
Seção B – Engenharia

1. Introdução

Esta seção apresenta os estudos preliminares de engenharia sobre a área de arrendamento **POA01**, localizada no Porto de Porto Alegre-RS, destinada à implantação de empreendimento para movimentação e armazenagem de granéis sólidos vegetais.

2. Descrição da Estrutura Operacional Atual e Futura

A área de arrendamento **POA01** foi estudada para ser utilizada prioritariamente na armazenagem e movimentação de granéis sólidos vegetais.

Atualmente, o terminal segue um fluxo operacional de recepção rodoviária da carga, com descarregamento manual com pá, armazenamento nos silos disponíveis no terminal, e expedição rodoviária para distribuição no mercado interno.

No entanto, visando maior eficiência e capacidade de movimentação, projeta-se para o futuro terminal a possibilidade de haver a recepção e expedição da carga por via aquaviária, pelo tipo de navegação interior. Além disso, está previsto a instalação de dois tombadores, para descarregamento mais eficiente da carga de caminhões.

O berço 302, contíguo à área **POA01**, atualmente fora de operação, será o responsável pela movimentação hidroviária no terminal, devendo ser interligado ao terminal via correia transportadora.

O terminal possui estruturas e equipamentos da década de 60, estando, em geral, com estado de conservação bastante depreciado, conforme detalhado no Termo de Vistoria do terminal, em anexo ao presente estudo. Por isso, o terminal deverá passar por uma série de manutenções, reparos, trocas e reformas, para que possa ter eficiência e capacidade suficientes para atender à demanda da região.

Todos os equipamentos e edificações presentes na área serão herdados pelo arrendatário em suas atuais condições, sendo este o responsável pela revisão, manutenção, revitalização e modernização para o seu correto funcionamento.

As intervenções mínimas que a futura arrendatária deverá realizar serão: reforma e modernização de todas as estruturas; instalação de sistema de recepção e expedição hidroviária; e compatibilização dos equipamentos internos aos silos, visando o aumento da capacidade de movimentação do terminal.

Nos itens abaixo serão detalhados os elementos de infraestrutura, superestrutura e principais equipamentos, existentes e a serem implantados. Porém, registra-se que tal detalhamento possui caráter orientativo, cabendo à futura arrendatária a realização dos estudos necessários, bem como o projeto executivo da implementação do empreendimento, atendendo aos requisitos de capacidade, a serem descritos no item 4.

Seção B – Engenharia

2.1. Edificações

O terminal atualmente contém várias edificações, estando algumas desativadas, devido ao sucateamento do terminal com a extinção da empresa CESA, e a maior parte sem manutenção adequada. A seguir tem-se a listagem das estruturas, com a dimensão da área construída, e com a sugestão de intervenção de engenharia necessária para torná-las operacionais.

| Edificação | | Área (m ²) | Estado de conservação | Intervenção sugerida |
|-----------------------|--|------------------------|-----------------------|------------------------------|
| Guarita de controle | | 23,82 | H | Demolir e reconstruir |
| Estação de pesagem | Balança de concreto | 63,58 | F | Realizar reparo e manutenção |
| | Cabine de pesagem | 12,96 | F | Realizar reparo e manutenção |
| | Plataforma de caminhões | 54,90 | F | Realizar reparo e manutenção |
| | Laje de cobertura da cabine de pesagem | 80,00 | F | Realizar reparo e manutenção |
| Centro administrativo | | 296,67 | G | Realizar reparo e manutenção |
| Abrigo de veículos | | 110,71 | H | Demolir e reconstruir |
| Subestação | | 61,74 | H | Demolir e reconstruir |
| Refeitório | | 61,20 | H | Demolir |
| Depósito | | 45,90 | H | Demolir |
| Prédio dos silos | | 5.938,16 | F | Realizar reparo e manutenção |
| Moega rodoviária | Subsolo (-5,30) | 88,33 | E | Realizar reparo e manutenção |
| | Térreo | 106,32 | | |

Nota: o estado de conservação é descrito em índices conforme tabela Ross-Heidecke, indicando o seguinte estado para o bem: A – novo; B – entre novo e regular; C – regular; D – entre regular e reparos simples; E – reparos simples; F – entre reparos simples e importantes; G – reparos importantes; H – entre reparos importantes e sem valor

Tabela 1 – Edificações do terminal POA01 no Porto de Porto Alegre

Fonte: Elaboração própria com base no Termo de Vistoria

Toda a área do terminal é cercada com moirões de concreto e tela de arame, totalizando 595 m de extensão. As vias internas de circulação rodoviária possuem dimensão de 10.630,12 m², e são pavimentadas com paralelepípedos. O futuro arrendatário poderá realizar a manutenção da pavimentação, seguindo o estilo existente, ou realizar a troca para um tipo de pavimento mais moderno e de manutenção mais simples.

O terminal é servido por um desvio ferroviário de 550 m de extensão, atualmente desativado, que poderá ser demolido, e pelo berço 302 de 149,00 m de extensão, para o acostamento de navios com até 17 pés de calado (5,18 m), possuindo iluminação para operações noturnas.

O centro administrativo é de alvenaria rebocada, com azulejos no refeitório, laboratório e sanitários. O piso é de cerâmica nos sanitários, refeitório e corredores e tacos de madeira nas demais peças. As esquadrias são de alumínio e o prédio tem cobertura de fibrocimento. Tendo em vista que esta edificação foi

Seção B – Engenharia

construída entre 1962-1965, sem ter havido reformas importantes desde então, sugere-se a troca de todo o acabamento, assim como possíveis reparos na estrutura.

As demais construções como guarita de controle, estação de pesagem rodoviária, subestação, refeitório, depósito, e abrigo de veículos, são prédios de alvenaria e concreto, de padrão médio.

2.2. Silos

O prédio dos silos tem tecnologia alemã, tendo uma torre de serviços central e células de ambos os lados. As células são cilindro-cônicas, conjugadas entre si, de concreto com funil de descarga elevado, dispostas em 3 fileiras de 5 colunas e 3 fileiras de 6 colunas de cada lado da torre de serviços, totalizando 53 células. A seguir tem-se um croqui da distribuição das células.

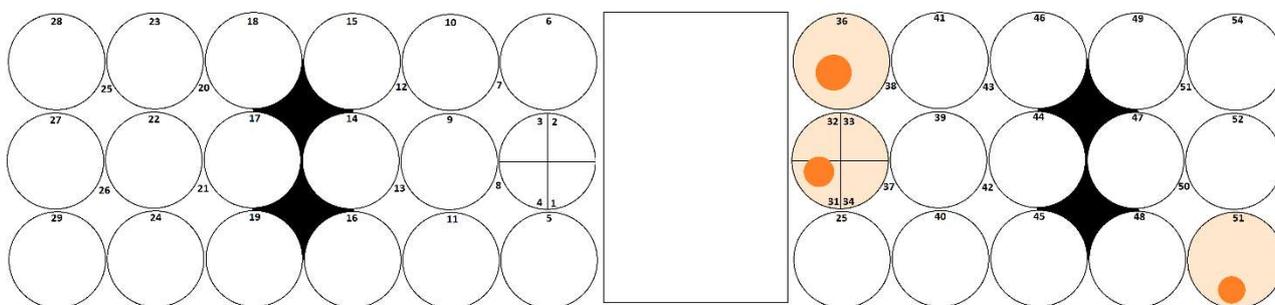


Figura 1: Distribuição dos silos no terminal **POA01**, constando selecionados os silos desativados (31, 36 e 53)

Fonte: elaboração própria

Na 1ª etapa, construída e concluída em 1962, o terminal operou com 16 células (691 m³ cada), 8 fatias de 2 quadripartidas (149 m³ cada) e 8 entrecélulas (173 m³ cada). O início das operações da ampliação ocorreu em outubro de 1965, denominada 2ª etapa, e nela foram incorporadas 15 células (663 m³ cada) e 6 entrecélulas (168 m³ cada). As células têm 23,40 m de altura na parte cilíndrica e 2,40 m de altura no fundo cônico e diâmetro de 6,00 m. Existem pequenas variações nas medidas da ampliação, o que provoca diferenças no volume.

A capacidade estática do terminal é, portanto, de **24.585 m³**, o que equivale a aproximadamente **18.750 t**.

O prédio dos silos possui uma altura de 51,70 m e as seguintes dimensões em cada pavimento:

| Pavimento | Dimensão (m ²) |
|---|----------------------------|
| 2° subsolo (-7,50 m) | 75,46 |
| 1° subsolo (-3,00 m) | 351,83 |
| Reservatório de água no 1° subsolo – 16.632 L | 20,25 |
| Térreo (0,00 m) | 2.236,94 |
| 2° pavimento (4,00 m) | 275,95 |
| 3° pavimento (8,25 m) | 275,95 |
| 4° pavimento (12,60 m) | 232,29 |
| 5° pavimento (16,95 m) | 232,29 |

Seção B – Engenharia

| | |
|--|--------|
| 6° pavimento (21,30 m) | 232,29 |
| 7° pavimento (25,65 m) | 200,73 |
| Galeria superior (30,00 m) | 808,67 |
| 9° pavimento (32,70 m) | 577,30 |
| 10° pavimento (38,60 m) | 200,73 |
| 11° pavimento (44,10 m) | 200,73 |
| Reservatório de água (48,97 m) - 31.000 L | 16,75 |

Tabela 2 – Dimensões dos pavimentos do prédio dos silos no terminal POA01
Fonte: CESA

Todas as células são equipadas com termometria e sensores de nível. Sobre as células existem terraços impermeabilizados e galerias de alvenaria cobertas com telhas de fibrocimento e sob as células, também em galeria, estão instalados equipamentos de inspeção, transporte horizontal e aspiração. Todas as células são elevadas do chão, possuindo funil de descarga por gravidade.

Devido ao grande número de células, células quadripartidas e entrecélulas, a armazenagem é bastante facilitada, permitindo tipificação e padronização de diferentes produtos.

Existe a possibilidade, inclusive, de operações de transilagem, onde o produto pode ser transferido de uma célula para outra. Todos estes compartimentos são estanques e permitem operações fitossanitárias sem perdas.

Em todas as células foram realizados trabalhos de adaptação que incluíram a instalação de eficiente aeração.

Na torre de serviços estão instalados equipamentos de transporte vertical/horizontal (3 circuitos básicos de 100 t/h), máquinas de limpeza, balança de fluxo, dutos de condução, sistemas de distribuição de produto, equipamentos de aspiração de pó, quadro de comando, escada, reservatórios de fluxo para grãos, reservatório de água, elevador monta-carga, para-raios e sinalização aérea. As esquadrias são todas metálicas e os vidros transparentes.

No presente estudo será considerado a substituição de todos os elevadores, correias transportadoras, e demais equipamentos acessórios, para permitir o aumento na capacidade de fluxo de carga, compatibilizando as estruturas dos silos com a capacidade de recepção e expedição da carga. Estima-se que, com a substituição, a velocidade atinja 600 t/h.

Além disso, deve ser realizado o reparo e manutenção de todos os equipamentos existentes, uma vez que foi identificado o estado de conservação “F” (necessidade de reparo entre simples e importantes) para a maioria dos itens.

2.3. Sistema de recepção rodoviária

Seção B – Engenharia

Na frente da torre de serviços fica a unidade de recepção rodoviária com 2 moegas. Nos fundos está instalada a unidade de recebimento rodo-ferroviário, que era para 2 vagões simultâneos. Devido a não mais utilização da via férrea, transformou-se em uma recepção somente para caminhões.

A recepção da carga, atualmente, é toda realizada por via rodoviária e os caminhões são pesados em balança-ponte, marca Ferrando, de 60 toneladas, sendo retirada uma amostra de cada carga para fins de identificação do produto. Então, o caminhão é direcionado ao recebimento na parte frontal do prédio dos silos (moega dupla) ou ao recebimento rodo-ferroviário nos fundos. Ambos funcionam de forma independente.

Está prevista a permanência de utilização apenas das duas moegas rodoviárias, na frente da torre de serviços, para realizar o recebimento rodoviário, e a alteração da moega rodo-ferroviária para realizar o recebimento da carga que chegará ao terminal por via hidroviária. Além disso, deverão ser instalados dois tombadores de caminhão, para permitir uma maior capacidade de recebimento rodoviário. Para tal, uma vez que não há espaço vertical suficiente acima das moegas, será necessário instalar os tombadores imediatamente após as moegas, com um prolongamento para permitir o caimento adequado da carga.

Das moegas, o produto é levado aos elevadores de caçambas da torre central através de “redlers” (transportadores de corrente). Os elevadores levam o produto até o pendular que o distribui nas células, células quadripartidas e entrecélulas mais próximas — de ambos os lados — e nas correias transportadoras que levam a todas as outras células e entrecélulas.

No recebimento rodoviário em frente à torre, o produto é levado pelo redler TC-09 até o pé dos elevadores de caçambas EL-05 e EL-06 que o conduzem até o distribuidor pendular.

Para as células, entrecélulas e células quadripartidas mais próximas, o produto vai por gravidade diretamente do distribuidor pendular:

- para as células 5 e 6, a célula quadripartida 1/2/3/4 e as entrecélulas 7 e 8 de um lado da torre; e
- para as células 35 e 36, a célula quadripartida 31/32/33/34 e as entrecélulas 37 e 38 do outro lado da torre.

Também do pendular, o produto é conduzido às correias transportadoras CT-5b e CT-025 de um lado e CT-05a e CT-32 do outro. Estas correias possibilitam a estocagem dos grãos nas demais células e entrecélulas de cada lado da torre central.

No recebimento rodoviário nos fundos da torre, após a moega rodo-ferroviária existem 9 saídas. O produto é recolhido através de um longo redler TC-07 até um redler inclinado TC-08 que conduz o produto até o pé dos elevadores de caçambas EL-03 e EL-05, que o conduzem até o distribuidor pendular.

A capacidade nominal do sistema de recepção e expedição atualmente é de 100 t/h. Porém, os redlers, correias transportadoras e elevadores de caçambas trabalham numa cadência de 70 t/h. Com a reforma

Seção B – Engenharia

prevista, espera-se que seja capaz de atingir 300 t/h de movimentação por ponto de carga/descarga, sendo 600 t/h somando os dois pontos.

2.4. Sistema de expedição rodoviária

Atualmente, a expedição da carga movimentada no terminal é realizada integralmente por via rodoviária.

A expedição pode acontecer de forma direta, a partir das células 15 e 49, ou utilizando os elevadores de caçambas e distribuidor pendular, conforme descrito adiante.

Nas demais células, o produto passa pelas correias transportadoras CT-06a e CT-6b, o produto é conduzido aos elevadores de caçambas EL-02, EL-03, EL-05 e EL-06 e deles ao distribuidor pendular. A partir daí é distribuído nos reservatórios de pesagem, de onde segue diretamente para a expedição.

Os caminhões carregados passam, por fim, na estação de pesagem para serem pesados, e posteriormente são liberados na guarita de controle.

2.5. Sistema de recepção e expedição hidroviária

O terminal possuía estrutura de recepção/expedição hidroviária instalada, para movimentação através do berço 302, no entanto, devido ao sucateamento, ela foi retirada. Por isso, será necessário realizar todas as instalações necessárias para permitir a recepção e expedição hidroviária.

Projeta-se, para o **POA01**, que a recepção hidroviária seja realizada por meio de guindaste com grab, seguido de moega, elevador de caçambas e transportador de corrente.

Para a expedição hidroviária, projeta-se que seja realizada por meio de um transportador de correntes, com um funil de descarga final.

Ambos os sistemas de recepção e expedição podem ser conjuntos, aproveitando da mesma infraestrutura, visando a otimização de custos, conforme desenhos esquemáticos abaixo.

Seção B – Engenharia

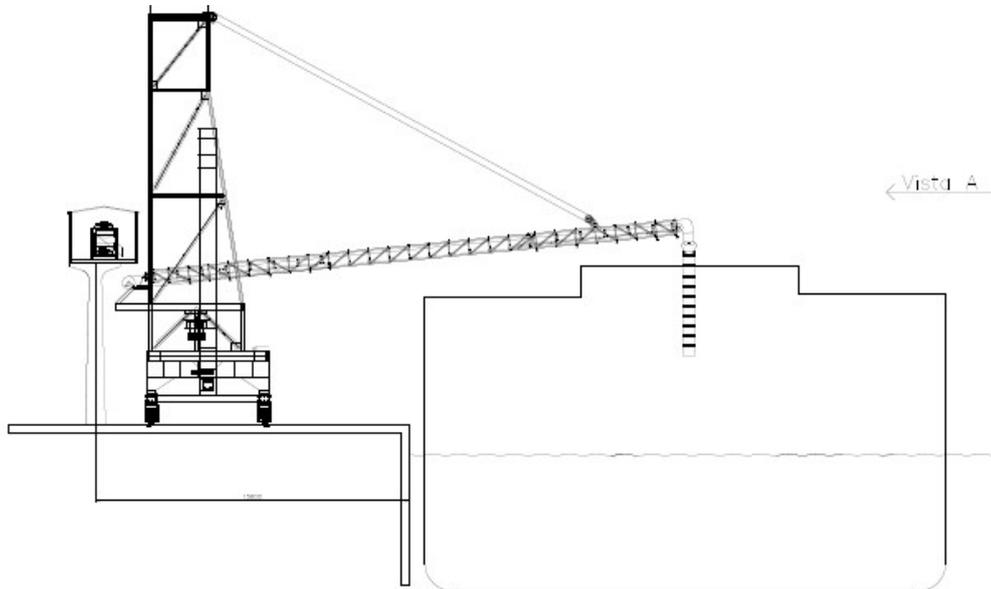


Figura 2: Desenho esquemático da estrutura de expedição hidroviária para o **POA01**
Fonte: Proposta de orçamento encaminhada pela empresa Safra Indústria Metalúrgica Ltda

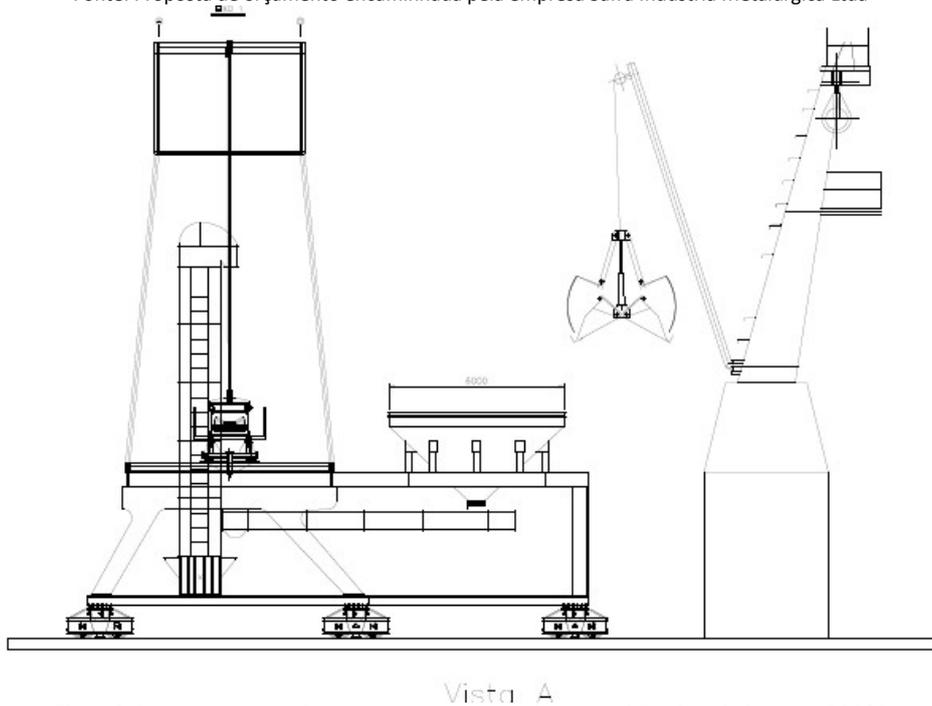


Figura 3: Desenho esquemático da estrutura de recepção e expedição hidroviária para o **POA01**
Fonte: Proposta de orçamento encaminhada pela empresa Safra Indústria Metalúrgica Ltda

As especificações do sistema estão descritas abaixo:

- 1 galeria fechada 3,0 x 3,0 x 100 m de comprimento;
- 2 CT 36" dupla com 50 m de comprimento cada, capacidade de 600 t/h para produto com peso específico de 750 kg/m³;
- 1 torre de transferência móvel para carregamento e descarregamento de navios;

Seção B – Engenharia

- d) 1 CT 36" com 28 m de comprimento, capacidade 600 t/h para produto com peso específico de 750 kg/m³;
- e) 1 funil de descarga final com estrutura para pé de pato. Sistema sem emissão de particulados;
- f) 1 Elevador de Caçambas modelo 750 x 24" com 16 m de altura, capacidade 600 t/h para produto com peso específico de 750 kg/m³;
- g) 1 Transportador de Corrente modelo 500 x 600 com 9 m de comprimento, capacidade 600 t/h para produto com peso específico de 750 kg/m³;
- h) 1 Moega 6,0 x 6,0 x 3,0, capacidade 60 m³.

3. Capacidade de Movimentação e Armazenagem

3.1. Capacidade de armazenagem

Com o intuito de estimar a capacidade dinâmica do sistema de armazenagem, faz-se necessário definir o giro de estoque do terminal. E para se chegar ao valor do giro, utiliza-se a metodologia criada pela Agência Nacional de Transportes Aquaviários - ANTAQ para elaboração de estudos de viabilidade simplificados. Em sua metodologia, foram considerados os três cenários abaixo para definição do giro do terminal:

- Giro anual de 12 (tempo médio de 30 dias de armazenagem) = baixa eficiência;
- Giro anual de 18 (tempo médio de 20 dias de armazenagem) = média eficiência; e
- Giro anual de 24 (tempo médio de 15 dias de armazenagem) = alta eficiência.

Considerando que o terminal **POA01** é de pequeno porte, caracteriza-se como *brownfield*, passará por reformas para adequar sua capacidade dinâmica para atender ao mercado, e que a sua movimentação é do tipo hidroviária, com consignação média baixa em relação ao que se é praticado em movimentação aquaviária, entende-se como razoável o seu enquadramento como um terminal de baixa eficiência.

Desse modo, será previsto um giro de 12 para o terminal **POA01**.

Considerando que os silos instalados no terminal **POA01** possuem a capacidade estática de 18.750 t, e haverá um giro de estoque de 12, estima-se uma capacidade dinâmica de **225.000 t por ano**.

3.2. Capacidade de recepção e expedição rodoviária

No terminal **POA01** deverá haver dois pontos de carregamento rodoviário, e dois pontos de descarregamento rodoviário, situados no mesmo espaço físico, com uma estimativa média de movimentação de 300 t/h por ponto. A carga média por caminhão é de 40 t (carreta LS de 32 toneladas, bitrens de 37 toneladas, e rodo-trens: 50 toneladas), por isso, o carregamento/d Descarregamento deverá durar em média 8 min.

Tendo em vista a necessidade de (i) pesagem do caminhão na balança rodoviária, com amostragem para identificação da carga, (ii) liberação de acesso e saída do caminhão na guarita de controle, e (iii)

Seção B – Engenharia

posicionamento do caminhão nas vias internas do terminal, estima-se que o tempo total que o caminhão deverá levar para entrar, ser carregado/descarregado, e sair, deva durar aproximadamente 20 min.

Desse modo, estima-se que seja possível haver a movimentação de 6 caminhões por hora, o que significa uma capacidade de 240 t/h. Considerando a operação 24h por dia, 30 dias por mês, a capacidade dinâmica do sistema de recepção e expedição rodoviária ficará em **2.102.400 t por ano**, muito acima da capacidade do sistema de armazenagem. Por isso, a capacidade de movimentação rodoviária não deverá ser limitante na capacidade do terminal.

3.3. Capacidade de recepção e expedição hidroviária

As estruturas do terminal **POA01** deverão permitir uma velocidade de expedição e recepção de 600 t/h, através do berço 302, o qual será dedicado apenas a este terminal.

Considerando que se trata de um porto de navegação interior, projeta-se que as embarcações sejam pequenas, com navios de 5.000 a 10.000 toneladas e barcas de 3.000 a 5.000 toneladas.

Desse modo, o sistema permitirá o embarque e desembarque em um intervalo de tempo entre 5 h e 17 h, a depender da consignação da embarcação, e da prancha efetiva que será realizada.

É plenamente possível que o terminal **POA01** realize 1 atracação por dia, no entanto, visto que o terminal é de pequeno porte, com um giro de estoque estimado de 12, para fins de cálculo de capacidade dinâmica será considerado uma movimentação máxima equivalente a 4 embarcações por mês para embarque, e 4 embarcações por mês para desembarque.

Considerando uma consignação média das embarcações de 6.500 t, estima-se uma capacidade dinâmica de embarque de 312.000 t por ano, e uma capacidade dinâmica de desembarque de 312.000 t por ano.

4. Capacidade Dinâmica Futura do Terminal

Após analisar as capacidades individuais de cada sistema do processo operacional do empreendimento, parte-se para a estimativa da capacidade dinâmica do Terminal, que regra geral é definida pela menor das capacidades: a de movimentação no cais (sistema de embarque/desembarque), a de armazenagem da carga, ou a de recepção/expedição rodoviária.

Passando-se agora à memória de cálculo para estimar a capacidade dinâmica do terminal, percebe-se que a capacidade de armazenagem é o sistema mais restritivo. A tabela a seguir mostra a capacidade dinâmica total do empreendimento estabelecida em **225.000 t**, a partir do segundo ano contratual.

| Cálculo da capacidade dinâmica | | |
|---|---------|---------------|
| Arrendamento | POA01 | |
| | Unidade | Após 2023 |
| Sistema de Recepção e Expedição Hidroviária | | Pier Marítimo |
| Número de berços | # | 1 |

Seção B – Engenharia

| | | |
|--|----------------|------------------|
| Ocupação máxima do berço | % | 65% |
| Porcentual do tempo de berço alocado | % | 11,87% |
| Taxa de embarque/desembarque | t/h | 600 |
| Capacidade anual de embarque | t | 312.000 |
| Capacidade anual de desembarque | t | 312.000 |
| Capacidade de armazenagem | | |
| Capacidade estática volumétrica | m ³ | 24.585 |
| Capacidade estática em tonelada | t | 18.750 |
| Giro de estoque | | 12 |
| Capacidade de armazenagem anual | t | 225.000 |
| Sistema de Recepção e Expedição Rodoviária | | |
| Número de estações de carregamento | unid. | 2 |
| Número de estações de descarregamento | unid. | 2 |
| Horas de operação por dia | h | 24 |
| Carga por caminhão (média) | t | 40 |
| Capacidade por ponto | t/h | 300 |
| Tempo de operação e manobra por caminhão | min | 20 |
| Capacidade de recepção e expedição rodoviária | t | 2.102.400 |
| Capacidade dinâmica do terminal | t | 225.000 |

Tabela 3: Capacidade do Empreendimento POA01 no Porto de Porto Alegre

Fonte: Elaboração própria

5. Parâmetros de Dimensionamento

O Arrendatário será responsável pela manutenção da infraestrutura, e pelas benfeitorias necessárias para operacionalizar o terminal, sendo que os investimentos realizados em áreas e instalações portuárias licitadas por meio de estudos em versão simplificada correrão por conta e risco dos interessados, sem direito a qualquer tipo de indenização ao término do contrato, nos termos do Art. 3º da Resolução nº 7.821-ANTAQ.

Porém, na hipótese de interesse público na aquisição de bens decorrentes de investimentos realizados em áreas e instalações portuárias licitadas por meio de estudos em versão simplificada, caberá ao vencedor da licitação a obrigação de indenizar o antigo titular pela parcela não amortizada dos investimentos realizados em bens afetos ao arrendamento.

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 que se fizerem necessárias.

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 quaisquer melhorias do terminal deverá obedecer 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):

Seção B – Engenharia

- 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;
- Corpo de Bombeiros local;
- Fornecedores Externos de Serviços Públicos, em conformidade com Códigos de Edificação e Construção nacionais e internacionais;
- PIANC.