
Seção C – Engenharia

1. Introdução

Esta seção apresenta os estudos preliminares de engenharia e afins sobre a área de arrendamento **PAR50** localizada no Complexo Portuário de Paranaguá e Antonina/PR, destinada à implantação de empreendimento para movimentação, armazenagem e distribuição de graneis líquidos, com destaque para produtos químicos, óleos vegetais, etanol e combustíveis.

2. Descrição da Estrutura Operacional

A área de arrendamento **PAR50** será utilizada para exploração de empreendimentos voltados à cabotagem e longo curso, embarque e desembarque, destinada à implantação de empreendimento para movimentação, armazenagem e distribuição de graneis líquidos.

A superfície total da área destinada ao Terminal **PAR50** é de aproximadamente **85.392 m²** (oitenta e cinco mil e trezentos e noventa e dois metros quadrados).

Atualmente, a área é caracterizada como *brownfield* (previamente ocupada por estruturas permanentes), portanto existem bens operacionais disponíveis na área de arrendamento que poderão ser utilizados pelo futuro arrendatário, na situação de conservação em que se encontram. A listagem de toda infraestrutura existente destinada ao arrendamento **PAR50** está detalhada na Seção E, Financeiro – Ativos Existentes.

A área de arrendamento **PAR50** também possui bens não operacionais, tais como edificações, pavimentação, instalações elétricas, sanitárias e outros, que poderão ser utilizados pelo futuro arrendatário da área.

O futuro arrendatário deverá realizar investimentos mínimos em infraestrutura e equipamentos necessários para operação, que incluem, no mínimo:

- I. Aquisição e instalação de estação de carregamento rodoviário;
- II. Pavimentação de área destinada a pátio de caminhões e nova estação de carregamento rodoviário;
- III. Aquisição e instalação de sistema dutoviário para adequação de trecho existente;
- IV. Aquisição e instalação de *pipe rack*;
- V. Construção de novo sistema aquaviário contemplando dois novos berços de atracação (interno e externo), de forma a atender, no mínimo, o navio de projeto Graneleiro de 115 mil TPB;
- VI. Execução de dragagem de aprofundamento dos novos berços de atracação para profundidade de, no mínimo, -16,0 m (DHN);
- VII. Aquisição e instalação de novo sistema dutoviário interligando terminal e novo píer;
- VIII. Expansão da capacidade estática de forma a atender, no mínimo, 49.529,00 m³;
- IX. Aquisição e instalação de nova praça de bombas atendendo o novo sistema de armazenamento.

Seção C – Engenharia

O cálculo de capacidade de operação é apresentado em maiores detalhes no capítulo “Compatibilização da Capacidade Futura do Empreendimento”. Para maiores detalhes operacionais, consultar Seção D – Operacional.

2.1. Sistema de Embarque/Desembarque Aquaviário

Atualmente a área de arrendamento **PAR50** é atendida pelo **Pier de Inflamáveis**, as operações de embarque/desembarque aquaviário são realizadas nos berços de uso público existentes no porto. O Pier de Inflamáveis do Porto de Paranaguá é composto por dois berços de atracação, o Berço 141 (externo) e o Berço 142 (interno).

As principais movimentações que ocorrem no Pier de inflamáveis são derivados de petróleo, produtos químicos, etanol, óleo de soja e outros óleos vegetais. As destinações operacionais dos berços pouco diferem, exceto pelo porte das embarcações (em função do berço ser externo ou interno).

De acordo com o Plano Mestre do Complexo Portuário de Paranaguá e Antonina – Janeiro 2018¹, o **berço 141** possui estrutura de cais com 210 metros de comprimento, 12,1 metros de profundidade de projeto, calado preamar de 11,6 metros e baixa-mar 10,1 metros. O **berço 142** possui estrutura de cais com 190 metros de comprimento, 10,6 metros de profundidade de projeto, calado preamar de 10,1 metros e baixa-mar 8,2 metros.

Segundo a classificação da Capitania dos Portos NPCP-PR², o Pier de Inflamáveis possui as seguintes características de berços, externo de 184 metros e interno de 174 metros e calado entre 11,60 e 10,1 metros, respectivamente.

Tendo em vista a demanda observada, a área do futuro arrendamento **PAR50** será atendida pelos berços 141 e 142 do pier de inflamáveis, além desses, caberá ao futuro arrendatário do PAR50 a realização de obras para construção de um novo pier, de forma a incluir dois novos berços de atracação, berço interno e externo, ao norte do pier de inflamáveis, que também atenderão a área do futuro arrendamento, de modo a melhor ordenar as operações portuárias e atender a expansão de demanda prevista durante a vigência do contrato. Vale destacar que os berços citados, existentes e futuros, não farão parte da área do arrendamento.

A expansão do pier deverá ser dimensionada para que os novos berços possam atender, no mínimo, o navio de projeto Graneleiro de 115 mil TPB.

Conforme o dimensionamento da capacidade do sistema aquaviário para granéis líquidos no Complexo Portuário, tabela abaixo, foi identificada uma limitação operacional na estrutura existente de embarque/desembarque de aproximadamente 8.300.000 toneladas por ano, tendo como referência a ponderação dos diversos produtos previstos. Porém, após a execução das obras de ampliação do sistema

¹ Dados LabTrans/UFSC (2018).

² Normas e Procedimentos da Capitania dos Portos do Paraná (NPCP-PR)

<https://www.marinha.mil.br/cppr/sites/www.marinha.mil.br/cppr/files/publicacoes/npcp2009.pdf>

Seção C – Engenharia

aquaviário, com previsão de operação no **ano de 2025**, o sistema aquaviário de graneis líquidos do Complexo atenderá plenamente toda a demanda prevista.

CÁLCULO DE MICRO-CAPACIDADE

Arrendamento	PAR50		Terminal de Granéis Líquidos				Notas
	Unidade		Futuro		Futuro		
Início do período			2022-2024		2025-2046		
	PO	TUP	PO	TUP	PO	TUP	1
Sistema de Embarque/Desembarque							
Número de berços	2	2	2	2	4	2	
Ocupação do berço	%	53%	76%	60%	60%	60%	60%
Alocação de tempo de berço para o terminal	%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Prancha média geral	t/h	350	270	400	390	400	390
Capacidade de desembarque anual	kt	3.200	3.600	4.200	4.100	8.400	4.100
CAPACIDADE LIMITANTE DO TERMINAL		6.800		8.300		12.500	

Notas:

- 1 PO - Pier de Inflamáveis do Porto Organizado; e
TUP - Pier de Granéis Líquidos do TUP Cattalini.

Tabela 1: Capacidade do Sistema Aquaviário de Graneis Líquidos do Complexo Portuário

Fonte: Elaboração Própria

As obras de expansão do sistema de atracação no píer deverão ser executadas entre o **1º e o 3º** ano contratual.

Nesses termos, após execução dos investimentos previstos para o sistema de atracação, a infraestrutura será suficiente para atender o sistema de embarque e desembarque Aquaviário do futuro arrendamento **PAR50** durante o prazo contratual estabelecido.

A intervenção de dragagem considerada, a ser realizada pelo futuro arrendatário, limita-se a dragagem de aprofundamento dos novos berços (interno e externo) para cota de -16,0m (DHN), para atender plenamente o calado do navio de projeto.

Importante destacar que as metodologias e quantitativos apresentados são estimativos, cabendo aos licitantes à realização dos estudos de campo, coleta de dados junto a Autoridade Portuária e/ou avaliações técnicas que se mostrem necessárias para subsidiar suas propostas. A projeção da área de dragagem está demonstrada na figura a seguir:

Seção C – Engenharia

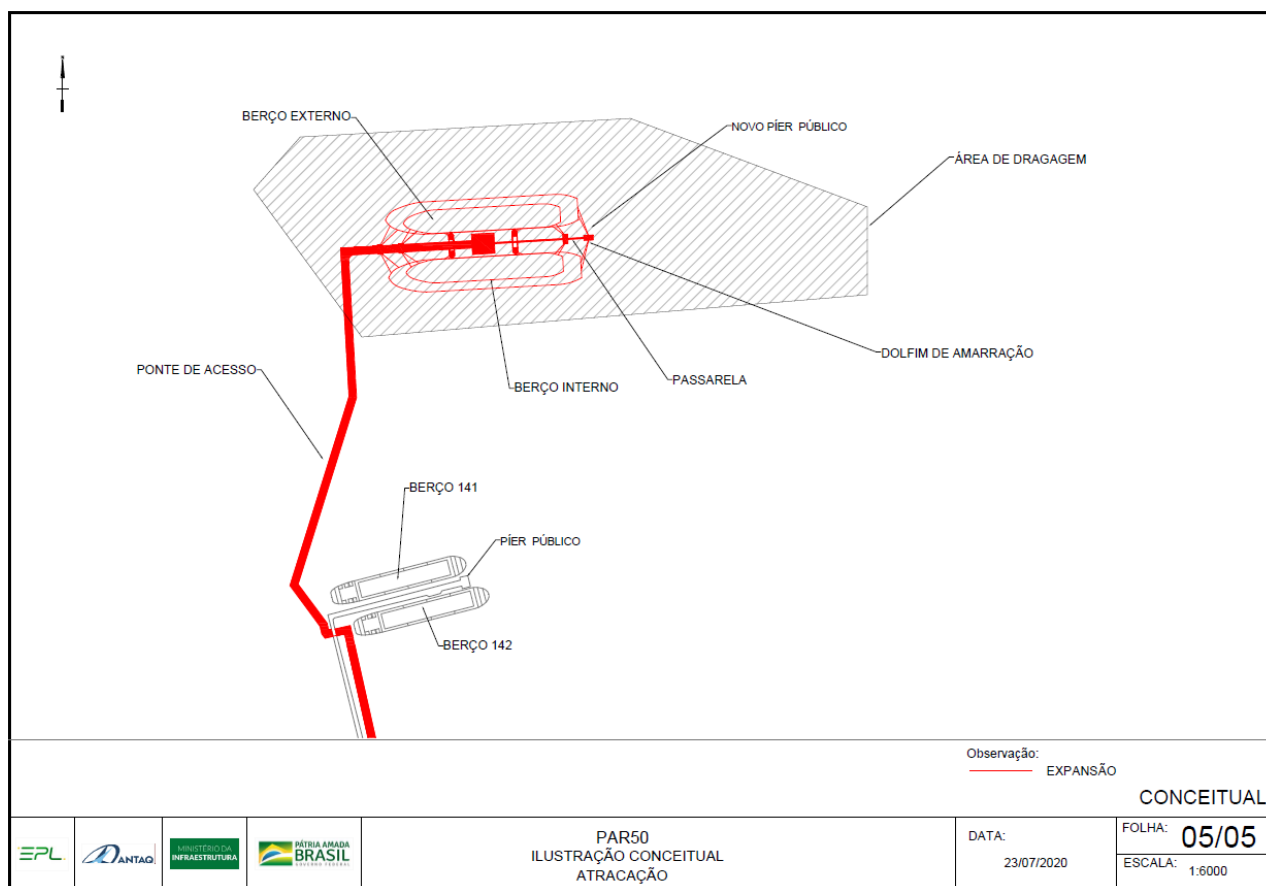


Figura 1: Ilustração área de dragagem
Fonte: Elaboração própria

Para fins de cálculo de capacidade do sistema de Embarque e Desembarque Aquaviário, a taxa de ocupação observada em 2019 foi de 53%. Para capacidade futura do Terminal **PAR50**, foi estimada a taxa de ocupação de até **60%** do berço de atracação.

A prancha média geral de granéis líquidos no Porto de Paranaguá no ano de 2019, que corresponde à relação média ponderada de carga movimentada pelo período total de atracação, foi observada tendo como base o Anuário Estatístico da ANTAQ³ (média anual do período 2015-2019), resultando em 350 t/h. Assim considerando a redução dos tempos não operacionais e as projeções futuras dos diversos tipos de carga, a prancha geral média anual deverá ser de no mínimo **400 t/h**. Acrescidos esses parâmetros aos melhores níveis de serviços projetados e a alocação de tempo de berços ao terminal; a capacidade anual de embarque e desembarque do Terminal **PAR50**, após execução de todos os investimentos previstos, foi calculada em **1.2 milhões de toneladas**.

Sobre as operações de berço, destacam-se os indicadores de desempenho operacional: Consignação Média, Produtividade (prancha média) e Taxa de Ocupação, que visam monitorar os berços de movimentação aquaviária. Para maiores informações, consultar Seção D – Operacional.

³ <http://web.antaq.gov.br/Anuario/>

Seção C – Engenharia

2.2. Capacidade de Armazenagem

O **PAR50** dispõe de instalações de armazenagem de uso misto alocados em área de aproximadamente 15.560 m² (bacias de contenção). A capacidade estática atual disponível para armazenamento é de aproximadamente 70.181,17 m³, composta por 18 tanques verticais e correspondentes sistemas de tubulações e bombeamento.

A infraestrutura existente de armazenagem (tanques) que será disponibilizada ao futuro arrendatário, nas condições de conservação em que se encontram, está detalhada neste estudo, contendo indicação de quantitativo de tanques existentes e suas respectivas capacidades na Seção E, Financeiro – Ativos Existentes.

Caberá ao futuro Arrendatário realizar investimentos para a construção de um novo sistema de armazenamento de granéis líquidos alcançando a capacidade estática mínima de 49.529 m³, além disso, será necessário adquirir e instalar os equipamentos e sistemas necessários à operação da nova estrutura, englobando praça de bombas e sistema de dutos interligando ao novo sistema de atracação.

O novo sistema de armazenamento **PAR50** juntamente com a capacidade instalada, totalizará 119.710 m³, equivalente a 111.998 toneladas, atendendo o horizonte contratual previsto. Visto as características da área, o novo sistema de armazenagem, possuirá infraestrutura adequada para receber e transferir cargas para o Sistema Aquaviário e suas estações rodoviárias.

Destaca-se que as tancagens existentes consideradas são aptas à movimentação de granéis líquidos, exceto GLP.

Por fim, observando o desempenho histórico do Porto de Paranaguá para o segmento de granéis líquidos, utilizando como base o Anuário Estatístico da ANTAQ, o melhor desempenho observado foi de aproximadamente **7,3 giros** no ano de 2019.

Considerando os dados informados de capacidade estática futura e giro anual futuro de 10,7 vezes, a capacidade dinâmica do sistema de armazenagem anual do Terminal **PAR50** foi calculada com **1.2 milhões** de toneladas de granéis líquidos.

Cabe destacar que o layout do Terminal e o dimensionamento do sistema de armazenagem é prerrogativa do vencedor do leilão, observadas as condicionantes contratuais. Para maiores detalhes sobre dimensionamento do terminal, consultar Seção B – Estudos de Mercado.

Destaca-se que a solução de engenharia apresentada, assim como seus valores associados, é utilizada para fins de mensuração dos investimentos, custos de manutenção e seguros, detalhados na Seção D-Operacional.

O Anexo C-1 apresenta o layout do Terminal e a delimitação da área

Seção C – Engenharia

2.3. Sistema de expedição/recepção terrestre

A área de arrendamento **PAR50** possui dois acessos distintos, sendo realizado pela Avenida Bento Rocha e Avenida Coronel Santa Rita. Ambas as avenidas fazem parte das vias rodoviárias da cidade de Paranaguá.

O sistema existente de recepção e expedição terrestre do Terminal é composto por estações de carregamento e descarregamento de caminhões, conforme descrito abaixo:

Sistema de expedição existente – No que se refere à expedição rodoviária de combustíveis, cita-se a existência de 2 estações para carregamento de produtos químicos, cada uma com uma posição para caminhões tanque e 1 estação com 2 posições de carregamento para combustíveis e etanol. Todas as estações citadas operam na modalidade “*top loading*”, ou seja, através de braços de carregamento posicionados nas bocas superiores dos caminhões.

Sistema de recepção existente – cita-se a existência de 18 pontos de descarregamento, todos na modalidade “*bottom loading*”, ou seja, através de bocal situado na lateral inferior dos caminhões. Destes, 10 pontos são para a descarga de produtos químicos e óleos vegetais e 8 para a descarga de etanol e combustíveis.

Cabe informar que no interior do futuro terminal **PAR50** existe ramal ferroviário e pontos de descarregamento de vagões, porém atualmente não está sendo utilizado.

A estrutura para descarregamento rodoviário é suficiente para atender a demanda projetada do futuro Terminal **PAR50**, porém a estrutura de carregamento rodoviário, principalmente de **combustíveis e etanol**, deverá ser ampliada no intuito de aumentar a flexibilidade operacional do terminal. Desse modo, caberá ao futuro arrendatário realizar investimentos para aquisição e construção de uma estação de carregamento contendo dois pontos de carregamento.

Para fins de modelagem do arrendamento, projeta-se que as operações de carregamento e de descarregamento de caminhões ocorrerão com uma vazão média de 93 m³/h em cada posição de carregamento ou descarregamento. A premissa de vazão foi definida de acordo com as especificações das estações existentes, os produtos movimentados e está de acordo com a utilização de linhas (tubulações) e das bombas existentes.

Para cálculo de capacidade do sistema de **recepção terrestre**, foi estimado o uso de 4 horas de operação em 6 dias por semana, carga média de 40 toneladas por caminhão, tempo de descarregamento de 38 minutos por caminhão contemplando o tempo de pesagem, acrescidos da taxa de utilização estimada do subsistema Assim, a capacidade dinâmica do sistema de **recepção rodoviário anual** do Terminal foi calculada com **850 mil toneladas**, considerando 18 pontos de descarregamento operando simultaneamente.

Já para cálculo de capacidade do sistema de **expedição terrestre**, foi estimado o uso de 8 horas de operação em 6 dias por semana, carga média de 40 toneladas por caminhão, tempo de descarregamento de 38 minutos por caminhão contemplando o tempo de pesagem, acrescidos da taxa de utilização estimada do subsistema e da taxa de pico mensal, que avalia a relação entre a movimentação média mensal e a

Seção C – Engenharia

maior movimentação mensal do ano, em função da sazonalidade da safra. Por fim, a capacidade dinâmica do sistema de **expedição rodoviário anual** do Terminal foi calculada com **570 mil toneladas**, considerando **6 pontos** de descarregamento operando simultaneamente, após investimentos citados para melhoria contemplando a operação da nova estação de carregamento.

Assumindo-se as premissas expostas, verifica-se que as capacidades de carregamento e descarregamento atenderão à demanda prevista por todo o período da projeção.

O cálculo de capacidade em cada subsistema de operação é apresentado em maiores detalhes no capítulo “Compatibilização da Capacidade Futura do Empreendimento”.

A Seção E, Financeiro mostra o detalhamento de valores e quantitativos para fins de estimativas de investimentos, manutenções e seguros.

2.4. Outras Estruturas Operacionais

Para possibilitar as operações no terminal, será necessária a implantação dos seguintes investimentos:

- ✓ Pavimentação da área destinada ao pátio de caminhões tanques e nova estação de carregamento;
- ✓ Construção de sistema de dutos e *pipe rack* para a acomodação das linhas que conectam o terminal ao Píer de Inflamáveis; e
- ✓ Construção de um novo sistema de dutos para possibilitar a operação dos novos sistemas de armazenamento e atracação.

Para instalação da nova estação de carregamento, será necessário investimento referente à pavimentação da área destinada à estação de carregamento e manobras de caminhões, além de aquisição e instalação de dutos para operação da estação.

Também está previsto a pavimentação da área destinada ao pátio para caminhões tanques, que atualmente é utilizado para a verificação dos caminhões tanques que são destinados às ilhas de carregamento/d Descarregamento. Essa área não está pavimentada, portanto, é previsto que o futuro arrendatário deverá pavimentar a área.

Os dutos **existentes** que interligam o Terminal PAR50 ao píer de inflamáveis possuem trechos nos quais estão enterrados, não permitindo a realização de manutenção ou a identificação de vazamentos. Para esses trechos, os dutos deverão estar acondicionados na superfície, permitindo o acesso para verificações e a contenção de eventuais vazamentos. Nesse sentido, é prevista a instalação de aproximadamente 540 metros dutos e 180 metros de *pipe rack* ao longo de trechos pelo qual os dutos percorrem pelo subsolo, devendo essas estruturas permitir o acesso para eventuais serviços de manutenção.

Seção C – Engenharia

Além da adequação citada, está prevista a construção de sistema de dutos para atender a operação da nova área de armazenamento e o novo sistema de atracação, totalizando 4.316 metros de extensão. Foram previstas duas linhas externas de dutos interligando o terminal aos novos berços do píer.

Detalhes sobre o traçado conceitual podem ser observados no Anexo C-1: Figuras 3 e 4 – Conceitual.

2.4.1. Dutos

Associados aos 18 tanques existentes na área de arrendamento **PAR50** existem aproximadamente 9.285 metros lineares de dutos que serão repassados ao futuro arrendatário.

Além dos dutos que dão acesso ao píer, existem conexões entre tanques, corredor, praça de bombas e estações de carregamento/descarregamento para o terminal, conforme demonstrado à listagem de dutos existentes na tabela a seguir.

DUTOS	Comprimento	Linhas	Total
Área interna Químicos e Óleos Vegetais	1.660	-	1.660
Área interna Combustíveis	1.562	-	1.562
Linha interligação Fospar	800	1	800
Píer para Químicos e Óleos Vegetais	1.000	4	4.000
Píer para Combustíveis	1.263	1	1.263
TOTAL			9.285

Tabela 2: Dutos área de arrendamento **PAR50**
Fonte: Elaboração própria

3. Compatibilização da Capacidade Futura do Empreendimento

Após analisar as capacidades individuais de cada subsistema do processo produtivo do empreendimento, parte-se para a estimativa da capacidade do Terminal, que é definida pela menor das capacidades: a de movimentação no cais (sistema de embarque/desembarque) ou a de armazenagem da carga. A tabela a seguir mostra a capacidade total anual do empreendimento no cenário definido, estabelecida em **1.200 kt**.

Seção C – Engenharia
CÁLCULO DE MICRO-CAPACIDADE

Arrendamento		PAR50		Terminal de Granéis Líquidos			
		Unidade		Futuro		Notas	
Início do período		2019		2022-2024		2025-2046	
Sistema de Embarque/Desembarque							
Número de berços		2	2	4			
Ocupação do berço	%	53%	60%	60%			
Alocação de tempo de berço para o terminal	%	14,8%	13,3%	14,3%			1
Prancha média geral	t/h	350	400	400			2
Capacidade do sistema aquaviário anual	kt	480	560	1.200			
Capacidade de armazenagem							
Capacidade estática em m3	m ³	70.181	70.181	119.710			
densidade	t/m ³	0,94	0,94	0,94			3
Capacidade Estática em t	t	65.660	65.660	111.998			
Giro dos estoque / ano	#/ano	7,3	10,7	10,7			
Capacidade do sistema de armazenagem anual	kt	480	700	1.200			
Sistema de Recepção/Expedição Rodoviária							
Recepção rodoviária							
Número de estações de recepção	unid.	9	9	9			
Total de pontos	unid.	18	18	18			
Horas de operação por dia	hr	4	4	4			
Descarga por caminhão	t	40	40	40			
Vazão por ponto	t/h	87	87	87			4
Tempo de conexão e manobra por caminhão	Min	10	10	10			
Tempo de operação por caminhão	Min	28	28	28			
Tempo total de recepção por caminhão	Min	38	38	38			
Dias de trabalho por semana	dias	6	6	6			
Taxa de ocupação (fator de segurança)	%	60%	60%	60%			
Capacidade recepção rodoviária	kt	850	850	850			
Expedição rodoviária							
Número de estações de expedição	unid.	3	4	4			
Total de pontos	unid.	4	6	6			
Horas de operação por dia	hr	8	8	8			
Carga por caminhão	t	40	40	40			
Vazão por ponto	t/h	87	87	87			4
Tempo de conexão e manobra por caminhão	Min	10	10	10			
Tempo de operação por caminhão	Min	28	28	28			
Tempo total de expedição por caminhão	Min	38	38	38			
Dias de trabalho por semana	dias	6	6	6			
Taxa de ocupação (fator de segurança)	%	60%	60%	60%			
Capacidade de expedição rodoviária	kt	380	570	570			
Capacidade do sistema rodoviário anual	kt	1.230	1.420	1.420			
CAPACIDADE LIMITANTE DO TERMINAL	kt	480	560	1.200			

Notas:

- 1 Alocação de tempo de berço ponderado para absorver as operações de óleo vegetal atualmente realizadas no Píer Cattalini, com base no limite de capacidade do sistema aquaviário do Complexo.
- 2 Prancha média geral com base na ponderação dos quantitativos dos diversos tipos de produtos e nos melhores resultados observados no período de 2015-2019;

Seção C – Engenharia

- 3 Densidade média ponderada;
4 Vazão média de 93 m³/h por ponto.

Tabela 3: Capacidade do Empreendimento **PAR50** no Porto de Paranaguá
Fonte: Elaboração Própria

4. Parâmetros de Dimensionamento

O Arrendatário será responsável pela implantação e desenvolvimento de infraestrutura, e será obrigado a fazer as benfeitorias necessárias para atingir e manter os parâmetros de desempenho.

O arrendatário se comprometerá e será exclusivamente responsável por todos os estudos técnicos, incluindo, mas não se restringindo, às investigações de campo, aos estudos de viabilidade, aos projetos conceituais e finais, aos documentos de planejamento e aos documentos de licitação/construção referentes às benfeitorias propostas.

Às suas próprias custas e com notificação apropriada ao Arrendatário, a Autoridade Portuária reserva para si o direito de contratar consultores independentes com o objetivo de monitorar a qualidade da construção.

O projeto de implantação do terminal obedecerá todos os códigos e regulamentos locais, estaduais e federais aplicáveis, bem como os padrões de projeto indicados pelas organizações abaixo (observem que os padrões e códigos brasileiros serão os padrões/códigos principais do projeto. No caso de conflito com outros padrões internacionais, o código mais restritivo será aplicado):

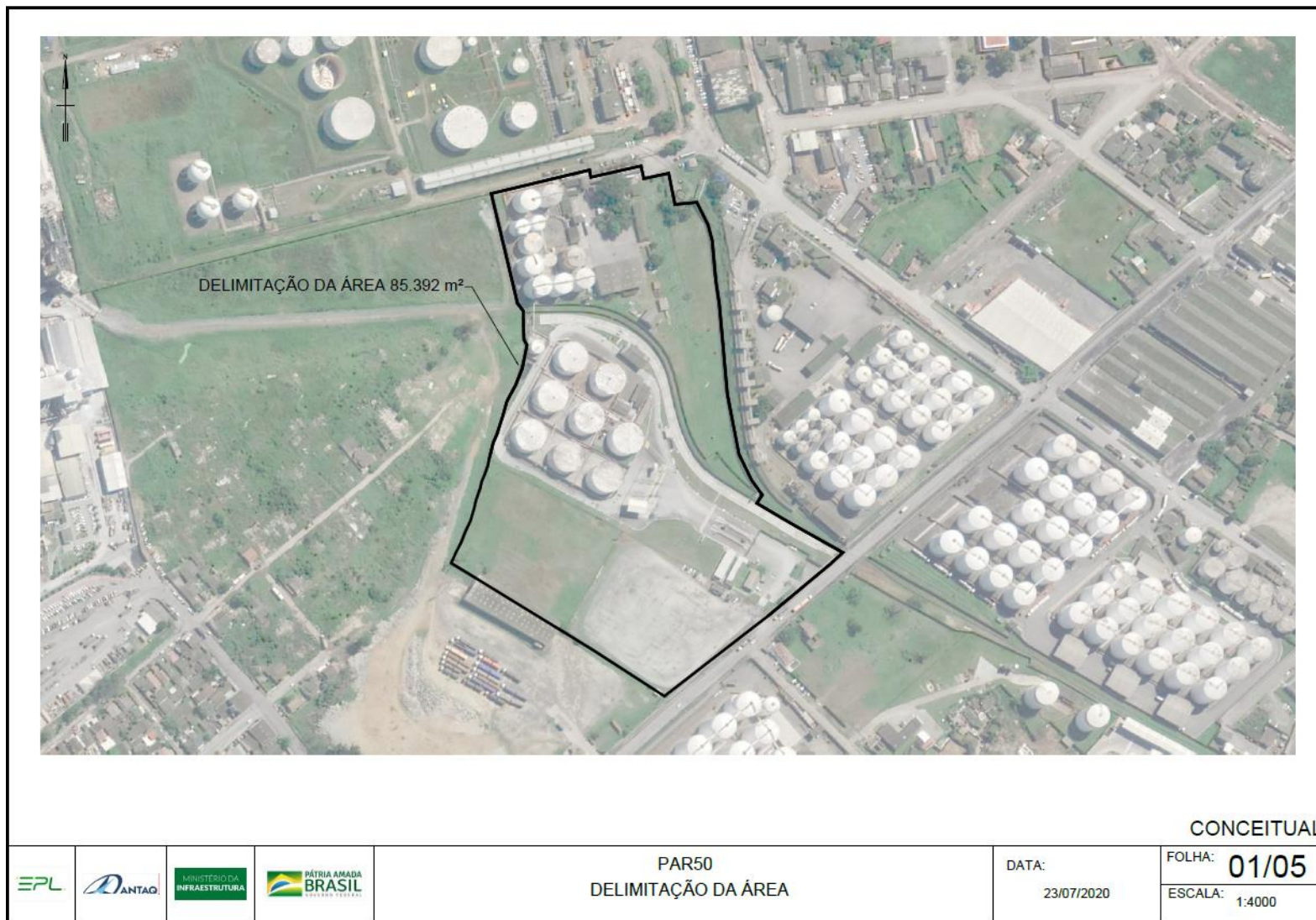
- ABNT, ou quando esses não estiverem disponíveis, padrões apropriados e internacionalmente reconhecidos, incluindo os listados acima sob o título “Requisitos de Projeto”;
- ISO;
- IMO;
- MARPOL;
- Autoridade Portuária;
- Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis – ANP;
- Corpo de Bombeiros local;
- Fornecedores Externos de Serviços Públicos, em conformidade com Códigos de Edificação e Construção nacionais e internacionais;

Além disso, o projeto obedecerá às edições mais recentes de todos os códigos e padrões de projeto aplicáveis estabelecidos pelas seguintes organizações:

- *European Committee for Standardisation (Eurocode);*
- *Permanent International Association of Navigation Congress (PIANC) BS 6349: Maritime Structures;*
- *ASTM International (American Society for Testing and Materials);*
- *Oil Companies International Marine Forum (OCIMF).*

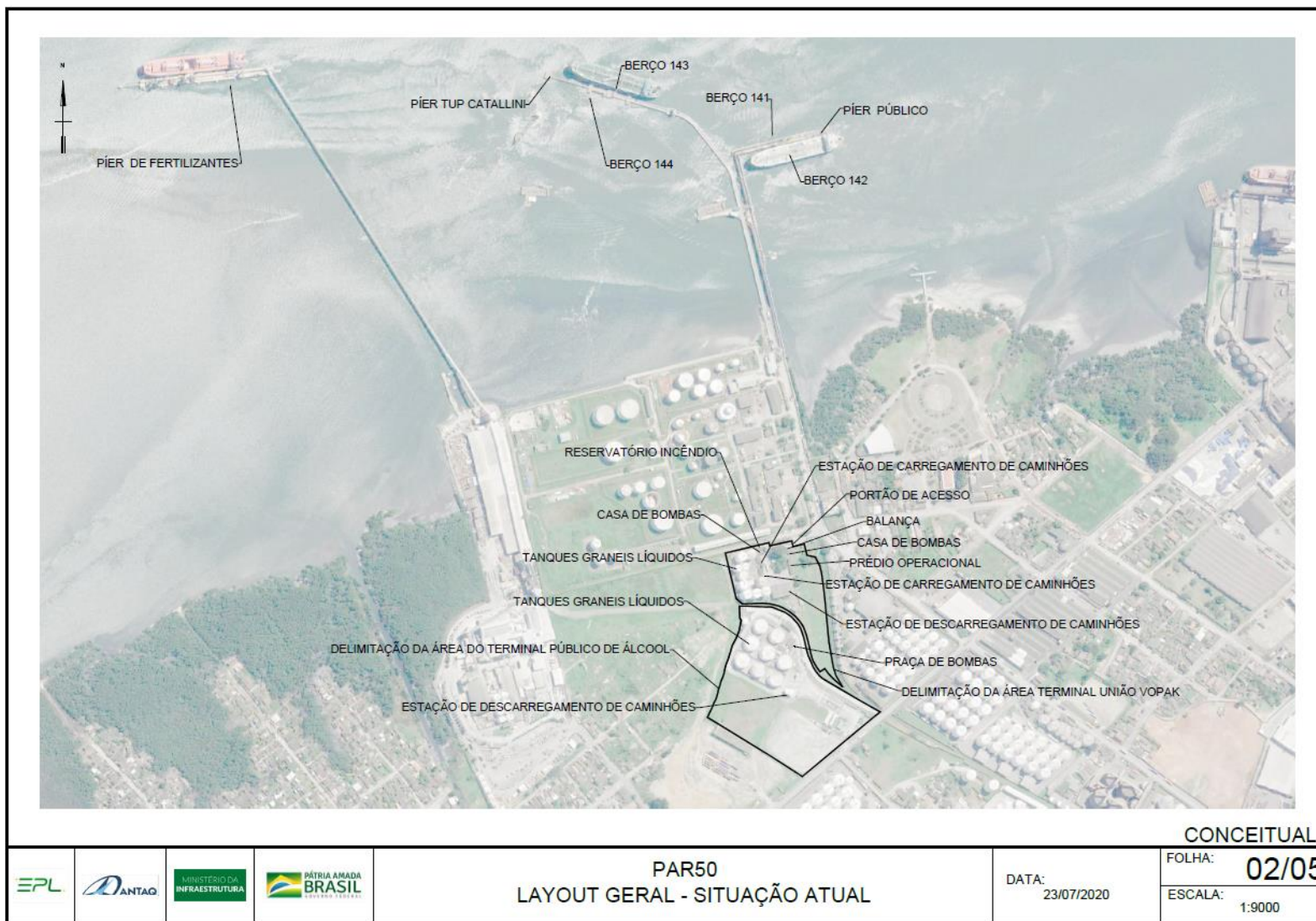
Seção C – Engenharia

Anexo C-1: Figura 1 - Delimitação da Área



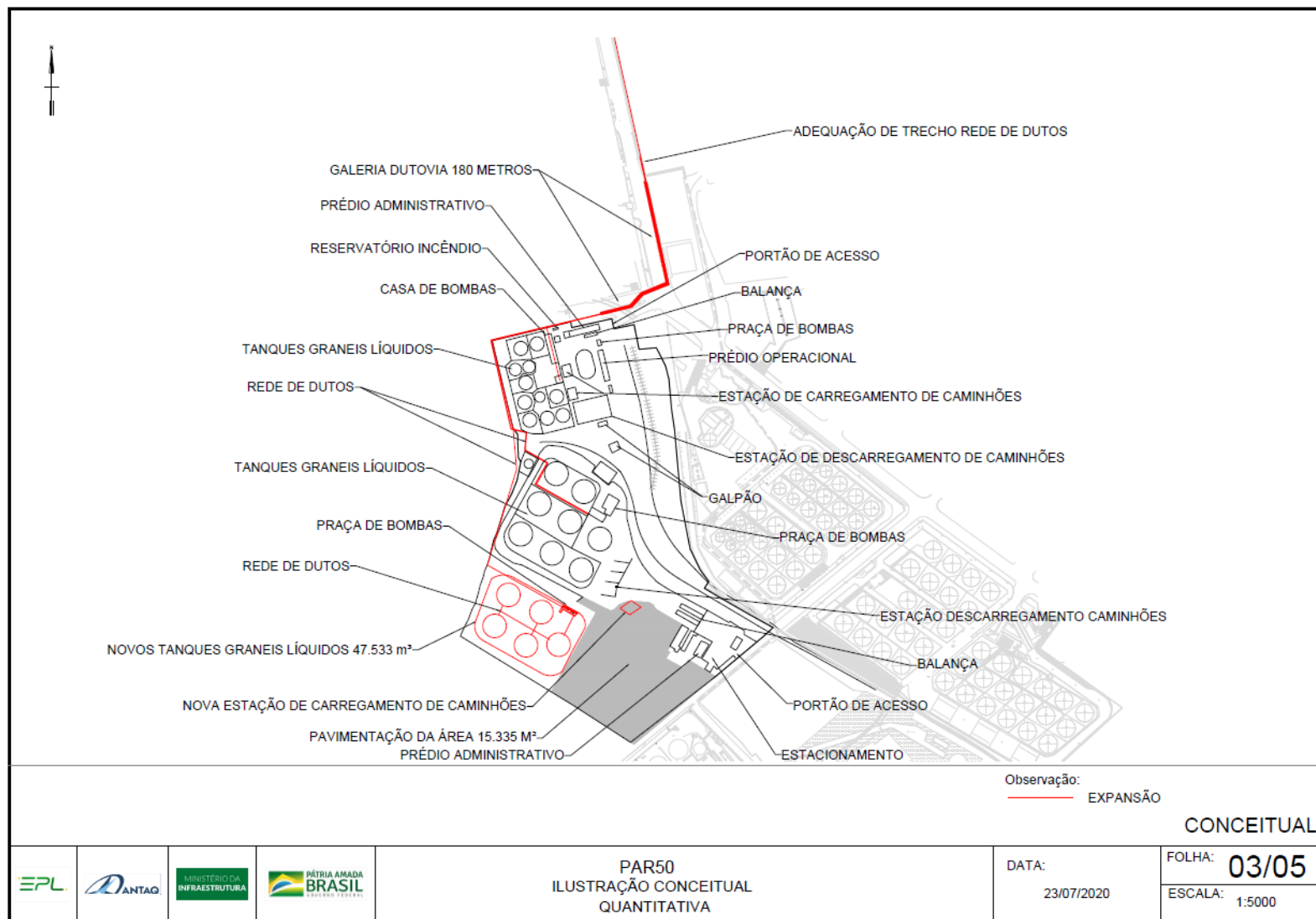
Seção C – Engenharia

Anexo C-1: Figura 2 - Layout Geral



Seção C – Engenharia

Anexo C-1: Figura 3 - Conceitual



Seção C – Engenharia

Anexo C-1: Figura 3 – Conceitual Geral

