

### 9.3. CARACTERIZAÇÃO DO EMPREENDIMENTO

#### 9.3.1. OBRAS MARÍTIMAS

##### 9.3.1.1. CARACTERÍSTICAS BÁSICAS DOS TERMINAIS

Os sistemas projetados serão constituídos por duas plataformas marítimas e uma ponte de acesso, devidamente posicionadas, de modo a permitir a instalação e operação dos equipamentos projetados para a transferência e recebimento de granéis.

Como já foi enfatizado, significativo volume de recursos serão poupados, pois as duas unidades estarão conectadas às instalações de retro-área através de uma única ponte de acesso.

Em relação à posição geográfica assumida pelas demais instalações existentes no Porto de São Francisco do Sul, a figura apresentada a seguir procura oferecer uma visão espacial das posições a serem ocupadas pelos futuros terminais.



Figura 9.12: Posição ocupada pelos futuros Terminais

Ao nível de concepção, no presente estudo verificou-se que as plataformas dos terminais possuirão três berços especializados; o berço único do Terminal FERTIMPORT foi projetado para permitir a descarga de granéis sólidos (fertilizantes), e a carga de granéis líquidos (óleo vegetal); já no Terminal TGSC o berço externo foi projetado para possibilitar a transferência de granéis sólidos vegetais aos porões dos navios (grãos de soja, e farelo de soja, ambos destinados ao mercado externo) e o berço interno para receber granéis sólidos vegetais (trigo, milho e cevada), destinados ao mercado interno.

As peças e dispositivos estruturais que comporão as plataformas, os elementos constituintes dos berços de atracação, bem como os elementos resistentes da ponte de acesso, se encontram caracterizados nos anteprojetos idealizados e fazem parte da coleção de documentos gráficos anexos ao presente estudo.

Cumprе ressaltar que no presente trabalho o termo berço de atracação servirá para denominar o espaço físico delimitado nas plataformas para a operação dos equipamentos de carga e transferência, onde também serão instalados os dispositivos náuticos para assegurar a atracação das embarcações.

Como já dito, ao nível de anteprojeto o levantamento batimétrico e sondagens expeditas do entorno da área onde ficarão posicionadas as plataformas revelaram condições propícias à navegação.

Tal evidência é demonstrada pelos valores das cotas de profundidade encontradas, representativas do relevo do assoalho marinho investigado naquele local.

Por isto, estas condições favoráveis levaram a empresa HIDROTOPO - Consultoria e Projetos Ltda. a conceber a implantação do acesso marítimo aos terminais com a dispensa da reconformação do fundo marinho, descartando-se assim a execução de obras de dragagem e derrocamento naquela área.

Ainda ao nível de concepção, também foi levado em conta que os dois terminais atenderão de forma independente as suas empresas, tendo como único elo físico, o uso compartilhado da ponte de acesso, para interligar suas instalações.

### **9.3.1.2. SISTEMA DE ATRACAÇÃO**

Este sistema será formado pelos elementos indispensáveis às operações de acostagem, e parte deles serão fixados nas plataformas de modo a viabilizar a segurança da atracação dos navios junto aos berços projetados.

Para tanto, as plataformas dos terminais deverão resistir de modo estável às solicitações de esforços provocadas pelos transportadores de correia, aos esforços provocados pela utilização dos equipamentos de manutenção, pelas operações das torres pescantes e ainda resistir às ações de ventos e correntezas incidentes sobre os navios atracados.

Como já foi dito, para atender necessidades logísticas, na plataforma do Terminal TGSC foram projetados dois berços de atracação de modo a suprir demandas requeridas, na opção de dois navios atracarem simultaneamente.

Já na plataforma do Terminal FERTIMPORT um único berço de atracação multifinalitário foi projetado, precisamente para atender necessidades geradas pela importação de fertilizantes, e demandas resultantes do processo de expedição/transferência de óleos vegetais destinados à exportação.

**(INSERIR)**

## MAPA 27: IMPLANTAÇÃO DAS OBRAS MARÍTIMAS

### 9.3.1.3. TERMINAL TGSC

Conforme consta no anteprojeto realizado pela HIDROTOPO - Consultoria e Projetos Ltda., a plataforma marítima do Terminal TGSC foi concebida no formato retangular, nas dimensões de 26,00 m de largura e 248,00 metros de comprimento.

A figura apresentada a seguir mostra os dois berços especializados projetados para aquela plataforma, cabendo ao berço externo a transferência de granéis para os porões do navio acostado, e, ao berço interno a descarga dos granéis resultantes dos negócios de importação (trigo, cevada, etc.).

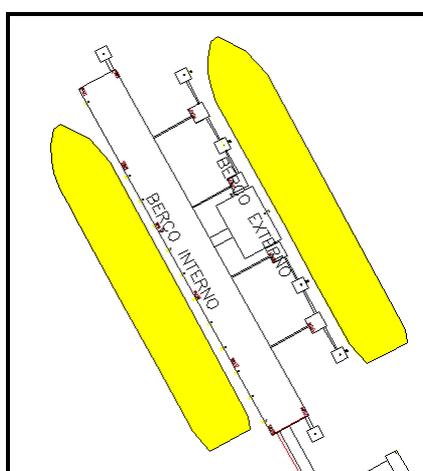


Figura 9.13: Posição dos berços na plataforma do Terminal TGSC

Para viabilizar as operações de transferência, a plataforma do Terminal TGSC foi posicionada nas águas da Baía da Babitonga de modo a garantir a segurança das operações de atracação, visando o carregamento e descarregamento simultâneo de 02 navios graneleiros do tipo Cap Size, segundo as seguintes características técnicas:

#### Embarcações Graneleiras

- Capacidade: 65.000 toneladas brutas;
- Comprimento: 225,00 metros;
- Boca: 32,20 metros;
- Calado máximo: 12,80 metros;

Sob o ponto de vista ambiental, cuidados especiais deverão ser tomados com relação ao manuseio de granéis, pois pela análise das espécies vegetais a serem movimentadas mecanicamente, pois nas operações de transporte e transferência desses produtos deverá ocorrer difusão aérea de partículas vegetais.

Entretanto, no anteprojeto apresentado foi tomado o cuidado de se evitar a contaminação do ar por material particulado suspenso ou desprendido. Neste sentido, nele consta que todas as galerias construídas para abrigar os transportadores de correia, necessariamente deverão possuir vedação para impedir a dispersão atmosférica do pó, gerado basicamente no transporte e manuseio de grãos.

Além desta medida o terminal deverá possuir todas as facilidades exigidas para a segurança dos operadores responsáveis pelo manuseio da carga, citando-se a iluminação de segurança e orientação, os meios de comunicação (telefonia), e as instalações de controle e combate a incêndios.

A figura apresentada seguir ilustra a posição espacial ocupada pelo terminal, mostrando uma perspectiva realística da sua posição geográfica.

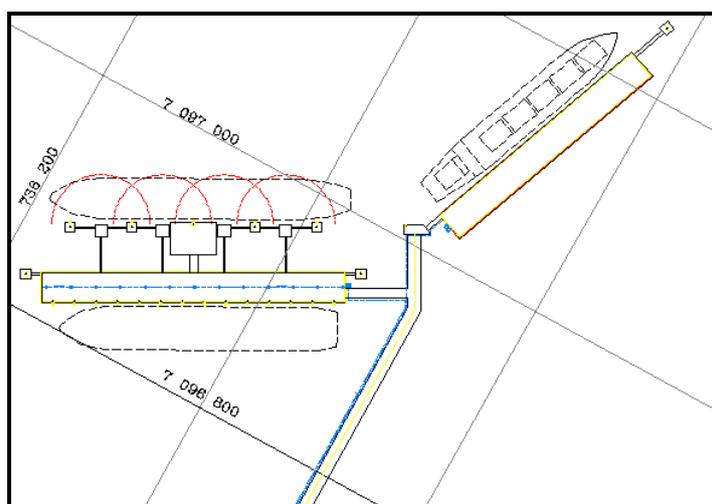


Figura 9.14: Posição da plataforma marítima do Terminal TGSC

#### 9.3.1.4. TERMINAL FERTIMPORT

No anteprojeto elaborado pela Empresa LPC - Latina Projetos Cíveis, a plataforma do Terminal FERTIMPORT também foi concebida no formato retangular, nas dimensões de 26,20m de largura e 205,90 m de comprimento.

A figura apresentada a seguir mostra que neste terminal o serviço de movimentação de carga será desenvolvido através de um único berço especializado, cabendo ao mesmo a transferência de óleo vegetal para os tanques do navio acostado, ou a descarga de fertilizantes destinados ao mercado interno de modo a suprir o desenvolvimento de atividades agrícolas na região.

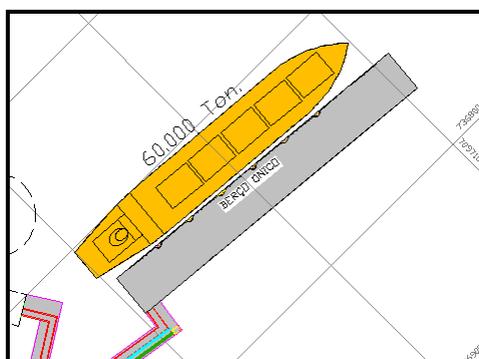


Figura 9.15: Posição do Berço na plataforma do Terminal FERTIMPORT

Para viabilizar as operações de descarga de fertilizantes e o embarque de óleo vegetal, a plataforma do Terminal FERTIMPORT foi posicionada nas águas da Baía da Babitonga em local próximo da plataforma do Terminal TGSC, de modo a permitir as operações de acostagem, o carregamento ou o descarregamento de um navio graneleiro do tipo *Cap Size* de cada vez, também com as seguintes características técnicas:

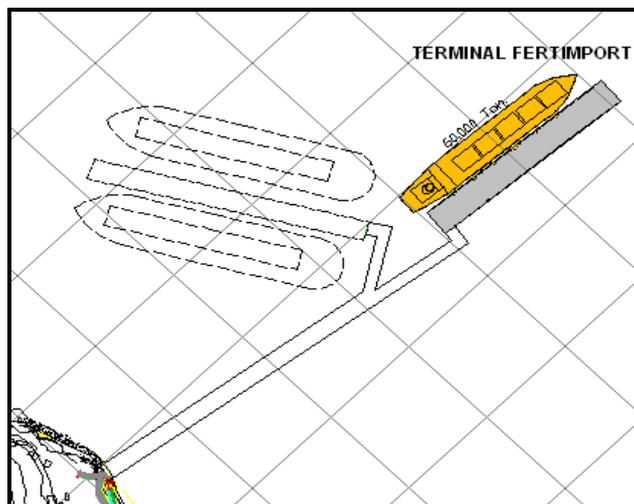
#### Embarcações Graneleiras

- Capacidade: 65.000 toneladas brutas;
- Comprimento: 225,00 metros;
- Boca: 32,30 metros;
- Calado máximo: 12,80 metros;

Neste terminal os óleos vegetais serão expedidos para os tanques dos navios por meio de oleodutos fixados nas estruturas de concreto projetadas, como se encontra indicado no anteprojeto da LPC - Latina Projetos Civis.

Da mesma forma que na plataforma do Terminal TGSC, a plataforma do Terminal FERTIMPORT deverá possuir todas as facilidades necessárias à segurança operacional do manuseio da carga, como a iluminação de segurança e orientação, os meios de comunicação (telefonía), e as instalações de controle e combate a incêndios.

A figura apresentada seguir mostra a posição espacial da plataforma do Terminal FERTIMPORT, e oferece igualmente uma perspectiva da sua futura posição geográfica, frente à posição assumida pela plataforma do Terminal TGSC.



**Figura 9.16:** Posição da plataforma marítima do Terminal FERTIMPORT

### 9.3.1.5. PONTE DE ACESSO

Como se encontra explícito nos desenhos que fazem parte do conjunto de documentos gráficos anexos a este trabalho, o posicionamento das plataformas foi realizado em local tecnicamente adequado às manobras de acostagem e atracação.

Por razões técnicas operacionais e em virtude do local escolhido apresentar profundidades adequadas ao calado operacional de embarcações graneleiras, a implantação das instalações marítimas prescindirá da execução de obras de derrocamento e dragagem.

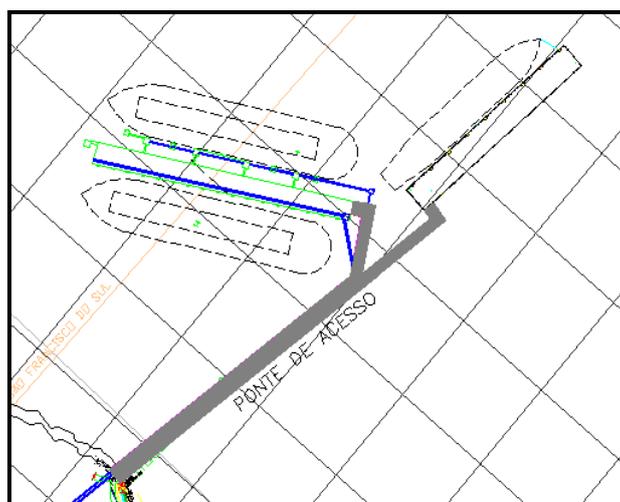
A estratégia de se implantar facilidades (duas plataformas e uma ponte de acesso) dispensando-se a reconformação do leito marinho, sob o ponto de vista econômico e sócio ambiental torna-se uma ação essencialmente atrativa, pois otimizará a aplicação dos recursos de investimento e restringirá as repercussões ambientais sobre a biota aquática.

Por exemplo, se o local escolhido estivesse mais próximo da linha da costa, em relação ao porte das embarcações não se atenderiam aos requisitos técnicos estabelecidos para uma acostagem segura das embarcações de grande calado.

As plataformas ao ficarem mais afastadas da linha da costa impõem a necessidade de conectá-las às demais instalações em terra de modo a compatibilizar o desenvolvimento dessas atividades com as atividades de embarque e desembarque junto às embarcações.

Por isto, a ponte de acesso proverá a contínua e segura ligação das instalações marítimas com as instalações em terra, viabilizando a correta funcionalidade dos sistemas logísticos projetados.

A **Figura 9.17** apresentada a seguir mostra a posição espacial assumida pela ponte de acesso, retratando como serão interligadas as instalações marítimas dos dois terminais, e como se fará a conexão dessas instalações com as instalações terrestres de cada empreendimento.



**Figura 9.17:** Posição espacial da ponte de acesso

## **9.3.2. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS**

### **9.3.2.1. CONCEPÇÕES BÁSICAS DO ANTEPROJETO**

O acesso por canal natural e a crescente demanda por granéis resultou na proposição de um sistema de atracação fundamentado num cais do tipo aberto, com área acostável fornecida por duas plataformas retangulares posicionadas em ângulo, tipo “V”, sendo a primeira dotada de dois berços de atracação para o Terminal TGSC e a segunda dotada de um único berço destinada ao Terminal FERTIMPORT, ambas implantadas na cota +4,00 m (DHN).

As estruturas das plataformas e da ponte de acesso serão formadas por diversas unidades modulares dispostas seqüencialmente de modo a suportar seu peso próprio, as solicitações dos transportadores de correia, das tubulações, dos produtos manuseados, das torres pescantes e dos veículos e equipamentos de apoio destinados à manutenção das instalações.

Cada unidade modular da plataforma ou da ponte resultará da composição de uma coleção de peças estruturais formadas por lajes estruturadas, vigas longarinas, e por vigas bloco/travessas, que ao ficarem apoiadas sobre feixes de estacas subjacentes e engastadas na rocha, transferirão ao solo todas as solicitações sofridas.

Assim, a estabilidade de cada módulo será assegurada pelo adequado engastamento no maciço rochoso das estacas que o suportam, através de um comprimento mínimo determinado pelos engenheiros responsáveis pelo projeto estrutural de sua fundação.

Em princípio, a fundação de cada módulo será formada por uma coleção de estacas de concreto armado, encamisadas e moldadas in loco, que para usufruírem das vantagens da sua vinculação projetada, deverão penetrar no maciço rochoso.

Para tanto, na perfuração do maciço rochoso se utilizará do procedimento de roto-percussão, de modo a permitir a penetração das estacas na rocha num comprimento mínimo de 5,00 m.

Tanto as plataformas como a ponte de acesso formarão uma superestrutura essencialmente estável, que ao formarem uma sucessão de pórticos devidamente engastados, deverão resistir plenamente aos esforços e deslocamentos sofridos.

### **9.3.2.2. ACESSO MARÍTIMO**

Tendo-se em vista as condições propícias para a aproximação de embarcações graneleiras, o acesso marítimo aos terminais se dará pela utilização de uma via marítima projetada para tal.

A planta representativa do levantamento batimétrico efetuado pela HIDROTOPO Consultoria e Projetos Ltda. indica o traçado adotado para a referida via. Também mostra profundidades, e o formato do relevo do fundo marinho existente naquela área. A referida planta faz parte da coleção de documentos gráficos anexos ao presente estudo.

Para uma melhor compreensão do acesso marítimo projetado, na figura apresentada a seguir representou-se espacialmente a área a ser utilizada para a aproximação das embarcações. Ela mostra também sua interseção com o canal natural de acesso marítimo ao Porto de São Francisco do Sul.

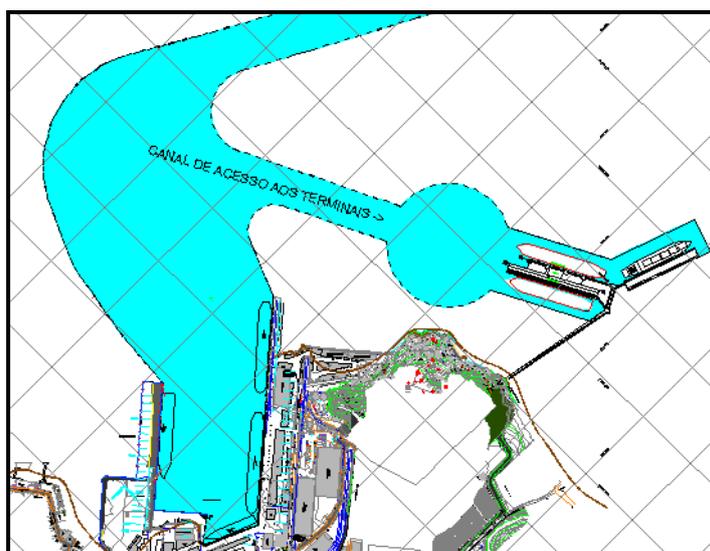


Figura 9.18: Via marítima de acesso aos Terminais

Como se observa, a implantação da via marítima promoverá a conexão do sistema de atracação projetado com o canal natural de acesso ao Porto de São Francisco do Sul, e, por conseqüência, a conexão dos terminais em análise com os demais sistemas portuários lá existentes.

A via marítima de acesso sofrerá a necessária demarcação por bóias de sinalização (a serem implantadas sob a orientação e aprovação da polícia marítima), precisamente para balizar as áreas de assoalho marinho situadas nas profundidades desejadas, e na largura de 200,00 m, considerada suficiente para as manobras de acostagem e atracação.

Conforme normas portuárias, as operações navais de acostagem executadas para acessar os terminais, nas operações de aproximação, atracação e desatracação, serão obrigatoriamente realizadas com o uso da praticagem e rebocadores.

Observa-se que a planta com os detalhes representativos da via marítima de acesso e os dados batimétricos que comprovam sua utilização no caso de embarcações de calados anteriormente especificados, fazem parte dos documentos gráficos anexados ao presente estudo.

### **9.3.2.3. NORMAS E RESOLUÇÕES PARA A IMPLANTAÇÃO DAS ESTRUTURAS**

Para reger a implantação das estruturas que comporão a infra-estrutura marítima, as Normas Técnicas e Resoluções apresentadas a seguir deverão orientar os procedimentos adotados em projeto e na implantação das obras pretendidas.

Normas e Resoluções Técnicas Brasileiras:

NBR 6118 – Projeto e Execução de Obras de Concreto Armado;  
NBR 6122 – Projeto e Execução de Fundações;  
NBR 11832 – Defensas Portuárias de Elastômeros;  
NBR 9062 – Projeto e Execução de Concreto Pré-moldado;  
NBR 7191 – Projeto e Execução de Obras de Concreto Protendido;  
NBR 9782 – Ações em Estruturas Portuárias, Marítimas ou Fluviais;  
NBR 7187 – Projeto e Execução de Pontes de Concreto Armado e Protendido;  
NBR 11240 – Utilização de Defensas Portuárias;  
NBR 13209 – Planejamento Portuário – Obras de Acostagem;  
NBR 13246 – Planejamento Portuário – Aspectos náuticos;  
NBR 02.007.02-003 – Planejamento Portuário – Obras de Abrigo;  
NBR 7188 – Carga Móvel em Ponte Rodoviária e Passarela de Pedestre;  
NBR 6123 – Forças Devido ao Vento em Edificações;  
NBR 9062 – Projeto e Execução de Concreto Pré-moldado;  
NBR 7191 – Projeto e Execução de Obras de Concreto Protendido.  
RESOLUÇÃO CONAMA nº 344 de 25/03/2004.

Normas Americanas:

NAVFAC MIL-HDBK-1024/1 – Military Criteria Manual, Piers and Wharves;  
NAVFAC DM 7.2 – Navy Design Manual, Foundations;  
ACI-301 – Specifications for Structural Concrete for Buildings;  
ACI-318-95 – Building Code Requirements for Structural Concrete;  
AISC – Manual of Steel Construction;  
AWS-DI.4 – Structural Steel Welding Code.

Normas Européias:

EAU – Recommendations of the Committee for Waterfront Structures - 2004;  
BS 6349 – British Standard – Maritime Structures Code.

#### **9.3.2.4. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DA PONTE DE ACESSO**

A ponte de acesso será composta por diversas unidades modulares que, reunidas, comporão um tabuleiro de aproximadamente 400,00 metros de comprimento e 16,00 metros de largura, o qual será posicionado ortogonalmente à linha da costa que margeia o Morro Belo Vista (Rabo Azedo), de modo a interligar as instalações terrestres e marítimas.

Como poderá ser visto posteriormente nos leiautes indicativos, cada unidade modular da ponte suportará parte do tabuleiro através de quatro vigas longarinas de concreto pré-moldado, que por sua vez se apoiarão em duas vigas bloco transversais de concreto moldadas in loco, que ao se unirem aos feixes de estacas subjacentes engastadas no maciço rochoso, formarão os conjuntos portantes responsáveis pela estabilidade do sistema estrutural projetado.

Na construção do tabuleiro da ponte, cada unidade modular receberá uma laje pré-moldada no formato U para a função de forma, que ficará apoiada sobre as quatro vigas longarinas.

Tal disposição de peças pré-moldadas permitirá o lançamento do concreto sobre a armadura que comporá a base da superestrutura projetada, e a camada assim formada se constituirá no tabuleiro da ponte, que por suas dimensões, definirá a capacidade requerida para a conexão pretendida.

O projeto da fundação da ponte deverá considerar todas as características geotécnicas dos materiais constituintes do solo local, as profundidades a escavar, o comprimento provável das estacas, as seções transversais e as cargas atuantes, as ações agressivas da água do mar, e, por último, os esforços, tensões e deslocamentos desenvolvidos no sistema estrutural idealizado.

Em princípio, durante o estaqueamento cada estaca só deverá ser concretada após a cravação de camisa metálica e do necessário posicionamento da sua armadura, a partir da profundidade julgada segura pelo engenheiro responsável pela execução do estaqueamento.

Observa-se que ao se atingir tal profundidade, após se cravar a camisa metálica e introduzir a armadura de aço prevista em projeto a camisa será “perdida”, pois ela fará parte do revestimento externo da estaca como forma.

Sob o ponto de vista ambiental, este procedimento deverá merecer a necessária atenção dos responsáveis pela execução das fundações, em virtude da provável perda de partículas na concretagem das mesmas (geração de resíduos como nata de cimento e material granular na execução das estacas).

A figura apresentada a seguir mostra na seção transversal da ponte o leiaute representativo do seu formato, a utilidade e distribuição de espaços, idealizado com o propósito de viabilizar a implantação e o ajuste da infra-estrutura logística requerida, na conexão entre as instalações terrestres e marítimas projetadas para os dois terminais.

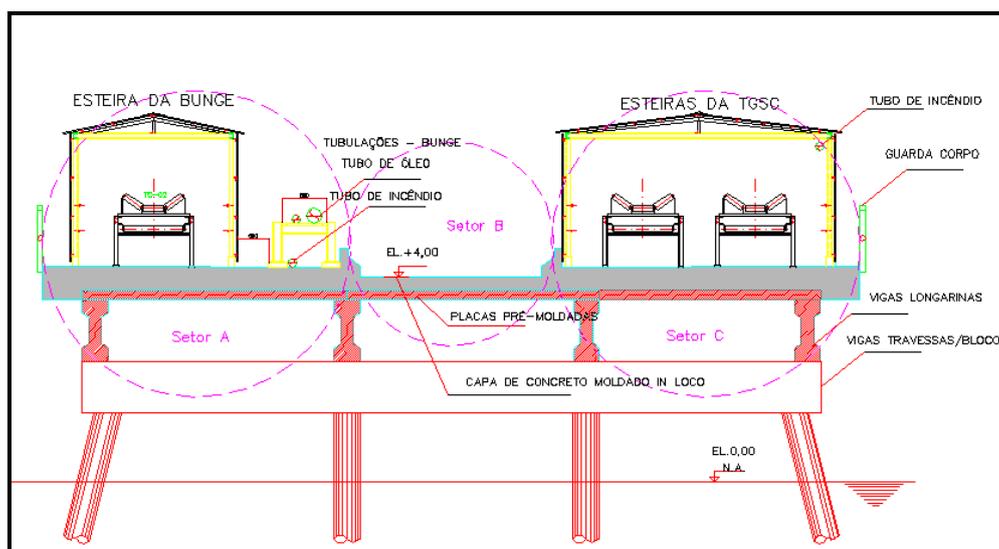


Figura 9.19: Seção transversal da Ponte de Acesso

Como se percebe segundo a vista do observador que se encontra olhando a terra a partir das instalações marítimas dos terminais, a ponte terá 16,00 m de largura e abrigará três áreas de serviços especializados, distribuídos na seguinte ordem:

**Setor A** - Corresponderá a uma área situada no lado esquerdo da ponte, destinada ao trânsito de pedestres, ao posicionamento do transportador de correia da FERTIMPORT, e ao posicionamento das tubulações para a expedição/embarque de óleo vegetal e posicionamento da rede de combate a incêndios.

**Setor B** - Corresponderá a uma área central, destinada ao trânsito de veículos e de equipamentos para a manutenção dos sistemas e infra-estruturas instaladas, tanto na ponte como nas plataformas.

**Setor C** – Corresponderá a uma área situada no lado direito da ponte, também destinada ao trânsito dos pedestres, ao posicionamento dos transportadores de correia do TGSC e ao posicionamento da rede de combate a incêndios.

Sob o ponto de vista ambiental, devido às dificuldades construtivas que serão enfrentadas na implantação desta ponte, as repercussões causadas no desenvolvimento dos trabalhos naturalmente refletirão em alterações no meio físico e biótico.

Cuidados especiais deverão ser tomados quanto à geração de resíduos, sejam nas escavações realizadas para a cravação das camisas metálicas das estacas, no lançamento do concreto para a moldagem in loco, na montagem das vigas, lajes, e demais peças pré-moldadas, ou mesmo na concretagem in loco da laje estrutural que comporá o tabuleiro da ponte de acesso.

Em relação à sua moldagem, o concreto utilizado na obra sofrerá procedimentos técnicos diferenciados quanto ao transporte e lançamento, ou seja, parte das peças estruturais, como estacas, vigas travessas, e laje do tabuleiro da ponte utilizarão concreto usinado moldado in loco, enquanto que parte relativa às peças estruturais pré-fabricadas será moldada no canteiro de obras da empresa de engenharia habilitada e contratada para executar tal tarefa.

Por isto, a princípio quatro situações de risco ambiental deverão ocorrer durante a construção da ponte de acesso:

- No estaqueamento, para enchimento ou moldagem das estacas será utilizado concreto estrutural usinado, que será transportado e lançado no interior das camisas metálicas;
- Na construção da superestrutura da ponte serão fornecidas e transportadas vigas longarinas previamente concretadas no canteiro de obras da Empresa de Engenharia contratada para executar tal tarefa;
- Riscos na montagem, posicionamento e fixação dos elementos estruturais pré-moldados nos locais previstos em projeto;
- Utilização de concreto usinado, transportado e lançado nas fôrmas das vigas travessas/blocos e da laje do tabuleiro da ponte de acesso.

Portanto, é de se concluir que existe a necessidade da elaboração de um programa de monitoramento que considere a estratégia construtiva de se minimizar o risco do comprometimento ambiental por alterações na biota marinha, em virtude da geração de resíduos sólidos, pastosos e líquidos resultantes dos processos utilizados na escavação, perfuração, e na moldagem do concreto estrutural.

Para que o formato da estrutura do tabuleiro da ponte de acesso se apresente perfeitamente compreensível ao leitor, na figura apresentada seguir se representou uma unidade típica do conjunto que ao ser implantado comporá a extensão total projetada da ponte (409,7 m).

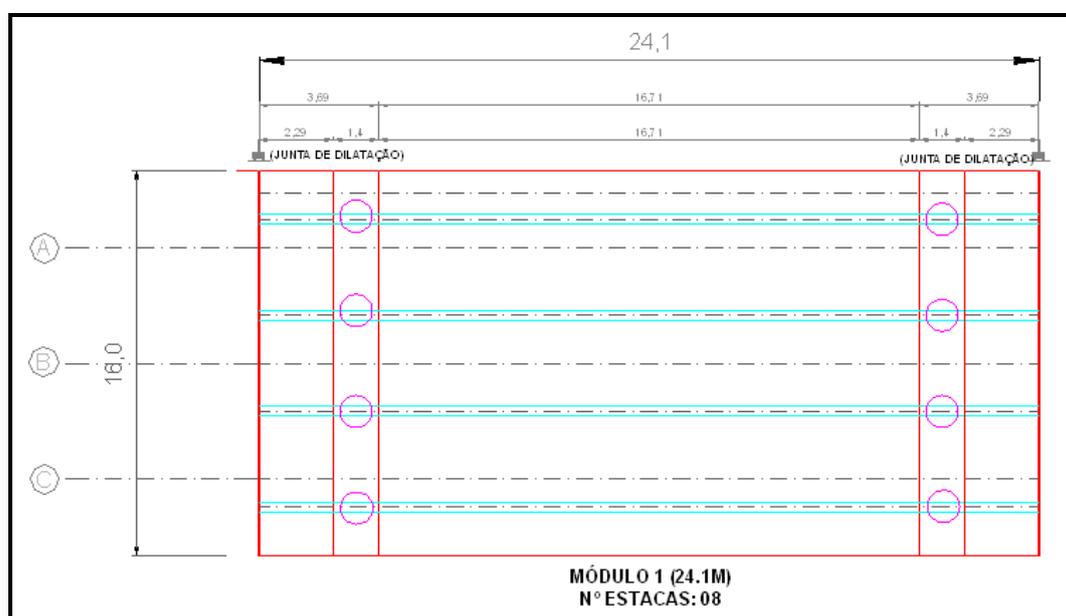
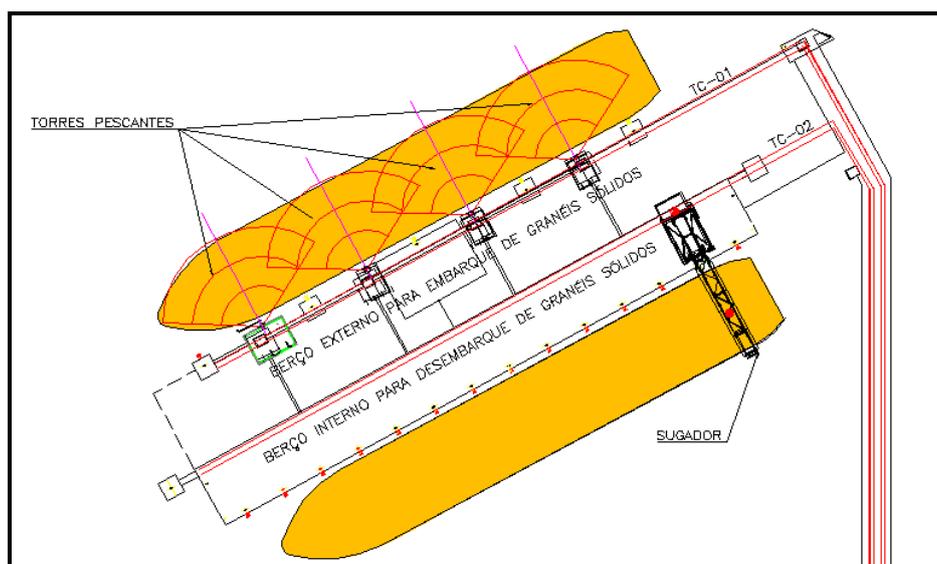


Figura 9.20: Desenho do tabuleiro da ponte de acesso

Ao nível de anteprojeto a unidade modular será composta por oito estacas encamisadas, duas vigas travessa/bloco moldadas in loco e quatro longarinas de perfil I pré-moldadas, que, solidárias suportarão o tabuleiro da ponte de acesso formado por 17 unidades modulares.

### 9.3.2.5. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DA PLATAFORMA DO TERMINAL TGSC

O leiaute apresentado a seguir retrata os equipamentos previstos em projeto para o embarque e desembarque de granéis. Tecnicamente eles deverão ser instalados na plataforma de modo a viabilizar os trabalhos operacionais desenvolvidos na movimentação de cargas junto aos berços de atracação.



**Figura 9.21:** Leiaute dos equipamentos previstos para a plataforma do Terminal TGSC

Como se verifica, os espaços neste terminal foram delimitados de modo que o berço do lado externo (lado do mar) ficasse destinado para a realização das operações de embarque, e, para tanto, neste berço serão utilizadas quatro torres pescantes (torres fixas), para realizar a transferência dos granéis do transportador de correias (TC-01) para os porões do navio nele atracado.

Já no berço interno (lado da terra), irá operar um Sugador, que nada mais é do que uma torre móvel que ao operar realizará a transferência dos granéis dos porões do navio para o transportador (TC-02), que, por sua vez transportará os produtos desembarcados para o armazenamento em terra.

Para se realizar as operações de desembarque, o sugador se deslocará sobre trilhos adequadamente espaçados na bitola de 10,00 m, de modo que todos os porões do navio sejam acessados e descarregados de modo seqüencial.

Além dos equipamentos previstos para o embarque/desembarque, sobre a plataforma também irão operar os transportadores de correia (TC-01 e TC-02), onde o primeiro atenderá demandas de exportação de grãos (berço externo), e o segundo atenderá demandas de importação de grãos (berço interno).

Observa-se que a plataforma além das dimensões constantes no anteprojeto, terá dois dolphins de amarração nas extremidades afastados de 50 m, mas a ela ligados por passarela de concreto armado para amarração dos cabos lançantes, responsáveis pela estabilidade do navio atracado.

Os dolphins constituirão uma coleção de nove unidades, onde duas unidades de amarração serão posicionadas externamente (afastadas de cinquenta metros) e sete serão posicionadas junto à plataforma, com espaçamento conforme indicação estabelecida no anteprojeto. Observa-se que em cada unidade será instalado um cabeço de amarração.

Além disto, na frente de cada bloco de atracação que suporta o cabeço posicionado na plataforma, será instalada uma defesa de neoprene (sete unidades) tipo H $\pi$  1250H $\times$ 1400L da Sumimoto ou similar de outro fabricante.

Em termos estruturais, a plataforma foi concebida no formato retangular e seu tabuleiro será constituído por quatro módulos de 26,00m de largura por 56,25m de comprimento, que unidas formarão as dimensões requeridas de 26,00m x 225,00m.

A planta de formas e corte apresentado a seguir representa uma unidade modular típica.

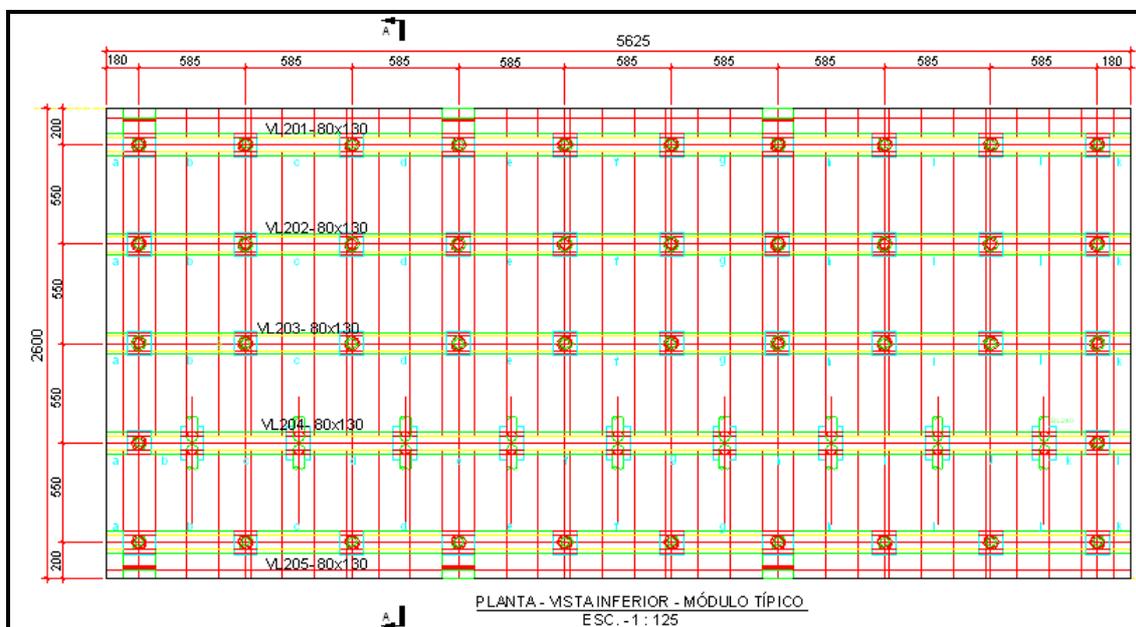


Figura 9.22: Plataforma do berço do TGSC

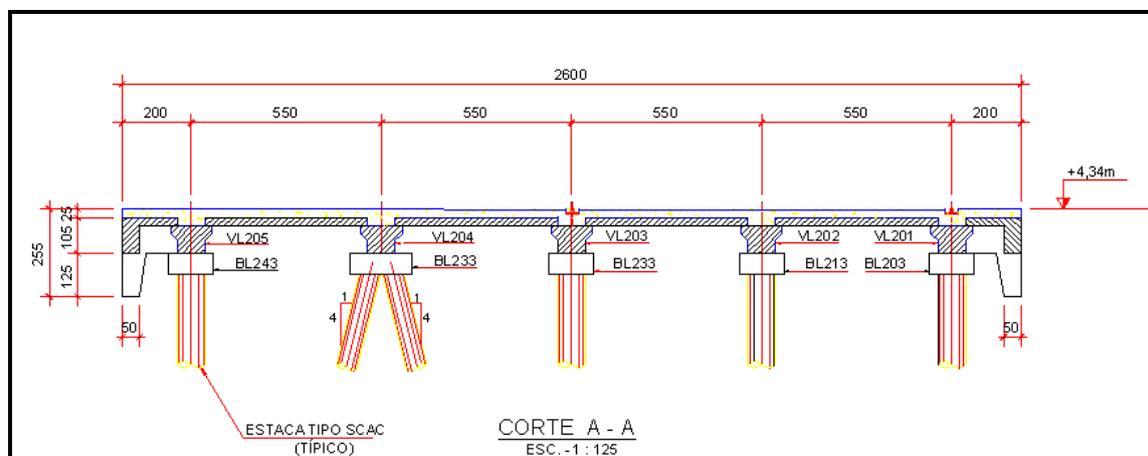


Figura 9.23: Corte transversal do berço do TGSC

Pela planta e seção do módulo típico, o tabuleiro da plataforma será constituído por um conjunto de lajes pré-moldadas que se apoiarão em cinco vigas longarinas (VL201, VL202, VL203, VL204 e VL205) pré-moldadas, todas na seção de 0,80 m x 1,30 m, e estas se apoiarão nos blocos subjacentes dispostos longitudinalmente, que por sua vez se apoiarão sobre as estacas, de modo a formar a estrutura portante destinada a transmitir os esforços solicitantes ao solo da fundação.

Nos quatro módulos idealizados, todas as estacas verticais e inclinadas deverão resistir aos esforços solicitantes desenvolvidos por ações de frenagens, por impactos da atracação dos navios, por ações resultantes de ventos, por fluxo de correntes de marés, etc.

Para compor a plataforma, cada módulo será constituído por laje nervurada tipo U pré-moldada, que se apoiará no conjunto de vigas longarinas pré-moldadas, que por sua vez descarregarão todos os esforços solicitantes sobre os blocos previamente moldados in loco e dispostos sobre os feixes de estacas definidas em projeto.

Após a concretagem da laje (ela terá função estrutural), serão fixados os paramentos pré-moldados em concreto que servirão de base para a fixação das defensas idealizadas para amortecer os impactos provenientes da atracação dos navios.

Todos os procedimentos deverão merecer a necessária atenção dos executores da obra, em virtude das perdas que poderão ocorrer no transporte e lançamento da massa de concreto nas formas das peças estruturais que serão moldados in loco.

Por isto, em relação ao concreto que será utilizado na obra verificou-se que da mesma forma que na ponte de acesso, distintas situações deverão surgir durante a construção da plataforma.

Em relação à sua moldagem, o concreto utilizado sofrerá procedimentos técnicos diferenciados quanto ao transporte e lançamento, ou seja, parte das peças estruturais, como estacas, blocos, e laje do tabuleiro da ponte utilizarão concreto que será moldado in loco, enquanto que parte relativa às peças estruturais pré-fabricadas será moldada no canteiro de obras da empresa de engenharia habilitada e contratada para executar tal tarefa.

Por isto, situações de risco de comprometimento ambiental também deverão ocorrer durante a construção da plataforma do Terminal TGSC.

- e) No estaqueamento, para enchimento ou moldagem das estacas será utilizado concreto estrutural usinado, que será transportado e lançado no interior das camisas metálicas;
- f) Na construção da superestrutura da ponte serão fornecidas e transportadas vigas longarinas previamente concretadas no canteiro de obras da Empresa de Engenharia contratada para executar tal tarefa;
- g) Riscos de perdas na montagem e posicionamento dos elementos estruturais pré-moldados nos locais previstos em projeto;
- h) Utilização de concreto usinado, transportado e lançado nas formas dos blocos e da laje do tabuleiro da plataforma.

Portanto, é de se concluir pela necessidade de um programa de monitoramento ambiental que leve a minimizar o risco de alterações no meio ambiente marinho, em virtude da geração de resíduos resultantes dos processos construtivos utilizados na escavação, perfuração, e moldagem do concreto in loco.

Observa-se que os projetistas previram no preparo do concreto utilizado na obra, a utilização de cimento (CP-II) pozolânico aditivado com micro-sílica para o cobrimento das armaduras, na espessura mínima de cinco centímetros.

Em termos de taxa de armadura, este concreto armado deverá possuir um coeficiente de armadura em torno de  $110 \text{ kg/m}^3$ .

Para isto o controle do fator água/cimento na elaboração do concreto moldado in loco e o próprio adensamento da massa de concreto aditivado com micro-sílica lançado em forma, deverá prover a minimização da porosidade (vazios) nas peças das estruturas a construir.

### 9.3.2.6. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DA PLATAFORMA DO TERMINAL FERTIMPORT

O leiaute apresentado a seguir procura retratar o posicionamento dos equipamentos previstos para o desembarque de fertilizante e embarque de óleo vegetal no referido terminal.

Tecnicamente eles deverão ser instalados na plataforma de modo a viabilizar os trabalhos de descarga e movimentação de fertilizantes e óleo vegetal junto ao único berço de atracação previsto.

Para tanto, na plataforma marítima deste terminal deverão ser instalados os dutos para a expedição do óleo vegetal, dutos para as instalações de combate a incêndios, o descarregador de fertilizantes (Ship Unloader) e o transportador de correia destinado ao transporte dos mesmos para seu armazenamento em terra.

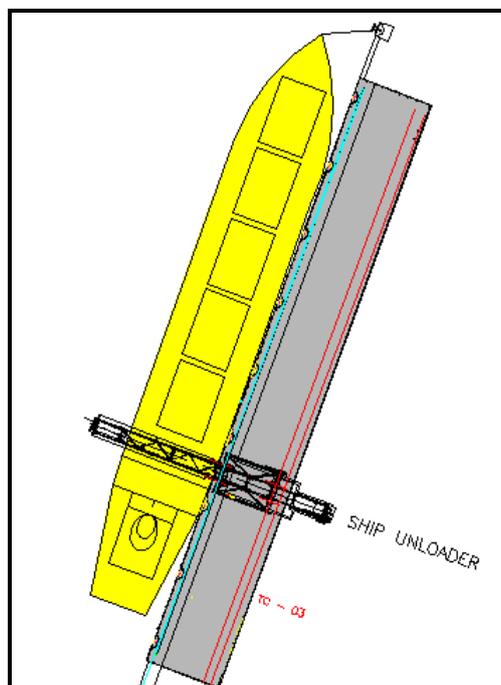


Figura 9.24: Leiaute dos equipamentos previstos para a plataforma do Terminal FERTIMPORT

Neste terminal todos os procedimentos de acostagem se farão no sentido de ser utilizado o berço de atracação situado no lado externo da plataforma, que ficará voltada para o lado do fácil acesso marítimo que é aonde no leiaute foi representado o navio atracado.

A plataforma marítima deste terminal se encontra posicionada de modo quase ortogonal à plataforma do Terminal TGSC e igualmente foi idealizada no formato retangular, nas dimensões de 225,00 m de comprimento por 26,20 m de largura.

Ela também possuirá dois dolphins de amarração situados nas suas extremidades e afastados de 50 m, que para a amarração dos cabos lançantes se utilizará de passarelas de concreto armado.

Os fertilizantes serão desembarcados pelo descarregador de granéis (Ship Unloader) que alimentará o transportador de correias TC-03. Nela também estarão instaladas as tubulações para a expedição do óleo vegetal destinado à exportação, bem como as tubulações hidráulicas para o combate a incêndios.

No sistema de atracação, cada bloco de amarração posicionado na plataforma disporá de um cabeço metálico para prender as amarras, sendo instalados conforme os espaçamentos constantes indicados no anteprojeto.

Observa-se que todos os dados batimétricos referentes ao relevo marítimo do acesso às instalações portuárias projetadas, comprovaram a adequada navegabilidade das embarcações para o porte e calados especificados.

Para a descrição das peças constituintes do sistema estrutural que suportarão a plataforma, a seguir se apresentam a planta de forma que retrata o módulo típico, e a respectiva seção transversal.

A plataforma será constituída por quatro elementos modulares típicos que unidos comporão seu tabuleiro idealizado no anteprojeto, nas dimensões de 225,00m x 26,20m.

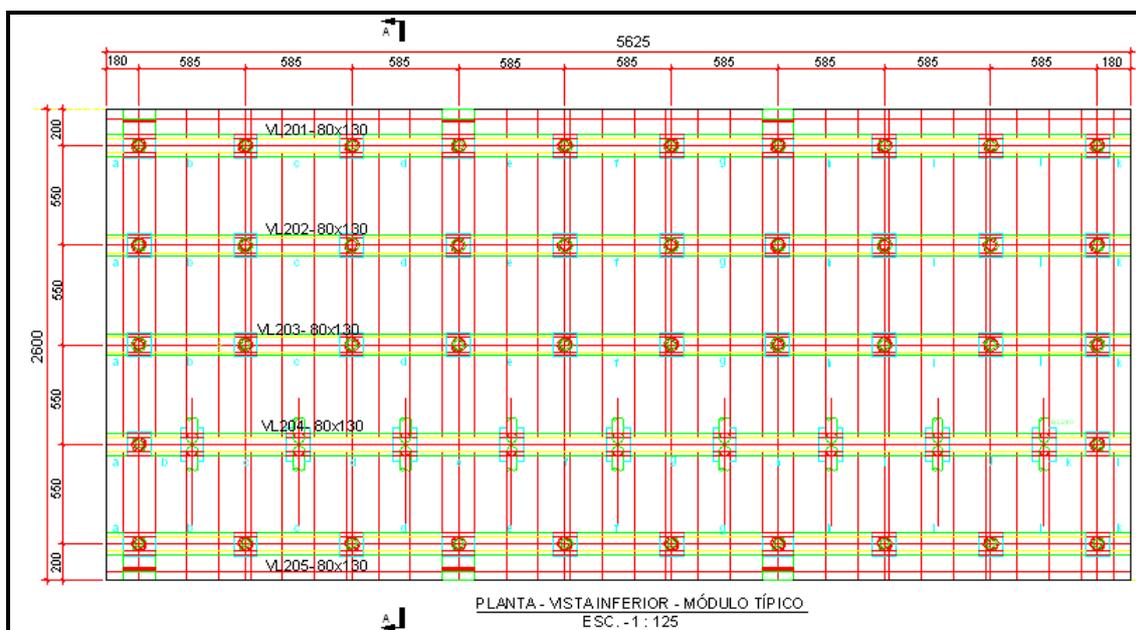


Figura 9.25: Plataforma do berço da FERTIMPORT



- a) No estaqueamento, na moldagem das estacas será utilizado concreto estrutural usinado, que será transportado e lançado no interior das camisas metálicas;
- b) Na construção da superestrutura da plataforma serão fornecidas e transportadas vigas longarinas, previamente concretadas no canteiro de obras da Empresa de Engenharia contratada para tal tarefa;
- c) Riscos de montagem e posicionamento dos elementos estruturais pré-moldados nos locais previstos em projeto;
- d) Utilização de concreto, que será transportado e lançado nas formas dos blocos e da laje que comporá o tabuleiro da plataforma.

Portanto, é de se concluir pela necessidade de um programa de monitoramento que minimize o risco de alterações no meio ambiente marinho, em virtude da geração de resíduos sólidos, pastosos e líquidos resultantes dos processos de escavação, perfuração, e moldagem das peças de concreto.

### **9.3.3. FUNDAÇÕES**

#### **9.3.3.1. AÇÕES CONSTRUTIVAS RELEVANTES**

Para as fundações das obras marítimas serão utilizadas técnicas e procedimentos típicos de obras portuárias, onde se evidenciam as seguintes ações:

- Instalação do canteiro de obras em lugar de fácil acesso marítimo;
- Utilização de plataforma móvel flutuante;
- Cravação de peças tubulares constituídas por camisas metálicas;
- Escavação e perfuração do solo com o auxílio de equipamentos embarcados;
- Perfuração da rocha sã com a utilização da técnica de roto-percussão;
- Transporte da armadura de aço e das camisas metálicas em águas estuarinas;
- Suprimento e Manutenção dos equipamentos embarcados;
- Transportes de peças, de óleos lubrificantes, e combustíveis em águas estuarinas;
- Concretagem submersa para formar as estacas no interior da camisa metálica;
- Interferência no trânsito de embarcações.

Como é possível perceber, na realização desses trabalhos é de se esperar a ocorrência de situações em que a chance de ocorrer alterações no meio ambiente local possa ser essencialmente significativa.

Pelo menos quanto à biota local, haverá a necessidade dos executores considerarem como será procedido o encaminhamento das situações emergenciais, nestas fases de obras.

### 9.3.3.2. PROCEDIMENTOS

Para o estaqueamento da ponte de acesso e das plataformas marítimas, ao considerar-se a ótica da conservação ambiental, as definições relativas aos procedimentos técnico-executivos apresentados a seguir irão direcionar os atores responsáveis pela execução das fundações para o entendimento das ações de trabalho, e isto ajudará na identificação dos impactos mais significativos, ou seja:

#### - Fundação profunda em estacas moldadas no local com camisa perdida, ancorada na rocha

Sistema formado pelo conjunto do elemento estrutural de estaca, o maciço de solo e a rocha envolvente, ao longo do fuste e sob a base.

#### - Nega

Penetração permanente de uma estaca, causada pela aplicação de um golpe do martelo. Em geral é medida por uma série de dez golpes; ao ser fixada ou fornecida, deve ser sempre acompanhada do peso do martelo e da altura de queda ou da energia de cravação no caso de martelos automáticos.

#### - Repique

Parcela elástica do deslocamento máximo de uma seção transversal da estaca, decorrente da aplicação de um golpe do martelo.

#### - Cepo

Elemento de madeira dura, com fibras dispostas paralelamente ao eixo da estaca, instalado em cima do capacete metálico sobre o qual se deixa cair o martelo.

#### - Capacete Metálico

Dispositivo metálico instalado no topo da estaca (cabeça), cuja função é distribuir uniformemente as tensões dinâmicas que surgem em decorrência do impacto do martelo sobre a cabeça das estacas.

#### - Coxim

Chapa de madeira de espessura variável, colocada entre a cabeça da estaca e o capacete, com dimensões e forma estabelecida, idêntica às das estacas a serem cravadas.

#### - Martelo

Componente do equipamento de cravação que fornece a energia necessária à instalação da estaca. Constitui uma massa metálica que cai sobre a estaca em queda livre ou de modo automático. No caso da obra, o peso mínimo exigido é: Estacas para 410,00 tf – Peso do martelo >8,50 tf, sendo que para a cravação das camisas metálicas verticais (caso presente) deve-se utilizar um martelo vibratório.

### **- Capacidade de carga**

Carga admissível ou carga característica das estacas constante nos documentos referentes aos dados e às especificações de projeto da fundação em obras, os quais deverão estar disponíveis na obra.

### **- Carga mobilizada**

Resistência mobilizada correspondente a um determinado valor de energia e deslocamento para um golpe do martelo. Ela é estimada ou medida através de negas e repiques ou ensaios de carregamento dinâmico. A obtenção da carga mobilizada permite a determinação da capacidade de carga na ruptura no solo e a definir a penetração na rocha.

### **- Capacidade de carga na ruptura**

Capacidade de carga última, verificada através de ensaio de carregamento dinâmico, definido como aquele em que se recorre da instrumentação fundamentada na aplicação da teoria da “Equação da Onda” conforme a NBR 13208 e a NBR6122.

### **- Diagrama de cravação e penetração na rocha versus tempo**

Documento de registro do número de golpes ou o tempo necessário para a penetração em geral de uma quantidade de 0,50 m ou 1,00 m de estaca em solo ou em rocha.

### **- Ensaio de carregamento dinâmico**

Ensaio realizado durante ou após a cravação da estaca, com carregamento dinâmico, com energia obtida a partir da queda do martelo, utilizando uma instrumentação fundamentada na aplicação da teoria da “Equação da Onda” conforme a NBR 13208.

### **- Boletim de controle da cravação de cada estaca**

Trata-se de um documento que deve ser preenchido durante a cravação de cada estaca, registrando:

- a) data da cravação;
- b) identificação da estaca;
- c) características da estaca;
- d) cota de cravação;
- e) composição dos elementos da estaca;
- f) comprimento cravado em solo e em rocha;
- g) peso do martelo e tipo da perfuratriz;
- h) altura de queda;
- i) diagrama de cravação;
- n) nega; e
- o) repique.

Outra característica marcante já assinalada é o fato da execução do estaqueamento ser realizado em presença das águas estuarinas, procedimento este que tenderá a impactar a biota local.

Por isto, verificações e cuidados se farão necessários. Dados de boletins de sondagens de outras obras situadas na região de São Francisco do Sul indicam que o subsolo na parte marítima daquela área, em sua maior parte reúne características geotécnicas típicas de solo constituído por camadas de argila mole de espessuras variáveis, sobrejacentes ao solo residual constituído por substrato rochoso.

Com base nestas informações e na própria experiência de projeto, os técnicos que elaboraram o anteprojeto em análise, decidiram pela opção que utiliza estacas (tipo tubulão), onde em cada unidade após a cravação da camisa metálica (perdida), será executado a escavação e o furo no maciço rochoso por operação de roto-percussão de uma perfuratriz apropriada (de circulação inversa), que, estando concluído, permitirá o posicionamento da armadura de aço e a concretagem in loco.

No propósito de transmitir os esforços solicitantes, as estacas em sua maioria serão posicionadas verticalmente e outras inclinadas, de modo a assegurar a estabilidade dos sistemas estruturais projetados tanto para a plataforma como para a ponte de acesso.

Em princípio, no que se refere ao estaqueamento das fundações das instalações marítimas, ele será realizado através do emprego de dois procedimentos técnico-construtivos, que se complementarão durante a execução das estacas previstas em projeto:

**Processo de cravação das camisas metálicas**, onde será utilizado martelo vibratório e de impacto que deverá ser dimensionado de modo a levar o tubo ou camisa metálica até a profundidade prevista, sem danificá-la.

**Processo de perfuração** em rocha, que deverá ser aplicado de modo a levar a estaca até a profundidade prevista no meio rochoso, através da utilização de perfuratriz roto-percussiva.

No entorno da obra, durante a aplicação destas ações o estado qualitativo das águas estuarinas será temporariamente alterado devido à formação de pluma (suspensão dos finos) e à geração de resíduos minerais rochosos provenientes dos procedimentos de escavação roto-percussiva.

Na concretagem das camisas metálicas, como se trata de concretagem submersa, também haverá geração de resíduos minerais, pois este processo demanda a necessidade de se retirar a borra sobrenadante na camisa metálica com ar comprimido, após cada ciclo de lançamento de massa.

### **Equipamentos e dispositivos utilizados nos processos de cravação e perfuração**

- Bate-estacas: é uma torre estruturada para cravar as camisas metálicas. Ela se movimentada sobre rolos, pranchas ou esteiras, sendo constituída por chassi reforçado com torre para uso de martelo do tipo “queda livre”, automático ou vibratório e perfuratriz do tipo Wirth ou similar para a perfuração na rocha;
- Torre guia com altura mínima compatível com os maiores elementos de estacas a serem cravados;
- Guinchos movimentados por motores diesel ou elétricos, providos de, no mínimo, dois tambores com capacidades determinadas em função do peso do martelo e dos elementos de estacas a serem cravados;
- Martelos; que podem ser de queda livre, automáticos (diesel ou hidráulicos) ou vibratórios;
- Máquinas de solda;
- Capacetes para estaca, dispositivo para proteger a cabeça da estaca;

- Coxins;
- Cepos;
- Suplementos (quando necessários utilizados para aumentar o comprimento da camisa metálica).

### **Equipamentos de proteção individual**

Serão de uso obrigatório na execução dos serviços de cravação, escavação e perfuração: Capacete de segurança, máscara de solda, avental, perneiras, luvas, cinto de segurança, óculos de segurança, botas de segurança e protetores auriculares.

### **9.3.3.3. CRAVAÇÃO DAS CAMISAS METÁLICAS**

As especificações técnicas e de serviço apresentados a seguir terão o objetivo de destacar os principais fatores resultantes relacionados com as ações de controle nos procedimentos de cravação, na seguinte ordem:

#### **a) Quanto aos materiais constituintes**

O concreto utilizado para encher a camisa metálica de cada estaca deverá ser concreto de cimento portland com  $F_{ck} > 30,00$  Mpa, de elevada resistência a ambientes agressivos.

Para atingir este propósito, o concreto além das dosagens de cimento e agregados estabelecidos em norma para atingir a resistência estabelecida no projeto estrutural, deverá ser acrescido do elemento aditivo denominado micro-sílica.

#### **b) Quanto ao programa da qualidade**

A empresa executora do estaqueamento deverá manter um programa da qualidade assegurada, que permita a produção de elementos estruturais que atendam às especificações:

- a) De resistência dos materiais de concreto e aço;
- b) De forma, dimensões dentro das tolerâncias;
- c) Referentes aos critérios para aceitação ou rejeição;
- d) Das curvas de interação de flexão composta do elemento estrutural.

#### **c) Quanto aos dados para o projeto e dimensionamento do elemento estrutural**

Os esforços resistentes deverão ser verificados conforme NBR 6122, que prescreve entre outros:

- a) Levar sempre em conta os esforços de tração que podem decorrer da cravação da própria estaca ou de estacas vizinhas;
- b) Para a fixação da carga estrutural admissível, deve-se adotar coeficiente de minoração da resistência característica do concreto  $\gamma_c = 1,3$  quando se utiliza controle sistemático, caso contrário, utilizar  $\gamma_c = 1,4$ .

#### **d) Quanto ao manuseio, transporte e içamento das camisas metálicas**

O manuseio da camisa metálica será definido de acordo com a disponibilidade da empresa executora, mas, em princípio o transporte das camisas metálicas do canteiro de obras ao local de cravação poderá ser feito por flutuantes (marrecas), tamponando as extremidades das camisas para transformá-las em sistemas flutuantes.

Quanto ao içamento da camisa metálica no local da cravação, a empresa responsável deverá indicar a posição da lingada, as pontas de içamento comprovando a compatibilidade da camisa metálica manuseada com os esforços nela introduzidos nessa fase operativa.

#### **e) Quanto à locação das camisas metálicas**

A locação das camisas metálicas será um serviço de responsabilidade da empresa executora, que deverá tomar os cuidados inerentes a este tipo de trabalho, principalmente na execução das estacas inclinadas.

Neste serviço deverão ser estritamente observadas as tolerâncias especificadas em projeto. Por isto o dispositivo de guia indicado pela empresa executora deverá ser compatível com o erro máximo indicado no projeto. O equipamento utilizado na cravação deverá ter dispositivos que permitam esse posicionamento rigoroso.

A empresa executora deverá indicar o tipo de dispositivo do seu equipamento no plano de trabalho proposto.

#### **f) Quanto à cravação das camisas metálicas**

A Empresa responsável pela execução deverá detalhar o sistema de cravação e os cuidados a serem mantidos para respeitar a locação dentro dos limites já estabelecidos.

A camisa deverá obrigatoriamente atravessar as camadas de argila orgânica e de solo residual, até encontrar rocha ou alteração de rocha.

Esta cravação poderá ser feita por percussão ou, então por sistema de rotação hidráulica ou ainda por outro sistema equivalente a ser aprovado pela fiscalização.

#### g) Perfuração (Escavação do fuste)

Uma vez efetuada a cravação total ou parcial da camisa, iniciar-se-á a perfuração com ferramenta equipada com roller-bits para atravessar as formações rochosas duras.

A Empresa deverá descrever com detalhes o equipamento de perfuração, a composição de perfuração, o sistema de limpeza do material escavado (circulação direta ou inversa) e os equipamentos auxiliares (bombas de circulação, compressores, etc.), bem como a destinação dos resíduos sólidos e líquidos gerados.

A perfuração deverá prosseguir até se obter a penetração na rocha sã de 5,00 m, no mínimo, sendo que ao final de cada perfuração deverá obrigatoriamente ser assistido por representante da Empresa Executora e da equipe de Fiscalização, os quais deverão aprovar o encerramento dos trabalhos. Como referência, se considera como equipamento mínimo o emprego de perfuratriz Wirth B5 ou similar.

#### **9.3.3.4. PERFURAÇÃO EM ROCHA**

Para alcançar os objetivos qualitativos especificados pelos responsáveis pelo anteprojeto das fundações, ficou estabelecido que o meio rochoso devesse ser perfurado para nele ser engastado as estacas.

Assim, nas ações desenvolvidas para a perfuração do meio rochoso deverão ser consideradas:

- a) As diretrizes e condicionantes estabelecidas para a execução, verificação e avaliação das perfurações, com a particularidade da execução das estacas serem escavadas na rocha e dentro de camisas metálicas;
- b) A correta definição dos equipamentos, ferramentas e acessórios mínimos a serem utilizados;
- c) A Especificação dos materiais a utilizar na execução do estaqueamento.

As normas relacionadas a seguir farão parte do controle qualitativo da execução de estacas escavadas em rocha:

NBR 6122: 1996 - Projeto e execução de fundações

NBR 6118: 1978 - Projeto e execução de obra de concreto armado

NBR 7480:1996 - Barras e fios de aço destinados às armaduras para concreto armado

NBR 7211:1986 - Agregado para concreto

NBR 11578:1991 - Cimento Portland composto - especificação

Da mesma forma, os seguintes documentos deverão estar disponíveis para consulta durante a execução das fundações:

- a) Planta de locação com cotas de arrasamento, detalhes da armação e carga prevista para cada estaca do conjunto projetado;

- b) Tabela de estacas com numeração, bloco, diâmetro, comprimento previsto, cota de apoio da ponta e cota de arrasamento;
- c) Relação quantitativa dos fornecimentos de material (exemplo: aglomerante e agregados tais como cimento, areia, brita, tipo de armação montada etc.);
- d) Boletim descritivo de cada estaca executada e resultado do ensaio do PIT – Ensaio de Integridade do Fuste.

Observa-se que a nomenclatura apresentada a seguir deverá servir de linguagem única veiculada entre o executor e o órgão fiscalizador, para discorrer sobre os serviços de perfuração, visando a perfeita compreensão de informações técnicas:

### **Estaca escavada em rocha**

Serão aplicadas estacas perfuradas (tubulões) com 70 e 80 cm de diâmetro, com camisa metálica perdida, executadas por perfuração com perfuratriz de circulação inversa.

### **Diâmetros nominais**

Simple número que serve como designação para projeto de fundação e corresponde ao diâmetro externo, em milímetros, dos tubos de revestimento utilizados na perfuração.

### **Composição de injeção**

Conjunto de tubos galvanizados, unidos por conexões, utilizados para lavagem interna da composição de tubos de revestimento e também para o preenchimento com o concreto a ser lançado.

### **Perfuratriz Wirth ou Martelo de fundo tipo DTH (down the hole)**

Equipamento de perfuração, acionado por ar comprimido, introduzido pelo interior da camisa metálica ou do tubo de revestimento, acoplado às hastes de perfuração, até o contato com a rocha (sã ou alterada), para se executar a perfuração através de movimentos roto-percussivos. O martelo de fundo possui ainda em sua extremidade inferior, um bit de botão.

### **Bit**

Utensílio de corte, com tipos específicos e diferenciados, para utilização em martelos de fundo ou martelos de superfície. Pode possuir botões ou pastilhas de aço-vídia, destruindo a rocha, através da aplicação simultânea de movimentos percussivos e rotatórios.

### **Boletim ou relatório executivo**

Trata-se de um documento a ser preenchido diariamente, registrando-se no mínimo, para todas as estacas, os seguintes dados de execução:

- a) dados gerais, tais como, nome da obra, local, cliente, número da estaca e do bloco a qual pertence;
- b) dados referentes à perfuração tais como, início e término da execução, diâmetro do revestimento, eventual inclinação da estaca e profundidade perfurada na rocha;
- c) classificação simplificada das camadas encontradas durante a perfuração (divisão mínima em rocha alterada e rocha sã);
- d) características da estaca como diâmetro nominal, comprimento executado e carga prevista;
- e) características da armação como número de barras, diâmetro e número de emendas no caso da armação longitudinal, e diâmetro e espaçamento no caso do estribo helicoidal;
- f) dados referentes à injeção tais como data, consumo de cimento e areia utilizados no preenchimento da estaca;
- g) outras observações necessárias tais como perda de água quando da perfuração, justificativa da decisão de alteração do processo executivo e outras ocorrências não usuais.

Equipamentos mínimos a utilizar na perfuração:

- a) Perfuratriz rotativa hidráulica mecânica tipo Wirth ou a ar comprimido, montada sobre estrutura metálica, dotada ou não de esteiras para deslocamento, acionada por motor à explosão (diesel) ou elétrico ou ainda através de compressor pneumático; deve ainda, ter capacidade para revestir integralmente todo o trecho em solo e na rocha alterada, utilizando-se do tubo de revestimento;
- b) Conjunto misturador de concreto, acionado por motor elétrico ou à explosão, que ficará instalado no canteiro da obra;
- c) Bomba de injeção de concreto, acionada por motor elétrico ou à explosão;
- d) Compressor de ar, com capacidade de vazão mínima e pressão máxima de 0,5 Mpa;
- e) Reservatórios para acumulação de água, com capacidade para fazer argamassa ou nata de cimento de pelo menos uma estaca de cada vez;
- f) Conjunto gerador, a ser utilizado na eventualidade de não haver energia disponível no local dos serviços.

## **Perfuração em rocha**

Como já foi enfatizada, a perfuração deverá abranger solo residual de elevada resistência, e rocha alterada a sã.

A profundidade alcançada na rocha será definida pelo projetista em função dos ensaios e dos dados de perfuração, estimando-se o comprimento de 5,00m em rocha.

## Montagem e colocação da armadura

### Procedimentos

- a) montar a armadura da estaca em forma de gaiola, com os estribos helicoidais, prevendo-se a armadura longitudinal com aço CA-50A, podendo os estribos ser em aço CA-25;
- b) definir o diâmetro externo do estribo de forma a garantir um cobrimento mínimo de 50 mm entre a face interna do revestimento e o próprio estribo;
- c) emendar as barras, quando necessário, de modo que todas as emendas ocorram numa mesma seção, respeitando-se o transpasse ou as emendas de solda de topo, em conformidade com a NBR 6118;
- d) descer a armadura à profundidade alcançada durante a perfuração até apoiar-se no fundo do furo.

### Injeção de argamassa de concreto

- a) alcançar o concreto por meio da bomba injetora, através da composição de injeção, posicionando o tubo de injeção de argamassa no fundo do furo;
- b) proceder à injeção de baixo para cima até a expulsão de toda a água de circulação contida no interior do tubo de revestimento;
- c) interromper a injeção apenas quando a argamassa emergente sair limpa sem sinais de contaminação de lama ou detritos.

### 9.3.3.5. CONCRETAGEM SUBMERSA

Para identificar estes fatores, para o tipo de concretagem a realizar reuniu-se os requisitos exigidos e referenciados em normas, o que levou a se levantar a questão de que na fase da concretagem de cada estaca, sempre haverá ocorrência de resíduos minerais e águas de lavagens de equipamentos, que também deverão impactar a biota local.

#### a) Limpeza

Concluída a perfuração, proceder-se-á à remoção da composição de perfuração iniciando-se o controle sistemático da cota de fundo, a fim de se assegurar a estanqueidade da perfuração e a inexistência de deposição de solo e/ou outros materiais na fundação.

Esse controle deverá ser repetido a cada trinta minutos, até o início do lançamento do concreto submerso.

#### **b) Concretagem Submersa**

A armadura de aço CA-50, categoria A, será montada no canteiro de obras e transportada para ser posicionada pelo equipamento da Empreiteira. O concreto executado submerso terá consumo mínimo de cimento de 400 kg/m<sup>3</sup> e  $F_{ck} = 22$  Mpa, embora nos cálculos estruturais seja adotado  $F_{ck} = 18$  Mpa, obedecendo ao disposto na NBR-6118.

#### **c) Tubo-Tremonha**

Proceder-se-á a montagem do tubo de lançamento de concreto submerso, devendo o concreto ser lançado de maneira que não tenha contato com água dentro do tubo de lançamento. Para isto supõe-se o posicionamento do tubo bloqueado por um tampão inferior. Admite-se, outrossim, a utilização do tubo com a ponta inferior aberta, desde que a Empreiteira demonstre ter utilizado com sucesso algum tipo de diafragma que impeça o contato do concreto com água no interior do tubo de lançamento.

#### **d) Verificação final**

Antes de ser iniciada a concretagem, será feita a verificação final de existência ou não de depósito no fundo da perfuração. Em caso de depósito ou de dúvida, deverá ser feita uma limpeza com air-lift antes do lançamento do concreto. A Fiscalização poderá exigir a inspeção da cava por mergulhador.

Em qualquer hipótese, o lançamento do concreto só será efetuado desde que seja efetivamente comprovada a inexistência de processo de invasão de terra.

#### **e) Enchimento do fuste**

Como já foi observado, o concreto de enchimento deverá ter  $F_{ck} = 300$  kgf/cm<sup>2</sup> e um consumo mínimo de cimento de 400 kg/m<sup>3</sup>, quando da sua confecção.

Especial cuidado deverá ser dado ao lançamento desse concreto.

O concreto terá seu traço estudado experimentalmente, inclusive considerando-se a adição de aditivos plastificantes.

A concretagem não deverá sofrer interrupção, de modo a não permitir a mistura da “borra” (concreto superficial de má qualidade) com o concreto submerso. O lançamento de concreto será dado por terminado quando extravasar do fuste do tubulão apenas concreto de boa qualidade, imediatamente após o extravasamento da “borra”, que são os resíduos líquidos e pastosos anteriormente apontados.

No caso de ser interrompida a concretagem por um motivo totalmente incontrolável, a “borra” deverá ser retirada imediatamente com “air-lift”.

Antes de ser reiniciada a concretagem, a junta deverá ser limpa com emprego novamente de “air-lift”.

Uma vez curado o concreto desse tubulão, serão feitos testes com rotativas semelhantes às empregadas em sondagens, para verificar possíveis descontinuidades do concreto. Os resultados serão estudados pela Fiscalização juntamente com o Projetista, que decidirão pela aceitação ou não do tubulão.

Não serão aceitas concretagens descontínuas por imprevidência ou má técnica da empresa executora. Nessas condições as estacas tubulões deverão ser substituídas e descartadas em local licenciado.

### 9.3.3.6. APOIO LOGÍSTICO

O apoio logístico na execução das fundações constitui-se em diversos procedimentos de trabalho que ao serem implementados irão agir sobre o meio físico produzindo eventuais impactos.

Identificaram-se as seguintes ações que deverão interferir no meio ambiente local:

#### Montagem do bate-estaca e da perfuratriz

Atividade	Responsável
a) Escolher o equipamento, justificando os processos que serão utilizados, mão de obra, tipo de resíduos, etc.	Engenheiro da empresa executante das fundações, com aprovação do projetista da obra.
b) Deslocar os equipamentos por via marítima até o local da cravação	Equipe

Considerando-se os valores de resistência a serem alcançados, sem dúvida as estacas não desenvolverão a capacidade de carga necessária em camadas de solo mais superficiais. Por isto as mesmas deverão ser ancoradas na rocha numa profundidade mínima de 5,00m.

Assim, tecnicamente o desempenho das fundações deverá ser considerado satisfatório quando a sua execução atender as capacidades de carga especificadas no projeto, às tolerâncias executivas e aos coeficientes de segurança mínimos, preconizados na NBR 6122/96.

A avaliação da capacidade de carga de cada estaca deverá ser feita a partir da análise dos documentos complementares resultantes das seguintes ações de controle:

- P.D.R. – Sistema automático de obtenção de negas e repiques;
- Boletim de controle de cravação de cada estaca, com respectivos registros de negas e repiques obtidos;
- Relatórios de ensaios de carregamentos dinâmicos, a compressão.

Portanto, a própria operação do bate-estaca sobre balsa flutuante, o transporte dos insumos a utilizar tais como óleos lubrificantes, graxa e combustível, e ainda a geração de resíduos resultante dos trabalhos de escavação e perfuração, se constituem do ponto de vista ambiental, em ações que repercutirão sobre o meio ambiente aquático (biota existente nas águas estuarinas).

Conclui-se então, que as operações desenvolvidas de transporte e abastecimento para assegurar o desenvolvimento das atividades construtivas, fazem parte do apoio logístico e deverão ser consideradas no processo de avaliação a ser implementado no presente estudo.

### 9.3.3.7. RECOMENDAÇÕES TÉCNICAS

- As estacas verticais escavadas, entubadas e engastadas na rocha terão diâmetro de 70 e 80 cm com espessura das camisas metálicas igual a 5/16”, sendo que em virtude dos comprimentos livres alcançados na lâmina d’água, os projetistas estabeleceram que todas as estacas deverão ser engastadas na rocha sã.
- Face às particularidades estruturais do tipo de fundação adotada, a execução das estacas precisará sofrer rigoroso controle de qualidade, obedecendo-se a programas de controle considerados obrigatórios tais como o de controle tecnológico de todos os materiais aplicados na obra (concreto e aço), conforme prescrevem as normas executivas.
- Na execução do estaqueamento deverão ser realizados ensaios de P.D.R. – Processador Digital de Repiques Elásticos em todas as estacas, e de prova de carga dinâmica de acordo com o estabelecido nas normas brasileiras de fundações.
- No projeto final de engenharia das fundações (da ponte de acesso e das plataformas), as investigações geotécnicas deverão ser executadas utilizando-se sondagens mistas (percussão e rotação) no exato local da obra, o que permitirá a identificação real das espessuras das camadas de solo subjacentes, da camada de rocha alterada e do maciço rochoso sadio.
- Tomando-se por base informações de sondagens de obras similares já realizadas na região, as sondagens em ambiente marinho, têm mostrado um perfil correspondente a uma camada de argila siltosa mole de espessura variável sobreposta a uma camada de areia siltosa compacta a muito compacta sobreposta a uma camada de espessura variável de solo residual com alteração de rocha, e, por último, em cota mais profunda a rocha granítica sadia.
- Como o subsolo na região se apresenta bastante irregular (possui grandes variações nas espessuras e nos materiais constituintes), a definição do melhor procedimento executivo poderá ser revisto, tendo em vista as sondagens rotativas que ainda serão feitas no local onde serão construídas a ponte de acesso e as plataformas.
- Além disto, em função dos dados resultantes destas sondagens e das instrumentações a serem implementadas na execução da obra, ficará facilitada a escolha da melhor técnica a adotar na execução do estaqueamento ora em análise.
- No caso de estacas escavadas encamisadas, deve-se considerar que todas as camisas metálicas deverão ter pintura contra a corrosão e todas as estacas deverão penetrar na rocha. O comprimento na rocha de cada estaca será definido pela instrumentação a realizar.
- Como as estacas estarão submetidas a elevados esforços e terão comprimentos médios livres, a solução mais satisfatória sob o ponto de vista técnico se não for encontrado rocha, poderá ser a de cravação de perfis metálicos.
- As estacas, parte fundamental do arcabouço necessário para resistir a todas as cargas atuantes no sistema estrutural idealizado, serão verificadas pelo controle do material retirado durante a escavação, pela execução de provas de cargas dinâmicas, e pelos ensaios de integridade do fuste.

### **9.3.3.8. AÇÕES POTENCIAIS IMPACTANTES**

Na fase do estaqueamento algumas ações serão capazes de repercutir, em especial sobre o meio físico e a biota marinha. Por serem significativas, elas deverão ser consideradas.

Destacam-se:

- a) O trabalho de cravação das camisas metálicas feito com bate-estaca e torre metálica instalados sobre balsa flutuante.
- b) Durante o trabalho de escavação e perfuração por roto-percussão (solos escavados, rocha alterada, etc.) haverá geração de resíduos de construção civil (Resolução 307 do CONAMA).
- c) Na estimativa realizada ao considerar-se apenas o material granular escavado no maciço rochoso, levanta-se uma preocupação quanto ao destino deste material, pois serão 2,5m<sup>3</sup> em cada estaca, e se considerarmos todas as estacas, o volume total estimado chega a 1.720 m<sup>3</sup>.
- d) Também haverá geração de resíduos líquidos e pastosos (borra de concreto nas operações de limpeza, cuja quantidade não se pôde estimar) na moldagem e/ou concretagem submersa.
- e) Transporte de peças, acessórios, derivados do petróleo (graxas, óleos combustíveis e lubrificantes) do canteiro de obras para o local de trabalho (riscos de derrames).
- f) Preparo e lançamento do concreto submerso (logística do transporte utilizada) e geração de resíduos/perdas na operação de bombeamento.
- g) Geração de resíduos na utilização de ar comprimido com descarte de águas servidas nas lavagens e outras operações efetuadas dentro da camisa metálica da futura estaca.
- h) Dispersão de finos no meio aquático estuarino durante os processos de cravação, escavação e perfuração.

### **9.3.4. EQUIPAMENTOS E DISPOSITIVOS DAS PLATAFORMAS**

Nas operações de acostagem e transferência de carga, os equipamentos de segurança, transferência, e transporte discutidos a seguir se constituem nas ferramentas que tornarão os terminais TGSC e FERTIMPORT operacionalizáveis, capazes de prestar os serviços de embarque e desembarque.

Tomou-se o cuidado de descrevê-los na seguinte ordem:

- Defensas
- Cabeços de amarração
- Operações de embarque/transferência
- Operações de desembarque
- Transportadores

#### 9.3.4.1. DEFENSAS

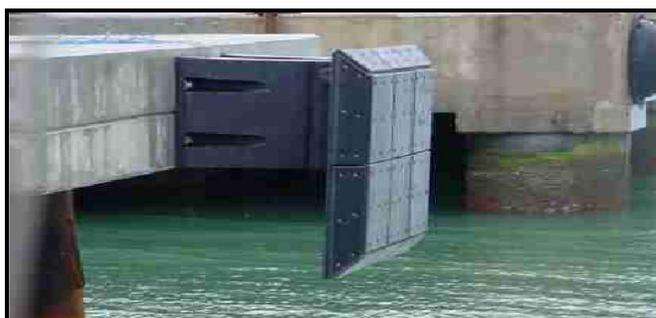
As defensas constituem-se num conjunto de dispositivos que permitem amortecer as forças exercidas pelos cascos dos navios contra a plataforma marítima ao serem atracados e/ou amarrados junto aos seus respectivos berços. Deste modo, como o próprio nome informa, as defensas têm a função de proteger as instalações marítimas contra os impactos das embarcações nas operações de acostagem.

Os impactos físicos têm origem na movimentação dos navios, na ação de ventos, e nos fluxos de corrente devido às marés. Essas forças deverão ser amortecidas por estes dispositivos (são aparelhos de apoio) projetados em número suficiente para proteger o casco das embarcações que lá atracarem.

As fotos apresentadas a seguir mostram exemplos de instalação e posicionamento de defensas elásticas em berços de atracação utilizados para receber navios de grande calado.



**Figura 9.27:** Exemplo de defesa em utilização, instalada em berço de atracação



**Figura 9.28:** Outro exemplo de defesa elástica devidamente posicionada em berço de atracação

### 9.3.4.2. CABEÇOS DE AMARRAÇÃO

Trata-se de um dispositivo constituído por uma coluna de ferro de altura reduzida, encravada à beira de um cais ou junto à borda de uma embarcação, para nela se dar volta à espia da amarração, que manterá a embarcação atracada.

Nos berços de atracação os cabeços são equipamentos adequadamente localizados na plataforma de modo a cumprir com eficiência a função de receber e reter as amarras das embarcações.

Cada elemento deverá suportar os esforços transmitidos pelas amarras das embarcações da classe de navios prevista para ali atracar ou realizar o apoio às operações de acostagem.

As fotos apresentadas a seguir mostram exemplos de amarras e cabeços de amarração que deverão ficar engastados na estrutura do píer, conforme sistema de amarração projetado.



**Figura 9.29:** Navio atracado e fixado por amarras na borda do berço de atracação



**Figura 9.30:** Cabeço de amarração para fixar amarras das embarcações junto ao berço

Os cabeços de amarração que farão parte das instalações marítimas em análise, serão do tipo em que a fixação se dará através de pinos devidamente chumbados nos blocos de amarração (dolphins) previstos no anteprojeto de cada píer.

Na sua fabricação estes dispositivos deverão receber tratamento anticorrosivo correspondendo a jato de areia ou granalha de aço, primer e no mínimo duas demãos de tinta epóxi-alcatrão para atingir espessura mínima de 250 $\mu$  de película seca.

Eles serão constituídos por um número de unidades tal que quando posicionadas conforme indicações constantes no anteprojeto permitirão um espaçamento mínimo de vinte e sete metros entre cada unidade instalada, conforme se encontra indicado nas plantas que fazem parte do conjunto de documentos gráficos anexados ao presente estudo.

### 9.3.5. OPERAÇÕES DE EMBARQUE E DESEMBARQUE

#### 9.3.5.1. TERMINAL TGSC - DESEMBARQUE DE GRANÉIS

Trata-se da operação realizada pelo equipamento denominado Sugador, responsável pelo desembarque de grãos vegetais do navio atracado, onde é viabilizada com eficiência a transferência da carga dos porões da embarcação para o transportador de correia, sempre de um modo contínuo e seqüencial (em cada ciclo a torre móvel esvazia um porão de cada vez).

O Sugador ficará instalado na plataforma deste terminal para atender os serviços de desembarque junto ao berço interno, que ao nível de anteprojeto foi concebido de modo a ser um berço especializado na importação de cereais (trigo, milho, cevada, etc.).

As fotos e leiautes apresentados a seguir exemplificam o posicionamento do equipamento instalado no berço de atracação (para mudar de porão a unidade movimenta-se sobre trilhos guias).



Figura 9.31: Exemplo de sugador



Figura 9.32: Sugador em operação

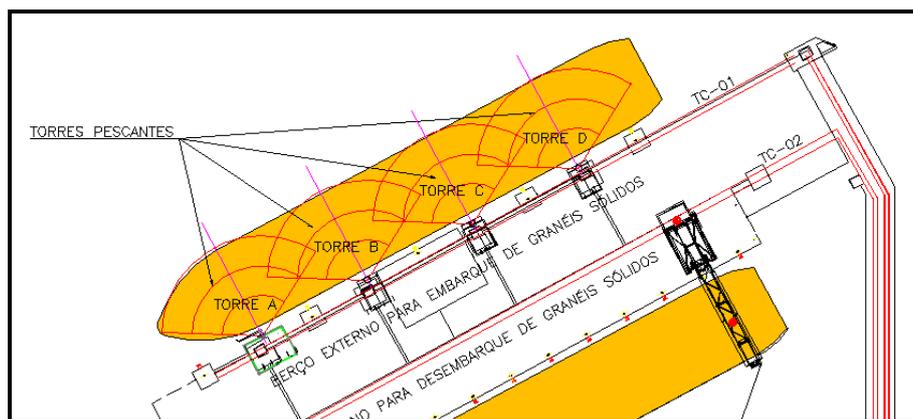
Como se percebe, este equipamento nada mais é do que uma torre metálica que se move sobre trilhos, com o objetivo de encontrar a posição mais adequada para realizar a transferência dos grãos vegetais dos porões do navio para o transportador de correia, sempre de um modo contínuo e seqüencial, para os levarem para o sistema de armazenagem situado em terra. Tal sistema terá a capacidade de transferir/descarregar 600 toneladas por hora.

### 9.3.5.2. TERMINAL TGSC - EMBARQUE DE GRANÉIS

Trata-se da operação realizada pelos equipamentos denominados torres pescantes (torres fixas), responsáveis pelo embarque de granéis no navio, onde é viabilizada com eficiência a transferência dos granéis (grãos vegetais e farelo de soja) dos transportadores de correia para os porões da embarcação atracada.

As operações de embarque serão realizadas através de torres metálicas fixas, que serão posicionadas junto ao berço externo (quatro unidades) para atender aos serviços de transferência de granéis, conforme o indicado no anteprojeto.

O leiaute apresentado a seguir (**Figura 9.33**) exemplifica o posicionamento das quatro torres pescantes a ser adotado, de modo a tornar o berço externo pronto para as operações de embarque.



**Figura 9.33:** Posicionamento das quatro torres pescantes no berço externo

Como já foi enfatizado em itens anteriores, nas operações de embarque existirá dispersão aérea de particulados sobre a superfície da plataforma e no entorno aquático, principalmente durante o processo de carga/transferência, seja por deficiências mecânicas do transportador, ou por operação inadequada dos sistemas de transferência.

Tais riscos precisarão ser minimizados através do fiel cumprimento de um programa de gerenciamento dos resíduos sólidos, de modo a se poder realizar com segurança a manutenção e operação dos equipamentos utilizados na plataforma.

Sem dúvida que a conscientização e treinamento dos trabalhadores envolvidos com a operação de embarque contribuirão para evitar o comprometimento do meio biótico local.

### **9.3.5.3. TERMINAL FERTIMPORT - EMBARQUE DE ÓLEO DE SOJA**

Como se sabe, o granel líquido óleo de soja extraído de semente, essencialmente é utilizado como fonte de alimento e com as novas tecnologias também pode ser usada como biocombustível.

A soja (*Glycine hispida*) pertence à família das leguminosas, plantas cuja semente encontra-se dentro de vagens. A maneira de extrair o óleo é colocar suas sementes em uma prensa de alta pressão que as espremerá até retirar-se todo o óleo contido nelas.

O processo de extração à alta pressão causa variações positivas de temperatura o que torna o óleo de coloração escura e sabor forte. Após a prensagem o óleo é clarificado e refinado para eliminar impurezas. O produto final é chamado de óleo virgem que deve ficar sem a presença de partículas sólidas e corpos estranhos.

Na prensagem a frio, ou seja, na extração à baixa pressão, não há aquecimento do óleo e o rendimento é bem inferior, em termos quantitativos, ao procedimento de alta pressão. Neste processo se produz um óleo de qualidade superior.

O Brasil possui uma enorme diversidade de espécies vegetais oleaginosas comestíveis e das quais se pode extrair uma grande quantidade de óleos, sendo todos processados industrialmente, comercializados e consumidos pelo mercado.

Visando continuamente o mercado externo, o empreendedor previu a realização de operações de embarque do óleo de soja no Terminal de granéis da FERTIMPORT, produzido nas fábricas do grupo BUNGE.

Por isto, o berço da plataforma foi concebido de forma a permitir o embarque de óleo de soja a granel, e o desembarque de fertilizantes destinados ao mercado da região sudeste de nosso país.

Por outro lado, o embarque de óleo de soja nos tanques dos navios, como não poderia deixar de ser, é realizado através de bombeamento dos tanques de armazenamento situados em terra, diretamente para os tanques do navio graneleiro atracado em berço especializado.

Observa-se que a BUNGE já vem exportando óleo de soja pelo Porto de São Francisco do Sul. Por isto, no intuito de identificar possíveis impactos ao se interpretar as informações constantes no anteprojeto realizado pela LPC - Latina Projetos Civis foram visitadas as instalações existentes e registradas as operações de embarque do óleo nos tanques do navio lá atracado.

As fotos apresentadas a seguir mostram o sistema atualmente instalado, que será redirecionado para o berço de atracação da FERTIMPORT, o que permite efetivamente uma melhor compreensão das operações realizadas para bombear óleo de soja para os tanques de um navio.



Figura 9.34: Estação de Bombeamento

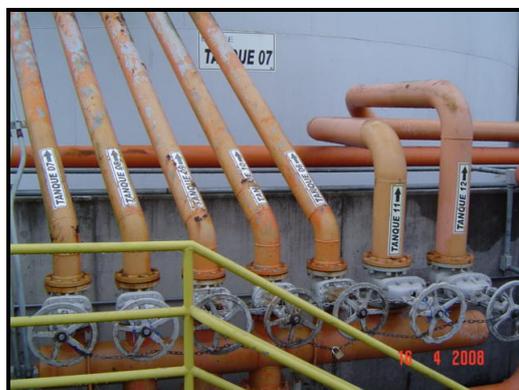


Figura 9.35: Comando por registros de válvulas



Figura 9.36: Dutos de transporte de óleo

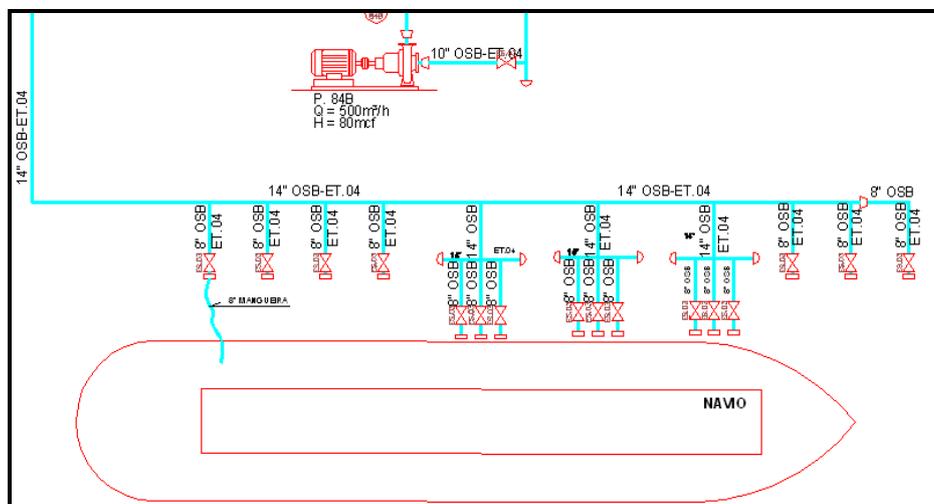


Figura 9.37: Válvula para alívio de pressão

Como se percebe nas fotos apresentadas, o óleo armazenado em terra ao ser bombeado, passa por um sistema de dutos de aço dotado de válvulas de alívio de pressão e válvulas de retenção, as quais compõem o sistema implantado de proteção contra danos e vazamentos nas tubulações.

Os dutos são posicionados e direcionados conforme o projeto concebido, de modo que o transporte efetuado por meio de bombeamento levará a quantia líquida demandada para os tanques do navio, num espaço de tempo pré-estabelecido.

No berço de atracação lá utilizado, o sistema instalado possui um conjunto de válvulas de esfera e flanges, que são dispositivos destinados para acoplar os mangotes flexíveis. Estes permitem realizar a transferência do óleo vegetal, conforme mostram o fluxograma e fotos apresentadas a seguir.



**Figura 9.38:** Esquema dos condutos e válvulas instalados junto ao berço para o carregamento do óleo



**Figura 9.39:** Içamento do mangote para acoplamento nos terminais do navio



**Figura 9.40:** Acoplamento do mangote para o carregamento de óleo de soja nos tanques do navio

Em menor escala também poderá existir a situação de recebimento (importação) de óleo por via marítima naquele terminal. Neste caso, o óleo será bombeado dos tanques dos navios para os tanques de armazenagem em terra, utilizando-se as mesmas tubulações com o fluxo em sentido inverso.

Todo o diagrama representativo das operações desenvolvidas referentes ao posicionamento das peças, canos, válvulas, estações de bombeamento e registros que comporão o sistema responsável pelo transporte do óleo de soja, seja do navio para os tanques de armazenagem em terra ou vice-versa, encontram-se detalhados na planta de tubulações de óleo, elaborada pela empresa LPC - Latina Projetos Civis, que fazem parte do conjunto de documentos gráficos anexados ao presente estudo.

#### **9.3.5.4. TERMINAL FERTIMPORT - DESEMBARQUE DE FERTILIZANTES**

A descarga dos navios será realizada por meio do Ship Unloader (torre móvel sobre trilhos) e tal equipamento consiste numa torre metálica móvel onde o descarregador é dotado de uma caçamba que desliza ou se move ao longo da viga principal de uma ponte rolante.

Este equipamento quando instalado na plataforma junto ao berço de atracação, alimentará o transportador de correia de mesma capacidade, que transportará a carga de fertilizante retirada dos porões do navio para o seu armazenamento em terra.



**Figura 9.41:** Exemplo de Ship Unloader descarregando fertilizante

Como se observa na foto acima, apesar do descarregador dispor de tecnologia moderna, a operação na transferência do fertilizante implicará na geração/emissão de particulados, com provável dispersão na atmosfera.

Apesar das dispersões serem pequenas, a operação realizada a céu aberto torna inevitável o acúmulo de particulados na superfície da plataforma e na superfície aquática do entorno.

#### **9.3.5.5. CONSEQÜÊNCIAS DAS OPERAÇÕES DE EMBARQUE E DESEMBARQUE**

Por se tratarem de cereais manuseados por equipamentos de alta produção, a sua movimentação através dos sistemas de transferência e transporte acarretarão a dispersão de partículas na atmosfera, tanto nas operações de carga como nas de descarga.

Desta forma, no longo prazo e dependendo da intensidade das atividades desenvolvidas nos dois terminais, conclui-se que na operação de desembarque haverá a geração e dispersão de resíduos sólidos.

Para atenuar os impactos sobre o meio físico e biótico local, medidas de controle sobre as operações desenvolvidas se farão necessárias, o que leva na presente análise a se constatar que:

- A descarga de fertilizantes pelo Ship Unloader, provocará dispersão de partículas na atmosfera que tecnicamente precisará ser evitada;
- Devido ao pó disperso nas superfícies horizontais das plataformas, precisará ser dada uma leve inclinação a elas, de modo a formar dois semiplanos que fiquem levemente inclinados em direção ao eixo central de cada unidade, com a finalidade de conter e coletar o particulado;
- Atenção especial deverá ser dada à retenção de partículas em cada plataforma, mediante o cumprimento de um programa de manutenção e limpeza a ser implementado diariamente, após o término das atividades operacionais de transferência em cada carregamento;
- Os transportadores de correia instalados na ponte de acesso e nas duas plataformas marítimas, deverão funcionar inseridos em galerias vedadas, de modo a evitar a dispersão aérea de partículas, sejam elas provenientes de grãos de origem vegetal (cereais), ou de grãos formados por partículas de origem mineral (fertilizantes).