



ESTUDO DE VIABILIDADE ECONÔMICA E ANÁLISE LOGÍSTICA DE UM PROJETO DE EXPANSÃO DO PORTO DO RIO DE JANEIRO

Felipe Chamma

Alison Heringer

Projeto de Graduação apresentado ao Curso de Engenharia de Produção da Escola Politécnica, Universidade Federal do Rio de Janeiro.

Orientador: Lino Guimarães Marujo, DSc.

Rio de Janeiro

Agosto 2013

ESTUDO DE VIABILIDADE ECONÔMICA E ANÁLISE LOGÍSTICA DE UM PROJETO DE EXPANSÃO DO PORTO DO RIO DE JANEIRO

Felipe Chamma

Alison Heringer

PROJETO DE GRADUAÇÃO DO CURSO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO DA
ESCOLA POLITÉCNICA DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO.

Examinada por:

Prof. Lino Guimarães Marujo, DSc

Prof. Eduardo Galvão Moura Jardim, PhD

Prof. Edilson Fernandes de Arruda, DSc

RIO DE JANEIRO, RJ - BRASIL

Agosto 2013

Chamma, Felipe Ciotti

Moraes, Alison Heringer da Rocha

Estudo de Viabilidade Econômica e Análise Logística de um Projeto de Expansão do Porto do Rio de Janeiro / Felipe Ciotti Chamma, Alison Heringer Rocha Moraes - Rio de Janeiro: UFRJ/ESCOLA POLITÉCNICA, 2013.

X, 55 p.: il.; 29,7 cm

Orientador: Lino Marujo

Projeto de Graduação – UFRJ/POLI/Engenharia de Produção, 2013.

Referências Bibliográficas: p. 53-55

1 – Simulação. 2 – Viabilidade Econômica.

3 – Expansão do Porto. 4 – Terminal de contêiner. I. Lino Marujo. II. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Escola Politécnica, Curso de Engenharia de Produção. III. Estudo de Viabilidade Econômica e Análise Logística de um Projeto de Expansão do Porto do Rio de Janeiro

Resumo do Projeto de Graduação apresentado à Escola Politécnica/ UFRJ como parte dos requisitos necessários para a obtenção do grau de Engenheiro de Produção.

ESTUDO DE VIABILIDADE ECONÔMICA E ANÁLISE LOGÍSTICA DE UM PROJETO DE EXPANSÃO DO PORTO DO RIO DE JANEIRO

Felipe Chamma

Alison Heringer

Agosto/2013

Orientador: Lino Marujo, *PhD*

Curso: Engenharia de Produção

O presente trabalho se propõe a avaliar do ponto de vista técnico e financeiro os impactos de uma obra de expansão em um terminal de contêineres no Porto do Rio de Janeiro. A partir da construção de um modelo de simulação é possível verificar como as filas de navios e os tempos de operação se comportam com e sem expansão, em diferentes cenários de crescimento econômico. Com isso, também é verificada a viabilidade econômica do projeto em cada um dos cenários, análise fundamental para a tomada de decisão de empresas privadas.

Palavras-chave: Simulação; Viabilidade Econômica; Expansão do Porto; Terminal de Contêiner.

Abstract of the Graduation Project presented to POLI/UFRJ as a partial fulfillment of the requirements for the degree of Industrial Engineer.

ECONOMIC FEASIBILITY STUDY AND LOGISTIC ANALYSIS ON RIO DE JANEIRO
PORT EXPANSION PROJECT

Felipe Chamma

Alison Heringer

August/2013

Advisor: Lino Marujo, *PhD*

Course: Industrial Engineering

This study is intended to evaluate the technical and economic impacts of an expansion in the container terminal in the Port of Rio de Janeiro. After building a simulation model it is possible to assess the behavior of the ship queues and operation times with and without expansion, in different economic growth scenarios. Thereby, the economic feasibility is also verified in each scenario, which is essential for the decision making in most privately held companies.

Keywords: Simulation; Economic Feasibility; Port Expansion; Container Terminal.

Sumário

1	Introdução.....	1
1.1	Objetivos.....	2
1.2	Estrutura do Trabalho	2
1.3	Metodologia	2
2	Contextualização	4
2.1	Portos	4
2.2	Simulação	6
2.3	Análise Econômica	8
3	O Terminal de Contêineres	10
3.1	Sobre o Grupo Libra	10
3.2	Características do terminal em questão.....	11
3.2.1	Localização.....	11
3.2.2	Estrutura Marítima	12
3.2.3	Acessos	12
3.2.4	Histórico operacional	13
3.3	O Projeto de expansão	16
4	Análise Logística.....	20
4.1	O Modelo de operação do terminal.....	20
4.1.1	Chegada dos navios	20
4.1.2	Deslocamento até o cais.....	21
4.1.3	Operação.....	21
4.1.4	Cais acostável	22
4.2	Definição da Demanda de Contêineres.....	25
4.3	Definição das premissas	27
4.3.1	Simulação I.....	27
4.3.2	Simulação II.....	28
4.3.3	Simulação III.....	28
4.3.4	Simulação IV.....	28

4.3.5	Simulação V	29
4.3.6	Simulação VI.....	29
4.3.7	Simulação VII.....	29
4.4	Resultados.....	30
5	Análise Econômica	34
5.1	Metodologia	34
5.2	Modelagem	34
5.3	Resultados.....	38
5.4	Discussão da análise econômica.....	39
6	Conclusão.....	44
7	Referências.....	45
8	Observações.....	48
9	Anexos.....	49

Índice de Figuras

Figura 1: Processos envolvidos em um terminal de contêiner. (Steenken et al, 2004)	5
Figura 2: Porto do Rio de Janeiro com Destaque para o Terminal 1 (Adaptado do Google Maps, 2011).....	12
Figura 3: Movimentação de contêineres (mil unidades) (Autoria Própria).....	14
Figura 4: Tempo médio de espera para atracação (horas) (Autoria Própria).....	14
Figura 5: Evolução do comprimento médio de navios de contêiner atracados no terminal 1 (metros) (Autoria Própria)	15
Figura 6: Evolução do comprimento médio de navios químicos atracados no terminal 1 (metros) (Autoria Própria)	15
Figura 7: Terminal atualmente (Adaptação Google Maps)	16
Figura 8: Terminal após a fase 1 ser concluída (Adaptação Google Maps).....	17
Figura 9: Terminal após a fase 2 ser concluída (Adaptação Google Maps).....	17
Figura 10: Terminal após a fase 3 ser concluída (Adaptação Google Maps).....	18
Figura 11: Terminal após a fase 4 ser concluída (Adaptação Google Maps).....	19
Figura 12: Foto/Modelo do terminal após a expansão (Fonte: Libra).....	19
Figura 13: Foto/Modelo do terminal atual (Fonte: Libra).....	19
Figura 14: Detalhe do terminal 1 (Adaptação Google Maps).....	23
Figura 15: Modelo da Simulação no Arena	24
Figura 16: Modelo Padrão do Demonstrativo de Resultados do Exercício	35
Figura 17: Detalhamento do modelo para o caso.....	36
Figura 18: Descrição do cálculo dos itens do DRE.....	37
Figura 19: Investimentos Acumulados (%) em comparação ao cenário base.....	39
Figura 20: Investimentos por situação.....	40
Figura 21: Percentual Investimentos Acumulados sobre o Resultado Líquido Acumulado (%)	41
Figura 22: Variação acumulada do Resultado Líquido frente à Situação sem Expansão (Cenário pessimista) (%).....	41
Figura 23: Variação acumulada do Resultado Líquido frente à Situação sem Expansão (Cenário base (%)).....	42
Figura 24: Variação acumulada do Resultado Líquido frente à Situação sem Investimentos (Cenário Otimista) (%)	42
Figura 25: Tabela Modelo da distribuição de Investimentos usada no Estudo	54
Figura 26: Modelo Básico distribuição de Investimentos usado no estudo	54

Índice de Tabelas

Tabela 1: Cenário Base	25
Tabela 2: Distribuição do comprimento médio dos navios, Simulação I	27
Tabela 3: Distribuição do comprimento médio dos navios, Simulação II	28
Tabela 4: Distribuição do comprimento médio dos navios, Simulação IV	29
Tabela 5: Quadro resumo de Simulações	30
Tabela 6: Utilização de recursos em cada simulação	31
Tabela 7: Tempos despendidos em cada simulação	31
Tabela 8: Produtividade Bruta em cada simulação	31
Tabela 9: Comparativo Produtividade Bruta de Terminais do Brasil (Fonte: Antaq)	32
Tabela 10: Quadro resumo dos resultados dos cenários econômicos	38
Tabela 11: Cenário Otimista	49
Tabela 12: Cenário Pessimista	50
Tabela 13: Movimentação de contêiner Libra no Cenário Base	51
Tabela 14: Movimentação Contêiner Libra no Cenário Otimista	52
Tabela 15: Movimentação Contêiner Libra no Cenário Pessimista	53

1 Introdução

Em face dos crescentes custos logísticos de movimentação de cargas em uma economia globalizada e da posição do Brasil como um país importante no comércio mundial, adotou-se o tema de portos e, mais especificamente, da logística dos terminais de contêineres, procurando com isso estudar um tema relevante e importante para a sociedade.

Além disso, com base no crescimento da economia brasileira e mundial previsto para os próximos anos; e com a confirmação da Copa do Mundo de 2014 no Brasil e das Olimpíadas de 2016 no Rio de Janeiro, é esperado um aumento considerável da carga que passará a entrar e sair do país pelo Porto do Rio.

Devido aos altos custos envolvidos no transporte em massa de contêineres, terminais de alta eficiência são priorizados pelos agentes envolvidos no comércio exterior. Essa eficiência se traduz principalmente em velocidade no atendimento, o que envolve o tempo de espera para atracação do navio no terminal e a velocidade na operação. Investimentos recorrentes tanto em melhorias físicas na infraestrutura quanto no sistema de gestão do terminal são necessárias para que o mesmo se mantenha competitivo.

Nesse contexto, novos investimentos em infraestrutura e expansão da capacidade de atendimento a navios e movimentação de carga estão sendo feitos no porto do Rio de Janeiro. Um deles é o projeto de expansão do terminal número 1 do Porto do Rio, operado pela empresa Libra Terminais Rio – S/A. Dentre as modificações planejadas se incluem a extensão do cais, extensão do espaço para armazenagem de contêineres e aquisição de portêiners, transtêiners e outros equipamentos.

No presente estudo, em virtude do avanço tecnológico e da facilidade de uso de ferramentas computacionais de análise de dados e previsão, optou-se por realizar uma simulação discreta do terminal via software (Arena), uma ferramenta que se torna cada vez mais acessível e simples de ser usada, demonstrando ser um utilitário poderoso na análise de processos complexos e na tomada de decisões.

Além disso, boa parte do material sobre o assunto trata da operação do porto de forma desconectada do aspecto econômico, dando ênfase à capacidade de atendimento em relação a espaço no berço para embarcações e espaço físico para armazenamento de carga. O atual estudo pretende contribuir para um melhor

entendimento do tema ao incorporar indicadores financeiros para uma análise mais completa do projeto de expansão.

1.1 Objetivos

O principal objetivo do estudo é mensurar o aumento da eficiência do terminal de contêineres com o projeto de expansão, por meio de um modelo de simulação. Dessa forma, será possível avaliar a competitividade do terminal frente aos concorrentes nacionais.

O outro grande objetivo é avaliar do ponto de vista financeiro quais os retornos que esse projeto poderia proporcionar ao seu principal stakeholder, a empresa que administra o terminal.

1.2 Estrutura do Trabalho

Este trabalho pretende realizar os objetivos propostos seguindo uma série de passos complementares. Primeiramente, uma breve revisão bibliográfica para que seja possível obter subsídios suficientes para um estudo mais aprofundado. Em seguida, o estudo de caso será apresentado e detalhado, servindo de base para a elaboração de um modelo de operação de um terminal de contêineres.

Este modelo será então analisado através de uma simulação no software ARENA com a proposição de alguns cenários. Os resultados destes cenários serão então utilizados para uma análise dos indicadores técnicos e financeiros pertinentes ao setor e, por fim, comparados com outros casos semelhantes. Por fim, o estudo será concluído com uma discussão sobre os limites do presente trabalho e seus potenciais desdobramentos.

1.3 Metodologia

Foi primeiramente realizado um estudo prospectivo na literatura sobre simulação e análise econômica de projetos industriais, procurando obter com isso o estado da arte em termos de modelagem do problema, além de coleta de dados e informações

sobre o estado atual do terminal a ser expandido e sobre o projeto de expansão a ser considerado.

De forma mais prática, para a realização do estudo de dimensionamento do terminal foi estimado o volume de contêineres movimentados nos próximos anos, utilizando como base uma série histórica de indicadores levantada desde 2002, que contém dados como a quantidade de contêineres movimentados no terminal, sua evolução na participação no mercado e o PIB brasileiro. Sabe-se que quanto maior o PIB, maior o volume de importações e exportações e conseqüentemente movimentação de contêineres.

A análise econômica segue os padrões clássicos de tempo médio de recuperação, valor presente líquido e taxa interna de retorno, procurando se adequar aos resultados diferentes de cada cenário e preocupando-se em apresentar resultados confiáveis em cima de uma análise de fluxo de caixa.

2 Contextualização

A pesquisa na bibliografia procurou englobar assuntos como teorias e técnicas de simulação de forma geral, passando a modelagens operacionais de portos e terminais de contêineres sob a ótica da simulação discreta e teoria das filas, além de considerações sobre os processos e operações envolvidas em portos e seus principais indicadores de eficiência. Uma segunda parte da revisão procurou abranger estudos sobre viabilidade econômica de projetos industriais, procurando identificar os principais indicadores econômicos relevantes para o setor portuário.

2.1 Portos

Portos podem ser definidos de forma simples como estruturas a beira de um curso navegável de água especializadas na atracagem e conseqüente movimentação de carga entre terra e uma embarcação, geralmente com terminais especializados para cada tipo de carga, que podem variar de pessoas, alimentos, eletrônicos a equipamentos industriais pesados (Qianwen Liu, 2010).

Dentre estes terminais, se destaca no comércio internacional o terminal de contêiner, devido a grande padronização do setor em volta deste formato de transporte de carga durante o século XX. Os contêineres foram desenvolvidos para serem um tipo de transporte de carga padronizado com fácil interface intermodal e ocupação otimizada de espaço, permitindo o empilhamento e facilitando o deslocamento em longas distâncias com custo logístico reduzido (Batista, 2012).

Esta padronização levou ainda ao desenvolvimento de modelos de transporte e máquinas específicas para se lidar com contêineres para as mais diversas finalidades, como os navios porta-contêineres, para deslocamento marítimo, carretas, para deslocamento por terra, stackers, máquinas para empilhamento de contêineres no pátio de armazenamento, portêineres, estruturas especializadas na transferência terra-mar dos contêineres, entre outros.

Segundo Steenken (2004), devido aos altos custos de manutenção e operação desses equipamentos especializados, é evidente que para uma gestão efetiva de um terminal que o mesmo possua alta taxa de utilização para justificar o investimento. Ser capaz de coletar dados sobre o comportamento da operação e a partir deles simular e prever as necessidades futuras de alocação de custos possibilitaria alcançar este nível de gestão desejável para a manutenção do porto.

Ainda segundo Steenken, em um terminal típico, os processos envolvidos podem ser categorizados em quatro operações bem distintas, sendo classificadas dessa forma pela sua importância e potencial para otimização através de métodos de pesquisa.

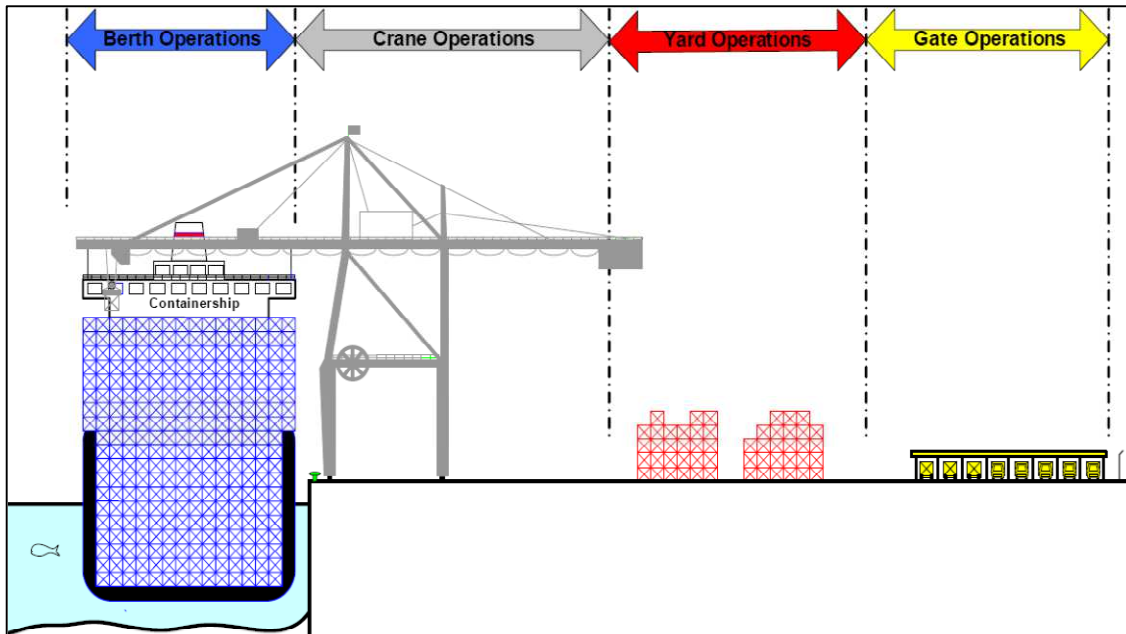


Figura 1: Processos envolvidos em um terminal de contêiner. (Steenken et al, 2004)

As operações do berço estão relacionadas a escolha ideal do berço para cada navio e conseqüente atracagem. Previsão de chegada do navio, calado, comprimento, disponibilidade e usabilidade dos portêineres são as principais variáveis que influenciam diretamente esta fase do processo.

As operações com os guindastes ou portêineres envolvem a escolha da fila de contêineres a serem movimentados seja para carregamento ou descarregamento e sua interface direta com as operações do pátio, já que cada movimentação de container envolve que uma carreta ou algum dispositivo de transferência do container para o pátio esteja disponível para que o guindaste descarregue ou carregue um container.

As operações do pátio, além da já citada interação direta com as operações das gruas, envolvem a otimização da alocação dos contêineres, tanto de forma a minimizar o espaço necessário quanto para reduzir a necessidade de movimentação de forma a ordenar o uso dos contêineres e seu empilhamento ideal para posterior transferência.

Por fim, as operações do portão envolvem a interface entre o porto e o dispositivo modal ao qual o container será transferido, geralmente o rodoviário em carretas. Sua otimização visa reduzir o tempo de armazenagem no pátio e/ou reduzir o tempo de espera das carretas por novos contêineres.

Um terminal de contêineres padrão funciona dessa forma, mas para terminais com outras especialidades, variações podem existir, como no caso de embarcações químicas, que utilizam dutos para a descarga, embarcações roll-on/roll-off, que não exigem equipamentos especializados para transferência da carga da embarcação para o terminal, já que a carga possui mecanismos próprios de locomoção, ou ainda cargas de outros tipo, como grãos, que exigem terminais com equipamentos específicos para carga e descarga.

Conseguimos perceber por essa breve análise que em um terminal padrão, além da própria variabilidade específica de cada etapa do processo, por exemplo, um guindaste coletar um contêiner que pode estar em uma posição facilmente acessível no navio ou que exija manobras mais complexas, o principal desafio é que essas várias etapas sejam sincronizadas, como por exemplo, este mesmo guindaste no momento em que coletar um contêiner já possuir uma carreta chegando para descarga e assim em diante.

2.2 Simulação

Pode-se entender a simulação como a construção de um modelo de uma operação real ou sistema que evolui durante o tempo, procurando representar de forma verossímil o sistema ao longo do tempo segundo as variáveis e pontos de vista pertinentes para o modelo (Santos, 2009).

Em sistemas complexos com muitas variáveis e parâmetros que evoluem no tempo, tem-se percebido um aumento no uso de técnicas de simulação na modelagem e resolução de problemas. Modelos lineares de otimização e de multicritério enfrentam limitações críticas que os modelos simulados não parecem ser suscetíveis.

Neste contexto, Carteni (2011) não foca tanto nas operações e procura jogar uma luz sobre os métodos atualmente usados em simulação portuária e a evolução dos estudos sobre simulação portuária até aqui. Diversos modelos foram propostos durante as últimas décadas, além de variações entre os parâmetros e nível de detalhamento das atividades. Discute-se a abordagem via otimização frente a

simulação, com pontos positivos para a simulação que supera algumas limitações matemáticas, suporta estratégias específicas, são mais fáceis de entender e permitem a fácil criação de cenários. Após uma análise das principais contribuições acadêmicas sobre simulação, Carteni acaba por apontar um modelo de certa forma consensual em relação aos principais pontos críticos observados.

Este modelo, que seria uma abordagem por eventos discretos, permite uma boa abstração do fenômeno, modelagem modular e representação gráfica dos resultados. Operações em terminais de contêineres seriam então uma aplicação natural da abordagem por eventos discretos, já que podem ser facilmente esquematizadas em um conjunto finito de entidades, possuem clara hierarquia e possuem uma complexidade interna que dificulta que outras abordagens sejam efetivas.

O modelo adotado por Carteni e que é pertinente aqui como contribuição para a definição dos principais conceitos que serão usados no estudo, segue um padrão de simulação discreta de eventos, que pode ser definida como um conjunto de interações entre entidades que se alternam entre diferentes estados dependendo de eventos externos e internos. Estas entidades podem ser físicas ou conceituais, residentes ou transientes, caracterizadas por parâmetros ou variáveis.

Cada entidade pode ser considerada ativa, se possuir uma atividade associada, ou passiva caso não possua. Uma atividade é a representação de uma operação realizada pela entidade, acionada por um evento e com uma duração característica. Esta duração pode ser constante ou variável e seu comportamento no tempo pode possuir um modelo estocástico ou determinístico.

As entidades interagem segundo regras endógenas ou exógenas, sendo as primeiras ligadas a lógica estrutural do sistema e a segunda dependente de fenômenos exteriores, como ações gerenciais. Com todos os atributos das entidades definidos, podemos caracterizar o sistema como um todo por seu estado. O estado do sistema evolui de acordo com mudanças nos atributos e variáveis das entidades.

Para o caso específico de terminais de contêineres, equipamentos de movimentação de contêineres são considerados residentes e ativos, sendo seus parâmetros as características principais do equipamento, as variáveis como o estado da entidade, como situação de ocupação ou posição, e a atividade define a duração da tarefa a que a entidade executa. Esta duração pode ser estocástica ou determinística e deve ser estimada com base em dados reais do caso estudado.

Já contêineres são considerados entidades transientes e passivas, sendo seus parâmetros o tipo de container e suas variáveis o seu estado e a sua posição.

Localizações físicas são definidas como residentes e passivas, seus parâmetros são características espaciais e as variáveis seus estados.

Existem ainda entidades que não contribuem diretamente para a movimentação de contêineres, mas que afetam a forma como isso será feito, como mecanismos de controle por regras ou sub-modelos de otimização em tempo real.

Fernandes adota uma abordagem mais focada na aplicação das simulações, analisando alguns estudos de caso que por fim contribuem para a proposição de um modelo. Apesar de não fazer uma referência direta a Carteni, ambos os modelos são bastante similares operacionalmente, sendo que Fernandes procura focar mais nos processos envolvidos e suas interações, calculando e estimando variáveis sem grande detalhamento e de forma determinística, enquanto Carteni explora a fundo como a literatura vem estimando esses parâmetros e adotando variáveis estocásticas quando pertinentes.

2.3 Análise Econômica

Em um sistema capitalista como o atual é imprescindível que qualquer projeto industrial seja lastreado por um estudo de sua viabilidade econômica. Mesmo que o projeto possua índices de produtividade operacionais acima da média mundial, ainda assim, dependendo do contexto em que o mesmo for realizado, custos e despesas para a sua criação, execução e manutenção podem erodir essa margem e torna-lo inviável economicamente.

A análise econômica e financeira de projetos procura então relacionar os benefícios esperados em dado projeto com seus custos e investimentos (Zago, 2009), de forma não só a mostrar sua viabilidade intrínseca de funcionamento e validade de sua implantação, como também para apoiar decisões de como o projeto deve ou não ser feito. Em um mercado global cada vez mais competitivo e aberto a oportunidades, esta análise é cada vez mais importante tanto para a sobrevivência do projeto frente a concorrência quanto a escolha do melhor projeto a ser realizado.

A primeira análise geralmente feita é a do tempo de retorno ou payback, que consiste na soma algébrica dos valores do fluxo de caixa, sem desconto de uma taxa interna. Por ser fácil e rápido, é bastante usado, mas não apresenta um nível de sofisticação adequado para a maioria dos casos de projetos industriais de longo prazo e não considera o valor do dinheiro no tempo (Scorciapino, 2005).

Uma abordagem mais completa de análise econômica é o uso do valor presente líquido que pode ser definido como a soma algébrica dos valores descontados do fluxo de caixa associado ao projeto, que consistiria na construção de um fluxo de caixa descontado uma taxa de atratividade, levando em conta, portanto, o valor dos recursos empenhados no tempo e sendo dependente apenas do fluxo de caixa previsto e do custo de oportunidade do capital, possuindo duas desvantagens críticas, que seriam a determinação da taxa mínima de atratividade e a impossibilidade de reaplicar benefícios de projetos de sucesso (Zago apud Bruni & Famá, 2009).

Outra análise é através da Taxa Interna de Retorno que consiste em calcular a taxa interna que anularia o valor presente líquido do fluxo de caixa do projeto estudado, representando a taxa de desconto a qual o saldo entre as entradas e saídas descontadas resultam em um valor presente líquido igual a zero. Entre as vantagens deste método, percebemos a fácil interpretação do resultado e a consideração do valor do dinheiro ao longo do tempo, e como desvantagem principal podemos apontar que o método pressupõe que os saldos são reaplicados à mesma taxa de investimento.

Uma sofisticação dessas análises envolve a consideração do risco envolvido nos investimentos, que seria a possibilidade de prejuízo financeiro ou simplesmente a variabilidade dos retornos esperados de um determinado ativo (Scorpiciano apud Gitman, 2005). Para estimar e precaver desse risco pode-se então utilizar um fluxo de caixa incerto, que envolve análises de estimativas de erro para se apresentar um resultado final dentro de um intervalo de confiança pertinente, além de possibilitar a estimativa da faixa possível de variação dos valores esperados para os investimentos.

3 O Terminal de Contêineres

O presente o estudo se dará no projeto de expansão do terminal 1 do Porto do Rio, operado pela empresa Libra Terminais Rio – S/A, concessionária do terminal desde 1998. Atualmente, toda a carga operada pela Libra no terminal entra e sai por meio de contêineres.

3.1 Sobre o Grupo Libra

O Grupo Libra – holding que detém, entre outras empresas, a Libra Terminais – é um dos maiores operadores de contêineres do Brasil, com operações em diversos terminais pelo país. Com capital 100% nacional, é pioneiro entre as companhias privadas no segmento, atendendo a praticamente todos os armadores em operação no Brasil.

Desde 1995 a empresa opera o Terminal 37 (Santos-SP), primeira área de contêineres a ser privatizada no Brasil. Em 1998 iniciou suas operações no porto do Rio de Janeiro. O Grupo possui ainda o Terminal de Imbituba, um porto seco em Campinas e opera três recintos especiais para despacho aduaneiro de exportação (REDEX).

A Libra Terminais iniciou suas operações no porto do Rio de Janeiro após vencer a licitação de arrendamento do terminal 1 de contêineres. O contrato celebrado com a Cia. Docas do Estado do Rio de Janeiro (CDRJ) garantiu a ocupação do terminal pelo período de 25 anos, prorrogável por mais 25. Desde então, a empresa já investiu mais de R\$ 100 milhões na unidade, realizando inúmeras benfeitorias na infraestrutura do terminal. Entre as melhorias, destacam-se aquisição de portêineres, construção de armazéns, compra de empilhadeiras de grande porte e implantação de tecnologias de gerenciamento de TI – fundamentais para elevar a qualidade dos serviços prestados com o aumento do volume operado.

Como resultado dos investimentos já realizados, ao longo de 11 anos de operação, foram alcançados importantes avanços operacionais que beneficiaram a todos os envolvidos na cadeia do comércio exterior brasileiro – armadores, exportadores e importadores. Para os próximos anos, serão necessários investimentos ainda mais expressivos para acompanhar os avanços do comércio marítimo internacional, especialmente os progressos observados na frota mundial de navios porta-contêiner. A média de comprimento das embarcações vem aumentando de

forma contínua, motivado pelos ganhos de escala alcançados pelos navios de maior capacidade.

O projeto de expansão do prevê investimentos da ordem de R\$ 300 milhões em infraestrutura e R\$ 200 milhões em equipamentos operacionais.

O projeto inclui:

- Extensão do cais para atracação de 545 para 910 metros;
- Aterro de 40 mil m² utilizados para armazenagem de contêineres;
- Expansão do armazém alfandegado de importação;
- Aumento da profundidade do canal de atracação;
- Compra de 4 portêiners e 27 transtêiners;
- Dragagem do acesso que leva ao cais.

Dessa forma, os navios de última geração (acima de 10.000 TEUs) poderão atracar no porto, o que hoje não é possível. Além disso, há a expectativa de melhorar indicadores operacionais que atraem os principais armadores a utilizar a Libra para escoar sua produção.

3.2 Características do terminal em questão

Nesta seção, serão apresentadas as principais características do terminal descrevendo as instalações de acostagem, retroárea, equipamentos e histórico das operações.

3.2.1 Localização

A Libra Terminal Rio S.A é arrendatária do Terminal 1-Rio (T1) do Rio de Janeiro, destinado à movimentação de contêineres. Este terminal está localizado no Cais do Caju, costa oeste da Baía de Guanabara. Na figura abaixo é apresentada a vista geral do Porto com destaque para localização do referido terminal.



Figura 2: Porto do Rio de Janeiro com Destaque para o Terminal 1 (Adaptado do Google Maps, 2011)

Atualmente o T1 possui 140.000 m² de área para instalações portuárias alfandegadas, dentro desta área está incluído um armazém de 8.890 m² para armazenagem de mercadorias importadas.

3.2.2 Estrutura Marítima

O Terminal 1-Rio possui dois berços operacionais, um com 325 m e o outro com 220 m, totalizando um cais com 545 m de comprimento. Na prática, não há separação física entre os berços, já que o cais é contíguo, e um navio poderia ser operado ultrapassando o limite dos mesmos. A profundidade na área do T1 da Libra permite a atracação de embarcações com calado de até 12,30 m. De acordo com a base de dados fornecida pela Libra, em média por mês, atracaram 35 navios contêineres em 2009.

3.2.3 Acessos

O acesso à Libra Terminal Rio pode ser feito atualmente por vias rodoviárias, ferroviárias e marítimas. A seguir é apresentada separadamente a infraestrutura de cada acesso.

- **Acesso Rodoviário**

O acesso ao Porto do Rio de Janeiro e, conseqüentemente ao T1 é feito por meio das Rodovias BR-040, BR-101, BR-116, RJ-071 e RJ-083 e pela Avenida Brasil. É o modal mais utilizado para o transporte de cargas entrando ou saindo do terminal.

- **Acesso Ferroviário**

O acesso ferroviário ao Porto e, conseqüentemente, ao T1 pode ser feito em bitola larga (1,60 m), por intermédio do Terminal do Arará, operado pela MRS Logística S/A. Este acesso liga o Porto à região centro-sul do Estado do Rio de Janeiro (Vale do Paraíba) e desta aos estados de São Paulo e Minas Gerais, porém este modal raramente é utilizado no terminal.

- **Acesso Marítimo**

O acesso marítimo é feito pela barra com largura de 1,5 km e profundidade mínima de 12 m, delimitada pelos faróis do Morro do Pão de Açúcar e da Fortaleza de Santa Cruz, na entrada da Baía de Guanabara.

O canal de acesso compreende 18,5 km de comprimento, 150 m de largura mínima e 17 m de profundidade, até próximo ao Porto do Rio, quando a mesma se reduz para 12,3 m.

3.2.4 Histórico operacional

Nesta seção, serão apresentados os principais dados que corroboram o que foi dito no capítulo 3.1 e que irão sustentar as premissas utilizadas no modelo de simulação, a ser tratado mais a frente.

No gráfico a seguir, é possível observar a evolução da movimentação portuária, em número de contêineres, desde o início do contrato de arrendamento. Os dados a partir de 2009 não foram disponibilizados:

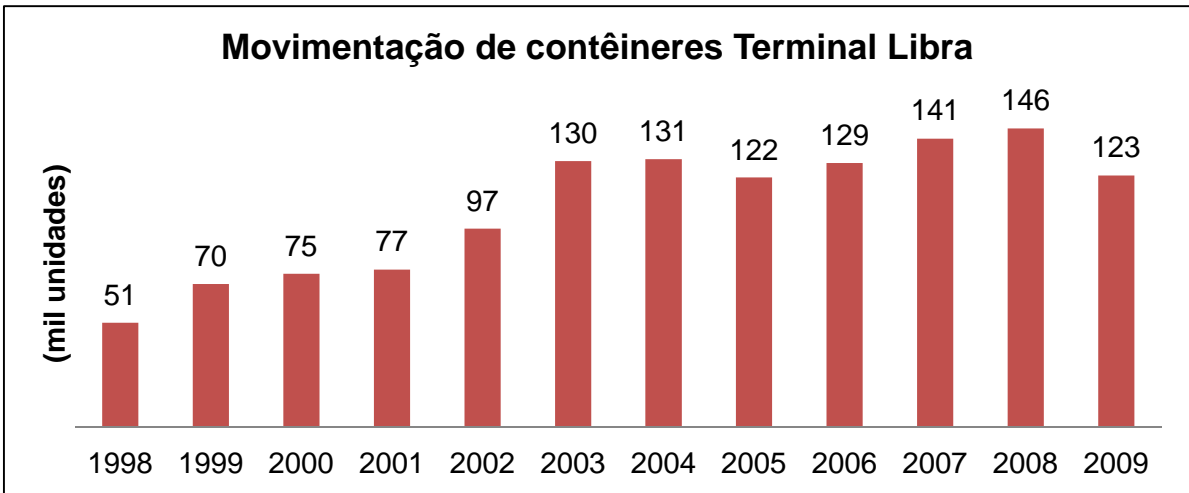


Figura 3: Movimentação de contêineres (mil unidades) (Autoria Própria)

Outro indicador a ser analisado é o tempo médio de espera para atracação, em horas. É importante que esse tempo mantenha-se baixo para garantir a competitividade do terminal.

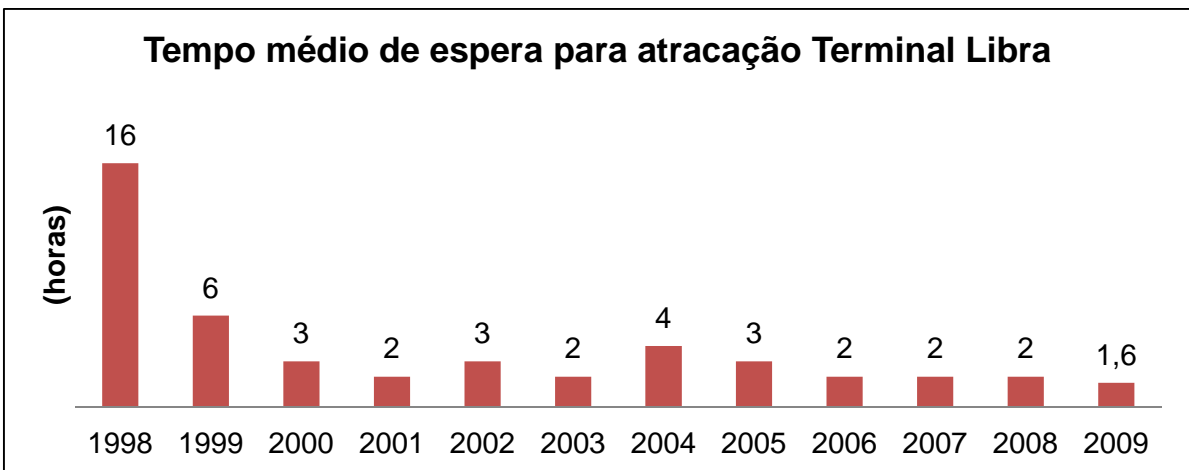


Figura 4: Tempo médio de espera para atracação (horas) (Autoria Própria)

Também é de extrema relevância analisar alguns fatores externos, como a evolução do comprimento médio dos navios atracados no porto.

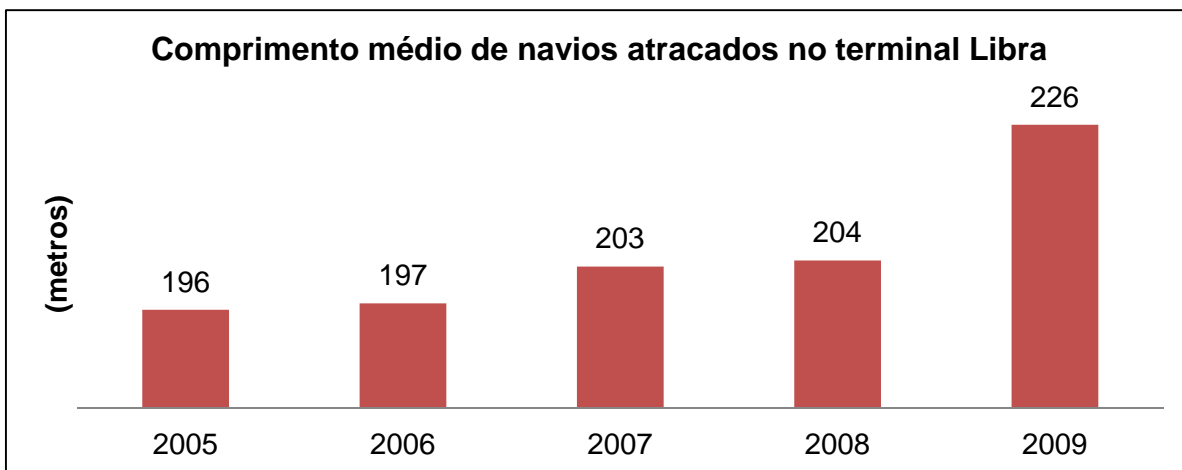


Figura 5: Evolução do comprimento médio de navios de contêiner atracados no terminal 1 (metros) (Autoria Própria)

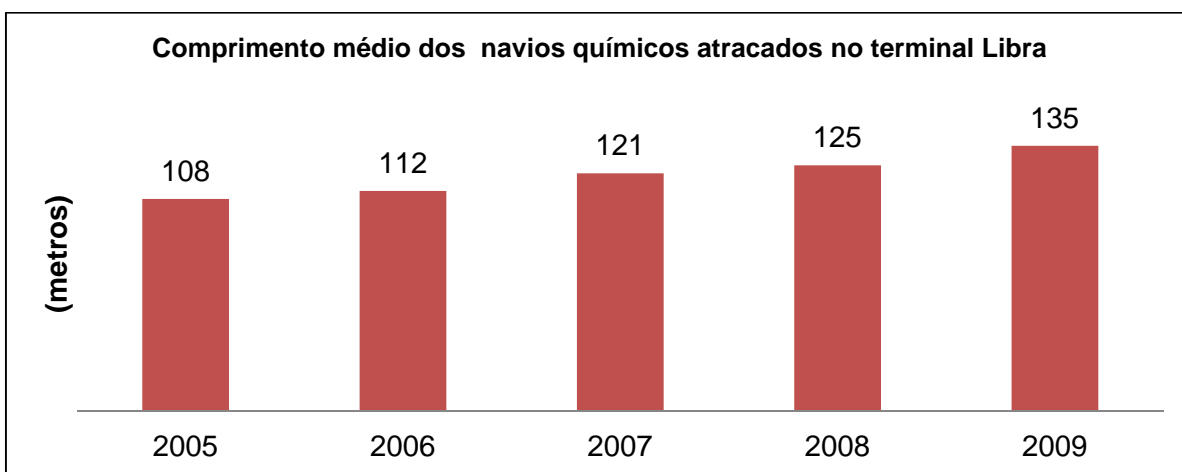


Figura 6: Evolução do comprimento médio de navios químicos atracados no terminal 1 (metros) (Autoria Própria)

A chegada de navios de grande porte representa um desafio para os terminais de contêiner, em termos de eficiência da operação e na disponibilidade de cais acostável. Esse avanço contínuo do comprimento médio das embarcações, tanto de contêineres quanto de granéis líquidos, pode e deve ser mitigado por meio de projetos de expansão da capacidade do terminal, que acabam por se tornar viáveis.

Em seguida, iremos apresentar as fases propostas do projeto em questão para depois testar sua eficiência no modelo de simulação e finalmente avaliar sua viabilidade econômica.

3.3 O Projeto de expansão

O projeto de expansão aqui estudado está previsto para acontecer em 4 fases, que envolvem a extensão do comprimento do cais e o aterramento da retroárea para armazenagem de contêineres. A compra de equipamentos (portêineres e transtêineres) também será progressiva a cada etapa.

FASE 1

A primeira etapa do projeto consiste no prolongamento do cais acostável em 120 metros, deixando-o com 665 metros. Também serão comprados 2 novos portêineres, totalizando 6 máquinas. O término dessa fase estava inicialmente previsto para o final de 2012. Ao ser concluído, esse aumento do cais possibilitará à Libra movimentar 360.000 contêineres anualmente, um aumento de 68% em relação à capacidade atual de 214.000 contêineres. As figuras a seguir ilustram o terminal atualmente e como ficará após a primeira fase:



Figura 7: Terminal atualmente (Adaptação Google Maps)



Figura 8: Terminal após a fase 1 ser concluída (Adaptação Google Maps)

FASE 2

A segunda fase do projeto consiste no aterramento de 37.750m² da retroárea do terminal, investimento fundamental para fazer frente com o aumento da movimentação – uma vez que a capacidade ficará limitada pelo espaço disponível no pátio. Com isso, estima-se que a capacidade de movimentação anual aumentará para 428.000 contêineres. A figura 4 ilustra como ficará o terminal quando concluída essa etapa, prevista para o final de 2013:



Figura 9: Terminal após a fase 2 ser concluída (Adaptação Google Maps)

FASE 3

Na terceira fase serão construídos mais 245 metros de cais linear, com 70 metros de largura, totalizando 910 metros de cais acostável. Também serão importados outros 2 portêineres, totalizando 8 máquinas do tipo. Com estas dimensões, será possível operar simultaneamente até 2 navios super post panamax (5ª geração) mais uma terceira embarcação de menor tamanho. Tal investimento, previsto para terminar no final de 2022 e ilustrado na figura 5, aumentará a capacidade de movimentação anual para 470.000 contêineres.



Figura 10: Terminal após a fase 3 ser concluída (Adaptação Google Maps)

FASE 4

Por fim, na quarta etapa, será feito o aterramento da retroárea aumentando em 46.000m² a sua área para armazenagem. Tal investimento aumentará a capacidade de movimentação para 640.000 contêineres por ano, ainda não tem data para sair, mas para o presente estudo, foi adotado com ano de conclusão em 2032.



Figura 11: Terminal após a fase 4 ser concluída (Adaptação Google Maps)

Nas figuras a seguir, cedidas pela Libra, é possível observar de forma mais gráfica como ficará o terminal após a conclusão total do projeto.



Figura 13: Foto/Modelo do terminal atual (Fonte: Libra)



Figura 12: Foto/Modelo do terminal após a expansão (Fonte: Libra)

4 Análise Logística

4.1 O Modelo de operação do terminal

A partir dos modelos pesquisados e estudos no terminal alvo, procurou se construir um modelo com um nível de veracidade e complexidade compatíveis com tempo e esforço disponíveis para o projeto, as necessidades intrínsecas da futura análise produtiva e econômica e acima de tudo, bom senso na definição dos parâmetros e variáveis adotados.

As etapas envolvidas na operação global do terminal envolvem a chegada dos navios, a espera na fila até a liberação de um dos berços do cais de atracação, o deslocamento do navio pela barra do cais com o auxílio do rebocador, o processo de atracação, a operação de carga e descarga de contêineres, o processo de desatracação e por fim deslocamento de volta pela barra do cais até a saída do navio.

4.1.1 Chegada dos navios

Geralmente, para a chegada de entidades em um modelo, adota-se uma distribuição exponencial para representar o intervalo de chegada entre cada entidade – por esta ser caracterizada pela falta de memória e imprevisibilidade, mesmo que se conheça o seu passado.

No entanto, os navios atendidos no terminal têm janelas pré-acordadas com a Libra para o horário de chegada. Essas janelas são períodos de seis horas, dentro dos quais os navios devem chegar para serem atendidos com prioridade padrão. Por exemplo, um armador pode fechar um acordo para que seu navio seja operado pela Libra, e que o mesmo chegará ao terminal no dia 18/11 entre 12h e 18h. Caso o navio chegue fora desse intervalo, ele terá uma prioridade menor na fila de atendimento. Um indicador importante para o terminal é o percentual de atendimento dos navios dentro da janela.

Uma vez que há uma previsão de chegada para as entidades, e sabendo que a Libra tenta distribuí-las de maneira uniforme para que não haja acúmulo de chegadas e com isso afete seu desempenho operacional, a distribuição exponencial não é a mais adequada para representar a chegada de navios no modelo. A distribuição que será utilizada será a Normal (μ , σ), onde a média (valor esperado da chegada) será a metade da janela. Para calcular o desvio-padrão, será considerado o dado histórico de navios que chegam na janela acordada (90%). Tem-se que, em uma distribuição

normal, para que 90% das observações estejam dentro de um limite central em torno da média, esse limite deve ser equivalente a $1,645\sigma$. Como 90% das observações estão dentro do intervalo $\mu \pm 1,645\sigma$, que equivale a $\mu \pm 3$ horas, podemos dizer que o desvio padrão $\sigma = 1,824$ horas.

Há ainda a questão dos navios químicos a ser considerada. A legislação que regulamenta a atividade portuária e o contrato celebrado entre a Libra e a CDRJ determina que os navios com carga química, clientes da União Terminais, continuem a ser operados no cais do terminal 1, o que agrava a atracação dos porta-contêiner. Até dezembro de 2006 a Libra possuía prioridade na atracação de porta-contêiner, no entanto uma liminar em favor da União Terminais determinou que os químicos possuíssem prioridade de atracação idêntica aos navios de contêineres.

Historicamente, os navios químicos atracados no Terminal 1 têm em média comprimento de 135 metros. No entanto, sua atracação pode ser feita com até 33% no navio para fora do cais, o que resulta em um comprimento efetivo médio de 102 metros. O seu tempo de operação tem distribuição Normal, com média de 20 horas e desvio padrão de 1 hora.

4.1.2 Deslocamento até o cais

Uma vez liberado o espaço necessário no cais, o navio que está na fila é então encaminhado para o mesmo com o auxílio de um rebocador. Esse deslocamento leva cerca de 80 minutos, com desvio padrão de 5 minutos (tanto na ida quanto na volta). Não é possível o deslocamento simultâneo de navios na barra do cais, seja no mesmo sentido ou em sentidos opostos. Uma vez atracado, são necessários 40 minutos, com desvio padrão de 2, para o início da operação.

Após a operação, são necessários 50 minutos para a desatracação do navio, com desvio padrão de 3 minutos. Apenas após a desatracação o recurso cais é liberado para outras entidades na fila.

4.1.3 Operação

A operação dos navios consiste em descarregar e carregar o mesmo com os contêineres programados, com auxílio dos portêineres (que içam os contêineres) e de carretas, que levam e trazem os mesmos do pátio de armazenagem.

Quanto maior o número de movimentações de contêiner necessárias para o navio, maior o tempo de operação. É possível prever esse tempo de acordo com o número de portêineres disponíveis e com a consignação média (CNTR por navio). Historicamente, com o aumento do comprimento e capacidade das embarcações, a consignação média também aumenta.

No modelo de simulação proposto, o tempo de operação será calculado da seguinte forma:

$$\text{Tempo Operação} = \text{Consignação Média} / \text{Produtividade (CNTR/h)}$$

A produtividade da operação e a consignação média variam de acordo com cada cenário na simulação.

4.1.4 Cais acostável

De acordo com o edital de arrendamento, a Libra Terminais possui dois berços de atracação: um com 325 metros de extensão e outro com 220 metros, totalizando 545 metros de cais total. Essa separação entre os berços, no entanto, não existe na prática, pois não há um demarcador físico ou interrupção do espaço no cais. Ainda, de acordo com o edital, o Berço 1 é exclusivo para operação de porta-contêineres e o Berço 2 pode ser utilizado tanto para navios de contêiner quanto para os navios químicos da União Terminais.

O Berço 1 consiste nos primeiros 325 metros do cais a partir do limite com a área da MultiRio. A cerca de 30m do final do cais há um *dolphin* utilizado para a amarração dos lançantes. Esse detalhamento pode ser observado na figura a seguir.



Figura 14: Detalhe do terminal 1 (Adaptação Google Maps)

Existem, no entanto, limitações que reduzem o comprimento total do cais acostável:

- Uma vez que os terminais da Libra e da MultiRio são contíguos, os primeiros 12,5 metros a contar da cerca que os separam se tornam inutilizáveis para atracação de navios. Essa extensão, tanto para um lado quanto para o outro, é necessária para que seja possível a amarração cruzada dos lançantes das embarcações. Essa necessidade não se aplica no final do cais devido à existência do *dolphin*.
- Por questões de segurança, é necessária uma distância mínima de 25 metros entre dois navios atracados.

Para o modelo de simulação, será considerado o comprimento do cais igual a $545\text{m} - 12,5\text{m} = 532,5\text{m}$. Ao comprimento dos navios será adicionado 12,5m, para que com a atracação de dois navios seja respeitada a distância de 25m entre eles.

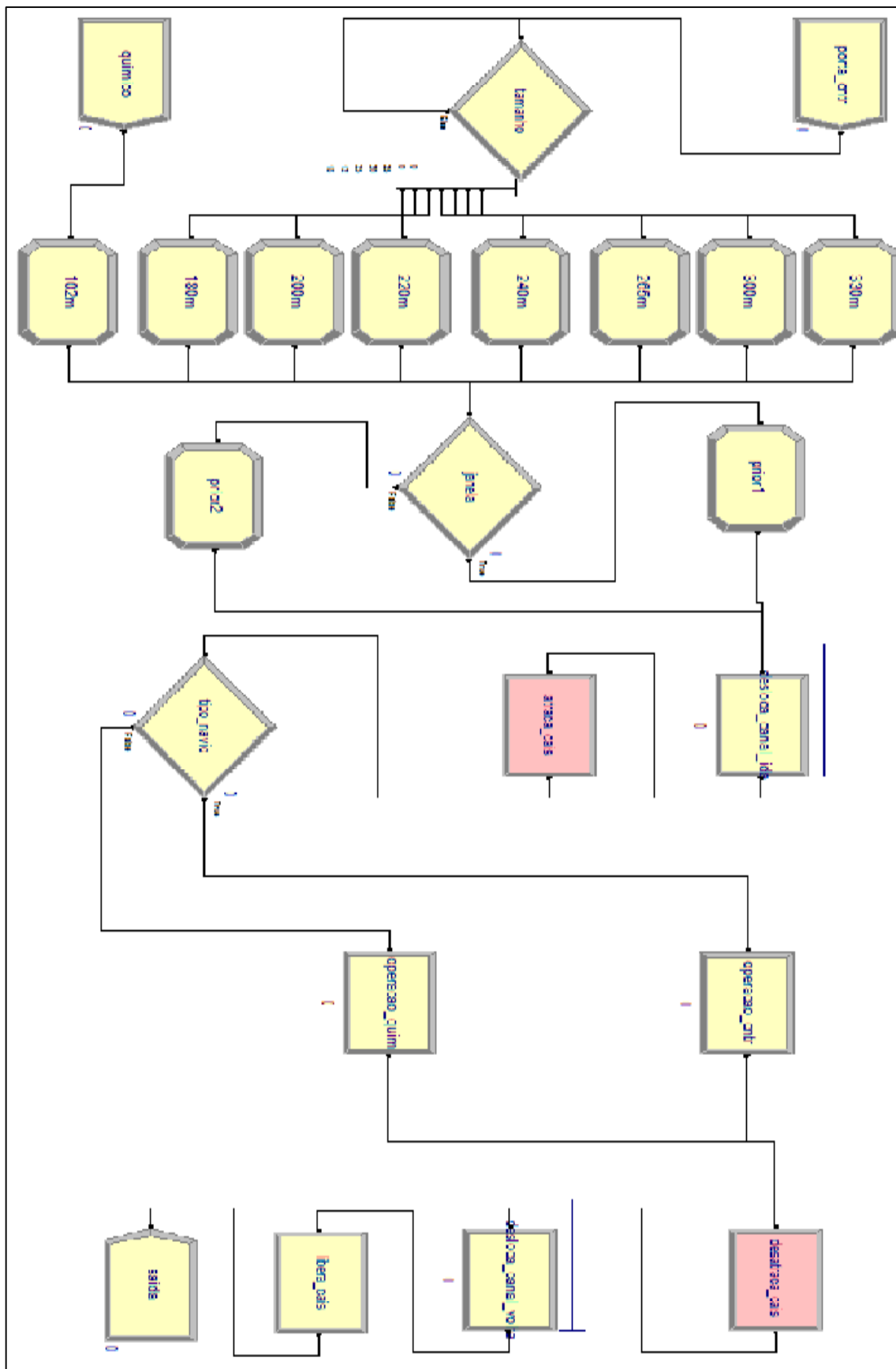


Figura 15: Modelo da Simulação no Arena

4.2 Definição da Demanda de Contêineres

Para estimar o volume de contêineres que será movimentado pelo terminal 1 da Libra, primeiramente foi projetado o valor do PIB brasileiro até 2048, para os cenários base, otimista e pessimista. Para isso, utilizamos os dados do FMI já fechados até 2012 e a previsão do fundo disponível até 2018. De 2019 em diante, o PIB foi projetado para crescer a um ritmo de 3,5% ao ano no cenário base; 4,0% no cenário otimista e 2,5% no cenário pessimista.

Paralelamente, foram obtidos os dados de movimentação de contêineres nos portos brasileiros entre 2002 e 2012, divulgados pela Associação Brasileira de Terminais de Uso Público (Abratec). Em seguida, foi obtida a relação entre número de contêineres movimentados e o PIB brasileiro (CNTR/PIB) para o período supracitado. Desde que foi criado como forma de transporte de carga no mundo, o uso do contêiner vem se popularizando e crescendo em um ritmo mais rápido que a economia como um todo, como se pode ver no indicador CNTR/PIB.

Nos últimos 5 anos, observa-se que a taxa de crescimento anual média gira em torno de 1%, menor do que o mesmo crescimento observado em um período de 10 anos – o que nos leva a concluir que o indicador CNTR/PIB continuará crescendo em ritmo mais lento. Portanto, foi projetado que a relação continuará a crescer 1% até 2022 e daí em diante se manterá estável, no cenário base. No cenário otimista, o crescimento de 1% se dá até 2032 antes de estagnar; e no pessimista o crescimento de 1% segue até 2017 até estagnar.

A partir da projeção do indicador CNTR/PIB e do PIB até 2048, pode-se projetar a movimentação de contêineres no Brasil para os cenários base, otimista e pessimista. O cenário base segue a seguir e os demais se encontram no anexo.

Tabela 1: Cenário Base

Ano	PIB (BRL milhões reais)	% variação do PIB	CNTR/PIB	% variação CNTR/PIB	Movimentação (CNTRs) - BRA	% variação CNTR
2002	2.749.296	-	0,84		2.301.840	
2003	2.780.821	1,15%	1,00	19,69%	2.786.684	21,1%
2004	2.939.669	5,71%	1,12	11,52%	3.285.302	17,9%
2005	3.032.551	3,16%	1,23	10,22%	3.735.419	13,7%
2006	3.152.553	3,96%	1,33	7,90%	4.190.188	12,2%
2007	3.344.587	6,09%	1,34	0,49%	4.467.124	6,6%
2008	3.517.553	5,17%	1,28	-3,82%	4.518.834	1,2%
2009	3.505.955	-0,33%	1,13	-11,78%	3.973.178	-12,1%

2010	3.770.084	7,53%	1,27	12,21%	4.794.074	20,7%
2011	3.873.112	2,73%	1,35	5,91%	5.216.219	8,8%
2012	3.906.886	0,87%	1,40	4,06%	5.475.133	5,0%
2013	4.024.768	3,02%	1,42	1,00%	5.696.737	4,0%
2014	4.187.482	4,04%	1,43	1,00%	5.986.316	5,1%
2015	4.360.387	4,13%	1,44	1,00%	6.295.832	5,2%
2016	4.541.752	4,16%	1,46	1,00%	6.623.277	5,2%
2017	4.730.664	4,16%	1,47	1,00%	6.967.756	5,2%
2018	4.927.432	4,16%	1,49	1,00%	7.330.151	5,2%
2019	5.099.893	3,50%	1,50	1,00%	7.662.573	4,5%
2020	5.278.389	3,50%	1,52	1,00%	8.010.071	4,5%
2021	5.463.132	3,50%	1,53	1,00%	8.373.328	4,5%
2022	5.654.342	3,50%	1,55	1,00%	8.753.058	4,5%
2023	5.852.244	3,50%	1,55	0,00%	9.059.415	3,5%
2024	6.057.073	3,50%	1,55	0,00%	9.376.495	3,5%
2025	6.269.070	3,50%	1,55	0,00%	9.704.672	3,5%
2026	6.488.488	3,50%	1,55	0,00%	10.044.335	3,5%
2027	6.715.585	3,50%	1,55	0,00%	10.395.887	3,5%
2028	6.950.630	3,50%	1,55	0,00%	10.759.743	3,5%
2029	7.193.902	3,50%	1,55	0,00%	11.136.334	3,5%
2030	7.445.689	3,50%	1,55	0,00%	11.526.106	3,5%
2031	7.706.288	3,50%	1,55	0,00%	11.929.520	3,5%
2032	7.976.008	3,50%	1,55	0,00%	12.347.053	3,5%
2033	8.255.168	3,50%	1,55	0,00%	12.779.200	3,5%
2034	8.544.099	3,50%	1,55	0,00%	13.226.472	3,5%
2035	8.843.143	3,50%	1,55	0,00%	13.689.398	3,5%
2036	9.152.653	3,50%	1,55	0,00%	14.168.527	3,5%
2037	9.472.995	3,50%	1,55	0,00%	14.664.426	3,5%
2038	9.804.550	3,50%	1,55	0,00%	15.177.680	3,5%
2039	10.147.710	3,50%	1,55	0,00%	15.708.899	3,5%
2040	10.502.879	3,50%	1,55	0,00%	16.258.711	3,5%
2041	10.870.480	3,50%	1,55	0,00%	16.827.766	3,5%
2042	11.250.947	3,50%	1,55	0,00%	17.416.737	3,5%
2043	11.644.730	3,50%	1,55	0,00%	18.026.323	3,5%
2044	12.052.296	3,50%	1,55	0,00%	18.657.244	3,5%
2045	12.474.126	3,50%	1,55	0,00%	19.310.248	3,5%
2046	12.910.720	3,50%	1,55	0,00%	19.986.107	3,5%
2047	13.362.596	3,50%	1,55	0,00%	20.685.620	3,5%
2048	13.830.286	3,50%	1,55	0,00%	21.409.617	3,5%

Finalmente, na terceira etapa de cálculos, foi aplicado para a movimentação de contêiner no Porto do Rio de Janeiro a participação de mercado histórica, de 6,4% em relação ao total nacional, de acordo com os dados da ABRATEC. Foi verificado que desses 6,4%, aproximadamente 50% são movimentados no Terminal 1, da Libra, e

50% no Terminal 2, da MultiRio. Dados finais de cada movimentação de contêineres no anexo.

4.3 Definição das premissas

Para o presente estudo, foram realizadas 7 diferentes simulações, cada uma correspondendo a uma diferente combinação entre o estágio do projeto de expansão e a demanda projetada para o terminal em determinado ano no cenário base. As simulações foram rodadas para o período de 1 ano completo. Em cada uma, os parâmetros de operação e transferência utilizados foram aqueles descritos na subseção 4.1. O tempo de operação varia entre cada simulação, pois é dado em função do número de portêineres e da consignação média por navio. As premissas utilizadas em cada simulação estão descritas a seguir.

4.3.1 Simulação I

Fatores internos: A simulação I tem como objetivo replicar a situação atual do terminal, com 4 portêineres e produtividade de 35 CNTR/hora. O cais acostável útil tem 532,5 metros.

Fatores externos: Foi usada a demanda relativa ao ano de 2012 (175.204 CNTR) e consignação média de 290 CNTR/Navio – resultando em um atendimento de 604 navios porta-contêiner. Com isso, o tempo de operação ficou em 8,29 horas, desvio padrão de 10%. Também foi utilizada uma demanda de 45 navios químicos a serem atendidos.

Os navios porta contêiner atendidos foram agrupados em 7 faixas de comprimento, com o percentual estimado exibido a seguir:

Tabela 2: Distribuição do comprimento médio dos navios, Simulação I

Comprimento médio	Quantidade
330m	0%
300m	0%
265m	25%
240m	20%
220m	25%

200m	12%
180m	18%

4.3.2 Simulação II

Fatores internos: A simulação II mantém os fatores internos da Simulação I, alterando apenas os externos.

Fatores externos: Foi utilizada a demanda projetada para o ano de 2016 (211.945 CNTR- no limite operacional do terminal) e consignação média de 320 CNTR/ Navio – resultando em um atendimento de 662 navios. Com isso, o tempo de operação ficou em 9,14 horas, desvio padrão de 10%. Foi utilizada uma demanda de 50 navios químicos a serem atendidos.

Tabela 3: Distribuição do comprimento médio dos navios, Simulação II

Comprimento médio	Quantidade
330m	0%
300m	30%
265m	10%
240m	15%
220m	20%
200m	15%
180m	10%

4.3.3 Simulação III

Fatores internos: Relativos à execução da primeira fase do projeto, que prevê a operação de 6 portêineres e produtividade de 52,5 CNTR/hora. O cais acostável útil tem 652,5 metros.

Fatores externos: Idênticos aos da Simulação II, uma vez que o objetivo da simulação 3 é comparar como a operação se comporta ao se expandir o terminal em relação à situação de não expansão. Com o aumento da produtividade, o tempo de operação ficou em 6,10 horas, desvio padrão de 10%.

4.3.4 Simulação IV

Fatores internos: Idênticos ao da Simulação III.

Fatores externos: Demanda relativa ao ano de 2029 (356.363 CNTR – limite operacional da fase I) e consignação média de 400 CNTR/Navio – resultando em atendimento de 891 navios porta-contêiner. Com isso, o tempo de operação ficou em 7,62 horas, desvio padrão de 10%. Foi usada uma demanda de 55 navios químicos.

Tabela 4: Distribuição do comprimento médio dos navios, Simulação IV

Comprimento médio	Quantidade
330m	25%
300m	40%
265m	10%
240m	8%
220m	7%
200m	5%
180m	5%

4.3.5 Simulação V

Fatores internos: Com a realização da fase 3, aumento do cais útil acostável para 897,5 metros. Aquisição de mais 2 portêineres, totalizando 8 e atingindo a produtividade de 70 CNTR/hora.

Fatores externos: Idênticos aos da operação 4. O tempo de operação ficou em 5,71 horas, desvio padrão de 10%.

4.3.6 Simulação VI

Fatores internos: Idênticos aos da simulação V.

Fatores externos: Idênticos aos da simulação V, exceto pelo fato de ser utilizada a demanda de 2037 (469.262 CNTR – limite operacional da fase 3).

4.3.7 Simulação VII

Fatores internos: Idênticos aos da simulação V.

Fatores externos: Idênticos aos da simulação V, exceto pelo fato de ser utilizada a demanda de 2046 (639.555 CNTR – limite operacional da fase 4).

Tabela 5: Quadro resumo de Simulações

Parâmetro	Sim I	Sim II	Sim III	Sim IV	Sim V	Sim VI	Sim VII
Cais acostável (m)	532,5	532,5	652,5	652,5	897,5	897,5	897,5
Portêiner (unid)	4	4	6	6	8	8	8
Produtividade (CNTR/h)	35	35	52,5	52,5	70	70	70
Demanda (CNTR/ano)	175.204	211.945	211.945	356.363	356.363	469.262	639.555
Consignação (CNTR/navio)	290	320	320	400	400	400	400
Número de navios (unid/ano)	604	662	662	891	891	1.173	1.599
Intervalo entre chegadas - navio CNTR (h)	14,5	13,2	13,2	9,8	9,8	7,5	5,5
Intervalo entre chegadas - navio QUIM (h)	195	175	175	159	159	159	159
Tempo operação (h)	8,29	9,14	6,10	7,62	5,71	5,71	5,71

4.4 Resultados

Para uma melhor confiabilidade dos resultados, cada simulação teve 5 replicações. Como as distribuições utilizadas no modelo para chegada e operação de entidades foram distribuições Normais (μ , σ), e não exponenciais, o padrão de acontecimentos dentro do sistema é mais previsível e os indicadores convergem para uma média com pequeno desvio já com um pequeno número de replicações. As diferenças obtidas ao se replicar cada experimento duas, cinco ou dez vezes foram mínimas.

Ao ser executada a Simulação I, obteve-se um tempo total no sistema médio de 12,23 horas, e uma produtividade bruta de 23,71 CNTR/hora, números muito próximos da realidade operacional do terminal (a produtividade bruta é a consignação média dividida pelo tempo total no sistema). Com isso, conclui-se que o sistema está validado tanto em relação à sua verossimilhança quanto à sua lógica computacional, bem como quanto à confiabilidade dos resultados.

Ao rodar todas as simulações propostas, obteve-se o quadro resumo com os principais indicadores.

Tabela 6: Utilização de recursos em cada simulação

Utilização dos recursos	Sim I	Sim II	Sim III	Sim IV	Sim V	Sim VI	Sim VII
Cais	40,3%	50,8%	32,3%	56,7%	34,8%	45,2%	60,1%
Berço químico	12,3%	13,8%	13,7%	15,1%	15,1%	15,2%	15,2%

Tabela 7: Tempos despendidos em cada simulação

Tempo despendido (CNTR)	Sim I	Sim II	Sim III	Sim IV	Sim V	Sim VI	Sim VII
Tempo de operação (h)	8,29	9,12	6,09	7,62	5,7	5,71	5,71
Tempo de atracação (h)	1,17	1,17	1,17	1,17	1,17	1,17	1,17
Tempo em rota (h)	2,66	2,66	2,66	2,66	2,66	2,66	2,66
Tempo em fila (h)	0,12	0,8	0,065	1,83	0,38	0,49	0,83
Tempo total no sistema (h)	12,23	13,75	9,99	13,3	9,91	10,04	10,37

Nas simulações, os tempos de atracação (inativos) e os tempos em rota permanecem os mesmos, pois esses parâmetros não foram alterados. A principal diferença está no tempo de operação, influenciado pelo número de contêineres e no tempo em fila; ambos acabam influenciando no tempo total no sistema.

No entanto, o tempo total no sistema olhado isoladamente não é um indicador representativo da qualidade do terminal. É preciso saber a produtividade bruta média por navio, ao se dividir a consignação média pelo tempo total médio.

Outra análise importante de se ressaltar é a utilização do cais. Um valor baixo na taxa de utilização não implica necessariamente em filas menores ou tempos de operação menores, uma vez que os portêineres podem ou não estar no limite de utilização. O ideal é ter um nível de utilização equilibrado do cais, proporcional à operação.

Ainda neste ponto, Marchetti (2006) comenta sobre a taxa de utilização do cais dos portos do Brasil e afirma que esta taxa, que seria o tempo de uso do berço sobre o tempo decorrido, deve ser de forma ideal por volta dos 50%, o que possibilitaria um processo sem gargalos, considerando as demais etapas do terminal. Com as simulações variando próximas a esse valor, mostram estar aderente a realidade.

Tabela 8: Produtividade Bruta em cada simulação

Produtividade	Sim I	Sim II	Sim III	Sim IV	Sim V	Sim VI	Sim VII
Consignação média (CNTR/Navio)	290	320	320	400	400	400	400
Tempo total no sistema (h)	12,23	13,75	9,99	13,30	9,91	10,04	10,37
Produtividade bruta (CNTR/h)	23,71	23,27	32,03	30,08	40,36	39,84	38,57

Há uma clara tendência de aumento na produtividade ao se aumentar o número de portêineres, uma vez que a operação fica mais ágil. É possível observar o salto da Simulação II para a III, quando são comprados 2 equipamentos, e da Simulação IV para a V, quando outros 2 são adquiridos pelo Terminal.

No entanto, mantendo-se o número de portêineres fixo e aumentando a demanda de navios, a produtividade bruta sofre ligeira queda, como é possível observar na tabela. Isso ocorre porque um aumento do número de entidades no sistema tende a aumentar a espera nas filas, o que acarreta em um aumento do tempo médio total no sistema – indicador utilizado no denominador do cálculo da produtividade bruta.

Tabela 9: Comparativo Produtividade Bruta de Terminais do Brasil (Fonte: Antaq)

Nome da Instalação Portuária	Tipo de terminal	Produtividade bruta (CNTR/h)
Itajaí	Comercial	28,18
Santos	TECON	27,68
TUP PORTO ITAPOÁ		27,48
Rio de Janeiro	TERM. CONTÊINERES 2	26,64
Santos	T-35	26,38
Rio de Janeiro	TERM. CONTÊINERES 1	25,46
Santos	T-37	24,67
TUP PORTONAVE		22,12
TUP CHIBATÃO		18,66
Rio Grande	TECON	17,76
Itaguaí (Sepetiba)	TERM. DE CONTÊINERES	17,67
TUP SUPER TERMINAIS		16,64
Vitoria	TVV	16,22
Imbituba	Cais Público	15,93
Santos	TECONDI	15,51
Suape	TECON	14,90
Paranagua	TCP	14,73
Suape	Cais Público	14,19
Santos	Cais Público	14,06
TUP PECÉM		11,49

Pela tabela acima em que apresentamos os valores reais de produtividade bruta dos principais terminais do Brasil classificados por esse parâmetro, podemos perceber que o valor simulado se aproxima bastante da situação real e se encontra em uma faixa interessante no mercado.

Outro ponto é que apesar do terminal não estar em uma posição ruim quanto a este parâmetro frente à concorrência, o projeto de expansão permitiria que o terminal atingisse níveis de produtividade de destaque nacional, mesmo considerando melhorias neste índice nos demais portos nos próximos anos.

Com as simulações rodadas, conclui-se que o projeto de expansão é importante para manter e até melhorar os principais indicadores do Terminal 1 nos próximos anos. O próximo passo será avaliar a viabilidade econômica de tais projetos, visto que um aumento de movimentação possibilitado pelo projeto trará um aumento nas receitas.

5 Análise Econômica

Cabe então analisar a viabilidade financeira do projeto para se entender se o mesmo pode ser realizado segundo as estimativas e previsões atuais ou se mudanças devem ser procuradas para se aliar a necessidade de melhoria dos índices de produtividade da operação a necessidade da empresa de se manter economicamente viável.

5.1 Metodologia

Como contextualizado no início do trabalho, o método escolhido para a análise financeira foi o de análise do fluxo de caixa da operação e comparação de indicadores financeiros como tempo de retorno, valor presente líquido e taxa interna de retorno do investimento.

5.2 Modelagem

Adotou-se o modelo estabelecido pela lei para a construção da demonstração do resultado do exercício e se aprofundou, segundo os parâmetros específicos da operação e projeto estudados, nos itens relevantes, procurando se ater a um nível de complexidade e aderência a realidade em um nível suficiente para uma demonstração o mais próxima ao possível do real, sem extensos detalhamentos técnicos.

(+) Receita Operacional Bruta
<ul style="list-style-type: none"> • (+) Venda de produtos • (+) Venda de mercadorias • (+) Prestação de serviços
(-) Devoluções da Receita Bruta
<ul style="list-style-type: none"> • (-) Devoluções de vendas • (-) Abatimentos • (-) Impostos e contribuições incidentes sobre vendas
= Receita Operacional Líquida
(-) Custo das Vendas
<ul style="list-style-type: none"> • (-) Custo dos produtos vendidos • (-) Custo das mercadorias • (-) Custo dos serviços prestados
= Resultado Operacional Bruto
(-) Despesas Operacionais
<ul style="list-style-type: none"> • (-) Despesas com vendas • (-) Despesas administrativas • (-) Depreciação e Amortização
= Resultado Operacional Líquido
(+/-) Receitas/Despesas financeiras
<ul style="list-style-type: none"> • (+) Receitas financeiras • (-) Despesas financeiras • (+/-) Variações monetárias e cambiais ativas e passivas
(+) Outras Receitas e Despesas
<ul style="list-style-type: none"> • (+/-) Resultado da equivalência patrimonial • (+) Venda de bens e direitos do ativo não circulante
= Resultado Operacional antes do Imposto de Renda e da Contribuição Social sobre o Lucro
<ul style="list-style-type: none"> • (-) Provisão para Imposto de Renda e Contribuição Social sobre o lucro
= Resultado Líquido antes das Participações
<ul style="list-style-type: none"> • (-) Debêntures, Empregados, participações, benefícios, fundos e previdência.
= Resultado Líquido do Exercício

Figura 16: Modelo Padrão do Demonstrativo de Resultados do Exercício

Com base neste modelo, em modelos de fluxo de caixa de terminais de contêiner e no estudo deste projeto específico, foi proposto um modelo de análise econômica segundo os seguintes parâmetros.

- A receita bruta é advinda dos serviços de operação portuária, armazenagem e movimentação de cargas, além das receitas advindas do REDEX (Recinto Especial para Despacho Aduaneiro de Exportação) e da operação de “break bulks”, sendo esta receita deduzida por uma porcentagem segundo a média histórica da empresa.
- Os custos dos serviços são divididos em variáveis e fixos, sendo os primeiros envolvendo parâmetros como combustíveis, subcontratação, custos de transporte, entre outros custos que incidem de acordo com a quantidade de serviços prestados, enquanto os fixos envolvem salários,

seguros, segurança e outros que independente dos serviços serem ou não prestados, vão incidir sobre a empresa. Além disso, custos de depreciação e amortização foram considerados.

- Quanto às despesas operacionais, foram consideradas despesas gerais de vendas, rateio e outras, enquanto o resultado financeiro levou em conta variação cambial e outros investimentos, mas que no caso do projeto estudado foi considerado nulo para não influenciar o resultado final.

(+) Receita Operacional Bruta
<ul style="list-style-type: none"> • Operação Portuária • Armazenagem • Redex • Químicos • Break Bulk
(-) Devoluções da Receita Bruta
= Receita Operacional Líquida
(-) Custo dos serviços
<ul style="list-style-type: none"> • Custos Variáveis • Combustíveis e Lubrificantes • Manutenção • Aluguel de Equipamentos • Remuneração Autoridade Portuária • Energia Elétrica • Custo de Transportes • Subcontratação • Meio ambiente • Custos Fixos • Custos com pessoal • Seguros e avarias • Impostos e taxas • Processamento de dados • Comunicações • Ocupação de espaço • Segurança • Serviços terceirizados • Depreciação e amortização
=Resultado Operacional Bruto
(-) Despesas Operacionais
<ul style="list-style-type: none"> • SG&A • Despesas de rateio • Depreciações e amortizações • Outras
= Resultado Operacional Líquido
(+/-) Receitas/Despesas financeiras
<ul style="list-style-type: none"> • Variação cambial • Outros resultados financeiros
= Resultado Operacional antes do Imposto de Renda e da Contribuição Social sobre o Lucro
<ul style="list-style-type: none"> • (-) Imposto de Renda e Contribuição Social sobre o lucro
= Resultado Líquido antes das Participações
<ul style="list-style-type: none"> • (-) Debêntures, Empregados, participações, benefícios, fundos e previdência.
= Resultado Líquido do Exercício

Figura 17: Detalhamento do modelo para o caso

Cada parâmetro seguiu premissas que se adequassem a realidade, a disponibilidade de informação e o modelo de simulação adotado. A principal informação que serve de base para a análise financeira é a movimentação de contêineres de cada ano. A partir desta quantidade diversos parâmetros variáveis são definidos.

Outra importante premissa é o uso da projeção do resultado financeiro de 2012 como base para a variação subsequente dos parâmetros. Apesar de usado como base, tais valores foram modificados multiplicando-os por um fator, devido à necessidade de sigilo das informações. Para a definição desse fator, adotou-se o resultado líquido do exercício como R\$ 1.000.000 e dividiu-se o novo resultado pelo anterior.

Os itens do demonstrativo financeiro foram estimados segundo os seguintes parâmetros.

Receita Operacional Bruta
<ul style="list-style-type: none">• Por estar diretamente associada a carga movimentada pelo terminal, a variação percentual anual corrige esta receita, além da multiplicação da mesma pela inflação.
Devoluções da Receita Bruta
<ul style="list-style-type: none">• As devoluções são feitas com base na proporção entre receita bruta e devoluções de 2012.
Custo dos serviços
<ul style="list-style-type: none">• Os custos dos serviços também são corrigidos pela variação anual na movimentação, só que neste caso ajustados pela inflação. A exceção fica com a Remuneração da Autoridade Portuária, que leva em conta crédito de PIS/Confins, participação de navios químicos e o custo em reais por container.
Depreciação e amortização
<ul style="list-style-type: none">• A depreciação e amortização são calculadas de acordo com cada cenário, geralmente envolvendo os custos basais de investimentos mais, quando o cenário prevê, os custos de implantação da expansão, corrigidos pela inflação, sendo distribuídos de acordo com o tipo de amortização.
Despesas Operacionais
<ul style="list-style-type: none">• As despesas operacionais foram corrigidas pela inflação em cima dos valores base de 2012 e pela inflação projetada.
Receitas/Despesas financeiras
<ul style="list-style-type: none">• Foram considerados nulos para efeito de cálculo.
Imposto de Renda e Contribuição Social sobre o lucro
<ul style="list-style-type: none">• Corrigidos em cima dos valores base de 2012 e pela inflação.

Figura 18: Descrição do cálculo dos itens do DRE

Por fim, para o cálculo do fluxo de caixa descontado, adotou-se o Custo Médio Ponderado de Capital (WACC) definido pela Agência Nacional de Transportes Aquaviários em um extenso estudo de viabilidade econômica (Antaq, 2009), da ordem de 8,3% ao ano.

5.3 Resultados

A partir dessa parametrização do problema foram considerados nove cenários globais para efeitos de análise. Para cada projeção econômica, pessimista, base e otimista, foram considerados os projetos sem expansão, com expansão até a fase 3 e com expansão até a fase 4¹. Os resultados líquidos detalhados de cada cenário global podem ser encontrados no anexo.

De forma resumida, os resultados podem ser visualizados abaixo.

Tabela 10: Quadro resumo dos resultados dos cenários econômicos.

Cenário Econômico	Situação	Payback descontado (anos)	TIR	VPL	VPL %
Pessimista	Sem Expansão			26.780.911	100,00%
Pessimista	Expansão até a fase 3	10	26,25%	40.990.117	153,06%
Pessimista	Expansão até a fase 4	10	26,23%	41.111.352	153,51%
Base	Sem Expansão			26.780.911	100,00%
Base	Expansão até a fase 3	7	30,01%	46.536.577	173,77%
Base	Expansão até a fase 4	7	30,12%	49.596.658	185,19%
Otimista	Sem Expansão			26.780.911	100,00%
Otimista	Expansão até a fase 3	7	31,51%	49.004.294	182,98%
Otimista	Expansão até a fase 4	7	31,88%	55.084.915	205,69%

Conseguimos perceber pela tabela acima que o investimento possui retorno no período estudado e com os cenários econômicos projetados. A projeção de crescimento da economia, como esperado, afeta diretamente o desempenho do projeto e será alvo de uma análise mais aprofundada no capítulo seguinte.

O tempo de retorno do investimento é relativamente curto frente ao período de tempo do projeto e se paga facilmente pela baixa proporção dos investimentos frente ao resultado líquido da empresa, como destacado anteriormente.

¹ A opção pela expansão apenas até a fase 1 ou até a fase 2 não foi considerada pois durante a elaboração do estudo estas duas expansões iniciais já estavam sendo implantadas

Quanto a TIR, podemos definir o projeto de expansão como financeiramente viável pela taxa interna de retorno ser maior do que o custo médio ponderado de capital do setor, que é de 8,3%. O mesmo também é economicamente rentável pelo seu valor presente líquido positivo ser consideravelmente maior (pelo menos 50%) do que a opção por não investir no projeto de expansão, sendo o valor absoluto mostrado apenas como exercício, não representando valores reais do projeto.

5.4 Discussão da análise econômica

Como os valores absolutos dos cenários foram alterados por questões de sigilo e não correspondem em grandeza aos valores reais, toda a discussão dos resultados será baseada em comparações percentuais entre cada cenário frente a perspectiva da economia e a visão da implantação ou não das fases do projeto.

O investimento para cada projeto foi distribuído de acordo com as estimativas de compra de equipamentos e contratação de serviços, sem considerar custos extras de captação de recursos e financiamentos além dos já embutidos de redução do valor da moeda ao longo do tempo e do custo de oportunidade. Os valores calculados podem ser encontrados no anexo.

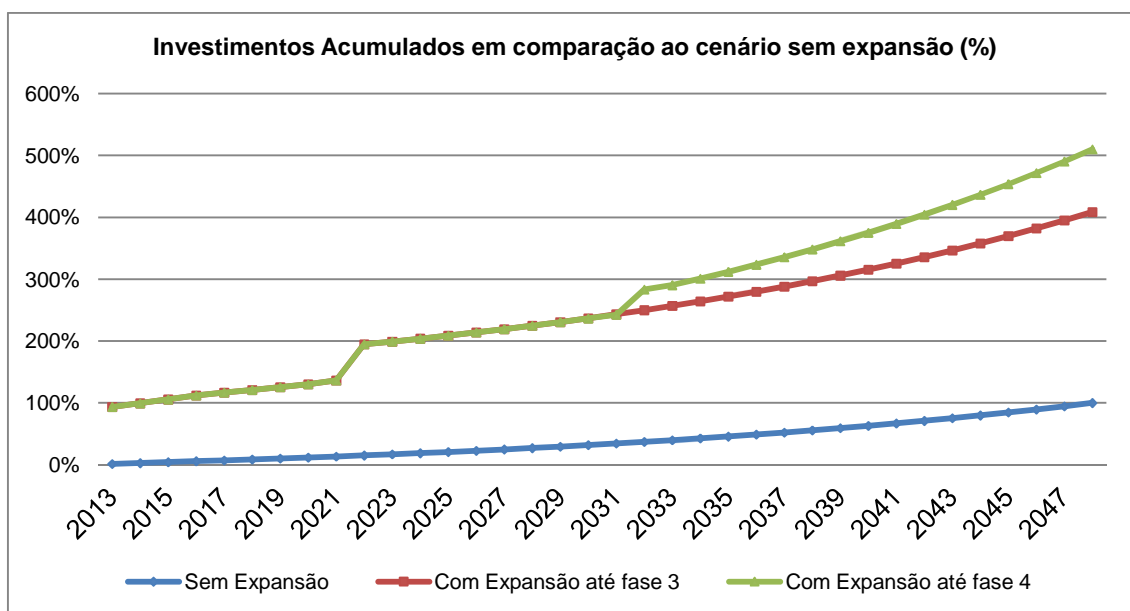


Figura 19: Investimentos Acumulados (%) em comparação ao cenário base

O gráfico de investimentos acumulados compara percentualmente o investimento durante o projeto com o investimento mínimo necessário para

manutenção do nível de competitividade atual do terminal (representado pela linha azul, “Sem Expansão”). É possível perceber as três ondas de investimentos, a serem detalhadas abaixo, e, principalmente, o total final de investimentos exigidos, dependendo de até que fase o projeto avança. Caso se opte por fazer apenas até a fase 3, os investimentos necessários serão 3 vezes maiores do que sem a implantação de nenhuma fase do projeto, enquanto para chegar a fase 4, serão necessários 4 vezes mais.

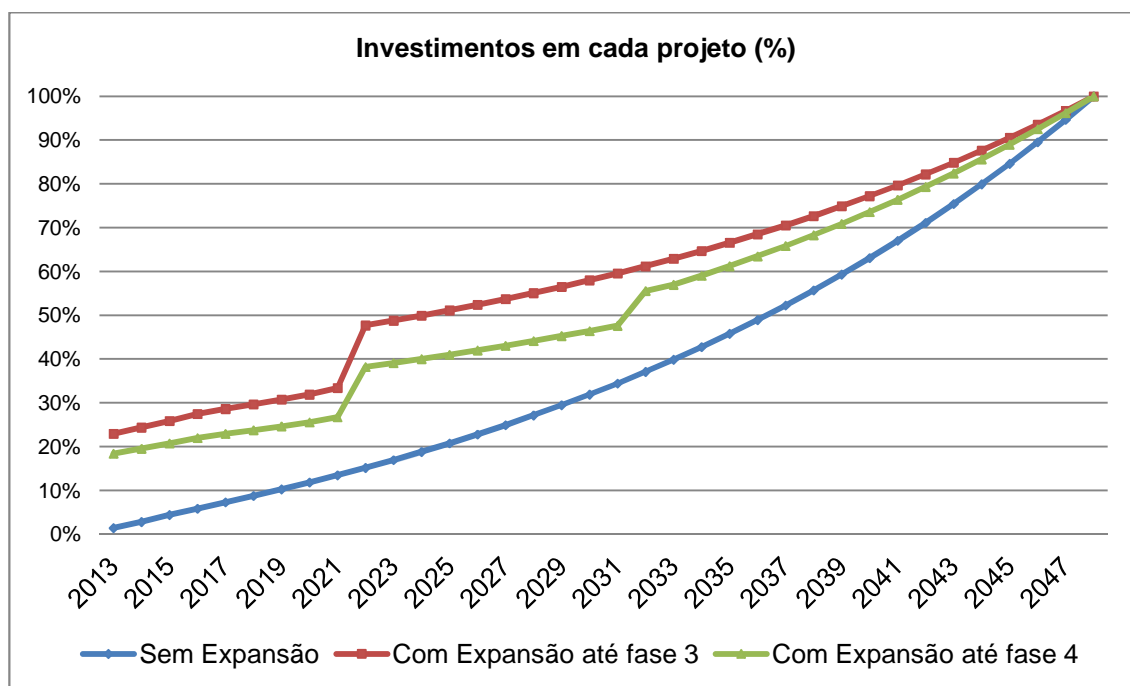


Figura 20: Investimentos por situação

Já este gráfico não é comparativo entre projetos, a porcentagem de cada linha se refere ao total de investimentos de cada projeto, sendo uma comparação interna de cada decisão do projeto. O mesmo ajuda a compreender o forte investimento inicial, que compreende aproximadamente 20% do total de investimentos e as outras duas ondas de maior dispêndio financeiro, entre 2021 e 2022, durante a conclusão da fase 3, correspondendo a aproximadamente 12% do investimento total, e entre 2031 e 2032, durante a conclusão da fase 4, correspondendo a aproximadamente 10%, sendo a porcentagem restante correspondente ao investimento basal necessário para manutenção do nível de competitividade atual do terminal.

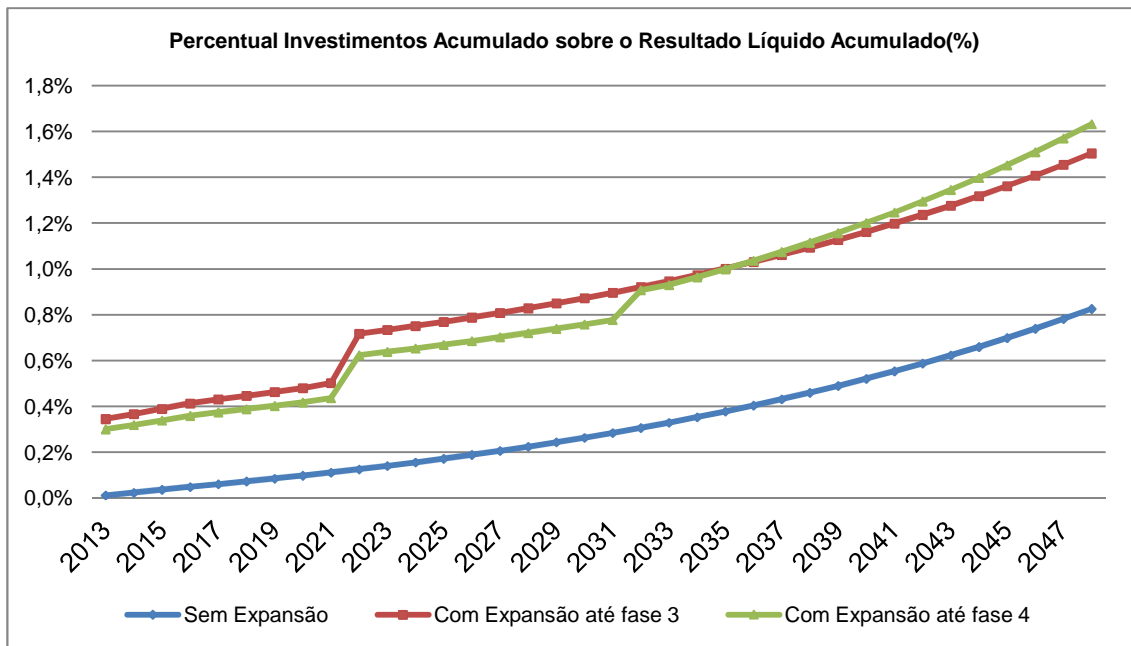


Figura 21: Percentual Investimentos Acumulados sobre o Resultado Líquido Acumulado (%)

Este gráfico ajuda a compreender o peso do investimento no resultado líquido base, indicando que frente a forte perspectiva de manutenção e crescimento do mercado junto ao PIB (cenário base) o valor dos investimentos é baixo frente o resultado líquido da operação, ficando entre 0,8% e 1,8%. Por essa análise, desde que operando de forma eficiente e com uma margem adequada, não parece ser tão oneroso para a empresa implantar o projeto de expansão.

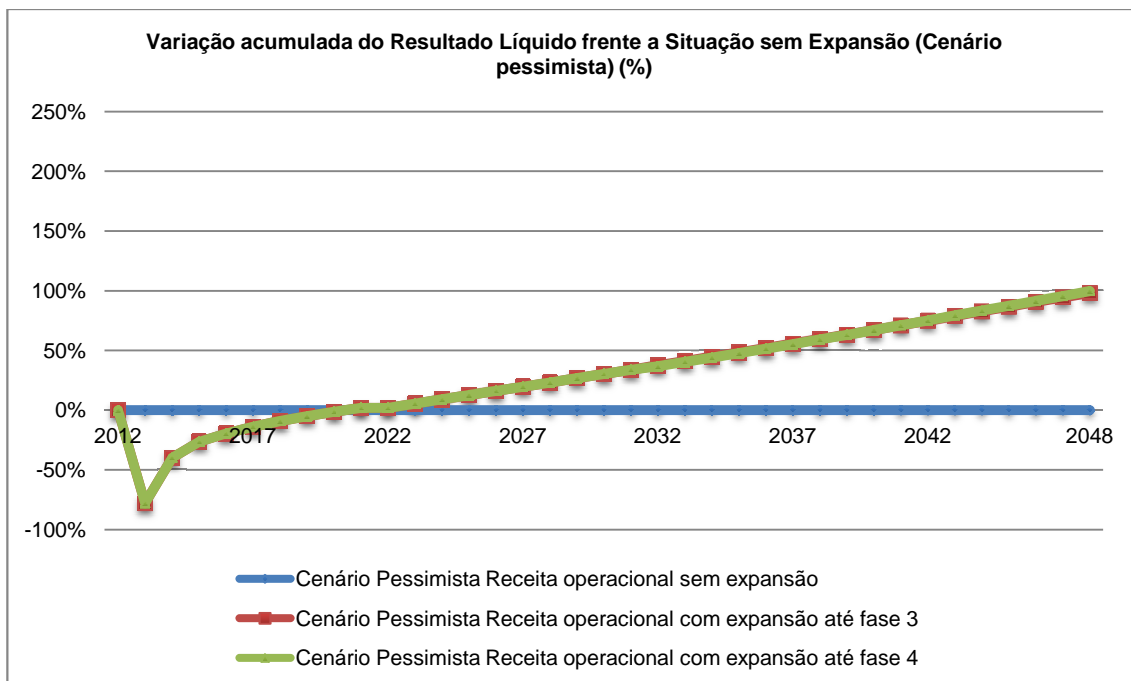


Figura 22: Variação acumulada do Resultado Líquido frente à Situação sem Expansão (Cenário pessimista) (%)

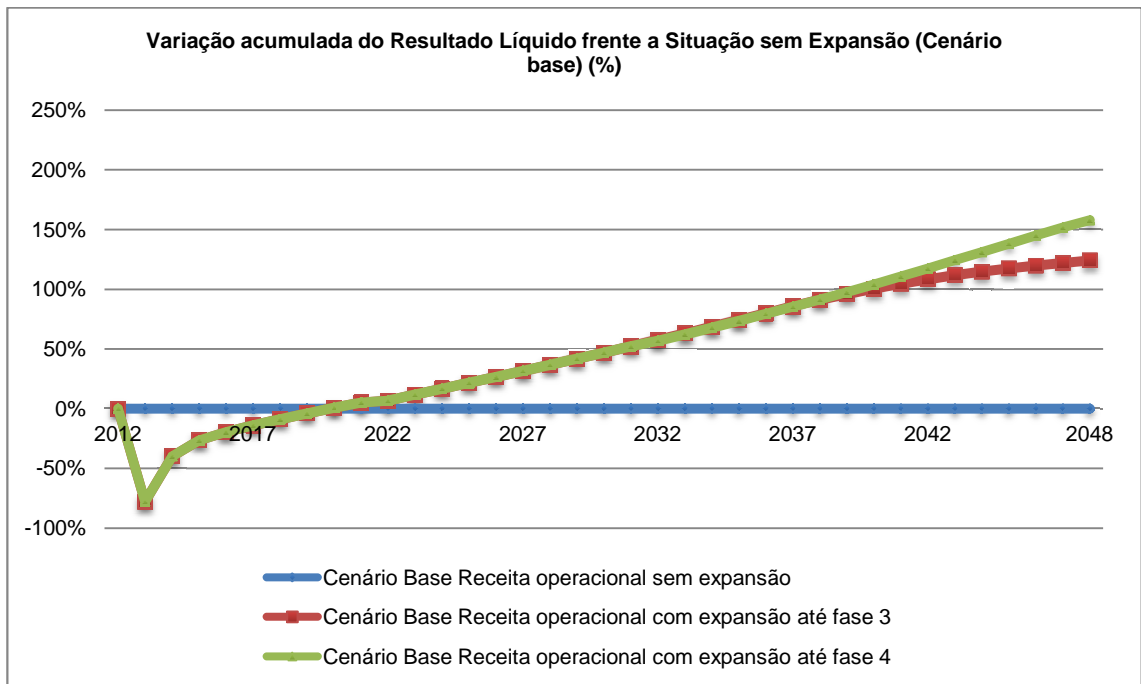


Figura 23: Varição acumulada do Resultado Líquido frente à Situação sem Expansão (Cenário base) (%)

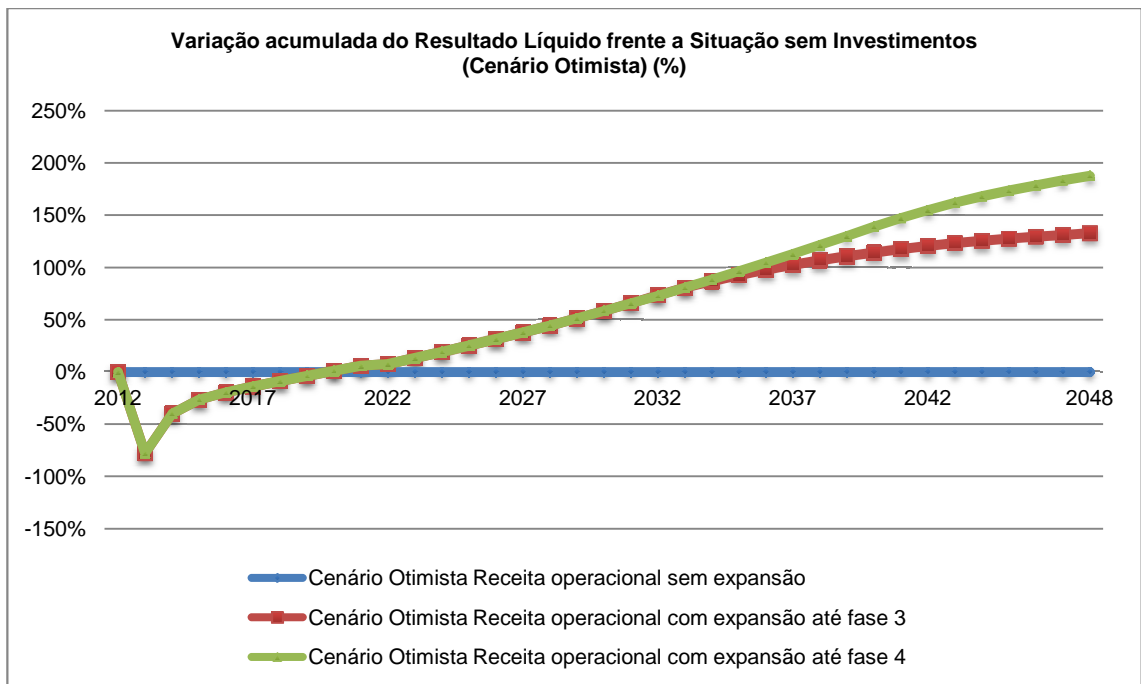


Figura 24: Varição acumulada do Resultado Líquido frente à Situação sem Investimentos (Cenário Otimista) (%)

Percebemos pelas análises iniciais a viabilidade do projeto. Os gráficos anteriores permitem agora uma comparação do fluxo de caixa descontado de cada cenário com cada opção de expansão para que se possa comparar, dentro de cada cenário econômico, a diferença no resultado financeiro frente as diferentes decisões do projeto.

Cabe destacar, primeiramente, que no cenário econômico base, atingimos um aumento entre 124% e 157% com a implantação de novas fases do projeto em relação a não adoção, frente a ganhos de 99% no cenário pessimista e de entre 132% e 187% no cenário otimista, indicando que dentro dos cenários econômicos projetados, a realização do projeto leva a um resultado líquido consideravelmente maior no período pesquisado.

Além disso, no cenário pessimista percebemos a pouca diferença no resultado final entre a aplicação da fase 3 e da fase 4, sendo a implantação da fase 4 apenas ligeiramente melhor do que a fase 3. Esta conclusão nos leva a considerar que em caso de um cenário econômico não tão favorável, a implantação da fase 4 não parece ser uma boa opção frente a implantação apenas até a fase 3, já que apenas em um cenário econômico otimista teríamos demanda o suficiente para compensar a execução da fase 4.

Pelas evidências apresentadas, parece estar claro o potencial retorno financeiro do projeto, sendo as últimas análises uma demonstração dos ganhos da expansão até a fase 4 quanto maior o período analisado, com a ressalva do cenário econômico, cabendo apenas reiterar que isso ocorre fundamentado nas premissas adotadas e principalmente na manutenção da participação de mercado da empresa que se acredita irá ocorrer pela melhoria dos indicadores de eficiência do terminal com a implantação do projeto.

6 Conclusão

Chegando ao fim deste estudo podem-se destacar algumas conclusões e sugestões de melhorias e estudos futuros.

Os resultados mostraram que desde que o cenário econômico se mantenha em níveis razoáveis e que a participação de mercado da empresa continue estável, a expansão é fundamental para manter o terminal com níveis razoáveis de produtividade frente aos seus competidores. Ao se realizar o investimento previsto, será possível saltar dos atuais 25 CNTR/h para até 40 CNTR/h, sendo que o terminal mais competitivo atualmente no Brasil tem esse indicador em torno dos 28 CNTR/h. Isso permitirá ao terminal a manutenção de sua atratividade para os principais armadores do mercado global de comércio marítimo, garantindo as receitas para a concessionária que o administra.

Do ponto de vista econômico a percepção não muda. Sob as mesmas premissas econômicas e de participação no mercado o projeto apresenta um significativo e relativamente rápido retorno dos investimentos, cabendo a ressalva do baixo custo-benefício de implantação fase 4 em caso de cenário econômico pessimista. Dessa forma, é preciso monitorar certos indicadores, como PIB brasileiro e movimentação de contêineres no país, para avaliar no momento adequado se valerá a pena implantar o projeto até o final ou parar na fase 3.

Independente das decisões a serem tomadas para o terminal 1 daqui para frente, o estudo procurou promover de forma mais ampla um exercício de demonstração de resultados para serem usados em um processo decisório de expansão de terminais de contêiner em geral, indicando de forma mais direta a viabilidade do projeto, com a TIR de pelo menos 26,3%, maior do que a WACC de 8,3%, o VPL positivo e pelo menos 53% maior do que da opção pela não implantação de novas fases do projeto, além da ressalva da expansão 4 não ser uma opção tão boa no caso de um cenário pessimista.

7 Referências

ABRATEC – Associação Brasileira dos Terminais de Contêineres de Uso Público, Disponível em: <http://www.abratec-terminais.org.br/> , Acesso em: Julho de 2013

Antaq, Atualização do Custo Médio Ponderado de Capital - WACC para Viabilidade de Projetos de Arrendamento, Agência Nacional de Transporte Aquaviários, Superintendência de Portos – Gerência de Portos Públicos, 2009

Batista, 2012, *Avaliação de Desempenho da Área Operacional em Terminal Portuário de Contêineres*, Universidade Santa Cecília, São Paulo, 2012

Camelo, G., Coelho A., Borges R., “Teoria das Filas e da Simulação Aplicada ao Embarque de Minério de Ferro e Manganês no Terminal Marítimo de Ponta da Madeira”, Cadernos do IME – Série Estatística, v. 29, pp. 1–26, Rio de Janeiro, Dezembro de 2010

Carteni A., de Luca S., 2012, “Tactical and Strategic Planning for a Container Terminal: Modelling Issues within a Discrete Event Simulation Approach”, *Simulation Modelling Practice and Theory*, v. 21, pp. 123-145, Italy, 2011

Caschili S., 2012, “A Review of the Maritime Container Shipping Industry as a Complex Adaptative System”, *Interdisciplinary Description of Complex Systems*, v. 10, pp. 1-15, London, England, 2012

Costa L, *Teoria das Filas*, Centro Tecnológico, Universidade Federal do Maranhão, Brasil

Dubke A., Ferreira F., Pizzolato N., 2004, Plataformas Logísticas: características e tendências para o Brasil, *ENEGEP – Encontro Nacional de Engenharia de Produção*, Florianópolis, Brasil, Novembro 2004

Fernandes M., *Modelo Econômico-Operacional para Análise e Dimensionamento de Terminais de Contêineres e Veículos*, Departamento de Engenharia Naval e Oceânica da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, Tese de Mestrado, São Paulo, 2001

FMI – Fundo Monetário Internacional, Disponível em: <http://www.imf.org/external/index.htm>, Acesso em Julho de 2013

Freitas Filho, P., *Introdução à Modelagem e Simulação de Sistemas Com Aplicações Arena*, Editora Visual Books

Güler N., 2003, *Economic Evaluation of Port Investments*, Maritime Faculty, Istanbul Technical University, Turkey, 2003

Libra Terminais Rio, Disponível em: <http://www.grupolibra.com.br/libra-terminais/rio-de-janeiro>, Acesso em: Julho de 2013

Liu, Qianwei, 2010, *Efficiency Analysis of Container Ports and Terminals*, Ph.D. dissertation, Centre for Transport Studies. University College London, 2010

Lobão E., Porto A., *Evolução das Técnicas de Simulação*, Departamento de Eng. Mecânica, Escola de Engenharia de São Carlos, São Paulo

Macedo M., Manhães J., 2009, *Avaliação de Eficiência de Terminais de Contêineres no Brasil através da Análise Envoltória de Dados (DEA)*, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Brasil, 2009

Machado M., 2007, *Fluxo de Caixa Descontado: Metodologias e Critérios Adotados na Determinação da Taxa de Desconto*, Universidade de Brasília, Brasil, 2007

Marchetti D., Pastori A., 2006, "Dimensionamento do Potencial de Investimentos para o setor Portuário", *BNDES Setorial*, 2004, v. 24, pp. 2-34, Setembro 2006

Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio exterior - Aliceweb (Secex), Disponível em: <http://alicesweb.desenvolvimento.gov.br>, Acesso em: Julho de 2013

Paragon Tecnologia, *Introdução a Simulação com Arena*, São Paulo

Santos M., 1999, *Introdução à Simulação Discreta*, Instituto de Matemática e Estatística, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Brasil 1999

Sistema Firjan, *Necessidade de Adequação da Acessibilidade ao Porto do Rio de Janeiro*, Outubro 2011

Scorciapino A., 2005, "Fluxo de Caixa em Condições de Risco", *Integração*, v. 42, pp. 219-224, Brasil, 2005

Solomenikovs A., 2006, *Simulation Modelling and Research of Marine Container Terminal Logistics Chain, Case Study of Baltic Container Terminal*, Doctoral Thesis, Riga: Transport and Telecommunication Institute, 2006

Steenken, D., Vob, S., StahlBock R., 2004, "Container Terminal Operation and Operations Research – a Classification and Literature Review", *OR Spectrum*, v. 26, pp. 3-49, Germany, 2004

Zago, C., Weise, A., Hornburg, R., 2009, "A Importância do Estudo de Viabilidade Econômica de Projetos nas Organizações Contemporâneas", *Congresso Virtual Brasileiro de Administração*, Rio Grande do Sul, Brasil, 2009

8 Observações

Os dados utilizados foram modificados e não correspondem à realidade do terminal, por motivos de sigilo das informações.

9 Anexos

Tabela 11: Cenário Otimista

Ano	PIB (BRL milhões reais)	% variação do PIB	CNTR/PIB	% variação CNTR/PIB	Movimentação (CNTRs) - BRA	%CNTR
2002	2.749.296		0,84		2.301.840,00	
2003	2.780.821	1,15%	1,00	19,69%	2.786.684,00	21,1%
2004	2.939.669	5,71%	1,12	11,52%	3.285.302,00	17,9%
2005	3.032.551	3,16%	1,23	10,22%	3.735.419,00	13,7%
2006	3.152.553	3,96%	1,33	7,90%	4.190.188,00	12,2%
2007	3.344.587	6,09%	1,34	0,49%	4.467.124,00	6,6%
2008	3.517.553	5,17%	1,28	-3,82%	4.518.834,00	1,2%
2009	3.505.955	-0,33%	1,13	-11,78%	3.973.178,00	-12,1%
2010	3.770.084	7,53%	1,27	12,21%	4.794.074,00	20,7%
2011	3.873.112	2,73%	1,35	5,91%	5.216.219,00	8,8%
2012	3.906.886	0,87%	1,40	4,06%	5.475.133,00	5,0%
2013	4.024.768	3,02%	1,42	1,00%	5.696.737,16	4,0%
2014	4.187.482	4,04%	1,43	1,00%	5.986.316,47	5,1%
2015	4.360.387	4,13%	1,44	1,00%	6.295.831,62	5,2%
2016	4.541.752	4,16%	1,46	1,00%	6.623.277,32	5,2%
2017	4.730.664	4,16%	1,47	1,00%	6.967.756,01	5,2%
2018	4.927.432	4,16%	1,49	1,00%	7.330.150,86	5,2%
2019	5.124.530	4,00%	1,50	1,00%	7.699.590,46	5,0%
2020	5.329.511	4,00%	1,52	1,00%	8.087.649,82	5,0%
2021	5.542.691	4,00%	1,53	1,00%	8.495.267,37	5,0%
2022	5.764.399	4,00%	1,55	1,00%	8.923.428,85	5,0%
2023	5.994.975	4,00%	1,56	1,00%	9.373.169,66	5,0%
2024	6.234.774	4,00%	1,58	1,00%	9.845.577,41	5,0%
2025	6.484.165	4,00%	1,59	1,00%	10.341.794,51	5,0%
2026	6.743.532	4,00%	1,61	1,00%	10.863.020,95	5,0%
2027	7.013.273	4,00%	1,63	1,00%	11.410.517,21	5,0%
2028	7.293.804	4,00%	1,64	1,00%	11.985.607,28	5,0%
2029	7.585.556	4,00%	1,66	1,00%	12.589.681,89	5,0%
2030	7.888.978	4,00%	1,68	1,00%	13.224.201,85	5,0%
2031	8.204.537	4,00%	1,69	1,00%	13.890.701,63	5,0%
2032	8.532.719	4,00%	1,71	1,00%	14.590.792,99	5,0%
2033	8.874.028	4,00%	1,71	0,00%	15.174.424,71	4,0%
2034	9.228.989	4,00%	1,71	0,00%	15.781.401,70	4,0%
2035	9.598.148	4,00%	1,71	0,00%	16.412.657,76	4,0%
2036	9.982.074	4,00%	1,71	0,00%	17.069.164,07	4,0%
2037	10.381.357	4,00%	1,71	0,00%	17.751.930,64	4,0%
2038	10.796.611	4,00%	1,71	0,00%	18.462.007,86	4,0%
2039	11.228.476	4,00%	1,71	0,00%	19.200.488,18	4,0%
2040	11.677.615	4,00%	1,71	0,00%	19.968.507,70	4,0%
2041	12.144.719	4,00%	1,71	0,00%	20.767.248,01	4,0%
2042	12.630.508	4,00%	1,71	0,00%	21.597.937,93	4,0%
2043	13.135.729	4,00%	1,71	0,00%	22.461.855,45	4,0%
2044	13.661.158	4,00%	1,71	0,00%	23.360.329,67	4,0%
2045	14.207.604	4,00%	1,71	0,00%	24.294.742,85	4,0%
2046	14.775.908	4,00%	1,71	0,00%	25.266.532,57	4,0%
2047	15.366.944	4,00%	1,71	0,00%	26.277.193,87	4,0%
2048	15.981.622	4,00%	1,71	0,00%	27.328.281,63	4,0%

Tabela 12: Cenário Pessimista

Ano	PIB (BRL milhões reais)	% variação do PIB	CNTR/PIB	% variação CNTR/PIB	Movimentação (CNTRs) - BRA	%CNTR
2002	2.749.296		0,84		2.301.840,00	
2003	2.780.821	1,15%	1,00	19,69%	2.786.684,00	21,1%
2004	2.939.669	5,71%	1,12	11,52%	3.285.302,00	17,9%
2005	3.032.551	3,16%	1,23	10,22%	3.735.419,00	13,7%
2006	3.152.553	3,96%	1,33	7,90%	4.190.188,00	12,2%
2007	3.344.587	6,09%	1,34	0,49%	4.467.124,00	6,6%
2008	3.517.553	5,17%	1,28	-3,82%	4.518.834,00	1,2%
2009	3.505.955	-0,33%	1,13	-11,78%	3.973.178,00	-12,1%
2010	3.770.084	7,53%	1,27	12,21%	4.794.074,00	20,7%
2011	3.873.112	2,73%	1,35	5,91%	5.216.219,00	8,8%
2012	3.906.886	0,87%	1,40	4,06%	5.475.133,00	5,0%
2013	4.024.768	3,02%	1,42	1,00%	5.696.737,16	4,0%
2014	4.187.482	4,04%	1,43	1,00%	5.986.316,47	5,1%
2015	4.360.387	4,13%	1,44	1,00%	6.295.831,62	5,2%
2016	4.541.752	4,16%	1,46	1,00%	6.623.277,32	5,2%
2017	4.730.664	4,16%	1,47	1,00%	6.967.756,01	5,2%
2018	4.927.432	4,16%	1,47	0,00%	7.257.575,11	4,2%
2019	5.050.618	2,50%	1,47	0,00%	7.439.014,48	2,5%
2020	5.176.884	2,50%	1,47	0,00%	7.624.989,85	2,5%
2021	5.306.306	2,50%	1,47	0,00%	7.815.614,59	2,5%
2022	5.438.963	2,50%	1,47	0,00%	8.011.004,96	2,5%
2023	5.574.938	2,50%	1,47	0,00%	8.211.280,08	2,5%
2024	5.714.311	2,50%	1,47	0,00%	8.416.562,08	2,5%
2025	5.857.169	2,50%	1,47	0,00%	8.626.976,13	2,5%
2026	6.003.598	2,50%	1,47	0,00%	8.842.650,54	2,5%
2027	6.153.688	2,50%	1,47	0,00%	9.063.716,80	2,5%
2028	6.307.530	2,50%	1,47	0,00%	9.290.309,72	2,5%
2029	6.465.218	2,50%	1,47	0,00%	9.522.567,46	2,5%
2030	6.626.849	2,50%	1,47	0,00%	9.760.631,65	2,5%
2031	6.792.520	2,50%	1,47	0,00%	10.004.647,44	2,5%
2032	6.962.333	2,50%	1,47	0,00%	10.254.763,63	2,5%
2033	7.136.391	2,50%	1,47	0,00%	10.511.132,72	2,5%
2034	7.314.801	2,50%	1,47	0,00%	10.773.911,04	2,5%
2035	7.497.671	2,50%	1,47	0,00%	11.043.258,81	2,5%
2036	7.685.113	2,50%	1,47	0,00%	11.319.340,28	2,5%
2037	7.877.241	2,50%	1,47	0,00%	11.602.323,79	2,5%
2038	8.074.172	2,50%	1,47	0,00%	11.892.381,88	2,5%
2039	8.276.026	2,50%	1,47	0,00%	12.189.691,43	2,5%
2040	8.482.927	2,50%	1,47	0,00%	12.494.433,72	2,5%
2041	8.695.000	2,50%	1,47	0,00%	12.806.794,56	2,5%
2042	8.912.375	2,50%	1,47	0,00%	13.126.964,42	2,5%
2043	9.135.184	2,50%	1,47	0,00%	13.455.138,54	2,5%
2044	9.363.564	2,50%	1,47	0,00%	13.791.517,00	2,5%
2045	9.597.653	2,50%	1,47	0,00%	14.136.304,92	2,5%
2046	9.837.594	2,50%	1,47	0,00%	14.489.712,55	2,5%
2047	10.083.534	2,50%	1,47	0,00%	14.851.955,36	2,5%
2048	10.335.623	2,50%	1,47	0,00%	15.223.254,24	2,5%

Tabela 13: Movimentação de contêiner Libra no Cenário Base

Ano	Movimentação (CNTRs) - BRA	%CNT R	Potencial Libra (CNTRs)	Sem Expansão		Expansão até fase 3		Expansão até fase 4	
				Aprov. Libra (%)	Movim. Libra (CNTRs)	Aprov. Libra (%)	Movim. Libra (CNTRs)	Aprov. Libra (%)	Movim. Libra (CNTRs)
2012	5.475.133,00	5,0%	175.204	100%	175.204	100%	175.204	100%	175.204
2013	5.696.737,16	4,0%	182.296	100%	182.296	100%	182.296	100%	182.296
2014	5.986.316,47	5,1%	191.562	100%	191.562	100%	191.562	100%	191.562
2015	6.295.831,62	5,2%	201.467	100%	201.467	100%	201.467	100%	201.467
2016	6.623.277,32	5,2%	211.945	100%	211.945	100%	211.945	100%	211.945
2017	6.967.756,01	5,2%	222.968	96%	214.000	100%	222.968	100%	222.968
2018	7.330.150,86	5,2%	234.565	91%	214.000	100%	234.565	100%	234.565
2019	7.662.573,20	4,5%	245.202	87%	214.000	100%	245.202	100%	245.202
2020	8.010.070,89	4,5%	256.322	83%	214.000	100%	256.322	100%	256.322
2021	8.373.327,61	4,5%	267.946	80%	214.000	100%	267.946	100%	267.946
2022	8.753.058,01	4,5%	280.098	76%	214.000	100%	280.098	100%	280.098
2023	9.059.415,05	3,5%	289.901	74%	214.000	100%	289.901	100%	289.901
2024	9.376.494,57	3,5%	300.048	71%	214.000	100%	300.048	100%	300.048
2025	9.704.671,88	3,5%	310.550	69%	214.000	100%	310.550	100%	310.550
2026	10.044.335,40	3,5%	321.419	67%	214.000	100%	321.419	100%	321.419
2027	10.395.887,14	3,5%	332.668	64%	214.000	100%	332.668	100%	332.668
2028	10.759.743,19	3,5%	344.312	62%	214.000	100%	344.312	100%	344.312
2029	11.136.334,20	3,5%	356.363	60%	214.000	100%	356.363	100%	356.363
2030	11.526.105,89	3,5%	368.835	58%	214.000	100%	368.835	100%	368.835
2031	11.929.519,60	3,5%	381.745	56%	214.000	100%	381.745	100%	381.745
2032	12.347.052,79	3,5%	395.106	54%	214.000	100%	395.106	100%	395.106
2033	12.779.199,63	3,5%	408.934	52%	214.000	100%	408.934	100%	408.934
2034	13.226.471,62	3,5%	423.247	51%	214.000	100%	423.247	100%	423.247
2035	13.689.398,13	3,5%	438.061	49%	214.000	100%	438.061	100%	438.061
2036	14.168.527,06	3,5%	453.393	47%	214.000	100%	453.393	100%	453.393
2037	14.664.425,51	3,5%	469.262	46%	214.000	100%	469.262	100%	469.262
2038	15.177.680,40	3,5%	485.686	44%	214.000	97%	470.000	100%	485.686
2039	15.708.899,22	3,5%	502.685	43%	214.000	93%	470.000	100%	502.685
2040	16.258.710,69	3,5%	520.279	41%	214.000	90%	470.000	100%	520.279
2041	16.827.765,56	3,5%	538.488	40%	214.000	87%	470.000	100%	538.488
2042	17.416.737,36	3,5%	557.336	38%	214.000	84%	470.000	100%	557.336
2043	18.026.323,17	3,5%	576.842	37%	214.000	81%	470.000	100%	576.842
2044	18.657.244,48	3,5%	597.032	36%	214.000	79%	470.000	100%	597.032
2045	19.310.248,03	3,5%	617.928	35%	214.000	76%	470.000	100%	617.928
2046	19.986.106,72	3,5%	639.555	33%	214.000	73%	470.000	100%	639.555
2047	20.685.620,45	3,5%	661.940	32%	214.000	71%	470.000	97%	640.000
2048	21.409.617,17	3,5%	685.108	31%	214.000	69%	470.000	93%	640.000

Tabela 14: Movimentação Contêiner Libra no Cenário Otimista

Ano	Movimentação (CNTRs) - BRA	%CNT R	Sem Expansão			Com Expansão até fase 3		Com Expansão até fase 4	
			Potencial Libra (CNTRs)	Aprov. Libra (%)	Movim. Libra (CNTRs)	Aprov. Libra (%)	Movim. Libra (CNTRs)	Aprov. Libra (%)	Movim. Libra (CNTRs)
2012	5.475.133,00	5,0%	175.204	100%	175.204	100%	175.204	100%	175.204
2013	5.696.737,16	4,0%	182.296	100%	182.296	100%	182.296	100%	182.296
2014	5.986.316,47	5,1%	191.562	100%	191.562	100%	191.562	100%	191.562
2015	6.295.831,62	5,2%	201.467	100%	201.467	100%	201.467	100%	201.467
2016	6.623.277,32	5,2%	211.945	100%	211.945	100%	211.945	100%	211.945
2017	6.967.756,01	5,2%	222.968	96%	214.000	100%	222.968	100%	222.968
2018	7.330.150,86	5,2%	234.565	91%	214.000	100%	234.565	100%	234.565
2019	7.699.590,46	5,0%	246.387	87%	214.000	100%	246.387	100%	246.387
2020	8.087.649,82	5,0%	258.805	83%	214.000	100%	258.805	100%	258.805
2021	8.495.267,37	5,0%	271.849	79%	214.000	100%	271.849	100%	271.849
2022	8.923.428,85	5,0%	285.550	75%	214.000	100%	285.550	100%	285.550
2023	9.373.169,66	5,0%	299.941	71%	214.000	100%	299.941	100%	299.941
2024	9.845.577,41	5,0%	315.058	68%	214.000	100%	315.058	100%	315.058
2025	10.341.794,51	5,0%	330.937	65%	214.000	100%	330.937	100%	330.937
2026	10.863.020,95	5,0%	347.617	62%	214.000	100%	347.617	100%	347.617
2027	11.410.517,21	5,0%	365.137	59%	214.000	100%	365.137	100%	365.137
2028	11.985.607,28	5,0%	383.539	56%	214.000	100%	383.539	100%	383.539
2029	12.589.681,89	5,0%	402.870	53%	214.000	100%	402.870	100%	402.870
2030	13.224.201,85	5,0%	423.174	51%	214.000	100%	423.174	100%	423.174
2031	13.890.701,63	5,0%	444.502	48%	214.000	100%	444.502	100%	444.502
2032	14.590.792,99	5,0%	466.905	46%	214.000	100%	466.905	100%	466.905
2033	15.174.424,71	4,0%	485.582	44%	214.000	97%	470.000	100%	485.582
2034	15.781.401,70	4,0%	505.005	42%	214.000	93%	470.000	100%	505.005
2035	16.412.657,76	4,0%	525.205	41%	214.000	89%	470.000	100%	525.205
2036	17.069.164,07	4,0%	546.213	39%	214.000	86%	470.000	100%	546.213
2037	17.751.930,64	4,0%	568.062	38%	214.000	83%	470.000	100%	568.062
2038	18.462.007,86	4,0%	590.784	36%	214.000	80%	470.000	100%	590.784
2039	19.200.488,18	4,0%	614.416	35%	214.000	76%	470.000	100%	614.416
2040	19.968.507,70	4,0%	638.992	33%	214.000	74%	470.000	100%	638.992
2041	20.767.248,01	4,0%	664.552	32%	214.000	71%	470.000	96%	640.000
2042	21.597.937,93	4,0%	691.134	31%	214.000	68%	470.000	93%	640.000
2043	22.461.855,45	4,0%	718.779	30%	214.000	65%	470.000	89%	640.000
2044	23.360.329,67	4,0%	747.531	29%	214.000	63%	470.000	86%	640.000
2045	24.294.742,85	4,0%	777.432	28%	214.000	60%	470.000	82%	640.000
2046	25.266.532,57	4,0%	808.529	26%	214.000	58%	470.000	79%	640.000
2047	26.277.193,87	4,0%	840.870	25%	214.000	56%	470.000	76%	640.000
2048	27.328.281,63	4,0%	874.505	24%	214.000	54%	470.000	73%	640.000

Tabela 15: Movimentação Contêiner Libra no Cenário Pessimista

Ano	Movimentação (CNTRs) - BRA	%CNTR	Potencial Libra (CNTRs)	Sem Expansão		Com Expansão até fase 3		Com Expansão até fase 4	
				Aprov. Libra (%)	Movim. Libra (CNTRs)	Aprov. Libra (%)	Movim. Libra (CNTRs)	Aprov. Libra (%)	Movim. Libra (CNTRs)
2012	5.475.133,00	5,0%	175.204	100%	175.204	100%	175.204	100%	175.204
2013	5.696.737,16	4,0%	182.296	100%	182.296	100%	182.296	100%	182.296
2014	5.986.316,47	5,1%	191.562	100%	191.562	100%	191.562	100%	191.562
2015	6.295.831,62	5,2%	201.467	100%	201.467	100%	201.467	100%	201.467
2016	6.623.277,32	5,2%	211.945	100%	211.945	100%	211.945	100%	211.945
2017	6.967.756,01	5,2%	222.968	96%	214.000	100%	222.968	100%	222.968
2018	7.257.575,11	4,2%	232.242	92%	214.000	100%	232.242	100%	232.242
2019	7.439.014,48	2,5%	238.048	90%	214.000	100%	238.048	100%	238.048
2020	7.624.989,85	2,5%	244.000	88%	214.000	100%	244.000	100%	244.000
2021	7.815.614,59	2,5%	250.100	86%	214.000	100%	250.100	100%	250.100
2022	8.011.004,96	2,5%	256.352	83%	214.000	100%	256.352	100%	256.352
2023	8.211.280,08	2,5%	262.761	81%	214.000	100%	262.761	100%	262.761
2024	8.416.562,08	2,5%	269.330	79%	214.000	100%	269.330	100%	269.330
2025	8.626.976,13	2,5%	276.063	78%	214.000	100%	276.063	100%	276.063
2026	8.842.650,54	2,5%	282.965	76%	214.000	100%	282.965	100%	282.965
2027	9.063.716,80	2,5%	290.039	74%	214.000	100%	290.039	100%	290.039
2028	9.290.309,72	2,5%	297.290	72%	214.000	100%	297.290	100%	297.290
2029	9.522.567,46	2,5%	304.722	70%	214.000	100%	304.722	100%	304.722
2030	9.760.631,65	2,5%	312.340	69%	214.000	100%	312.340	100%	312.340
2031	10.004.647,44	2,5%	320.149	67%	214.000	100%	320.149	100%	320.149
2032	10.254.763,63	2,5%	328.152	65%	214.000	100%	328.152	100%	328.152
2033	10.511.132,72	2,5%	336.356	64%	214.000	100%	336.356	100%	336.356
2034	10.773.911,04	2,5%	344.765	62%	214.000	100%	344.765	100%	344.765
2035	11.043.258,81	2,5%	353.384	61%	214.000	100%	353.384	100%	353.384
2036	11.319.340,28	2,5%	362.219	59%	214.000	100%	362.219	100%	362.219
2037	11.602.323,79	2,5%	371.274	58%	214.000	100%	371.274	100%	371.274
2038	11.892.381,88	2,5%	380.556	56%	214.000	100%	380.556	100%	380.556
2039	12.189.691,43	2,5%	390.070	55%	214.000	100%	390.070	100%	390.070
2040	12.494.433,72	2,5%	399.822	54%	214.000	100%	399.822	100%	399.822
2041	12.806.794,56	2,5%	409.817	52%	214.000	100%	409.817	100%	409.817
2042	13.126.964,42	2,5%	420.063	51%	214.000	100%	420.063	100%	420.063
2043	13.455.138,54	2,5%	430.564	50%	214.000	100%	430.564	100%	430.564
2044	13.791.517,00	2,5%	441.329	48%	214.000	100%	441.329	100%	441.329
2045	14.136.304,92	2,5%	452.362	47%	214.000	100%	452.362	100%	452.362
2046	14.489.712,55	2,5%	463.671	46%	214.000	100%	463.671	100%	463.671
2047	14.851.955,36	2,5%	475.263	45%	214.000	99%	470.000	100%	475.263
2048	15.223.254,24	2,5%	487.144	44%	214.000	96%	470.000	100%	487.144

Figura 25: Tabela Modelo da distribuição de Investimentos usada no Estudo

	104,5%	4,5%	Movimentação	175.204	182.296	191.562	201.467	211.945	214.000	214.000	214.000	214.000	214.000	214.000
DRE				2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Receita Operacional Bruta				3.132.645	3.406.112	3.740.320	4.110.725	4.519.127	4.768.280	4.982.852	5.207.081	5.441.399	5.686.262	5.942.144
Operação Portuária				648.145	704.725	773.873	850.510	935.008	986.558	1.030.953	1.077.346	1.125.826	1.176.488	1.229.430
Armazenagem				2.132.641	2.318.812	2.546.334	2.798.499	3.076.530	3.246.148	3.392.225	3.544.875	3.704.395	3.871.092	4.045.292
Redex				109.414	118.965	130.638	143.575	157.839	166.541	174.036	181.867	190.051	198.604	207.541
Químicos				33.628	36.564	40.151	44.128	48.512	51.186	53.490	55.897	58.412	61.041	63.788
Break Bulk				208.817	227.046	249.324	274.014	301.238	317.846	332.149	347.096	362.715	379.037	396.094
Deduções sobre Receita				-340.366	-370.079	-406.391	-446.636	-491.010	-518.081	-541.394	-565.757	-591.216	-617.821	-645.623
Receita operacional líquida				2.792.278	3.036.033	3.333.928	3.664.089	4.028.117	4.250.199	4.441.458	4.641.324	4.850.183	5.068.441	5.296.521
Custo dos serviços				-681.885	-716.627	-761.739	-810.386	-862.739	-904.818	-945.535	-988.084	-1.032.547	-1.079.012	-1.127.568
Custos Variáveis				-352.697	-372.625	-402.258	-434.728	-470.176	-494.590	-516.846	-540.105	-564.409	-589.808	-616.349
Combustíveis e Lubrificantes				-24.967	-27.146	-29.810	-32.762	-36.017	-38.002	-39.713	-41.500	-43.367	-45.319	-47.358
Manutenção				-57.788	-62.833	-68.998	-75.831	-83.365	-87.961	-91.919	-96.056	-100.378	-104.895	-109.616
Aluguel de Equipamentos				-8.524	-9.268	-10.177	-11.185	-12.297	-12.975	-13.558	-14.169	-14.806	-15.472	-16.169
Remuneração Autoridade Portuária				-120.579	-120.244	-125.113	-130.138	-135.324	-141.277	-147.634	-154.278	-161.220	-168.475	-176.057
Energia Elétrica				-38.092	-41.417	-45.481	-49.985	-54.951	-57.981	-60.590	-63.316	-66.166	-69.143	-72.255
Custo de Transportes				-50.628	-55.048	-60.449	-66.435	-73.035	-77.062	-80.530	-84.154	-87.941	-91.898	-96.033
Subcontratação/ Remoção de Contain				-38.478	-41.837	-45.942	-50.491	-55.508	-58.568	-61.203	-63.958	-66.836	-69.843	-72.986
Meio Ambiente				-13.642	-14.833	-16.288	-17.901	-19.679	-20.764	-21.699	-22.675	-23.696	-24.762	-25.876
Custos Fixos				-329.188	-344.001	-359.481	-375.658	-392.563	-410.228	-428.688	-447.979	-468.138	-489.204	-511.219
Custos com Pessoal				-229.301	-239.620	-250.403	-261.671	-273.446	-285.751	-298.610	-312.048	-326.090	-340.764	-356.098
Seguros e Avarias				-5.259	-5.496	-5.743	-6.002	-6.272	-6.554	-6.849	-7.157	-7.479	-7.816	-8.167
Impostos e Taxas				3.557	3.717	3.884	4.059	4.242	4.433	4.632	4.840	5.058	5.286	5.524
Processamento de Dados				-2.010	-2.101	-2.195	-2.294	-2.397	-2.505	-2.618	-2.736	-2.859	-2.988	-3.122
Comunicações				-4.269	-4.461	-4.661	-4.871	-5.090	-5.320	-5.559	-5.809	-6.070	-6.344	-6.629
Ocupação de Espaço				-68.678	-71.768	-74.998	-78.373	-81.900	-85.585	-89.436	-93.461	-97.667	-102.062	-106.655
Segurança				-15.875	-16.589	-17.336	-18.116	-18.931	-19.783	-20.673	-21.604	-22.576	-23.592	-24.653
Serviços Terceirizados				-7.352	-7.683	-8.029	-8.390	-8.768	-9.162	-9.575	-10.006	-10.456	-10.926	-11.418
Depreciação e Amortização				-43.267	-43.267	-44.405	-46.681	-50.208	-54.941	-60.916	-67.536	-74.840	-82.860	-91.628
Resultado Operacional Bruto				2.067.126	2.276.139	2.527.784	2.807.022	3.115.170	3.290.440	3.435.008	3.585.704	3.742.796	3.906.569	4.077.326
Despesas operacionais				-387.335	-404.067	-421.706	-440.257	-459.762	-480.051	-501.299	-523.600	-547.001	-571.551	-597.302
SG&A				-213.326	-222.926	-232.957	-243.440	-254.395	-265.843	-277.806	-290.307	-303.371	-317.023	-331.289
Despesas de Rateio				-151.999	-158.839	-165.987	-173.456	-181.261	-189.418	-197.942	-206.849	-216.158	-225.885	-236.050
Depreciações e amortizações				-18.651	-18.651	-18.751	-18.953	-19.260	-19.676	-20.208	-20.860	-21.638	-22.546	-23.592
Outras/PDD				-3.359	-3.653	-4.011	-4.408	-4.846	-5.113	-5.343	-5.584	-5.835	-6.098	-6.372
Resultado operacional líquido				1.679.792	1.872.072	2.106.078	2.366.765	2.655.408	2.810.389	2.933.708	3.062.104	3.195.794	3.335.018	3.480.024

Figura 26: Modelo Básico distribuição de Investimentos usado no estudo

INVESTIMENTO	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	
Móveis e utensílios		3526,376456	3.685	3.851	4.024	4.205	4.395	4.592	4.799	5.015	5.241	
Equipamento de TI		5037,680652	5.264	5.501	5.749	6.008	6.278	6.560	6.856	7.164	7.486	
Equipamento Operacional		10075,3613	10.529	11.003	11.498	17128,11422	17.899	18.704	19.546	32.659	566174,638	
Obras e benfeitorias		38286,37295	40301,44521	42316,51747	44331,58973	21158,25874	15113,04195	15.793	16.504	17.246	18.023	
Outros	0	0	0		0	0	0	0	0	0	0	
	10,0753613	0	-957.341	-59.780	-62.671	-65.602	-48.499	-43.684	-45.650	-47.704	-62.084	-596.924