
Seção C – Engenharia

1. Introdução

Esta seção apresenta os estudos de engenharia para o terminal de arrendamento **MUC04** localizado no Porto Organizado de Fortaleza, estado do Ceará. O estudo compreende reestruturação, ampliação e melhorias operacionais para exploração de área destinada à movimentação e armazenagem de cargas conteinerizadas, no âmbito do planejamento do Governo Federal.

O estudo de engenharia tem por objetivo dimensionar investimentos mínimos para atender a demanda projetada para o empreendimento e estabelecer a capacidade nominal estimada do terminal, tendo como referência as boas práticas de dimensionamento e as eventuais restrições identificadas.

Os investimentos previstos abrangem as estruturas retro portuárias, extensão de molhe e equipamentos de movimentação portuária.

Esse Relatório é iniciado com a descrição da área de interesse, através de uma sucinta exposição da atual infraestrutura instalada na região. Após apresentação das áreas, serão abordados três distintos subsistemas operacionais, seguindo a seguinte ordem, aquaviário, armazenagem e terrestre.

Em seguida, para cada subsistema apresenta-se o detalhamento dos investimentos necessários para operação do futuro terminal **MUC04**, assim como todos os indicadores de performance e capacidade almejada.

Na sequência é realizada a compatibilização da capacidade futura do empreendimento, ocorrendo a junção de todos os subsistemas envolvidos, apresentando os principais indicadores e projeção da capacidade limitante do terminal (Cálculo de Micro-Capacidade).

Por fim, apresentam-se os anexos contendo figuras elaboradas para o terminal e quadro resumo dos investimentos de Capex.

Seção C – Engenharia

2. Descrição da Estrutura Operacional

A área denominada **MUC04**, está localizada no Porto de Fortaleza, bairro de Mucuripe, Município de Fortaleza - CE.

Atualmente a operação de contêiner sofre com limitações operacionais, atuando em área limitada e descontínua, através de contrato de transição Nº 01/2022, compreendendo as instalações portuárias denominadas FOR39, FOR35 (parcial) e FOR27 (parcial) apresentada na Figura 1.

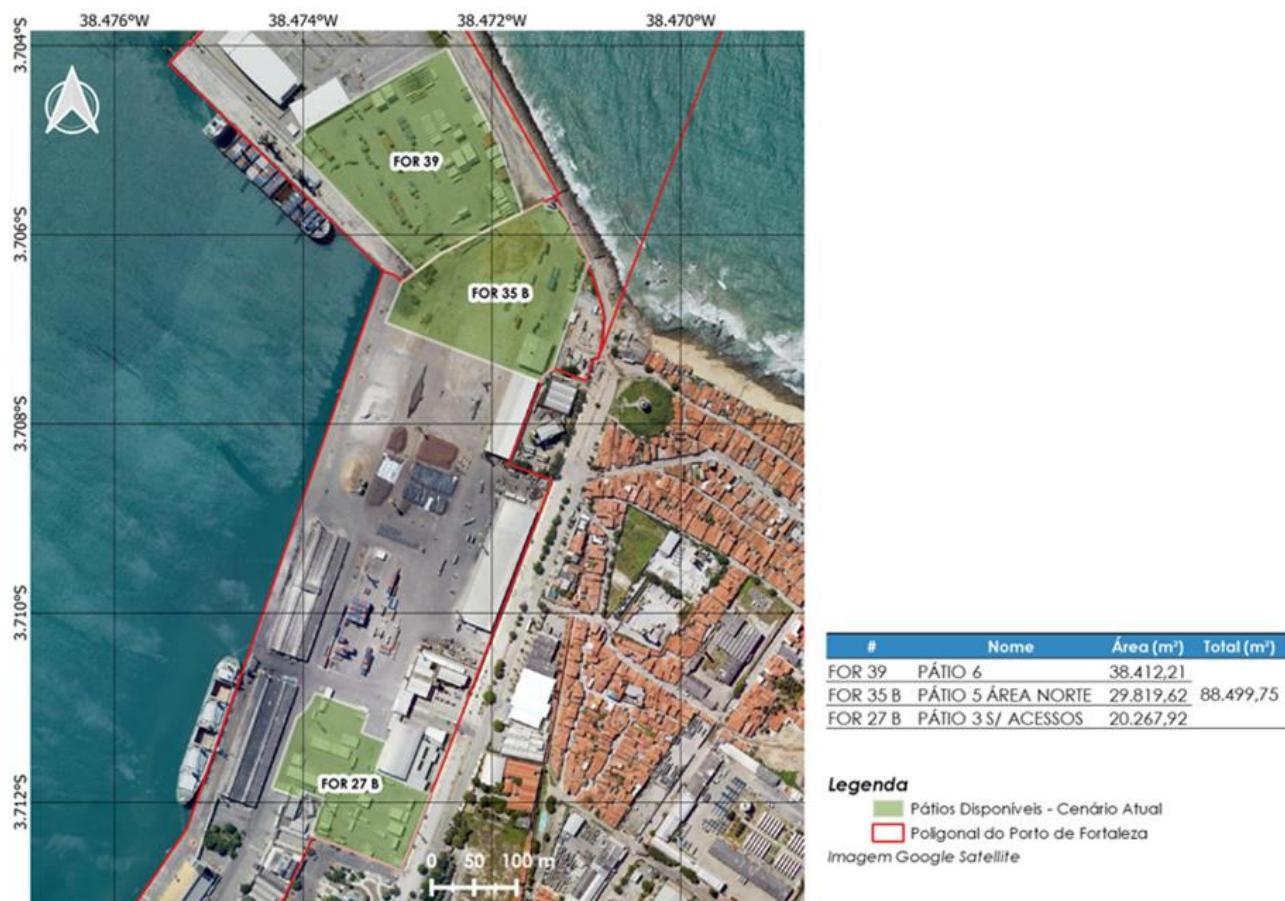


Figura 1: Áreas Contrato de Transição Nº 01/2022 – 88.499,75 m²

Fonte: Companhia Docas do Ceará

De acordo com o Plano de Desenvolvimento e Zoneamento – PDZ 2022¹ do Porto de Fortaleza, aprovado pela Portaria MInfra nº 1.498, de 10 de dezembro 2021, alterado por aprovação da Portaria MInfra nº 611, de 24 de maio de 2022 e Portaria MPOR nº 121, de 26 de abril de 2023, a área delimitada para o futuro terminal MUC04 possui proposta de zoneamento para “Carga geral”, a médio e longo prazo (Figura 2).

¹ Disponível para consulta no link: <https://www.gov.br/portos-e-aeroportos/pt-br/assuntos/transporte-aquaviario/planejamento-portuario/plano-de-desenvolvimento-e-zoneamento-pdz>

Seção C – Engenharia

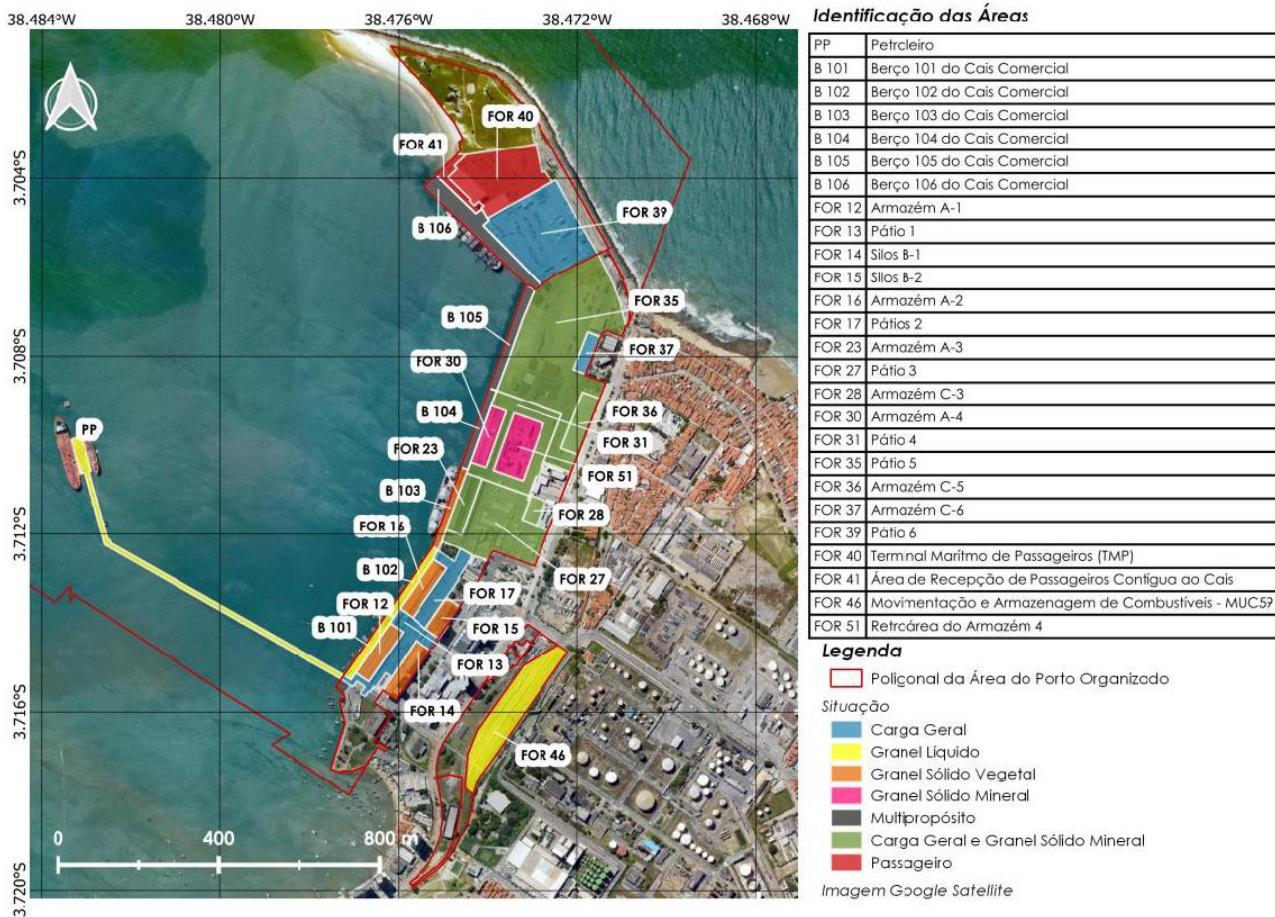


Figura 2: Áreas e instalações do Porto de Fortaleza – médio e longo prazo

Fonte: PDZ 2022 do Porto de Fortaleza

Com objetivo de otimizar a operação de contêiner no Porto de Fortaleza, atendendo o planejamento estratégico da Autoridade Portuária, a futura área a ser arrendada ao terminal **MUC04** será composta por instalações portuárias FOR35, FOR 36, FOR37, FOR39 e FOR38 (parcial).

A superfície total da área será de aproximadamente **125.112 m²** (cento e vinte e cinco mil, cento e doze metros quadrados). Para visualização da delimitação da área total, favor consultar *Anexo C-1: Figura 2 – Delimitação da Área*.

A área a ser arrendada ao **MUC04** será utilizada para armazenagem e movimentação portuária de cargas conteinerizadas, pelos tipos de navegação longo curso e cabotagem, nos sentidos de embarque e desembarque.

A área é caracterizada como *brownfield*, ou seja, já possui infraestrutura dentro da área do futuro terminal **MUC04**, portanto, o empreendimento será executado sobre terreno operacionalmente em atividade. Para visualização da área atualmente existente, favor consultar *Anexo C-1: Figura 1 – Layout Geral Existente*.

Seção C – Engenharia

DESCRÍÇÃO SUCINTA DOS INVESTIMENTOS

A futura arrendatária deverá realizar os investimentos mínimos necessários para exploração do Terminal **MUC04** com capacidade operacional para no mínimo **400 mil TEU/ano**, que incluem no mínimo:

I. Desenvolvimento do terminal

- a. Com vista a implantação de pátio de contêineres com no mínimo 1.816 *ground slot* e implantação das vias de circulação do terminal, deverá ser realizada: i) a pavimentação de pátio complementar em área não estruturada; ii) execução melhorias pavimento, rede elétrica, iluminação e combate a incêndio, para adequação dos pátios existentes;
- b. Com vista a recepção e expedição terrestre, deverá ser realizada: i) implantação de *gates*, de no mínimo 2 *gate in* e 2 *gate out*;
- c. Demolições de armazém e muros, realização de cercamento e construção de prédios administrativos em quantidade e especificações adequadas;

II. Equipamentos

- a. Aquisição de no mínimo 3 (três) MHC – *Post-Panamax*, com atendimento dos navios porta-contêineres;
- b. Aquisição de no mínimo 6 (seis) empilhadeiras – *Reach Stacker*, com capacidade de empilhamento mínimo 5 de altura;
- c. Aquisição de Plataformas com tomadas *reefer* para no mínimo 1.226 unidades;
- d. Obtenção de balanças, *scanners*, subestação, *spreaders*, *terminal-tractors* e semi-reboques, em quantidades e especificações adequadas.

III. Investimento em área fora do arrendamento

- a. Extensão do molhe do porto para combater a incidência das ondas swell.

Seção C – Engenharia

3. Subsistemas Operacionais

3.1. Sistema Aquaviário

Quanto ao sistema aquaviário, cabe inicialmente destacar que a dinâmica do comércio internacional tem passado por rápidas mudanças nas últimas décadas, e os portos brasileiros têm buscado adaptação a esse novo quadro competitivo. Em decorrência de iniciativas recentes como Programa Nacional de Dragagem e campanhas de dragagem empreendidas pelas autoridades portuárias, houve um acréscimo na capacidade aquaviária de recepção de navios da classe *Post-Panamax*, em que pese as principais rotas mundiais já contarem com navios da classe *Ultra Large Container Ships (ULCS)* ou *Triple E*.

Nesse sentido, os terminais especializados de contêineres têm buscado inserção nessa nova realidade, visando os futuros ciclos de aumento de capacidade aquaviária. Fato que tem motivado a atração de investimentos principalmente em estruturas de cais e modernos equipamentos para embarque e desembarque de contêineres compatíveis com essas novas classes de navios, além de pátios de estocagem que suportem a ampliação das consignações médias (lotes médios). Esse movimento salutar tende a aumentar a competitividade nos portos brasileiros com reflexos diretos em termos de ganho de eficiência e melhoria da logística nacional.

A figura a seguir ilustra o crescimento de embarcações porta-contêiner, suas dimensões e os anos de referência para o início de sua operação.

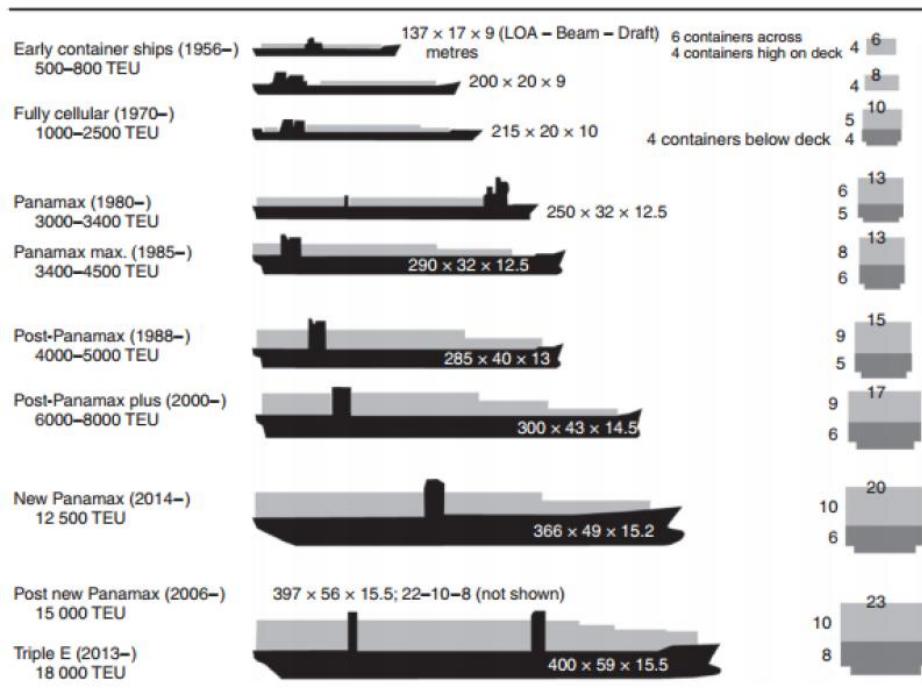


Figura 3: Evolução da frota de navios de contêiner em termos de dimensões e capacidade de carga
 Fonte: Thorense – Port Designer's Handbook, 3rd edition

Seção C – Engenharia

O Plano Mestre (2020) registra que o acesso aquaviário ao Porto de Fortaleza está descrito na carta náutica DHN-701. O canal retilíneo tem aproximadamente 3.500 metros de extensão e 160 metros de largura que conduz diretamente à bacia de evolução e é demarcado por 12 boias luminosas. No canal, o calado máximo permitido é de 11,0 metros e a velocidade abaixo de 10 nós, não sendo possível a realização de cruzamentos.

As características de cada um dos berços de atracação do Porto de Fortaleza são apresentadas na tabela a seguir:

Berço	Calado (1)	Porte Bruto (2)	Comprimento (3)	Boca (4)
101	NA	NA	NA	NA
102	5,0 a 7,0	50.000	232	30
103	10,3	50.000	232	30
104	11	60.000	232	30
105	11	60.000	232	40
106	11	50.000	239	35
201	10,4	50.000	222	33
202	10,4	60.000	222	33

Tabela 1 – Características operacionais e profundidade de projeto.

Fonte: CDC.

A área de arrendamento **MUC04** será atendida pelo cais comercial, berços 105 e 106, durante a vigência de contrato.

3.1.1. Investimentos Sistema Aquaviário

INFRAESTRUTURA DE ABRIGO PORTUÁRIO

Atualmente, em determinadas épocas do ano, os berços 105 e 106 sofrem com evento da natureza, em que se formam picos de ondas no mar, acarretando uma elevação da energia das ondas de longo período (*swell*), o que afeta negativamente a manobrabilidade das embarcações e operações dos navios atracados no Porto de Fortaleza.

A incidência das ondas *swell* no local pode ser mitigado através de intervenções para o prolongamento do molhe, reduzindo o impacto das ondas sobre o cais comercial e área remanescente do Porto. O futuro arrendatário realizará investimentos para a execução de obras de molhe no Porto de Fortaleza, com extensão estimada entre 400-500 metros, com uma inflexão em direção à parte interna da bacia portuária conforme ilustrado na Figura 4.

Seção C – Engenharia



Figura 4: Projeção do molhe imagem satélite
 Fonte: Elaboração própria (imagem Google)

Para as obras de ampliação de estrutura de abrigo (quebra-mar), importante atentar que os quantitativos são estimativos, cabendo aos licitantes a realização de projetos, englobando estudos de campo, coleta de dados junto a Autoridade Portuária e avaliações técnicas das estruturas existentes que se mostrem necessárias para subsidiar suas propostas de implantação da estrutura.

A coleta de dados junto a Companhia Docas do Ceará envolve obter informações suplementares sobre o atual sistema de atracação do porto, infraestrutura e instalações públicas, ocasião em que também poderá realizar inspeções, estudos e observações mais criteriosos, tais como projeto do molhe existente, batimetrias e sondagens do solo.

É primordial que a obra de abrigo seja compatível com canal de acesso do Porto, sem que haja interferência na navegação, sendo o projeto chancelado pela Autoridade Portuária e respectiva aprovação da Marinha do Brasil, conforme precedido pela NORMAM-11/DPC.

O projeto conceitual de extensão do molhe, com comprimento estimado entre 400 e 500 metros em direção ao canal de acesso, está ilustrado na Figura 5, com sobreposição de imagem na Carta Náutica.

Seção C – Engenharia

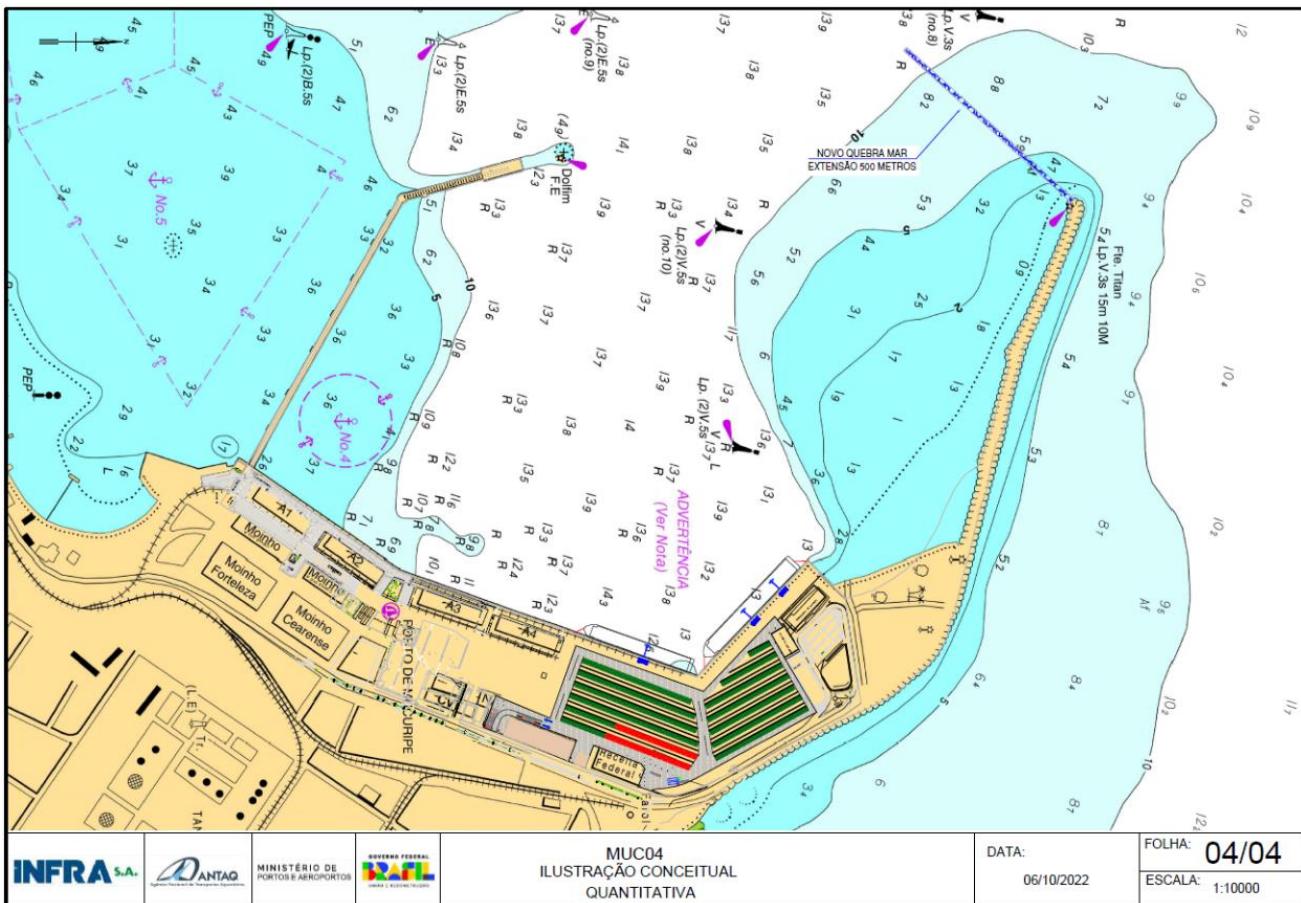


Figura 5: Projeção do molhe – Carta Náutica
Fonte: Elaboração própria (Carta Náutica DHN-701)

MHC - MODELO KONECRANES GOTTWALD

O futuro arrendatário realizará investimentos para aquisição de no mínimo 3 (três) MHC para operação de embarque e desembarque de contêineres, no intuito de alcançar parâmetros operacionais superiores aos observados atualmente no Porto de Fortaleza, alcançando prancha operacional de aproximadamente **17 unidades/hora** por equipamento.

O modelo do equipamento considerado na modelagem foi o MHC LHM 550.

Portanto, para o cálculo de capacidade do terminal foram considerados 3 MHC para operação simultânea em ambos os berços destinados ao arrendamento MUC04.

Os MHC deverão apresentar especificação técnica para navios *Post-Panamax*, com atendimento aos navios porta-contêineres. Para verificar o detalhamento de valores de *Capex*, favor consultar o *Anexo C2-investimentos previstos Capex*.

Seção C – Engenharia

3.1.2. Capacidade futura do sistema aquaviário

Com base nos investimentos previstos para o sistema aquaviário, incluindo os equipamentos para movimentação de contêineres na faixa de Cais, a presente modelagem apresenta a capacidade do terminal.

A taxa de ocupação de berço para o **MUC04** considerou as referências internacionais PIANC e UNCTAD para avaliação dos níveis aceitáveis de tempo de espera em terminais de contêineres. A PIANC indica que a melhor abordagem para estimar a capacidade do berço é usar a teoria das filas. No caso de terminais de contêineres, geralmente aceita-se uma relação de 10% entre o tempo de espera e o tempo de serviço. A UNCTAD apresenta o tempo de espera relativo ao terminal especializado com dois berços, indicando que o limite de ocupação do berço é de **53%**.

A **prancha média geral**, que corresponde à relação média de carga movimentada pelo período total de atracação, foi calculado para fase definitiva do projeto em aproximadamente **24 unidades por hora**, considerando a consignação média observada em 2018 de aproximadamente 1.000 unidades por navio, no porto de Fortaleza, a previsão de 1 hora de tempo não operacional por atracação (tempo médio para início de operação e tempo médio para desatracar) e prancha operacional de 25 unidades por hora, com 3 MHC para os dois berços.

A referência para estabelecer prancha operacional, ou seja, a produtividade horária de embarque/desembarque de contêineres no navio é de aproximadamente 17 movimentos/h.

Para fins de conversão de unidades, foi adotada a média observada dos complexos Portuários de Fortaleza, Pecém e Natal de 1,68 TEU por unidade de contêiner para todas as etapas do **MUC04**. O detalhamento da metodologia utilizada para a conversão de unidades está apresentado na Seção B – Estudo de Mercado.

Por fim, considerando os dados informados de número de berços, taxa de ocupação e prancha média geral, a **capacidade dinâmica** do sistema de embarque/desembarque anual do Terminal foi calculada com **400 mil TEU**.

3.2. Sistema de Armazenagem**3.2.1. Caracterização**

Atualmente os pátios que compõem a área de contêineres no Porto de Fortaleza, são regidas pelo contrato de transição Nº 01/2022 e corresponde área total de aproximadamente 88.499 m² (Figura 1).

Entretanto, apenas 68 mil m² de áreas disponíveis do contrato de transição serão disponibilizados ao terminal **MUC04**, sendo necessário a adição de outros pátios conforme mencionado anteriormente.

Para expansão e aperfeiçoamento do sistema de armazenagem do terminal **MUC04**, vislumbra-se a integração operacional das diversas subdivisões de pátio atualmente existentes no Porto de Fortaleza. De acordo com o planejamento de médio e longo prazo do PDZ do Porto de Fortaleza, a área do MUC04 será

Seção C – Engenharia

adensada com pátio remanescente FOR35 (pátio 5), FOR 36 (Armazém C-5), FOR37 (Armazém C-6) e FOR38 (área parcial), totalizando área de aproximadamente 125.112 m² (*Anexo C-1: Figura 2 – Delimitação da Área*).

Os três componentes principais que determinam a capacidade de processamento do pátio de contêineres são o tempo que os contêineres passam no terminal (tempo de permanência ou estadia), o espaço disponível para armazenamento (área de armazenamento) e a configuração de armazenamento (densidade de armazenamento).

Com relação a estadia da carga no terminal, esse elemento é utilizado para estimar a quantidade de vezes por ano o terminal tem capacidade de movimentar sua própria capacidade, também denominado giro de estoque do terminal. O giro médio ponderado calculado para o terminal **MUC04** é de **58 giros/ano**, estabelecido com base no histórico de tempo de permanência da carga nos terminais de contêineres e nos indicativos de potencial redução destes tempos de permanência das cargas. Esse parâmetro encontra-se descrito detalhadamente na *Seção B – Estudo de Mercado*.

No intuito de melhor definir a capacidade de armazenamento estática do terminal (capacidade estática), optou-se por realizar o desenho do layout geral do pátio, com base na área disponível, e definir os corredores apropriados e altura de empilhamento decorrente da opção de conjunto de equipamentos que serão utilizados no terminal. No presente caso, optou pelo uso de *Reache Stacker*, com capacidade de empilhamento mínimo de 5 de altura e *Terminal Tractor (TT)*. A capacidade estática total do terminal foi dimensionada com **9.080 TEU**.

3.2.2. Investimentos para operação e armazenagem

Com a realização de investimentos para sanar as necessidades apontadas, o terminal **MUC04** terá condições operacionais para disputar o mercado alvo indicado no estudo de demanda com os demais terminais de contêineres existentes na região.

Com vista a implantação de pátio de contêineres para no mínimo 1.816 *ground slot* e implantação das vias de circulação interna do terminal, bem como o alcance de capacidade estática de 9.080 TEU, deverão ser realizados as seguintes obras e aquisições:

- a. Obras de demolições;
- b. Pavimentação de pátio (retroárea)
- c. Melhorias pavimento, rede elétrica, iluminação e combate a incêndio
- d. Construção de prédios administrativos e *gates* de acesso
- e. Aquisição de Equipamentos
- f. Subestação

Seção C – Engenharia

Obras de demolição

Em função das características operacionais do terminal de contêineres e necessidade de junções de áreas atualmente operadas com distintas vocações, serão necessárias obras de demolições de muros e armazém, ativos que não foram utilizados na modelagem do estudo.

Armazém C-6

O Armazém C-6 está localizado na área FOR37, medindo aproximadamente 3.301,47 m², possui perfil de carga voltado para movimentação e armazenagem de carga geral e capacidade estática total de aproximadamente 12 mil toneladas. O futuro arrendatário realizará investimentos para a demolição da estrutura, com objetivo de ampliar a área destinada ao pátio de contêiners e via de circulação interna do terminal **MUC04**.

Demolição de muro

O futuro arrendatário realizará investimentos para a demolição de muros que interferem no novo sistema operacional proposto para o terminal MUC04. Para a junção de pátios e consolidação do terminal, será necessário realizar demolição de muros que dividem as instalações FOR 39, FOR35 e FOR38, além do muro localizado na projeção do futuro *gate* de acesso ao **MUC04**.

Construção de pátio (retroárea)

Tendo como premissa a ampliação de área de pátio para o futuro terminal **MUC04**, incluindo vias de circulação que possibilite um bom desempenho operacional para terminal de contêineres, a área atualmente ocupada pelo Armazém C-6 e FOR38 serão regularizadas e pavimentadas, passando a ser parte ativa do arrendamento. Para visualização do layout proposto para o terminal, consultar *Anexo C-1: Figura 3 – conceitual*.

Com essa expansão, será possível otimizar o arranjo organizacional do pátio, aumentando seu fator de eficiência m²/TEU, e possibilitará, juntamente com a estratégia de configuração do armazenamento (densidade de armazenamento), alcançar a capacidade de 1.816 *ground slot*.

A área FOR38 (4.264,98 m²) pertence à poligonal do porto organizado de Fortaleza conforme portaria MINFRA Nº 512/2019, Anexo C-1: Figura 2 – Layout existente.

O futuro arrendatário realizará investimentos para alteração da geometria da área FOR38, sendo parte dessa área incorporada ao terminal **MUC04** e a porção remanescente sendo destinada a duplicação do acesso ao Terminal Marítimo de Passageiros (TMP), conforme previsto no Acordo de Cooperação firmado entre a CDC, a Prefeitura Municipal de Fortaleza e o Governo do Estado do Ceará firmado em novembro de 2019.

Portanto, existem duas demandas de exploração para a área for 38, conforme ilustrado na Figura 6.

Seção C – Engenharia

- I. PREFEITURA MUNICIPAL DE FORTALEZA: 3º TRECHO DE REURBANIZAÇÃO DO ENTORNO DO PORTO DE FORTALEZA, MORRO SANTA TEREZINHA E AVENIDA VICENTE DE CASTRO: UTILIZAÇÃO DE PARTE DA ÁREA PARA A DUPLICAÇÃO DO ACESSO AO TERMINAL MARÍTIMO DE PASSAGEIROS.
- II. DIRETRIZES DE EXPLORAÇÃO DO PODER CONCEDENTE: UTILIZAÇÃO DE PARTE DA ÁREA PARA EXPLORAÇÃO POR MEIO DE ARRENDAMENTO PORTUÁRIO DE TERMINAL DE CONTÊINERES MUC04.



Figura 6: Projeção de exploração da área FOR38
Fonte: CDC

Melhorias pavimento, rede elétrica e iluminação e combate a incêndio

O investimento previsto tem como objetivo melhorar as condições operacionais e de tráfego de veículos e equipamentos, eliminando o acúmulo de água. As melhorias consideram os seguintes serviços:

- ✓ Remoção do pavimento existente;
- ✓ Instalação da nova infraestrutura de drenagem;
- ✓ Recomposição, regularização e compactação das camadas de base;
- ✓ Pavimentação em blocos intertravados; e
- ✓ Rede elétrica e iluminação.

Seção C – Engenharia

A Adequação do sistema de combate a incêndio da área de pátios consiste em serviços que contém tubos, conexões, válvulas, flanges caixas e acessórios, para adequação das áreas e atendimento as legislações vigentes, corpo de bombeiros etc.

Execução do novo prédio administrativo e Gates

A execução do novo prédio administrativo e Gates foram estimados com áreas aproximadas correspondentes ao porte da operação, tendo como referências terminais de contêineres.

Prédio Administrativo	m ²	625
Gates	m ²	378

Para visualização da delimitação dessas áreas consultar *Anexo C-1: Figura 4 – Layout Conceitual*.

Aquisição de Equipamentos

Em função do porte de operação do **MUC04** e tendo como referência terminais similares no país, foram dimensionados os tipos de equipamentos e quantitativos dos principais conjuntos em função da configuração de armazenamento (densidade de armazenamento). Os principais conjuntos de equipamentos se relacionam a organização do estoque e ao transporte entre o cais e o pátio, para os quais foram selecionados os equipamentos *Reach Stacker* e *Terminal Tractor*, respectivamente. De forma complementar serão também utilizadas empilhadeiras de vazios.

Para os *Reach Stacker* foram previstas 2 unidades para cada MHC, com vista a subsidiar as operações de embarque e desembarque e as operações de recepção e expedição terrestre, no total de 6 unidades para o pátio de estocagem. Para fins de altura de empilhamento, foi considerando equipamento com capacidade mínima de 5 de alto.

O conjunto formado pelo *Terminal-Tractor* (TT) com a carreta acoplada tem a função de fazer o transporte horizontal dos contêineres dentro do Terminal, formando o “carrossel” entre as pilhas de contêineres e o costado dos navios. O número de TT para alimentar/atender um MHC depende da produtividade e da distância entre as pilhas e o costado da embarcação. É um momento difícil da Operação “calibrar” bem o carrossel, mas o ponto principal é o MHC, que implica diretamente na produção do navio e não pode paralisar por falta de carga ou de TT. No presente caso, tendo como referência as orientações internacionais (PIANC) e terminais similares, foi adotada a relação de 4 TT's por MHC. Assim o terminal deverá contar com total de 12 TT e semi-reboques.

Para dimensionamento das tomadas para *reefers*, foi analisado o histórico de participação dessa carga nos Complexos Portuários de Fortaleza, Pecém e Natal. Assim, foi mantida essa proporção sobre a capacidade estática do terminal para fins de dimensionamento do número de tomadas, totalizando 1.226 unidades.

Seção C – Engenharia

Subestação

O futuro arrendatário realizará investimento para instalação e adequação de rede de distribuição que atenderá o terminal MUC04. O investimento a ser realizado engloba a realização de serviços de construção civil, aquisição de materiais e equipamentos referentes à construção da Subestação 69/13,8kv - 2x5/6,25MVA.

Tendo como principal objetivo, suprir o porto em infraestrutura de atendimento de energia elétrica para atender as demandas de usabilidade dos contêineres *reefer* (refrigerado). O investimento é justificado pelo aumento de demanda elétrica devido ao acréscimo de movimentação de contêineres refrigerados.

A justificativa técnica, potência de consumo e obrigações gerais relacionadas a subestação estão detalhadas no documento “Construção da Subestação rebaixadora 69KV” (anexo).

3.2.3. Capacidade futura do sistema de armazenagem

Caberá ao futuro arrendatário realizar os investimentos nas principais obras e aquisições relacionadas e demais sistemas necessários à operação do Terminal conforme descrito no item anterior.

Visto as características da carga, o sistema de armazenagem no presente caso compreende um grande pátio pavimentado a céu aberto, com demarcações das posições de contêiner no chão (*ground slot*) e espaços para trânsito de equipamentos.

Para dimensionamento da capacidade de armazenagem do **MUC04**, inicialmente faz-se necessário a escolha dos sistemas de manuseamento no Terminal, de forma a subsidiar o arranjo organizacional do pátio e a densidade de empilhamento. Os sistemas selecionados pelo perfil e porte do Terminal foram:

- *Reach Stacker*, para operações de empilhamento. Envolve a movimentação de contêineres para dentro e para fora das pilhas de contêineres, e
- Conjunto trator-reboque (Tractor-Trailer sets) para a movimentação horizontal de contêineres dentro do Terminal.

Para fins desse Estudo foram estabelecidos os quantitativos de **6 Reach Stacker**, com altura de empilhamento de 5 contêineres, e **12 conjuntos trator-reboque**, para contêiner de 40 pés ou 2 contêineres de 20 pés.

Destaca-se que os quantitativos e especificações técnicas dos equipamentos de pátio deverão ser estabelecidos pelo futuro arrendatário de forma a compatibilizar com a produtividade referencial de embarque/desembarque de contêineres no navio.

De acordo com a literatura técnica, foi estabelecido o arranjo conceitual do pátio com as demarcações das posições de contêiner no chão (*ground slot*), conforme apresentado no Anexo C-1, no total de **1.816 TEU**.

Seção C – Engenharia

A capacidade estática do Terminal, que é calculada pela multiplicação dos *ground slots* pela altura média de empilhamento, totaliza **9.080 TEU**.

O giro de estoque do terminal foi dimensionado com **58 vezes por ano**, conforme detalhado na Seção B – Estudo de Demanda.

De forma cautelar, foram considerados ainda o grau de empilhamento de **86%**, no intuito de otimizar a operação, deixando espaços vazios em cada seção da pilha contêiner de forma que o equipamento alcance o último contêiner da pilha movimentando os contêineres superiores. E considerando o índice de utilização de pátio de **80%** para atender fator de pico mensal em relação à média anual, com base no histórico observado dos Portos.

Por fim, considerando os dados informados de capacidade estática, giro anual e fatores de empilhamento e utilização, a capacidade dinâmica do sistema de armazenagem anual do **MUC04** na fase definitiva foi calculada com **360 mil TEU**.

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 custos de manutenção e seguros, detalhados na Seção D- Operacional.

Os Anexos C-1 apresentam o layout do Terminal e delimitação da área e o **Anexo C2- investimentos previstos Capex**, mostra o detalhamento dos valores unitários e quantitativos.

3.3. Sistema Terrestre

3.3.1. Caracterização

Rodoviário

Os *acessos* propostos foram divididos em *gate* de entrada (*gate in*) ou recepção para a entrada de caminhões e *gate* de saída (*gate out*) para caminhões que saem do terminal. O número de *gate* de entrada e saída necessários é determinado pelo nível de tráfego previsto para o terminal. Para o **MUC04** foram previstos **2 gate in e 2 gate out**.

Foi também previsto que os *gates* deverão contar com sistema de agendamento, para tornar mais célere o processo de entrada e saída de veículos do terminal, visto que tempo administrativo necessário para liberar o veículo é um dos fatores mais importantes no dimensionamento do conjunto de *gates* do terminal. Essa medida é primordial para que não ocorra filas em via pública, respeitando a boa relação Porto-Cidade.

Seção C – Engenharia

Para o dimensionamento do sistema rodoviário do terminal, que considerou o tempo médio de atendimento de 2,5 minutos/caminhão, é extremamente importante que o terminal busque modular seu tráfego exigindo que os caminhões que irão ao terminal façam pré-agendamento, de forma a limitar o número máximo de camiões por hora.

No interior do terminal, o arranjo organizacional do terminal deve evitar o cruzamento de veículos internos e externos, bem como evitar formação de congestionamentos.

Para visualização da locação do *gate* proposto na modelagem, consultar *Anexo C-1: Figura 3 – Layout Conceitual*.

3.3.2. Investimentos Sistema Terrestre

Os principais investimentos são:

- a. Implantação de *gate*
- b. Aquisição de equipamentos

Implantação de *gate*

Para o **MUC04** foram previstos a construção e operacionalização de 2 *gate in* e 2 *gate out*. A posição do *gate*, próximo ao armazém C-5, buscou aproveitar as irregularidades da área do terminal e mitigar risco de subaproveitamento do pátio de contêineres.

Aquisição de equipamentos para o sistema terrestre

A instalação de novas balanças está relacionada ao número de Gates, assim foram previstas as instalações de 4 balanças rodoviárias, sendo distribuídas duas nos Gates de entrada e duas nos Gates de saída.

Foram previstas as aquisições e instalações de dois Scanners para atendimento da futura demanda do **MUC04**.

3.3.3. Capacidade do sistema terrestre

Para cálculo de capacidade do sistema de recepção/expedição rodoviário, foi estimado o uso de **24 horas** de operação em 7 dias por semana, carga média de **1,68 TEU** por caminhão e tempo de movimentação por caminhão nos *gates* de **2,5 minutos**. De forma cautelar, foi estabelecido que a taxa de ocupação do sistema será no máximo de **50%**. Por fim, a capacidade dinâmica do sistema de recepção/expedição rodoviário anual do Terminal foi calculada com **400 mil TEU**.

O Anexo C-2 mostra o detalhamento de valores e quantitativos. Para detalhamento dos investimentos, consultar o **Anexo C2- investimentos previstos Capex**.

Seção C – Engenharia

4. 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 regra geral é definida pela menor das capacidades: a de movimentação no cais (sistema de embarque/desembarque) ou a de armazenagem da carga. Admitiu-se ainda que a capacidade de recepção ou expedição da carga no lado de terra não limitará a capacidade da instalação.

A capacidade dinâmica total anual do empreendimento passará a ser de **360 mil TEU**.

Seção C – Engenharia

CÁLCULO DE MICRO-CAPACIDADE

Arrendamento

MUC04

Terminal de Contêineres

	Unidade	Futuro				Notas
		Ano base	Fase 1	Fase 2	Fase 3	
Início do período		2022 <i>MHC Existente</i>	2025	2026-2027 02 MHC	2028-2049 03 MHC	
Sistema de Embarque/Desembarque						
Número de berços	#	2	2	2	2	1
Ocupação do berço	%	22%	53%	53%	53%	2
Percentual de tempo de berço alocado	%	63%	0%	98%	96%	
Prancha Média Geral	unid./h	13	0	16	24	
Fator TEU/unidades	TEU/unid.	1,85	0,00	1,68	1,68	
	mil TEU	60	0	250	400	
Capacidade anual dos berços	mil TEU	60	0	250	400	
Sistema de armazenagem						
Ground slot ("posições no chão")	TEU	1.089	0	944	1.816	
Capacidade estática do Terminal	TEU	5.443	0	4.720	9.080	
Grau de empilhamento	%	86%	0%	86%	86%	
Índice de utilização do pátio	%	80%	0%	80%	80%	
Dwell time (tempo de permanência médio)	dias	24,00	0,00	6,26	6,26	
Giro do estoque / ano	#/ano	15	0	58	58	
	mil TEU	57	0	190	360	
Capacidade de armazenagem dinâmica anual	mil TEU	57	0	190	360	
Sistema de Recepção/Expedição Terrestre						
Rodoviário						
Número de estações entrada	unid.	1	0	2	2	
Horas de operação por dia	h	24	0	24	24	
Carga por caminhão	TEU	1,85	0,00	1,68	1,68	
Tempo de movimentação por caminhão	min	5	0	2,5	2,5	
Dias de trabalho por semana	dias	7	0	7	7	
Taxa de ocupação de segurança	%	50%	0%	50%	50%	
	mil TEU	100	0	400	400	
Capacidade Recepção Rodoviária	mil TEU	100	0	400	400	
CAPACIDADE LIMITANTE DO TERMINAL	mil TEU	57	0	190	360	

Notas:

1 Considerando berços 105 e 106

2 Taxa de ocupação dos berços para terminais com linha dedicada, Monfort et al. (2011).

Tabela 2 - Capacidade do MUC04

Fonte: Elaboração Própria

Seção C – Engenharia

5. Parâmetros de Dimensionamento

O licitante vencedor 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 licitante vencedor 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 licitante vencedor, a ANTAQ 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 a 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 Marítima;
- Receita Federal;
- Corpo de Bombeiros local;
- Fornecedores Externos de Serviços Públicos, em conformidade com Códigos de Edificação e Construção nacionais e internacionais;
- PIANC.

A seguir, são apresentados os anexos.

Seção C – Engenharia

6. Anexos

O Anexo C-1 de engenharia contém as figuras elaboradas para delimitação das áreas em distintas fases de investimentos, além de layout do terminal no momento da assunção da área, os arquivos seguem a seguinte composição:

- ✓ **Anexo C-1: Figura 1 – Delimitação da Área**
- ✓ **Anexo C-1: Figura 2 – Layout Geral Existente**
- ✓ **Anexo C-1: Figura 3 – Layout Conceitual**
- ✓ **Anexo C-1: Figura 4 – Layout Conceitual ilustração Geral**

Para o detalhamento dos investimentos previstos foram elaboradas as planilhas orçamentárias contendo o resumo de itens abordados no estudo seguindo a seguinte organização:

- ✓ **Anexo C-2 – Investimentos Previstos Capex**

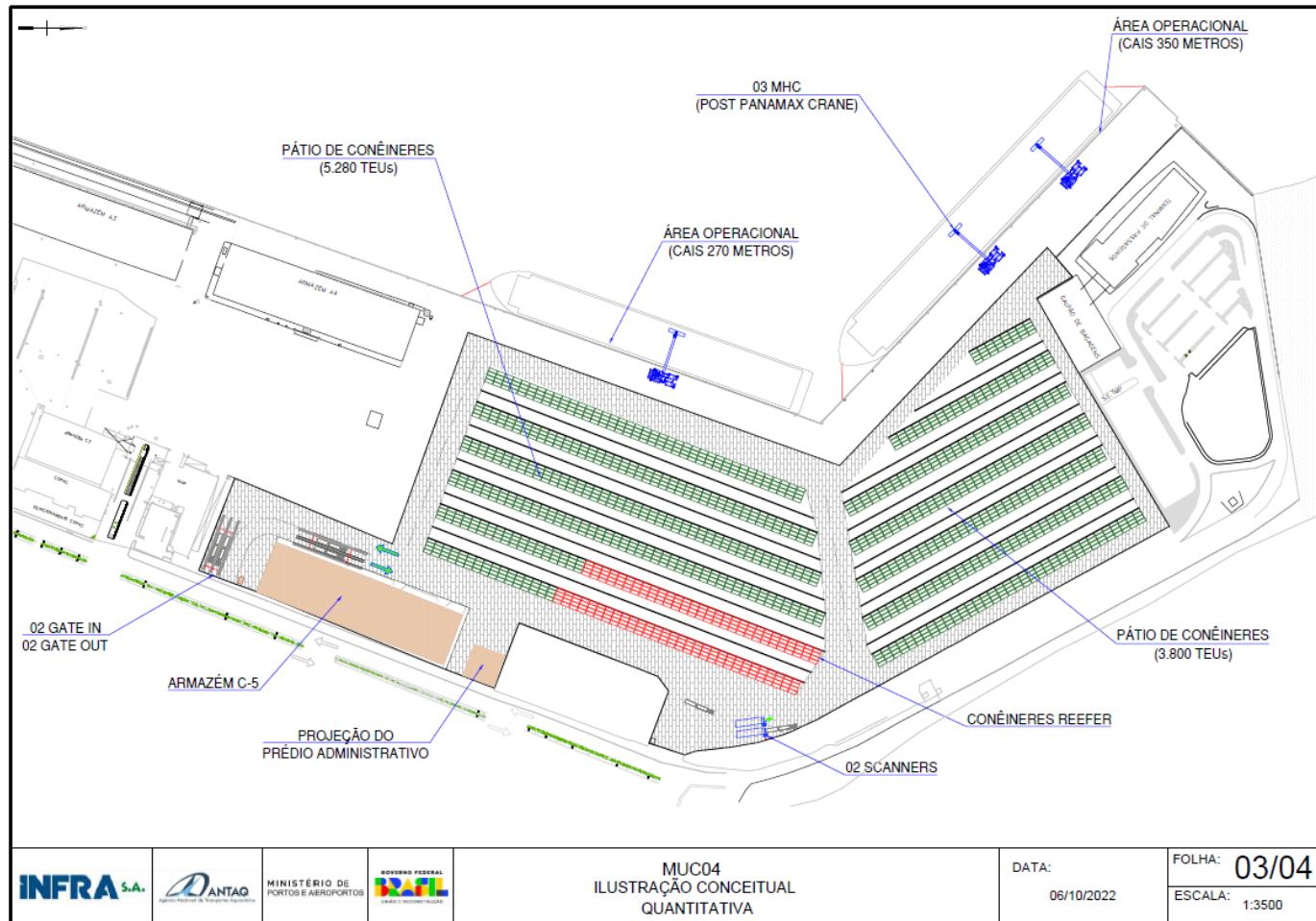
Seção C – Engenharia

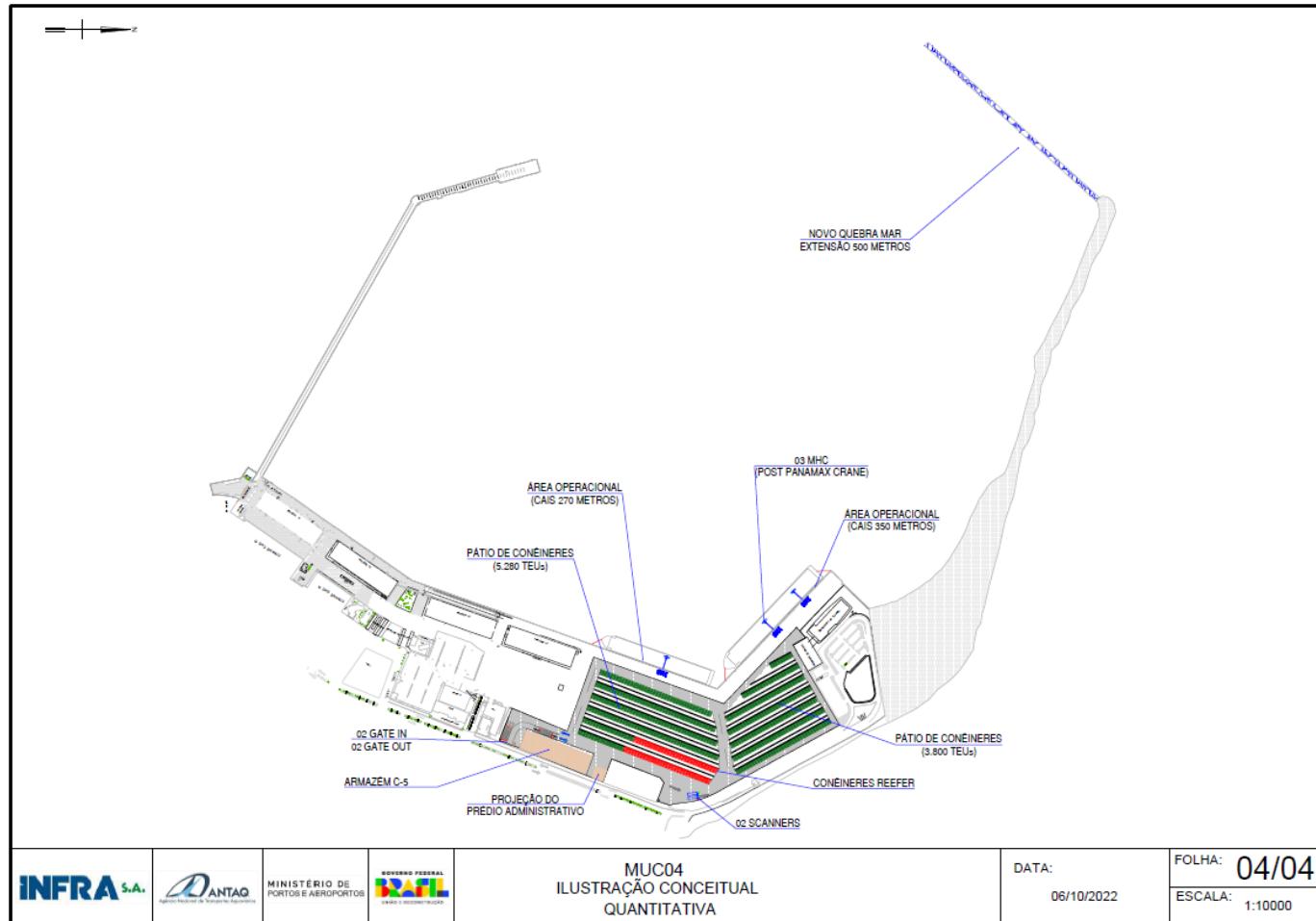
Anexo C-1: Figura 1 – Delimitação da área

Seção C – Engenharia

Anexo C-1: Figura 2 – Layout Geral Existente

Seção C – Engenharia

Anexo C-1: Figura 3 – Layout Conceitual

Seção C – Engenharia**Anexo C-1: Figura 4 – Layout Conceitual Ilustração Geral**

 Seção C – Engenharia

Anexo C-2 – Investimentos Previstos Capex

Descrição	Unidade	Quantitativo	Custo Unitário	Custo Total	1 ^ª Fase	2 ^ª Fase
					2025-2027	2028-2029
1 Desenvolvimento de Terminal						
1.1 Melhorias pavimento	m ²	23.252,24	111,95	2.603.071,22	R\$ 2.603.071,22	
1.2 Demolição Armazém C6	m ²	3.301,47	137,68	454.547,84	R 454.547,84	
1.3 Demolição de muro	m ³	195,40	82,73	16.165,44	R\$ 16.165,44	
1.4 Cercamento complementar externo	m	276,00	1.162,93	320.968,33	R\$ 320.968,33	
1.5 Cercamento complementar interno	m	295,00	72,74	21.456,90	R\$ 21.456,90	
1.6 Pavimentação Pátio - Área complementar	m ²	6.692,47	199,33	1.334.024,58	R\$ 1.334.024,58	
1.7 Sistema combate a incêndio complementar	m ²	61.179,00	53,48	3.271.737,54	R\$ 3.271.737,54	
1.8 Rede elétrica, iluminação	m ²	6.692,47	457,05	3.058.781,49	R\$ 3.058.781,49	
2 Edificações						
2.1 Prédio Administrativo	m ²	625,00	2.844,46	1.777.787,14	R\$ 1.777.787,14	
2.2 Gates	m ²	378,62	1.397,75	529.214,74	R\$ 529.214,74	
3 Equipamentos						
3.1 Empilhadeiras Reach Stacker	un	6,00	2.668.196,67	16.009.180,00	R\$ 16.009.180,00	
3.2 Empilhadeiras vazios	un	6,00	1.358.354,67	8.150.128,00	R\$ 8.150.128,00	
3.3 MHC Guindaste	un	3,00	27.622.012,50	82.866.037,50	R\$ 82.866.037,50	
3.4 Spreader MHC	un	3,00	436.614,00	1.309.842,00	R\$ 1.309.842,00	
3.5 Aquisição de Terminal-Tractor	un	12,00	485.126,67	5.821.520,00	R\$ 5.821.520,00	
3.6 Semi-reboques (trailers)	un	12,00	247.217,53	2.966.610,36	R\$ 2.966.610,36	
3.7 Plataformas com tomadas reefer	un	1.226,00	27.779,32	34.057.441,82	R\$ 34.057.441,82	
3.8 Balança rodoviária	un	4,00	161.194,10	644.776,38	R\$ 644.776,38	
3.9 Scanner móvel	un	2,00	10.700.071,31	21.400.142,61	R\$ 21.400.142,61	
3.10 Subestação e linha transmissão 69 kv	LS	1,00	12.620.810,92	12.620.810,92	R\$ 12.620.810,92	
4 Investimentos em área comum do Porto						
4.1 Extensão Quebra Mar	LS	1,00	19.202.113,65	19.202.113,65		R\$ 19.202.113,65
5 DEMAIS						
5.1 Contingências	%	5		10.921.817,92	R\$ 9.961.712,24	R\$ 960.105,68
5.2 Despesas Administrativas	%	5		10.921.817,92	R\$ 9.961.712,24	R\$ 960.105,68
6 TOTAL				240.279.994,31	R\$ 219.157.669,30	R\$ 21.122.325,01

Data-base: junho/2023