando 5 vigas travessas
- Cada viga travessa demora 12 minutos para ser colocada.
- $5 \text{ vigas} \times 12 \text{ min / viga} = 60 \text{ min}$



- Logo, 4 horas para a laje PI + 1 hora para vigas + ½ hora para a armação + 2 horas para auxílio concretagem.
- O auxílio concretagem é quando o guindaste ajuda a mudar de local os equipamentos para a concretagem, isto é, o guindaste pega o compressor ou a bomba e muda de lugar.
- Conclusão que um turno de 8 horas está bom para a concretagem mesmo que outro guindaste fica ocioso.
- Os equipamentos mais importantes dentro de uma obra são: bomba de concreto, compressor, betoneira e o guindaste.
- A tabela PINI fornece todos os dados de produtividade que precisamos.

Estimativa da área de canteiro e números de pessoas trabalhando na obra

- Equipes
- Topografia- 3 equipes x 5 homens/equipe = 15 homens
- Estacas cravação
 - Cais – 110 homens
 - Laje – 120 homens
- Estacas fabricação
 - Cais – 80 homens
 - Laje – 80 homens
- Concreto
 - Cais – 80 homens
 - Laje – 80 homens
- Armação
 - Cais – 30 homens
 - Laje – 30 homens
- Central de concreto = 12 homens
- Escritório com área de 500m² = 40 pessoas
- Oficina com área de 300m² = 15 pessoas
- Almojarifado com área de 300m² = 12 pessoas
- Serviço médico com área de 60m² = 8 pessoas



- Serviço de segurança do trabalho com área de $60\text{m}^2 = 15$ técnicos
- Refeitório com área de 300m^2 . Esse serviço sempre é terceirizado, caso o refeitório não for grande o suficiente, pode-se fazer horários de almoço, os funcionários almoçam das 11 horas até as 13 horas e a diretoria depois das 13 horas.
- Laboratórios com área de $80\text{m}^2 = 8$ pessoas
- Aterro a ser feito = 100 homens
- Eletricista para o canteiro = 6 pessoas
- Apontadores = 20 pessoas + terceirizados
- Normalmente os serviços terceirizados são: calçadas, meio fio, jardim, pavimentos, postes, iluminação, pintura
- A construtora só faz o “grosso”, isto é, concreto, terraplanagem, armação, cravar as estacas.

Aterro

- 2000000 de m^3 de aterro vão fazer em 36 meses
- Logo $80000 \text{ m}^3/20 \text{ dias} = 4000\text{m}^3/\text{dia}$
- 1 trator faz $2000\text{m}^3 /\text{dia}$
- Adotado 3 tratores
- 1 escavadeira = $100\text{m}^3 /\text{hora}$
- $4000\text{m}^3/800 = 5$ escavadeiras
- Caminhão = 16m^3
- X viagens/dia
- Adotado 12 km da jazida
- Velocidade média de um caminhão 30km/h
- Tempo para descarga = 5min
- Tempo para carga = 5min



APÊNDICE T

ENTREVISTA: PROFESSOR HERMES FAJERSZTAJN.

LOCAL: SÃO PAULO – SP.

DATA: 09 DE JANEIRO DE 2009.

RESPONSÁVEL: PROFESSOR HERMES FAJERSZTAJN.

ASSUNTO: CANTEIRO DE OBRAS.

- De acordo com o Professor o canteiro pode ser dividido em áreas administrativas, de vivência e operacionais. Plantas das instalações podem ser encontradas no site www.canteiro.com.br
- Deverá ser disponibilizada uma área para o estacionamento de veículas pesados e equipamentos de grande porte.
- Deverá ser realizado um estudo referente à política de alojamento para definir a porcentagem de funcionários que residirá no canteiro durante a obra.
- Com relação ao refeitório, o Professor sugeriu que fossem realizados dois turnos de refeição para diminuir a área desta instalação.
- Para a área de corte e dobra de aço, foi sugerida a utilização de um equipamento de dobra por mesa e um equipamento de corte sobre trilhos para ser utilizado em conjunto. As mesas, por sua vez, deverão possuir, no mínimo, 12m de comprimento, referente ao comprimento das barras fornecidas.
- Para a concretagem, foi passada a informação de que uma bomba pode concretar 20m³/hora. Além disso, foi sugerido utilizarmos caminhões betoneira para o preparo e transporte do concreto, utilizando a bomba somente no lançamento final.
- Para a produção de concreto, o canteiro poderá conter apenas uma região destinada ao armazenamento dos insumos e um silo para a dosagem, ficando a mistura por conta dos caminhões betoneira.
- Para facilitar a transferência das barras de aço até a mesa de corte e dobra, o Professor sugeriu que o estoque ficasse localizado logo atrás das mesas para que os funcionários possam simplesmente arrastar as barras.
- Com relação à execução dos componentes pré-moldados, foi proposto que as lajes e estacas sejam concretadas em apenas uma etapa, sendo as lajes com processo de montagem semelhante a de estruturas de edificações onde vigas e lajes são concretadas simultaneamente. Já, para o caso das vigas, poderá ser realizada a concretagem em duas etapas, sendo a primeira para a mesa e, após



fechar as laterais, a concretagem das almas. Este fato agregará mais um dia ao ciclo de produção destes componentes.



APÊNDICE U - MEMÓRIA DE CÁLCULO

Dimensionamento dos equipamentos do terminal

Dados:

- Movimentação anual pretendida: 2.000.000 TEU's
- Proporção de contêineres de 20pés e 40 pés: 50% 20pés
50% 40pés
- Dias trabalhados no ano: 363 dias
- Horas necessárias para descarregar um navio: 9

- Movimentação pretendida: $\frac{2.000.000}{1,5} = 1.333.333,33 \text{ contêineres / ano}$

- Movimentação horária pretendida: $\frac{1.333.333,33}{363 \cdot 9} = 408 \text{ contêineres / hora}$

- Produtividade do portêiner: 35mph

$$\text{Frota necessária: } \frac{408}{35} = 11,7 \cong 12 \text{ portêineres}$$

- Produtividade do RTG: 12mph

$$\text{Frota necessária: } \frac{408 \cdot 2}{12} = 68,1 \cong 69 \text{ portêineres}$$

Nesse caso, cada contêiner será movimentado ao menos 2 vezes pelo RTG, uma quando o contêiner é recebido no terminal, e outra quando o mesmo deixa o terminal.

- Relação carreta/portêiner: 6 (dado fornecido por Embraport)

Número de portêineres: 12

$$\text{Frota necessária: } 6 \cdot 12 = 72 \text{ carretas}$$



- Dados do terminal ferroviário:

Comprimento do trem: 60 vagões

Capacidade do vagão: 3 TEU's/vagão

Capacidade do trem: $60 \cdot 3 = 180 \text{ TEU's}$ ou $\frac{180}{1,5} = 120 \text{ contêineres}$

Horas necessárias para descarregar um trem: 3

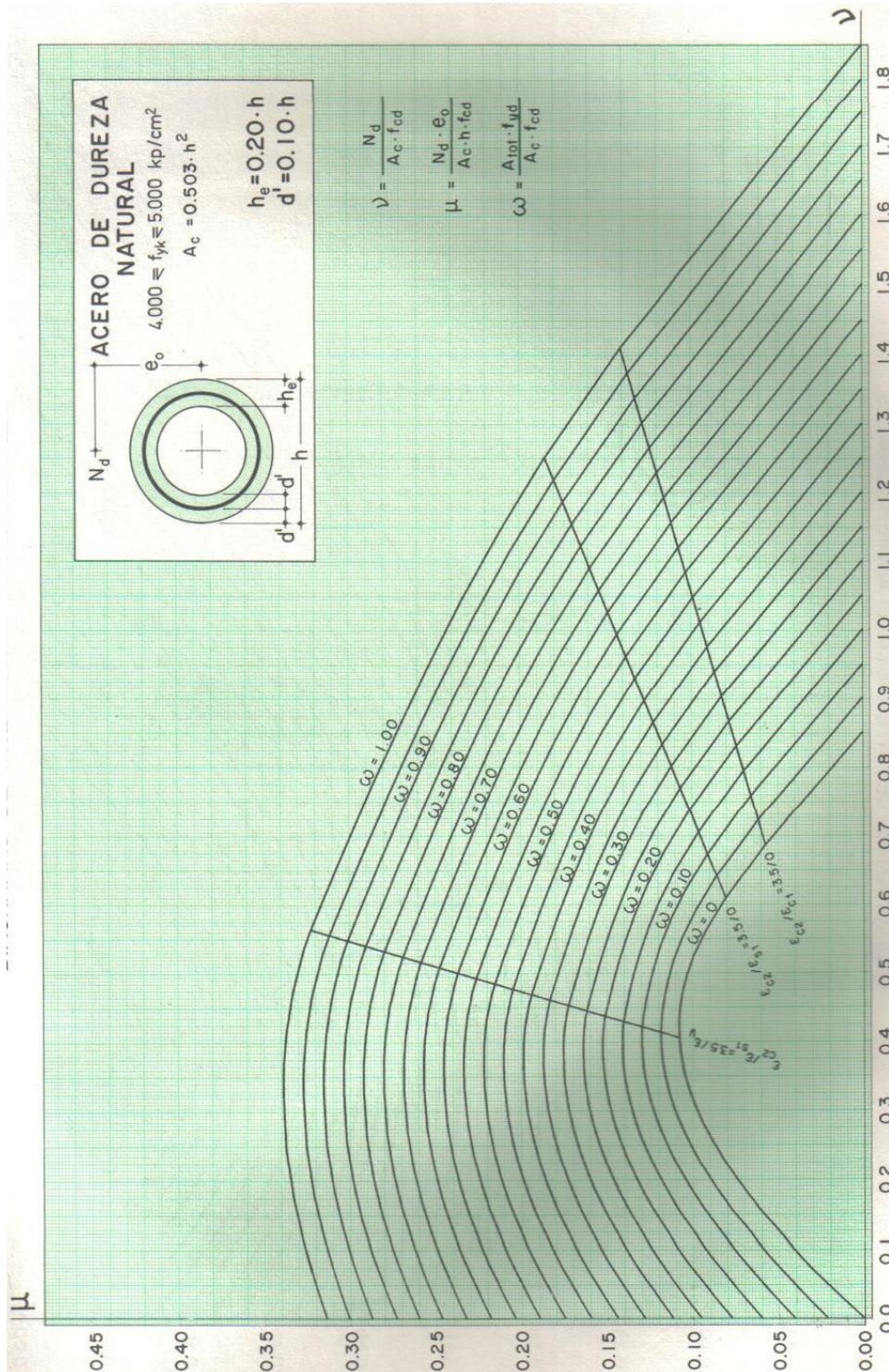
Movimentação necessária: $\frac{120}{3} = 40 \text{ contêineres / hora}$

Produtividade do transtêiner: 15mph

Frota necessária: $\frac{40}{15} = 2,67 \cong 3 \text{ transtêineres}$



ANEXO A – ÁBACO DE MONTOYA PARA A SEÇÃO DE ESTACA ESCOLHIDA





ANEXO B - GUINDASTES LIEBHERR - LTM 1200 5.1

															
m	13,2 m	17,7 m	22,2 m	26,7 m	31,3 m	35,8 m	40,3 m	44,8 m	49,3 m	53,8 m	58,3 m	62,8 m	67,3 m	72 m	m
3	143														3
3,5	133	125													3,5
4	123	123	122	107											4
4,5	114	114	114	105	85										4,5
5	107	107	106	103	84	70									5
6	94	94	94	93	82	69									6
7	83	84	83	83	80	68	52	40							7
8	74	75	74	75	74	66	51	38,5							8
9	67	67	67	67	67	63	49	37	30,5						9
10	60	60	60	60	59	58	47	35	29,3	24,4					10
11		54	54	54	53	51	45	33	27,9	23,7	19,2				11
12		48,5	48,5	48	49	46	43,5	31	26,4	22,8	18,8	15,6			12
14		40	39,5	40	40	38	37,5	27,5	23,9	20,9	17,6	14,9	12,6	10,6	14
16			33	33	32,5	33,5	32	24,8	21,6	19,1	16,3	14,1	12,1	10	16
18			27,6	27,6	28,6	28,1	27,4	22,3	19,8	17,4	15,2	13,2	11,5	9,5	18
20				23,5	24,4	23,9	23,3	20,2	18	16	14,1	12,4	10,9	9	20
22				21,3	21,1	20,7	20	18,4	16,4	14,7	13,2	11,6	10,3	8,5	22
24				18,7	18,5	18,1	17,4	16,7	15,1	13,4	12,2	11	9,8	7,9	24
26					16,4	15,9	15,3	15,5	13,8	12,5	11,3	10,3	9,2	7,4	26
28					14,6	14,2	13,5	14,2	12,8	11,5	10,5	9,7	8,7	6,9	28
30						12,7	12	12,7	11,4	10,6	9,8	9,1	8,2	6,4	30
32						11,5	10,7	11,4	10,6	10	9,2	8,5	7,7	5,9	32
34							9,6	10,2	10	9	8,5	7,9	7,3	5,4	34
36							8,6	9,2	9,5	8,1	7,9	7,3	6,8	5,1	36
38								8,4	8,7	7,6	7,3	6,8	6,4	4,8	38
40								8,1	7,9	6,9	6,5	6,4	6,1	4,4	40
42									7,1	6,5	6,1	5,9	5,7	4,1	42
44									6,5	6,3	5,8	5,4	5,4	3,8	44
46									5,9	6	5,3	5,1	5,1	3,6	46
48										5,5	4,8	4,8	4,6	3,3	48
50											4,3	4,6	4,1	3	50
52											4,1	4,2	3,7	2,8	52
54												3,8	3,2	2,6	54
56												3,4	2,9	2,4	56
58												3	2,5	2,2	58
60													2,2	2,1	60
62													1,9	1,9	62
64														1,7	64
66														1,4	66



ANEXO C – LOCAÇÃO DAS SONDAGEN

