



PÁTIO DE GUARAÍ

Terminal de Minério



TERMINAIS
INTELIGENTES

VOLUME IV OPERACIONAL



SUMÁRIO VOLUME IV OPERACIONAL

1. Introdução	1
2. Concepção do Modelo Operacional	1
2.1. Layout do Terminal	2
2.2. Descrição das atividades	7
3. Dimensionamento Operacional	9
3.1. Sistema de recepção	10
3.2. Sistema de Armazenagem	13
3.3. Sistema de Expedição	19
4. Custos e Despesas Operacionais	27
4.1. Custos Fixos	28
4.2. Custos variáveis	37





1. Introdução

Esta seção apresenta a visão operacional de área localizada no Pátio de Guaraf para a instalação e o funcionamento de um terminal ferroviário/estação de transbordo destinado a receber, armazenar e movimentar graneis sólidos minerais, envolvendo o carregamento de vagões na Ferrovia Norte-Sul - FNS, trecho subconcedido à empresa Ferrovia Norte-Sul S/A.

O Estudo Operacional tem como objetivo emular o desenho da operação do terminal previsto ao longo do horizonte contratual. O estudo fornece subsídios para a avaliação de capacidade de operação do terminal, para a definição de investimentos e desempenho operacional para o horizonte de concessão.

2. Concepção do Modelo Operacional

De modo a subsidiar a definição do modelo operacional do terminal, foi realizada ampla pesquisa e reuniões com operadores de terminais análogos ao pretendido para o Pátio de Guaraf. A partir dessa pesquisa, observou-se que, em operações similares de transbordo rodoferroviário, a operação de manuseio do minério acontece, basicamente, utilizando-se caminhões basculantes e máquinas pás carregadeiras.

O minério é encaminhado ao terminal por meio de caminhões basculantes, que depositam o material dentro da área destinada à armazenagem e, em sequência, as pás carregadeiras são responsáveis pela remonte das pilhas e carregamento dos vagões. Segue figura ilustrativa do modelo esquemático proposto:



VOLUME IV OPERACIONAL

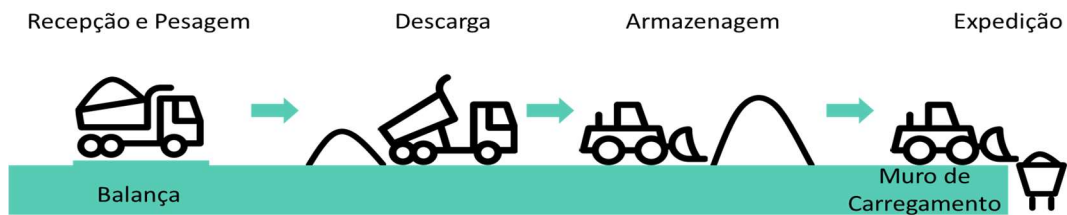


Figura 1 - Modelo esquemático de um terminal de transbordo de minério rodo-ferro

A partir deste desenho conceitual, foi realizado o dimensionamento de equipamentos e mão de obra necessários à operação do terminal, levantando os respectivos custos e demais fatores que impactam na previsão de investimentos e desempenho operacional.

2.1. Layout do Terminal

Abaixo segue o layout conceitual do terminal.



Figura 2 – Layout Conceitual do Terminal de Minério no Pátio de Guarai



2.1.1. Área do terminal

A área delimitada para implantação do terminal totaliza 8,23 ha, conforme poligonal apresentada na figura abaixo.



Figura 3 - Área destinada à implantação de Terminal de Minério no Pátio de Guarai

A dimensão proposta para a área se justifica, principalmente, pelo fato de que o comprimento do lote adjacente à linha de carregamento deve ser compatível com o trem tipo disponibilizado, vislumbrando assim menor necessidade de manobras e, conseqüentemente, reduzindo os tempos de carregamento.

Além de evitar o trânsito entre às linhas para o corte de composições, a otimização do carregamento se faz necessária, uma vez que, enquanto houver carregamento de minérios na linha 4, a disponibilidade de trens para os demais lotes pode ser comprometida, uma vez que o carregamento se dará na linha que possibilita o acesso aos lotes.



2.1.2. Infraestrutura ferroviária

A área do terminal, definida no item anterior, está localizada imediatamente à frente da linha 4 (L-4) do Pátio de Guaraí, que será utilizada para o carregamento do granel sólido mineral. A imagem abaixo apresenta um desenho esquemático das linhas do Pátio de Guaraí:

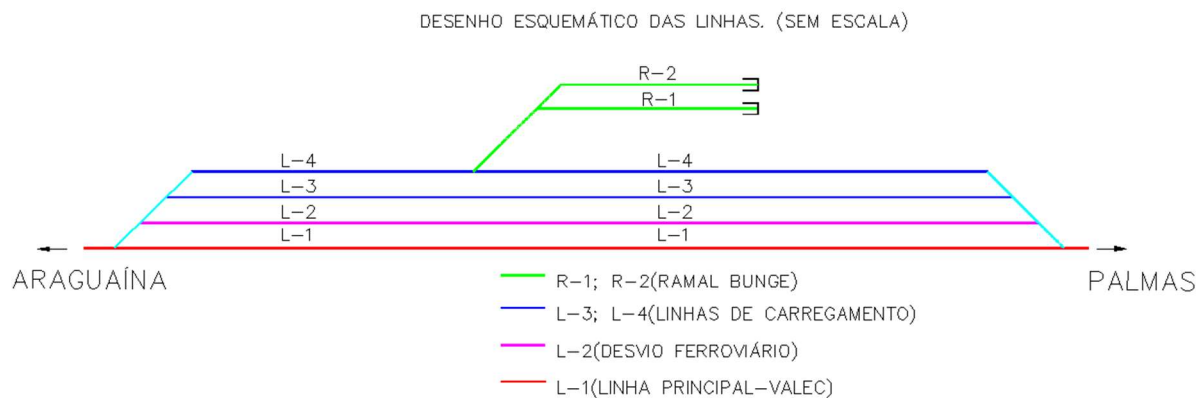


Figura 4 - Desenho esquemático das linhas do Pátio de Guaraí

A partir dos projetos *As Built* do pátio, foi calculada a extensão disponível para carregamento considerando a distância entre o marco de entrevista da linha 4, localizado no km 561+054, e a ponta da agulha do ramal da Bunge, localizada no km 561+476, totalizando assim 422 metros de linha disponível para carregamento.

2.1.3. Pátio de armazenagem

O pátio de armazenagem será posicionado à frente da linha de carregamento e ao longo de toda sua extensão.

2.1.4. Estruturas e Equipamentos

A seguir são apresentadas as estruturas e equipamentos necessários para viabilizar a operação do terminal intencionada neste estudo. A saber:



VOLUME IV OPERACIONAL

2.1.4.1. Prédio administrativo

Composto por portaria, escritório, refeitório, vestiário, copa e banheiros. Conforme detalhado no caderno de engenharia.

2.1.4.2. Balança rodoviária

Balança rodoviária de 25 x 3 m, com capacidade de 100 ton, para pesagem na entrada e saída dos caminhões basculantes.



Figura 5 - Balanças Rodoviárias em Concreto (Fonte: Catálogo Linha Rodoviária URANO 2020)

2.1.4.3. Sistema de abastecimento de água

O sistema de abastecimento de água é composto pelas seguintes estruturas:

- 2 poços artesianos;
- Reservatório de água; e
- Casa de máquinas.

2.1.4.4. Oficina

Oficina para manutenção dos equipamentos do terminal.



2.1.4.5. Geradores

Utilização de geradores para apoio ao funcionamento do terminal durante quedas de energia.

2.1.4.6. Sistema de iluminação

Sistema de iluminação para possibilitar o funcionamento do terminal durante o período noturno.

2.1.4.7. SPDA

Sistema de proteção de descargas atmosféricas por conta dos riscos inerentes à operação deste tipo de produto.

2.1.4.8. Pás Carregadeiras

Pás carregadeiras utilizadas para movimentação e expedição do produto. Foram consideradas pás carregadeiras do modelo 950H da Caterpillar.

2.1.4.9. Sistema de aspersão

O sistema de aspersão é necessário para o controle de partículas sólidas inerentes à movimentação do produto, conforme indicado no caderno ambiental. Esse sistema é composto pelos seguintes equipamentos:

- Caminhão pipa – para realizar a umectação das vias não pavimentadas e das pilhas de minério; e
- Aspersor de vagão – para aspersão de água com polímero nos vagões carregados.



Figura 6 - Aspensor de Vagão (Fonte: MRS Logística)

2.1.4.10. Sistema de telecomunicação e segurança

Trata-se dos sistemas de comunicação (telefonia e internet) e de CFTV (circuito fechado de TV).

2.2. Descrição das atividades

O processo de transbordo de minério de ferro se inicia na programação da chegada do caminhão, realizada com auxílio de sistemas de informática, telefonia e internet. Após a chegada na entrada do terminal, a verificação dos documentos é feita, assim como a conferência das condições do produto, iniciando-se com isso o processo de pesagem na balança rodoviária. Em seguida, o caminhoneiro recebe a informação do local de posicionamento do veículo, havendo com isso a liberação para percorrer o caminho dentro das vias internas do terminal.

Após a chegada no local designado, o caminhoneiro aguarda a orientação do manobreiro, que é responsável por conduzir as manobras até a liberação para descarga do material. Após o basculamento, o veículo retorna para a entrada do



VOLUME IV OPERACIONAL

terminal, onde é feita a pesagem na saída, e a liberação dos documentos referentes ao carregamento.

Para otimizar o estoque do produto, garantindo maiores quantidades de material por metro quadrado, após a descarga dos caminhões basculantes, o material é incorporado às pilhas por meio das pás carregadeiras, em um processo chamado remonte.

O processo final na operação do terminal consiste na expedição ferroviária, no qual as pás carregadeiras são responsáveis por transportar o material das pilhas de estoque até os vagões posicionados na linha de carregamento.

A expedição será realizada com as pás carregadeiras em nível superior ao dos vagões, utilizando-se de um muro de carregamento. Essa prática, além de otimizar o processo de expedição, aumenta a segurança do processo, uma vez que permite que o operador visualize o vagão durante o carregamento.



Figura 7 - Expedição de Minério utilizando Muro de Carregamento (Fonte: MRS Logística¹)

3. Dimensionamento Operacional

Considerando se tratar de um empreendimento greenfield, ou seja, correspondente à uma área sem instalações preexistentes, se faz necessário um estudo de dimensionamento operacional que reflita e justifique o conceito do terminal proposto, e que seja compatível com a movimentação de produto projetada pelo volume de mercado e demanda.

A operação é composta de processos que dependem da capacidade dinâmica de movimentação do produto, parâmetro definido em toneladas por unidade de tempo (geralmente t/h), ou capacidade de estoque do produto, parâmetro em toneladas (t). A seguir, são apresentados o modelo esquemático e a divisão dos processos que será objeto do dimensionamento operacional. A saber:

¹ A rota do carregamento do minério no ramal do Paraopeba (www.youtube.com/watch?v=kosNzmq5Irk)

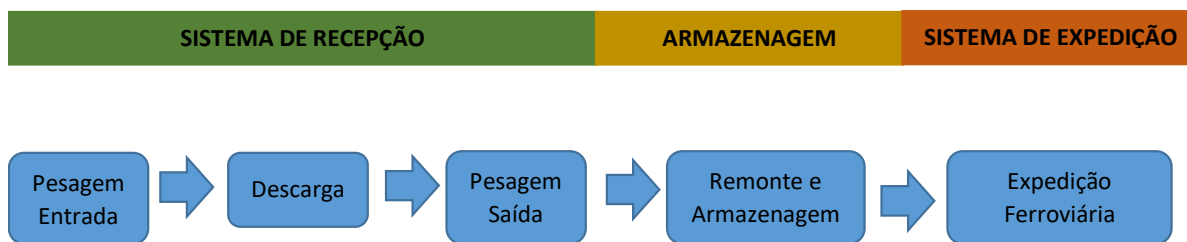


Figura 8 - Modelo Operacional Proposto

O desempenho operacional do terminal estará diretamente relacionado com a dinâmica dos equipamentos e a estrutura a ser proposta ao longo do dimensionamento operacional, porém também depende de fatores externos como:

- Desempenho da extração mineral nos polos mineradores;
- Disponibilidade de vagões para carregamento; e
- Tipos e manobras operacionais ferroviárias, entre outros.

3.1. Sistema de recepção

No sistema de recepção proposto acontecem dois processos sucessivos, pesagem e descarga, ambos relacionados à capacidade dinâmica. Apesar de serem sucessivos para cada caminhão, esses processos podem ocorrer simultaneamente, ou seja, enquanto um caminhão descarrega é permitido que outro caminhão esteja na etapa de pesagem. Nesse sentido, a capacidade resultante é otimizada, porém será definida pelo processo com menor capacidade dinâmica verificada.

Para a definição das premissas necessárias para o dimensionamento do sistema de recepção, foram utilizadas como referência o pico da demanda apresentado no volume de mercado e demanda, sistemas referenciais, como o SICRO, e informações provenientes de operadores de terminais com perfil semelhante ao



pretendido. A tabela a seguir apresenta as premissas adotadas para o dimensionamento do sistema de recepção de minério no Terminal:

Tabela 1 - Premissas de recepção de carga via rodoviário

PREMISSAS		
Demanda Máxima Estimada por Ano	1.750.000	ton
Tempo Médio por Pesagem	2	min
Tempo Médio de Descarga/Ciclo Rodoviário	5	min
Sazonalidade	Não	
Caminhão Tipo	Caminhão Basculante - 14 m ³	
Capacidade de Carga do Caminhão	28	ton
Dias Operacionais por ano	360	dias
Período de Funcionamento da recepção	16	Horas por dia

A partir desses valores, calculou-se a movimentação esperada de caminhões para o terminal:

Tabela 2 - Estimativa de movimentação de caminhões

Movimentação Anual (ton)	1.750.000	ton/ano
Movimentação Diária (ton)	4.861	ton/dia
Movimentação Diária (caminhões)	173,61	caminhões/dia
Movimentação Horária (caminhões)	10,85	caminhões/hora

3.1.1. Pesagem

O processo de pesagem consiste no agrupamento de sub processos que compreendem a conferência dos documentos, a verificação da carga, a pesagem em si e a liberação da entrada no terminal, uma vez que esses sub processos são sucessivos e possuem duração relativamente curta, que se analisados isoladamente, poderiam ser considerados desprezíveis.

Para o dimensionamento da quantidade de balanças necessárias para atender a demanda prevista para o terminal, foi utilizada a relação 2 vezes o tempo médio de pesagem, considerando a pesagem na entrada e na saída, e o tempo máximo



disponível para pesagem, cálculo embasado na quantidade prevista de caminhões que o terminal receberá.

Tabela 3 - Dimensionamento do número de balanças

PESAGEM		
Tempo Máximo	5,53	min/caminhão
2*Tempo Médio de Pesagem	4	min
Quantidade de Balanças	1	Balança

Diante deste cenário, considera-se o processo atendido com apenas uma única balança, que servirá para a pesagem dos caminhões tanto na entrada, quanto na saída do terminal.

3.1.2. Ciclo rodoviário

Considera-se no presente estudo que o processo de ciclo rodoviário engloba os trajetos internos e a descarga do produto. Esse processo inicia-se a partir da liberação do caminhão no processo de pesagem. Em seguida, o caminhão percorre as vias do terminal até a localização indicada, onde o caminhoneiro aguarda as orientações do manobreiro para realizar a descarga, e na sequência se encaminha para a saída do terminal.

Assim, o dimensionamento neste caso consiste em determinar a quantidade de manobreiros necessária para atender ao fluxo de caminhões, sendo calculado por meio da relação entre o tempo médio do ciclo rodoviário e o tempo máximo do ciclo, obtido de forma análoga ao tempo máximo de pesagem ora apresentado.

Tabela 4 - Dimensionamento do número de manobreiros

CICLO RODOVIÁRIO		
Tempo Máximo	5,53	min/caminhão
Tempo Médio do Ciclo Rodoviário	5	min
Quantidade de Manobreiros	1	Manobreiro



Como resultado, tem-se então que apenas um manobreiro por turno será suficiente para atender ao fluxo de caminhões previsto.

3.1.3. Potencial de Recepção Anual

Após a realização do dimensionamento do sistema de recepção, verifica-se que, dentre os processos de pesagem e ciclo rodoviário, a duração do ciclo rodoviário é o mais longo. Deste modo, realizou o dimensionamento do potencial máximo de recepção anual com base nas seguintes premissas:

Tabela 5 - Capacidade de recepção

SISTEMA DE RECEPÇÃO		
Tempo Médio do Ciclo Rodoviário	5	min
Potencial Máximo de Recepção	2.903.040	ton

3.2. Sistema de Armazenagem

Considerou-se que o sistema de armazenagem consiste em dois processos, o remonte das pilhas e a armazenagem do minério.

3.2.1. Remonte

O processo de remonte consiste no uso das pás carregadeiras para melhor acomodação do produto. Após a descarga realizada pelos caminhões basculantes, é necessário incorporar o material às pilhas existentes, de modo que se possa atingir maiores alturas de pilhas, otimizando assim as quantidades de produto estocadas na área.

Observa-se que, na proposta conceitual do terminal, as pás carregadeiras serão responsáveis por toda movimentação interna e expedição do produto. Em virtude do processo de expedição estar relacionado à disponibilidade de trens, o



dimensionamento levará em consideração o tempo necessário para enchimento dos vagões, em consonância com a premissas colhidas junto ao operador ferroviário.

Logo, quando não houver composições em carregamento, as máquinas estarão disponíveis para os processos internos de remonte e movimentação, motivo pelo qual entende-se que não há necessidade de dimensionamento de equipamentos apenas para o remonte.

3.2.2. Armazenagem

O método proposto de armazenagem para o terminal em estudo é a formação de pilhas de minério à céu aberto, método amplamente utilizado na mineração. Dentre as vantagens do método, destaca-se a possibilidade de estocagem de grandes quantidades, por longos períodos, a custos relativamente baixos de armazenagem e manutenção.

Após pesquisa bibliográfica e consulta com operadores de terminais de minério, definiram-se as premissas necessárias para a concepção e o dimensionamento do sistema de armazenagem, conforme tabela a seguir:

Tabela 6 - Dimensionamento da armazenagem

PREMISSAS		
Formato da Seção das Pilhas	Trapezoidal	
Altura das Pilhas	3,5	m
Peso Específico	2,5	ton/m ³
Ângulo de Repouso	37	°
Comprimento Total da Área	422	m
Largura das Pistas Longitudinais	13	m
Largura das Pistas Transversais	7	m

- Formato das pilhas

O formato de pilhas trapezoidal foi considerado de modo a permitir grandes volumes de armazenamento próximos à linha, otimizando o processo de



descarga, minimizando os custos de combustíveis e aproveitando a extensão da linha de carregamento.

- Altura das pilhas

Após a verificação de operações envolvendo minérios de ferro e do maquinário considerado, verificou-se como opção a elaboração de pilhas de formato de prisma triangular podendo atingir 4 metros de altura.

Considerando uma perda de material de topo para acomodação em formato trapezoidal e assumindo diferentes produtividades dos operadores de pá carregadeira, considera-se, para segurança dos cálculos, 3,5 metros de altura das pilhas em formato de prisma trapezoidal.

- Ângulo de repouso

Ângulo de repouso é a inclinação natural formado pelo deslizamento da primeira camada de partículas. Esse parâmetro é uma característica física do material, relacionada com sua escoabilidade. Para minério de ferro, o ângulo de repouso do granel seco varia de 30° a 50°. Considerando as características do material e recomendações de operadores de terminais de minério, utilizou-se como premissa o ângulo de repouso de 37°.

- Fator de estiva

O fator de estiva representa o volume, em metros cúbicos, ocupados por uma tonelada do produto. O fator de estiva para minério de ferro varia entre 0,3 m³/tonelada a 0,66 m³/tonelada, sendo adotado para os cálculos o fator de estiva de 0,4 m³/tonelada, que equivale a um peso específico de 2,5 ton/m³.



- Largura das pistas longitudinais

Após consultas e pesquisas de práticas de mercado, adotou-se como premissa a largura de 13 metros para as pistas onde haverá o trânsito e descarga dos caminhões basculantes e pás carregadeiras.

Largura das pistas transversais

Visando evitar trajetos longos para acesso a diversos pontos do estoque, serão previstas pistas transversais entre as pilhas longitudinais para o trânsito de veículos. Foi adotada a largura de 7 metros para essas pistas.

- Quantidade de pistas transversais

Para permitir uma passagem transversal a cada 100 metros, em média, definiu-se 3 pistas transversais para dividir as pilhas longitudinais.

3.2.2.1. Dimensionamento da Capacidade Estática

Após a definição das premissas do armazenamento, torna-se possível dimensionar a capacidade estática do terminal. As pilhas, em formato de prisma trapezoidal, estão dispostas neste modelo conceitual a 13 metros de distância dos vagões, conforme premissa testada com terminais similares. Nos fundos e ao longo das pilhas também haverá outra pista longitudinal, com dimensão de 13 metros, conforme demonstra-se na figura a seguir:

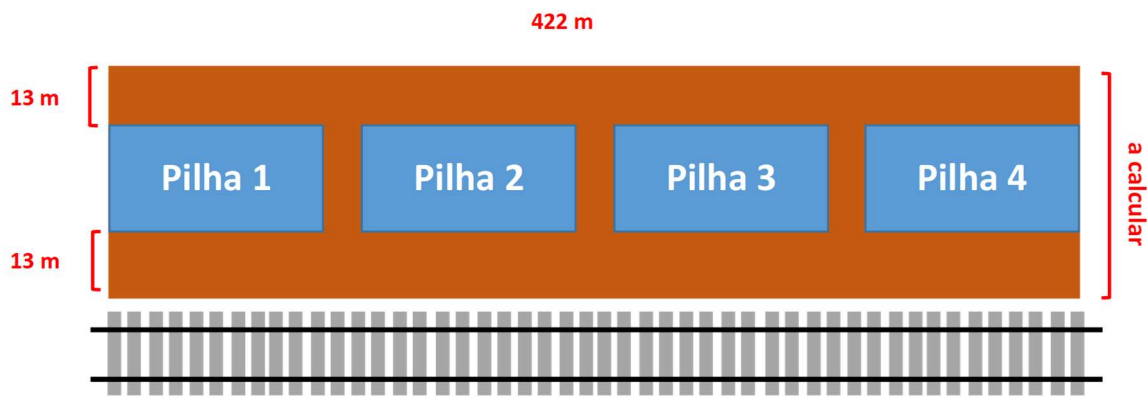


Figura 9 - Representação esquemática da área de armazenamento

Para definição da capacidade de estocagem, partiu-se da premissa que a operação do terminal é do tipo pulmão, logo definiu-se o estoque necessário em função do peso útil de carga equivalente a 3 composições ferroviárias.

Deste modo, calculou-se a seção transversal necessária para atender a capacidade estática prevista, obtendo-se:

Tabela 7 - Capacidade Estática

CAPACIDADE ESTÁTICA - 1 FILEIRA		
Largura da Base	11,34	m
Largura do Topo	2,05	m
Área da Seção Transversal	23,42	m ²
Volume Total	9.391,20	m ³
Capacidade Estática	23.478,00	ton

Considerando que a largura da base obtida foi de 11,34 m, optou-se por adotar 12 m de base para seção transversal do trapézio, obtendo-se esta forma:



VOLUME IV OPERACIONAL

Tabela 8 - Capacidade Estática

CAPACIDADE ESTÁTICA - 1 FILEIRA		
Largura da Base	12,00	m
Largura do Topo	2,71	m
Área da Seção Transversal	25,74	m ²
Volume Total	10.323,22	m ³
Capacidade Estática	25.808,06	ton

Portanto, a área total destinada à estocagem, considerando-se as áreas ocupadas pelas pilhas de material, as pistas transversais e as pistas longitudinais, totaliza 1,6 hectares, conforme apresentado na figura abaixo:

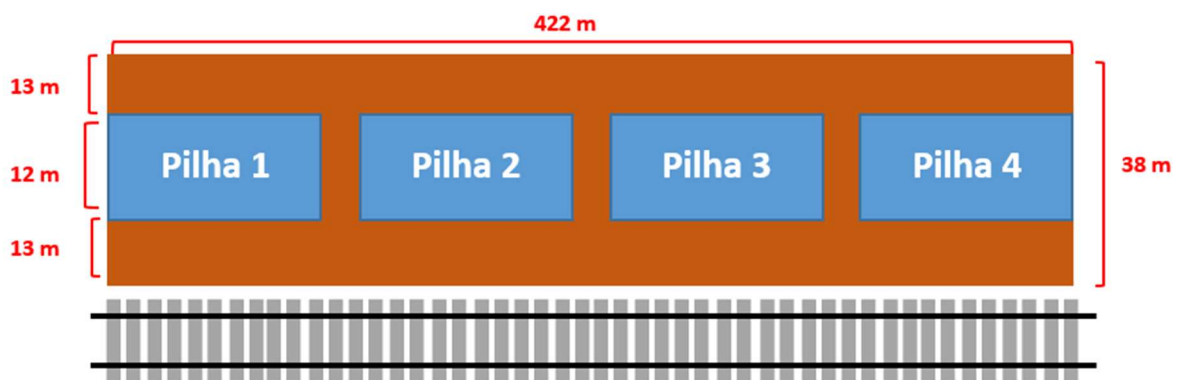


Figura 10 - Representação esquemática da área dimensionada para o armazenamento

Por definição, a quantidade de giros representa a quantidade de vezes que o estoque considerado é movimentado em relação à movimentação anual, portanto, através da capacidade de estocagem calculada (Tabela 7) e movimentação anual (Tabela 8), tem-se um giro potencial de 67,81.

Ressalta-se que, apesar da quantidade de giros calculada ser superior à apresentada por terminais portuários, a operação no terminal de transbordo ferroviário proposto tem como característica trabalhar com estoque pulmão, visando uma oferta de composições mais frequente.

Tendo em vista a profundidade total disponível do terreno, conclui-se que a área destinada a estocagem ocupa pequena parcela do terreno. Logo, pode-se



vislumbrar uma segunda fileira de pilhas de minério, com intuito de no futuro permitir se trabalhar com maiores volumes ou diversificar os tipos de minério.

Essa possibilidade de expansão da área de estocagem não atinge nenhuma estrutura do terminal, tampouco prejudica as atividades da operação. Apenas com o intuito de demonstrar as capacidades estáticas e giros nessa conformação, segue croqui ilustrativo e resultados.

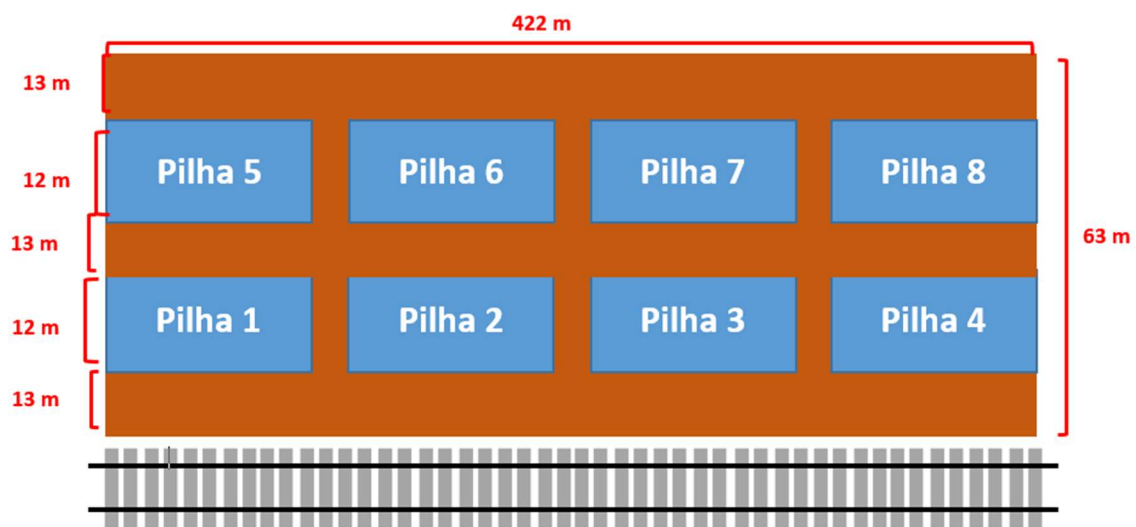


Figura 11 - Representação esquemática da área dimensionada para o armazenamento, utilizando duas fileiras de pilhas

Tabela 9 - Capacidade Estática

CAPACIDADE ESTÁTICA - MAIS DE 1 FILEIRA		
Quantidade De Fileiras	2	Fileiras
Largura Total da Área	63,00	m
Área para Armazenagem	2,66	ha
Capacidade Estática Total	51.616,12	ton
Giro	33,90	

3.3. Sistema de Expedição

A expedição ferroviária se resume ao processo final do transbordo rodoferroviário. Nesta etapa de dimensionamento, a dinâmica operacional



vislumbrada para o terminal se encontra em consonância ao dimensionamento de maquinário.

Por se tratar do processo conectado com o modo ferroviário, impactam nesse processo diversos fatores externos, tais como:

- Oferta de trens e periodicidade;
- Trem-tipo ofertado;
- Quantidade de vagões;
- Tipo de vagões;
- Tempos de manobras ferroviárias;
- Tempo disponível para carregamento, dentre outros.

Além das influências externas, também impactam na operação os seguintes fatores internos:

- Capacidade da pá carregadeira
- Eficiência das pás carregadeiras
- Carga horária de funcionamento das máquinas

É por conta da complexa interação entre os citados fatores externos e internos que torna esta etapa de dimensionamento sensível, uma vez que existem limitações intrínsecas da operação ferroviária que podem limitar a produção e demandar maior necessidade de maquinário para suprir as condições de operação ferroviária.

3.3.1. Operação Ferroviária

Para o dimensionamento da expedição ferroviária se fazem necessárias informações diretamente relacionadas à operação ferroviária, colhidas, basicamente, por meio de reuniões com operadores ferroviários acerca do material rodante e dos tempos compatíveis com a operação proposta.



3.3.1.1. Vagão

Considerando o material a ser carregado, a infraestrutura do porto e as características da ferrovia, optou-se pela utilização de vagão do tipo HAT, conforme informações técnicas a seguir apresentadas:



Figura 12 - Vagão HAT (Fonte: VLi)

Tabela 10 - Informações técnicas do vagão HAT

Fabricante	Amsted Maxion
Tara média (kg)	24000
Truque	6 ½" x 12"
Comprimento útil (mm)	7900
Largura útil (mm)	2900
Altura útil (mm)	2100
Volume raso (m ³)	38
Capacidade de carga (kg)	96000
Distância entre engates (mm)	11000
Comprimento externo (mm)	10200
Largura externa (mm)	3138
Altura externa (mm)	3298
Altura piso boleto do trilho (mm)	1198
Base rígida (distância entre eixos do truque) (mm)	1828
Centro de gravidade (mm)	956,84
Tipo de piso	Metálico



Ressalta-se que, devido à previsão de utilização de pás carregadeiras para o carregamento dos vagões, não está previsto controle, durante o carregamento, de quanto material foi efetivamente carregado nos vagões. Neste caso, considerou-se que essa verificação será efetuada por meio de balança ferroviária dinâmica, quando da saída da composição do terminal.

Então, de modo a evitar a sobrecarga dos vagões, que poderia causar danos tanto ao material rodante quanto à via permanente, costuma-se não utilizar toda a capacidade de carga do vagão. Portanto, foi adotado como premissa que o carregamento dos vagões ocorrerá até atingir cerca de 90% da sua capacidade, resultando em uma carga útil de 86 toneladas por vagão.

3.3.1.2. Trem tipo

Para operação das cargas do terminal proposto, considerou-se, após informações obtidas junto ao operador ferroviário da FNSTN, uma composição composta de 91 vagões HAT e uma locomotiva SD70.

3.3.1.3. Tempo disponível para carregamento

Em face as operações análogas à pretendida neste estudo, observa-se um tempo global estimado para o carregamento da composição de 15,03 horas, sendo 10,87 horas de carregamento e 4,16 para as manobras ferroviárias.

Esta premissa de tempo de carregamento auxilia os cálculos para dimensionamento dos equipamentos necessários para o sistema de expedição do terminal.



3.3.1.4. Demanda de trens

Tendo em vista o trem tipo e a capacidade de carga definidos, calcula-se a capacidade total de carga da composição ferroviária, a saber:

Tabela 11 - Tempo de operação e Capacidade total da composição

PREMISSAS		
Vagões Tipo	HAT	
Peso Útil Médio do Vagão	86	ton
Comprimento HAT	11	m
Trem Tipo	91	vagões
Meta para Carregamento	10,87	h
Tempo de Manobra	4,16	h
Peso útil total	7826	ton

Com base nestas premissas, torna-se possível dimensionar a necessidade de material rodante dada a movimentação projetada do terminal, novamente considerando o pico da demanda. Qual seja:

Tabela 12 - Estimativa da demanda de trens

DEMANDA DE TRENS		
Demanda Anual de Trens	223,61	Trens/ano
Demanda Mensal de Trens	18,63	Trens/mês
Demanda Diária de Trens	0,62	Trem/dia
Necessidade de 1 Trem a cada	1,61	dias

3.3.2. Expedição

Para atingir o volume mínimo de expedição, garantindo que a estrutura do terminal atenda às exigências de produtividade do operador ferroviário, é necessário dimensionar o conjunto de pás carregadeiras, levando-se em consideração a sua produtividade, tempo de funcionamento, capacidade de carga, dentre outros fatores.



3.3.2.1. Pás Carregadeiras

Como mencionado anteriormente na descrição das atividades propostas para o terminal, considerou-se a utilização de muro de carregamento com 1,5 m de altura para o carregamento dos vagões, conforme detalhado na figura a seguir:

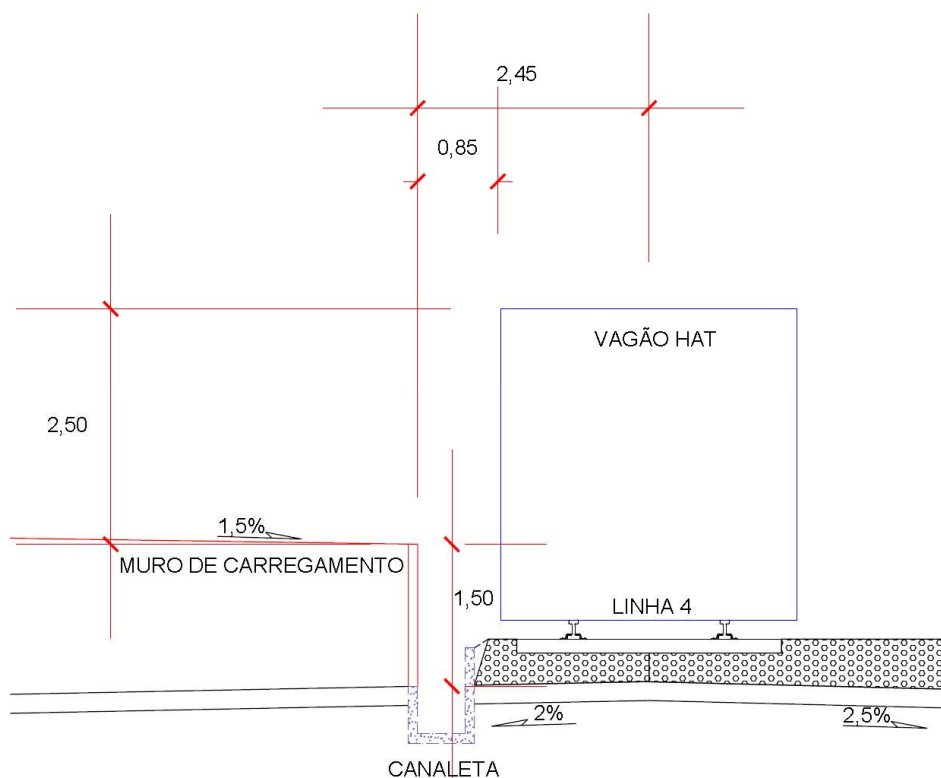


Figura 13 - Muro de Carregamento considerado

A construção desse muro resulta em um desnível de 2,5 m entre a plataforma de carregamento e o topo do vagão, o que permite a utilização de carregadeiras do porte da 950H da Caterpillar. Deste modo, para o dimensionamento da quantidade de pás carregadeiras necessárias para a expedição, considerou-se a Carregadeira de pneus com capacidade de 3,3 m³ - 213 kW, item E9511 do SICRO, correspondente ao modelo 950H.

Apesar de ser comum a utilização de carregadeiras maiores no transbordo de minério, tais como a 966L também da Caterpillar, optou-se por utilizar a 950H como referência uma vez que esta atende aos requisitos para realizar o



VOLUME IV OPERACIONAL

carregamento, além de possuir informações no Sistema de Custos Referenciais de Obras – SICRO, cuja ficha técnica é apresentada a seguir:

E9511 - Carregadeira de pneus com capacidade de 3,3 m³ - 213 kW

Finalidade: Execução de serviços de escavação, carga e transporte de materiais

Dados:

- | | |
|--------------------------------------|--|
| ▪ Capacidade (m ³): 3,30 | ▪ Valor Residual (%): 30,00 |
| ▪ Largura (m): 3,15 | ▪ Coeficiente de Manutenção (K): 0,70 |
| ▪ Comprimento (m): 8,24 | ▪ Coeficiente de Combustível (l/kWh): 0,18 |
| ▪ Altura (m): 3,47 | ▪ Tipo de Combustível: Diesel |
| ▪ Peso (kg): 18.428,00 | ▪ Seguro (%): - |
| ▪ Vida Útil (anos): 5,00 | ▪ IPVA (%): - |
| ▪ HTA (h/ano): 2.000,00 | ▪ Operação: |
| ▪ Potência (kW): 213,00 | – 1 Operador de equipamento pesado |

Referência: 950H - Caterpillar

Figura 14 - Especificações Pá Carregadeira (Fonte: SICRO²)

- Para o dimensionamento da produtividade das pás carregadeiras foi considerado, em linhas gerais: Capacidade da Pá Carregadeira: A capacidade de 3,3 m³ foi obtida por meio da ficha técnica do equipamento fornecida pelo próprio fabricante.
- Fator de conversão: O fator de conversão é a relação entre o volume do material "*in situ*" e o volume do material solto. Nesse caso, como o material não se encontra "*in situ*" e sim armazenado no terminal, esse transporte direto das pilhas de estocagem para o vagão não sofrerá alteração volumétrica significativa, portanto adotou-se o valor de 1,0 como fator de conversão.
- Fator de eficiência: Relação entre o tempo de produção efetiva e o tempo de produção nominal. Considera-se que em uma hora corrida de trabalho obtém-se 42 minutos de trabalho efetivo devido à fadiga do operador, movimentação dos vagões livres para carregamento e manutenção no campo.

² Sistema de Custos Referenciais de Obras – SICRO – Tocantins – Janeiro/2021



- Tempo de percurso: É o tempo gasto no trajeto entre as pilhas e o vagão, considerando a dinâmica entre a ida e a volta.
- Tempo de carga/descarga da carregadeira: É a premissa definida para o tempo gasto nas manobras de carregamento e descarregamento do material.
- Tempo do ciclo: É a soma do tempo de percurso com o tempo de carga/descarga da pá carregadeira.
- Avanço em 1ª marcha carregado e descarregado: Com base no catálogo do fabricante, obteve-se o valor de 6,9 km/h para avanço em 1ª marcha quando descarregado. Na situação carregado, considerou-se como premissa metade da velocidade.

A partir das premissas, foi calculada a produção horária da pá carregadeira e o tempo necessário para o carregamento de um vagão HAT. A saber:

Tabela 13 - Premissas e produtividade da pá carregadeira

PRODUÇÃO HORÁRIA - 1 FILEIRA		
Capacidade da Carregadeira	3,30	m ³
Capacidade da Carregadeira	8,25	ton
Fator de Conversão	1	
Fator de Eficiência	0,7	
Avanço em 1ª marcha - Carregado	3,45	km/h
Avanço em 1ª marcha - Descarregado	6,9	km/h
Distância entre linha férrea e a pilha	19,00	m
Tempo de carga/descarga da carregadeira	0,4	min
Tempo de percurso	0,50	min
Tempo de Ciclo	0,90	min
Produção Horária	386,87	ton/hora
Tempo de Carregamento do vagão	13,34	min

3.3.2.2. Dimensionamento das pás carregadeiras

O dimensionamento da expedição consiste em determinar a quantidade de pás carregadeiras necessárias para se carregar a composição proposta no intervalo de tempo dimensionado, com base na produção horária da pá carregadeira.



Tabela 14 - Dimensionamento das Pás Carregadeiras

DIMENSIONAMENTO DAS PÁS CARREGADEIRAS		
Capacidade da composição	7826	ton
Meta para Carregamento	10,87	h
Produção Horária da Pá Carregadeira	386,87	ton/h
Quantidade de Pás Carregadeiras Necessárias	2	

Apesar do dimensionamento indicar a necessidade de 2 pás carregadeiras, constitui prática costumeira em empreendimentos no setor de mineração a existência de pá carregadeira sobressalente, de forma a evitar que a expedição seja comprometida devido a alguma falha de equipamento. Deste modo, considera-se no presente estudo a necessidade de 3 pás carregadeiras, sendo 2 para carregamento e 1 de reserva.

4. Custos e Despesas Operacionais

Este capítulo apresenta o racional que embasa os custos operacionais estimados para o Terminal de Minérios de Guarai – TO, destinado à movimentação de minério de ferro.

As projeções dos custos ao longo do horizonte do contrato foram subdivididas em Custos Fixos e Variáveis. A saber:

Tabela 15 - Custos operacionais

Custos Fixos	Custos Variáveis
<ul style="list-style-type: none">• Mão-de-obra• Utilidades• Geral e Administrativo• Equipamentos• Manutenção	<ul style="list-style-type: none">• Equipamentos• Sistema de aspersão



VOLUME IV OPERACIONAL

4.1. Custos Fixos

4.1.1. Mão de obra

O dimensionamento da equipe necessária para a operação do terminal, para fins de modelagem, foi realizado separadamente para a mão de obra administrativa e a operacional. O dimensionamento da equipe administrativa foi realizado utilizando as premissas adotadas nos estudos de Terminais Portuários conduzidos pela ANTAQ/EPL e o dimensionamento da mão de obra operacional foi feito por meio da análise da demanda, da infraestrutura e layout do terminal, avaliando-se ainda benchmarks de equipes utilizadas em outros terminais análogos ao terminal em estudo.

4.1.1.1. Mão de obra administrativa

Com relação à mão de obra administrativa, a quantidade de empregados está relacionada ao faturamento anual estimado do terminal, cuja concentração, no caso específico deste estudo, se dá majoritariamente na faixa “< 18.000”. Abaixo segue a tabela que apresenta o tamanho das equipes administrativas em relação aos patamares de receita.

Tabela 16 - Dimensionamento da Mão de Obra Administrativa

Equipe	Faturamento Anual (em mil reais)							
	<3.800	<18.000	<30.000	<45.000	<60.000	<110.000	<160.000	>160.000
Diretor Geral	0	0	1	1	1	1	1	1
Gerente Sênior	1	1	2	2	3	3	4	6
Gerente	3	2	3	3	4	5	6	10
Administrativo 1	1	1	1	3	4	6	8	15
Administrativo 2	0	3	2	3	3	5	6	10
Total	5	7	9	12	15	20	25	42



VOLUME IV OPERACIONAL

Dessa forma, com vistas a viabilizar as tarefas gerenciais e administrativas do terminal, seguindo o dimensionamento apontado anteriormente, foi realizada a alocação de pessoal nas seguintes funções abaixo especificadas. A saber:

Tabela 17 - Mão de Obra Administrativa

Função	Quantidade
Gerente Sênior	1
Gerente	2
Administrativo 1	1
Administrativo 2	3
TOTAL	7

4.1.1.2. Mão de obra operacional

Com relação ao dimensionamento da equipe operacional, buscou-se avaliar as atividades desempenhadas no terminal, alocando a quantidade necessária de mão de obra, por função, com objetivo de atender ao modelo conceitual de funcionamento proposto. Abaixo é apresentada a tabela de mão de obra operacional para o terminal estudado.

Tabela 18 - Mão de Obra Operacional

Função	Quantidade por turno/equipamento	Quantidade Total
Supervisor	1	1
Analista de planejamento, controle e programação	1	1
Controlador de faturamento	1	2
Manobreiro	1	2
Operador de carregadeira	2	4
Líder de turno	1	2
Balanceiro	1	2
Operador de caminhão pipa	1	1
TOTAL		15



Como resultado geral, dimensionou-se em 28 empregados administrativos e operacionais a necessidade funcional para viabilizar a operação do Terminal de Minérios de Guaraí. Os valores dos salários de cada função, assim como os encargos sociais, foram obtidos por meio dos sistemas SINAPI-TO (data-base 01/21).

4.1.2. Utilidades

O modelo para dimensionamento dos custos fixos com energia se baseou nos cálculos de consumo de energia associado à mão-de-obra e às áreas cobertas e abertas do terminal, de forma a estimar os consumos associados a iluminação e energização de edificações, áreas de apoio, estacionamento, entre outros fins não-operacionais e administrativos, similar ao praticado nos estudos de Terminais Portuários.

Também foram realizadas entrevistas junto a terminais que operam granéis sólidos minerais, com vistas a entender a dinâmica deste insumo associado ao desenho operacional de cada terminal, complementando as informações necessárias para dimensionamento desta rubrica.

Para o consumo de energia associado à mão-de-obra, utilizou-se como regra de negócio a associação entre o número de funcionários do terminal, quantitativo de horas trabalhadas no dia, quantitativo de dias trabalhados no ano, custo unitário e consumo/pessoa medido em Kwh/dia.

Já o consumo de energia associado às áreas cobertas e abertas do terminal, a sistemática adotada se suportou no dimensionamento do consumo via tipologia de luminosidade e potência de lâmpadas para cada tipo de área, associado ao tamanho das áreas envolvidas, medidas em m².

Para cálculo do custo da energia, utilizou-se a tarifa branca para baixa tensão, que inclui as tarifas de consumo de energia e tarifa de uso do sistema de



distribuição, que corresponde ao valor de R\$ 0,52501/Kwh, estabelecida para o segmento industrial e praticada pela distribuidora Energisa – TO (atual companhia energética do Tocantins), conforme informação colhida em seu *website*³.

4.1.2.1. Água e esgoto

- Abastecimento de água

É considerada no presente estudo a premissa de utilização de poços artesianos, devido à alta demanda de água no terminal para o sistema de aspersão e à ausência de abastecimento de água no local, em consonância ao previsto no volume de engenharia. Portanto, para os custos fixos relacionados à água, serão considerados os gastos energéticos com o sistema de bombeamento.

- Esgoto

É considerada no presente estudo a premissa de utilização de fossas sépticas para tratamento de esgoto, em consonância ao previsto no volume de engenharia. Portanto, como gasto operacional com o sistema de fossa, considerou-se o valor gasto com a limpeza dessa estrutura. Buscou-se como referência o valor relativo à limpeza do sistema de fossa na cidade de Palmas – TO, referenciado no Pregão Eletrônico nº0005/2020 – 22º Batalhão de infantaria e Vila Militar de Palmas -TO.

Cabe o registro que foram aplicados percentuais de ajustes nas despesas denominadas “Utilidades” durante os primeiros anos do projeto, de modo a enquadrar estes gastos ao processo de acomodação e estabilização operacional do terminal.

³<https://www.energisa.com.br/Paginas/informacoes/taxas-prazos-e-normas/tipos-tarifas.aspx>



4.1.3. Geral e administrativo

Está contemplada nesta categoria de despesas os seguros exigidos para o terminal, os serviços de limpeza e segurança, os serviços terceirizados, o ITR, entre outras taxas e despesas.

4.1.3.1. Seguros

Os seguros modelados para o empreendimento em questão contemplam:

- Garantia de Execução

A Garantia de Execução do Contrato (Performance Guarantee) tem como objetivo assegurar o desenvolvimento adequado do projeto. O instrumento funciona como:

- a) garantia do atendimento de parâmetros de desempenho pela concessionária na medida em que a concessão de uso avança;
- b) garantia das obrigações contratuais; e
- c) garantia de execução de eventuais obras e da operação do terminal em caso de rescisão do contrato por culpa da concessionária.

Fórmula de cálculo do prêmio:

$$P = VG \times TG$$

Onde:

P: Prêmio

VG (Valor Garantido): Somatório da Receita Bruta (Valor do Contrato) prevista para a Concessão (x) 2,5% ¹

TG (Taxa de Garantia): 0,17%



- Responsabilidade Civil

Seguro contratado para cobrir possíveis reclamações por danos causados a terceiros, em decorrência do uso, existência e conservação de todos os bens, incluindo as atividades relacionadas com a administração das estruturas operacionais do terminal e atividades de conservação, manutenção, reparos, construções, ampliações, melhorias, com cobertura adicional de responsabilidade civil cruzada para empreiteiros e subempreiteiros atuando nos canteiros de obras, estando cobertos, inclusive, morte e invalidez total e permanente sofridas por seus empregados, prepostos, bolsistas e/ou estagiários, em decorrência de acidentes sofridos durante a prestação de serviço, inclusive no trajeto de ida e volta de suas residências aos locais de trabalho.

Fórmula de cálculo do prêmio:

$$P = VR \times TG$$

Onde:

P: Prêmio

VR (Valor em Risco): Somatório da Receita Bruta (Valor do Contrato) prevista para a Concessão (x) 3,5%

TG (Taxa de Garantia): 0,05%

- Risco Operacional (Multirisco)

Seguro contratado para proteger o patrimônio da concessão contra acidentes em geral, decorrentes de origem súbita e imprevista, causando avarias, perdas e destruição parcial ou total dos bens, devendo este seguro cobrir todos os bens que integram e fazem parte do programa de concessão.



VOLUME IV OPERACIONAL

Fórmula de cálculo do prêmio:

$$P = VR \times TG$$

Onde:

P: Prêmio

VR (Valor em risco): Valor total dos ativos da concessão

TG (Taxa de Garantia): 0,14%

Segue abaixo o quadro resumo dos seguros precificados para o presente estudo. A saber:

Tabela 19 - Quadro Resumo de Seguros

FASE	SEGURO	BASE DE CÁLCULO
Durante o contrato	Seguro de garantia de execução do contrato	Valor do contrato
Durante a operação	Seguro multirisco	CAPEX total
	Responsabilidade civil	Valor do contrato

4.1.3.2. Limpeza

A rubrica associada aos serviços de limpeza do terminal foi estimada da seguinte forma:

- Salários e encargos obtidos do sistema SINAPI-TO (janeiro/2021) para um quantitativo de 1 funcionário voltado para este fim, respeitando-se os parâmetros definidos na Portaria do Ministério do Planejamento nº 213, de 25/09/17.
- 10% do valor total dimensionado de salários e encargos, por ano, para aquisição de materiais de limpeza.



4.1.3.3. Segurança

A rubrica associada aos serviços de segurança do terminal foi estimada da seguinte forma:

- Salários e encargos obtidos do sistema SINAPI-TO (janeiro/2021) para um quantitativo de 4 seguranças voltados aos serviços de guarda e vigilância do terminal.
- 10% do valor total dimensionado de salários e encargos, por ano, para aquisição de equipamentos de segurança.

4.1.3.4. Serviços terceirizados

No subgrupo Serviços Terceirizados, consideraram-se os seguintes apoios:

- Contabilidade, Advocacia e Tecnologia da Informação e Motorista, de modo a resguardar o terminal destes serviços específicos. Os respectivos salários utilizados na precificação desta rubrica foram referenciados na tabela de consultoria do DNIT de janeiro/2021.
- 10% do valor total dimensionado de salários e encargos, por ano, para aquisição de materiais em geral associados aos serviços citados.

4.1.3.5. Imposto Territorial Rural

O valor estimado para o Imposto Territorial Rural - ITR de R\$ 9.638,46, ajustado para janeiro/2021, utilizando o IGP-M, baseia-se em laudo pericial do terreno que estipulou o valor médio venal e a dimensão dos lotes presentes no Terminal de Guaraí. Isto posto, obteve-se o Valor da Terra Nua Tributável (VTNt) e o índice necessário para o cálculo do valor final do imposto.



4.1.3.6. Outras Taxas e Despesas

Para esta categoria de dispêndios, considerou-se outras taxas e despesas gerais calculadas por meio da aplicação de 10% sobre o somatório das despesas de segurança, limpeza, ITR e serviços terceirizados, de forma a dimensionar gastos com comunicação em geral (da qual fazem parte despesas de telefonia, internet, correspondência e propaganda), alimentação, suprimentos, entre outros gastos gerais do terminal.

4.1.4. Custos de Equipamentos

Por não sofrer alterações significativas de desempenho/utilização em virtude de variação de movimentação de carga, considera-se a estimativa de custos com caminhão pipa como de caráter fixo. Os custos operacionais referentes à utilização do caminhão pipa seguiram a composição de preço DER/PR, contemplando os custos inerentes ao uso do equipamento.

4.1.5. Manutenção

Esta rubrica foi dividida em manutenção de obras civis e equipamentos do terminal, divisão necessária para distinguir situações de maior desgaste devido à utilização contínua e que, portanto, carecerão de maior nível de manutenção.

Para a manutenção de obras civis, utilizou-se premissa análoga à adotada nos estudos de Terminais Portuários, qual seja: 0,5% de desembolso anual sobre o valor dessas estruturas. Nos custos de manutenção de equipamentos também foi utilizada premissa análoga. Assim como previsto nos estudos de Terminais



Portuários, definiu-se em 1% de desembolso anual incidente sobre o valor dos equipamentos. O valor de incidência destes percentuais corresponde ao CAPEX estimado para compra e/ou execução das estruturas ou equipamentos.

A tabela a seguir demonstra a composição dos grupos de bens previstos no Terminal de Minérios de Guaraí, classificados em obras civis e equipamentos, a saber:

Tabela 20 - Custos Referentes à Manutenção

Manutenção	Custo anual de manutenção
Equipamentos	1,00% sobre o CAPEX
Obras Civis	0,50% sobre o CAPEX

4.2. Custos variáveis

4.2.1. Equipamentos

Essa rubrica contempla os gastos variáveis decorrentes da disponibilização das pás carregadeiras e dos caminhões pipa.

Considerando que esses equipamentos já possuem composição de preço que inclui os custos variáveis, tais como os relativos à combustível, óleos, graxas, filtros, , optou-se por contabilizá-los em separado dos demais equipamentos do terminal.

Esses custos foram contemplados no custo horário do equipamento e estão diretamente relacionados à produção, que varia em função da demanda e disponibilidade de trens.



4.2.2. Sistema de Aspersão

Os custos variáveis considerados para o sistema de aspersão incluem apenas os valores referentes à aquisição do polímero, uma vez que os demais custos já se encontram contemplados no custo de abastecimento de água.



VALEC