

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ**

**PROGRAMA DE MESTRADO EM ENGENHARIA DE TRANSPORTES**

**ELABORAÇÃO DE UM MODELO DE LOCALIZAÇÃO DE  
CARGAS UNITIZADAS AGROINDUSTRIAS EM PÁTIOS  
PORTUÁRIOS: APLICAÇÃO AO CASO DO TERMINAL  
PORTUÁRIO DO PECÉM**

**Fabio Abreu Freitas de Souza**

**Dissertação submetida ao Programa  
de Mestrado em Engenharia de  
Transportes da Universidade Federal  
do Ceará, como parte dos requisitos  
para a obtenção do título de Mestre  
em Ciências (M.Sc.) em Engenharia de  
Transportes**

**ORIENTADOR: Profº Drº João Bosco Furtado Arruda**

**Fortaleza, CE**

**Setembro/2002**

## FICHA CATALOGRÁFICA

SOUZA, FABIO ABREU FREITAS DE

Elaboração de um Modelo de Localização de Cargas Unitizadas Agroindustriais em Pátios Portuários: Aplicação ao Caso do Terminal Portuário do Pecém. Fortaleza, 2002.

XV, 189 fl., Dissertação (Mestrado em Engenharia de Transportes) – Programa de Mestrado em Engenharia de Transportes, Centro de Tecnologia, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2002.

1. Transportes – Dissertação

2. Logística Portuária

3. Agronegócios  
Pecém

4. Terminal Portuário do

CDD388

## REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

SOUZA, F.A.F. (2002). Elaboração de um Modelo de Localização de Cargas Unitizadas Agroindustriais em Pátios Portuários: Aplicação ao Caso do Terminal Portuário do Pecém. Dissertação de Mestrado, Programa de Mestrado em Engenharia de Transportes, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, CE, 189 fl.

## CESSÃO DE DIREITOS

NOME DO AUTOR: Fabio Abreu Freitas de Souza

TÍTULO DA DISSERTAÇÃO DE MESTRADO: Elaboração de um Modelo de Localização de Cargas Unitizadas Agroindustriais em Pátios Portuários: Aplicação ao Caso do Terminal Portuário do Pecém.

Mestre / 2002

É concedida à Universidade Federal do Ceará permissão para reproduzir cópias desta dissertação de mestrado e para emprestar ou vender tais cópias somente para propósitos acadêmicos e científicos. O autor reserva outros direitos de publicação e

nenhuma parte desta dissertação de mestrado pode ser reproduzida sem a autorização por escrito do autor.

---

Fabio Abreu Freitas de Souza

Rua Professor Dias da Rocha, 189 – Meireles

60170-310 – Fortaleza/CE - Brasil

ELABORAÇÃO DE UM MODELO DE LOCALIZAÇÃO DE CARGAS  
UNITIZADAS AGROINDUSTRIAIS EM PÁTIOS PORTUÁRIOS: APLICAÇÃO AO  
CASO DO TERMINAL PORTUÁRIO DO PECÉM

Fabio Abreu Freitas de Souza

DISSERTAÇÃO SUBMETIDA AO CORPO DOCENTE DO PROGRAMA DE  
MESTRADO EM ENGENHARIA DE TRANSPORTES DA UNIVERSIDADE  
FEDERAL DO CEARÁ COMO PARTE DOS REQUISITOS NECESSÁRIOS À  
OBTENÇÃO DO GRAU DE MESTRE EM CIÊNCIAS EM ENGENHARIA DE  
TRANSPORTES.

Aprovada por:

---

Prof. João Bosco Furtado Arruda, Ph.D.  
(Orientador)

---

Prof. Antônio Clécio Fontelles Thomaz, Ph.D.  
(Examinador Interno)

---

Prof. Marco Antônio Farah Caldas, Ph.D.  
(Examinador Externo)

---

Prof. José Roberto Correia Serra, M.Sc.  
(Examinador Externo)

FORTALEZA, CE – BRASIL

SETEMBRO DE 2002

## AGRADECIMENTOS

Durante toda a execução deste trabalho foi imprescindível a colaboração de diversas pessoas, a quem dedico os meus sinceros agradecimentos:

A toda minha família: Eneida, Fernanda, Kátia e Osvaldo por todo o apoio e compreensão em todos os momentos desta longa trajetória.

Aos Professores João Bosco Furtado Arruda e Antônio Clécio Thomaz por toda a atenção, incentivo e principalmente amizade compartilhada ao longo do desenvolvimento do trabalho.

A FUNCAP, por todo o suporte concedido durante os dois anos de duração deste trabalho de dissertação.

A CEARAPORTOS pela ajuda prestada em diversos momentos da elaboração da dissertação.

Ao amigo Dr. Petrônio Magalhães, por todo o auxílio, valiosos conselhos e incentivo.

A todos os amigos, professores e funcionários do Programa de Mestrado em Engenharia de Transportes da UFC pelo excelente convívio e amizade compartilhados ao longo dos últimos anos.

Resumo da Dissertação submetida ao PETRAN/UFC como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Ciências (M.Sc.) em Engenharia de Transportes

ELABORAÇÃO DE UM MODELO DE LOCALIZAÇÃO DE CARGAS  
UNITIZADAS AGROINDUSTRIAIS EM PÁTIOS PORTUÁRIOS: APLICAÇÃO AO  
CASO DO TERMINAL PORTUÁRIO DO PECÉM

Fabio Abreu Freitas de Souza

Setembro/2002

Orientador: João Bosco Furtado Arruda

Os portos constituem instrumentos vitais de suporte à economia das regiões onde se situam, são os pulmões de seu comércio exterior e contribuem significativamente para o desenvolvimento da economia nacional. Fundamental na cadeia logística de transporte, a atividade portuária contribui para a agregação de valor das mercadorias geradas endogenamente à região além de desempenhar um papel estratégico no seu comércio exterior através da catalisação dos fluxos de importação e exportação. Essa necessidade de desenvolver o comércio exterior e contribuir para o crescimento econômico nacional, impõe uma pesada responsabilidade aos portos de todos os países e, principalmente, aos portos de países em desenvolvimento, já que lhes exigem um funcionamento com altas eficácia e eficiência. Com o intuito de contribuir para este fim, esta dissertação apresenta um modelo matematicamente consistente, prático e de fácil aplicação que otimiza a localização de cargas unitizadas em pátios portuários, com destaque para os contêineres refrigerados que transportam cargas agroindustriais, minimizando o tempo de deslocamento das cargas dentro de um porto.

Esta ênfase para os contêineres refrigerados se deve à necessidade observada através de pesquisas bibliográficas e visitas de campo de minimizar as perdas sofridas por um dos setores que mais crescem no país nos últimos, o de agronegócios.

O modelo de alocação de cargas unitizadas em pátios portuários, ALOCUPP, foi aplicado ao caso do Terminal Portuário do Pecém mostrando-se adequado à otimização do seu arranjo físico.

Abstract of Thesis submitted to PETRAN/UFC as a partial fulfillment of the requirements for the degree of Master of Science (M.Sc.) in Transportation Engineering

BUILDING OF AN OPTIMAL LOCATION MODEL OF AGRIBUSINESS  
CARGOES AT PORT PATIOS: APPLICATION AT THE PORT OF PECÉM  
TERMINAL

Fabio Abreu Freitas de Souza

September/2002

Advisor: João Bosco Furtado Arruda

The Ports constitute instruments to the support of the economy of many regions where they are located; they are extremely important areas of the export commerce and contribute significantly to the development of the national economy. Fundamental on the logistical part of transportation, the harbors aggregate the values of the goods produced in its regions and fulfill a strategic part on their own commerce since they catalyze economical flows from imports and exports. The necessity of development of the exterior commerce and contribute to the economical growth requests a major responsibility to the Ports of all countries, and mainly to those who are located in developing countries since they need a high level of efficiency and technology to function. Trying to put this idea into actions, this research shows a mathematically consistent, practical and easy application to optimize the location of cargos at the Port patios, emphasizing the reefer container that transport agribusiness cargos, minimizing the time consumed to dislocate these inside the Port area.

This emphasis to the reefer containers is due the necessity verified with bibliographical research and visits at some ports to minimize the losses suffered for one of the principal Brazilian export sectors, the agribusiness.

The optimal location model was applied to the Pecém Port Terminal to optimize his physical arrange.

## SUMÁRIO

### CAPÍTULO 1

<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>1</b>
<b>1.1. IMPORTÂNCIA DO TEMA EM ESTUDO.....</b>	<b>1</b>
<b>1.2. OBJETIVOS DO ESTUDO.....</b>	<b>8</b>
1.2.1. Objetivo Geral.....	8
1.2.2. Objetivos Específicos.....	8
<b>1.3. METODOLOGIA DO ESTUDO.....</b>	<b>8</b>
1.3.1. Pesquisa Bibliográfica e do Estado da Arte.....	8
1.3.2. Coleta de Dados sobre Sistemas Logísticos-Portuários de Apoio ao Setor Agroindustrial no Brasil e no Exterior.....	9
1.3.3. Elaboração de um Modelo de Localização Otimizada de Cargas Unitizadas em Pátios Portuários, com Ênfase para os Contêineres <i>Reefer</i> .....	9
1.3.4. Estudo de Caso.....	9
1.3.5. Análise de Resultados e Conclusões.....	10
<b>1.4. ORGANIZAÇÃO DA DISSERTAÇÃO.....</b>	<b>10</b>

### CAPÍTULO 2

<b>O SETOR DE AGRONEGÓCIOS E A EFICIÊNCIA PORTUÁRIA.....</b>	<b>12</b>
<b>2.1. O CONCEITO DE AGRONEGÓCIO E A SITUAÇÃO MUNDIAL.....</b>	<b>12</b>
<b>2.2. O SETOR DE AGRONEGÓCIOS NO BRASIL.....</b>	<b>14</b>
<b>2.3. A LOGÍSTICA COMO ESTRATÉGIA DE DESENVOLVIMENTO DO SETOR DE AGRONEGÓCIOS.....</b>	<b>19</b>
<b>2.4. A IMPORTÂNCIA DA EFICIÊNCIA PORTUÁRIA NO DESENVOLVIMENTO DO SETOR DE AGRONEGÓCIOS.....</b>	<b>27</b>



## **CAPÍTULO 3**

### **A MOVIMENTAÇÃO PORTUÁRIA DE PRODUTOS DO SETOR DE AGRONEGÓCIOS.....37**

#### **3.1. PORTO DE FORTALEZA.....38**

3.1.1. Autoridade Portuária.....38

3.1.2. Operador Portuário.....44

3.1.3. Principais Clientes.....46

#### **3.2. PORTO DE NATAL.....48**

3.2.1. Autoridade Portuária.....48

3.2.2. Principal Cliente – Empresa Agroindustrial Maisa.....54

#### **3.3. PORTO DE SUAPE.....55**

3.3.1. Autoridade Portuária.....55

3.3.2. Operador Portuário.....58

3.3.3. Principal Cliente – Niagro (Nichirei do Brasil Agrícola Ltda.).....62

#### **3.4. PORTO DE SALVADOR.....64**

3.4.1. Autoridade Portuária.....64

#### **3.5. DIAGNÓSTICO COMPARATIVO DOS PORTOS VISITADOS.....67**

## **CAPÍTULO 4**

### **O MODELO DE LOCALIZAÇÃO DE CARGAS UNITIZADAS EM PÁTIOS PORTUÁRIOS.....72**

**4.1. A IMPORTÂNCIA DOS MODELOS E A ABORDAGEM SISTÊMICA.....72**

**4.2. O PROCESSO DE MODELAGEM E OS MODELOS DE OTIMIZAÇÃO...74**

**4.3. A UTILIZAÇÃO DE MODELOS DE OTIMIZAÇÃO EM TERMINAIS DE CONTÊINERES.....79**

#### **4.4. O MODELO ALOCUPP – ALOCAÇÃO OTIMIZADA DE CARGA UNITIZADA EM PÁTIOS PORTUÁRIOS.....84**

4.4.1. Principais Aspectos Metodológicos referentes à Formatação do Modelo.....88

### **CAPÍTULO 5**

#### **ESTUDO DE CASO: TERMINAL PORTUÁRIO DO PECÉM.....91**

##### **5.1. INTRODUÇÃO.....91**

##### **5.2. OBJETIVOS.....91**

##### **5.3. CONTEXTUALIZAÇÃO DO OBJETO DE ESTUDO: A ÁREA DE INFLUÊNCIA.....92**

5.3.1. O Setor de Agronegócios no Ceará e a Importância da Criação de Agropólos...93

5.3.2. Pólo Petrolina – Juazeiro.....98

5.3.3. Pólo Assu - Mossoró.....101

5.3.4. A Distribuição das Exportações pelos Portos de Embarque.....103

##### **5.4. CARACTERIZAÇÃO DO TERMINAL PORTUÁRIO DO PECÉM.....108**

5.4.1. Características físicas.....108

5.4.2. Modelagem Institucional.....109

5.4.3. Localização Geográfica e Principais Características Físicas do Terminal Portuário.....110

##### **5.5. APLICAÇÃO DO MODELO ALOCUPP AO CASO DO TERMINAL PORTUÁRIO DO PECÉM.....117**

5.5.1. Processo de Obtenção dos Insumos do Modelo.....118

5.5.2. Formatação Numérica do Algoritmo.....123

5.5.3. Avaliação Econômica.....133

**CAPÍTULO 6**

<b>CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES.....</b>	<b>136</b>
<b>6.1. RELEVÂNCIA, ORIGINALIDADE E RESULTADOS DO MODELO.....</b>	<b>136</b>
<b>6.2. LIMITAÇÕES NA APLICAÇÃO DO MODELO ALOCUPP.....</b>	<b>139</b>
<b>6.3. INDICAÇÕES PARA O APROFUNDAMENTO DA PESQUISA.....</b>	<b>140</b>
<b>6.4. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>141</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>144</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>150</b>

## LISTA DE FIGURAS

Figura 3.1	Porto de Natal: Seqüência de Embarque dos Paletes de Frutas – 1 - Movimentação dos paletes com empilhadeiras ao costado do navio; 2 - Içamento dos paletes com equipamentos de bordo; 3 – Colocação do palete no porão do navio <i>reefer</i> .....	51
Figura 3.2	Porto de Natal – Embarque de frutas paletizadas com a utilização de caminhões no transporte interno em embarque direto.....	52
Figura 4.1	O processo de construção de modelos.....	74
Figura 4.2	Fluxo de análise quantitativa.....	77
Figura 4.3	Ilustração esquemática de estrutura bloco-angular do modelo.....	84
Figura 4.4	Processamento Paralelo.....	88
Figura 5.1	Fluxo de Exportação de Frutas do Nordeste.....	107
Figura 5.2	Divisão do pátio atual do Terminal Portuário do Pecém.....	121
Figura 5.3	Localização dos produtos de acordo com o cenário 1.....	126
Figura 5.4	Alocação de cargas na primeira simulação do cenário 2.....	128
Figura 5.5	Alocação de cargas na segunda simulação do cenário 2.....	129
Figura 5.6	Alocação de cargas na primeira simulação do cenário 3.....	130
Figura 5.7	Alocação de cargas na segunda simulação do cenário 3.....	132

## LISTA DE TABELAS

Tabela 2.1	Percentual Médio de Carga Geral Transportada, em toneladas-quilômetro, por modalidade de transporte.....	23
Tabela 3.1	Porto de Fortaleza: Equipamentos de Manuseio de Contêineres.....	40
Tabela 3.2	Porto de Fortaleza: Volumes de produtos do agronegócio e pesca movimentados por ano (1992-2000).....	43
Tabela 3.3	Porto de Natal: Equipamentos de Movimentação Utilizados.....	50
Tabela 3.4	Porto de Natal: Movimentação total de frutas (em t).....	52
Tabela 3.5	Porto de Suape: Exportações de Frutas, Sucos e Polpas e Congelados (1997 -2000).....	57
Tabela 3.6	Porto de Suape: Evolução da movimentação de contêineres refrigerados no Porto de Suape no período de 01/1999 a 09/2001.....	60
Tabela 3.7	Porto de Suape: Evolução da movimentação de contêineres refrigerados e seus respectivos produtos agroindustriais no Porto de Suape no período de 01/2001 a 09/2001.....	61
Tabela 3.8	Número de linhas regulares de navegação que passam pelos Portos de Fortaleza, Natal, Suape e Salvador com destino à Europa e Estados Unidos.....	68
Tabela 5.1	Participação das regiões produtoras do Nordeste na exportação de frutas.....	92
Tabela 5.2	Agropólos no Estado do Ceará.....	96
Tabela 5.3	Principais distâncias rodoviárias a partir das Instalações do Terminal Portuário do Pecém.....	111
Tabela 5.4	Principais distâncias ferroviárias a partir das instalações do Terminal Portuário do Pecém.....	112
Tabela 5.5	Navios ou embarcações que poderão utilizar o Terminal Portuário do Pecém/CE: valores máximos dos parâmetros.....	115

Tabela 5.6	Projeção de Movimentação de Cargas no Terminal Portuário do Pecém/CE.....	117
Tabela 5.7	<i>Ranking</i> dos produtos em termos de perecebilidade e rotatividade.....	119
Tabela 5.8	Áreas mínimas a serem ocupadas pelos produtos.....	120
Tabela 5.9	Distância entre o centro geométrico de cada área e o início da ponte de acesso.....	122
Tabela 5.10	Tempos médios de deslocamento, para cada produto especificado, entre o centro geométrico de cada área e o início da ponte de acesso.....	123
Tabela 5.11	Áreas ocupadas pelos Produtos de acordo com o cenário 1.....	126
Tabela 5.12	Áreas ocupadas pelos Produtos de acordo com a primeira simulação do cenário 2.....	128
Tabela 5.13	Áreas ocupadas pelos Produtos de acordo com a segunda simulação do cenário 2.....	129
Tabela 5.14	Áreas ocupadas pelos Produtos de acordo com a primeira simulação do cenário 3.....	131
Tabela 5.15	Áreas ocupadas pelos Produtos de acordo com a segunda simulação do cenário 3.....	132

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 5.1	Exportação de Mangas e Uvas.....	105
Gráfico 5.2	Exportação de Melões e Melancias.....	105
Gráfico 5.3	Exportação de Bananas.....	106

# **CAPÍTULO 1**

## **INTRODUÇÃO**

Este capítulo aborda a importância do tema escolhido para desenvolvimento da dissertação como requisito para a obtenção do Grau de Mestre em Ciências dos Transportes. Também, aborda os objetivos do estudo (geral e específicos), a metodologia aplicada durante a elaboração da dissertação e a organização estrutural de toda a tese.

### **1.1. IMPORTÂNCIA DO TEMA EM ESTUDO**

Importantes transformações vêm ocorrendo na economia mundial nas últimas décadas. Dentre elas, o crescente processo de globalização econômica e financeira, a consolidação de blocos econômicos em diversas partes do globo, a abertura de mercados e a disseminação cada vez maior e mais rápida das tecnologias de informação têm feito com que os países despertem para a importância da competitividade de seus produtos no comércio exterior, buscando, dessa forma, assegurar seu lugar no cenário internacional de trocas e intercâmbio financeiro e promover seu desenvolvimento interno.

Nesse sentido, a necessidade de incrementar a competitividade dos produtos nacionais deverá implicar não somente na redução de custos referentes às operações de exportação, mas também na diminuição de oportunidades para o avanço de produtos importados.

Segundo Farina e Zylbersztajn (1998), competitividade não tem uma definição precisa; pelo contrário, compreende tantas facetas de um mesmo problema que dificilmente se pode estabelecer uma definição ao mesmo tempo abrangente e útil. Entretanto, segundo os mesmos autores, do ponto de vista das teorias de concorrência, a competitividade pode ser definida como a capacidade de sobreviver e, de preferência, crescer em mercados correntes ou em novos mercados.



Mais recentemente, segundo Itani (1995), o setor de transportes vem ocupando uma posição importante no processo de globalização e, conseqüentemente, na competitividade das economias nacionais. Isso porque, conforme Owen (*in* Caixeta e Gameiro, 2001), após ter ultrapassado os estágios de imobilidade e de isolamento (caracterizados pela necessidade de auto-suficiência), de mecanização e comércio regional (em que se obteve sucesso na conjugação locomoção e roda e viabilizou-se a especialização), depois a motorização e aviação (que proporcionaram a construção de uma economia em bases nacionais), a humanidade vive a era do transporte internacional e da economia global. Nessa nova fase, os transportes devem ser vistos mais em termos de objetivos nacionais, aspirações que tornem o país competitivo nos mercados mundiais.

Fair e Williams (1959) destacam, ademais, que existem relações recíprocas entre desenvolvimento dos transportes e progresso econômico. Nenhum pode preceder ao outro por um período de tempo razoável, em função de suas estreitas relações mútuas. Ocorre, assim, um intenso processo de interação de forças econômicas. Melhorias nos transportes estimulam progressos na indústria e nos serviços, e vice-versa.

Caixeta e Gameiro (2001) afirmam que os investimentos contínuos em transporte exercem papéis ativos e passivos no alcance de objetivos de desenvolvimento. Nesse sentido, Dahms (1983) assegura que os transportes podem influenciar ativamente o desenvolvimento em situações tais como aquelas em que se depara com uma região estagnada ou mesmo quando se viabiliza determinada fronteira agrícola. Seu papel passivo refere-se à situação em que sua não-provisão pode retardar o crescimento de uma região: a economia da região cresceria limitada ao potencial de absorção nativo do incremento da demanda. Esse último papel, porém, tem mais importância na atualidade, em que o crescimento econômico está estritamente ligado às possibilidades de abertura de novos mercados.

Assim, observa-se que a competitividade das exportações de um país depende de uma ampla variedade de fatores. Entretanto, neste trabalho buscar-se-á evidenciar a importância da logística e do transporte marítimo, através da otimização das operações realizadas em seus portos, principalmente voltadas para o incremento das

exportações de produtos agroindustriais da Região Nordeste do Brasil via Terminal Portuário do Pecém/CE.

Porta de entrada e saída de quase todo o comércio exterior, os portos são considerados elos logísticos estratégicos para integração do Brasil à economia globalizada. A competitividade da economia depende, em grande medida, da eficiência e do baixo custo das atividades portuárias. O atraso na modernização do sistema portuário, portanto, compromete todo o esforço do país para melhorar a competitividade dos seus produtos agroindustriais e equilibrar a balança comercial. Além disso, diversas ineficiências logísticas como a falta de uma matriz de oferta de transporte mais homogênea, falta de locais de armazenagem na propriedade rural, estradas vicinais deterioradas, carência de terminais intermodais especializados, e outras, contribuem para a elevação do chamado “Custo Brasil” que vem a ser a razão sobre o custo total dos custos dos serviços de infra-estrutura no Brasil quando tomada em relação àquela dos países mais eficientes.

De acordo com pesquisa realizada pelo Centro de Estudos Tendencias/IBRE/FGV (*in* Santos e Martins, 1998) acerca das principais deficiências da infra-estrutura econômica, a principal limitação está relacionada ao sistema portuário. Foram detectados como principais problemas as constantes paralisações reivindicatórias, corporativismo trabalhista, elevadas taxas portuárias, estrutura arcaica, congestionamento, dificuldades de atracação, lentidão no desembarço de mercadorias, obsolescência dos equipamentos de movimentação de cargas, ineficiência da estrutura de armazenamento e extravio de mercadorias. Sabe-se que este quadro vem melhorando desde a implementação das medidas previstas na chamada Lei de Modernização dos Portos (Lei Federal nº 8630); entretanto, muito ainda deve ser feito para que nossos portos atinjam índices produtivos próximos ao de países mais desenvolvidos.

Apesar de todas as deficiências apresentadas pelo estudo supracitado, é importante destacar que os portos são apenas um elo da cadeia logística de exportação dos produtos nacionais e seus custos representam, segundo técnicos do setor, cerca de 6 a 8% dos custos totais da cadeia. Desta forma, a responsabilidade pelo aumento da competitividade dos produtos nacionais no comércio exterior deve ser igualmente compartilhada por todos os componentes da cadeia logística.

Segundo Fonseca (*in* Caixeta *et al.*, 1998), “o desenvolvimento da capacidade logística é um elemento crítico na transformação das economias. Justifica-se para o Brasil, dada sua extensão quase continental e sua grande população, dispor num futuro próximo de um sistema logístico paralelo associado aos sistemas logísticos das grandes nações do mundo. A sustentação de um sistema logístico eficiente, com investimentos nas facilidades de comunicações e transportes, permitirá ao Brasil procurar novos mercados no exterior e torná-lo mais acessível aos outros países da América do Sul, transformando-o num efetivo centro de comércio exterior”.

Pode-se corroborar com a afirmação supramencionada na medida em que se verificam alguns valores relativos a perdas sofridas pela economia nacional e, principalmente, pelo setor de agronegócios devido às deficiências portuárias e logísticas.

Segundo a Confederação Nacional da Indústria (1995), o país perde US\$ 227 milhões/ano quando se comparam estruturas de custos e tempo médio de operação, para o mesmo tipo de acondicionamento de carga e porte de navio, verificados nos portos de Hamburgo (Alemanha), Jacksonville (EUA) e Valparaíso (Chile).

Em outra pesquisa, realizada pela Confederação Nacional dos Transportes (*in* Santos e Martins, 1998), constata-se que o Brasil perde cerca de US\$ 5 bilhões anuais considerando-se todas as ineficiências de seus portos.

Os problemas verificados nos portos, somados às deficiências estruturais em todo o setor de transportes, acarretaram a perda de competitividade para vários tipos de agronegócios. Para os produtos agrícolas, estima-se, segundo Caixeta e Martins (2000), que a participação dos custos de transporte no preço final desses produtos no atacado seja mais que duas vezes aquela encontrada para os produtos manufaturados. Para o caso da soja brasileira, por exemplo, o peso do setor transportes no custo final chega a superar os 30% (Fundação Cargill, 1995). Em pesquisa realizada por esta mesma Fundação, constatou-se que o custo de transporte de uma tonelada de produtos agrícolas é seis vezes maior que nos Estados Unidos e os custos via porto dos mesmos produtos são três vezes mais altos.

Segundo Fonseca *et al.* (1995), o *agribusiness* brasileiro paga atualmente o custo mais alto do mundo para o escoamento das safras e produtos agro-industriais.

Além disso, são 400 milhões de dólares por ano desperdiçados na espera de caminhões, 200 milhões na espera de vagões e 250 milhões na espera de navios. Estes valores, somados ao custo de outras ineficiências, perfazem cerca de 2 bilhões de dólares por ano. De acordo com o “Diagnóstico do Setor Agropecuário e Lineamentos de Política Agrícola no Brasil”, estudo realizado pelo Instituto Interamericano de Cooperação Agropecuária (IICA), em 1992, o setor exportador teria despendido em 1990 somente com despesas portuárias 434 milhões de dólares; ou seja, 4,5% do total da receita, um volume de recursos equivalente a 30% de todos os créditos concedidos à agricultura nesse ano (custeio, comercialização e investimentos). No mesmo exercício, o setor importador gastou também com despesas portuárias 96 milhões de dólares; ou seja, 2,2% dos gastos de importação destinados à agricultura, recursos suficientes para comprar 3600 tratores de porte médio ou para suprir 21% do total dos valores da rubrica Estoques Reguladores.

Em pesquisa realizada por Santos e Martins (1998) foram estabelecidos, através de um modelo analítico, os impactos negativos causados pelas deficiências do sistema portuário brasileiro sobre as exportações agroindustriais. As conclusões a que os autores chegaram foram que, se considerando os valores de exportação de alguns produtos em 1994, as perdas sofridas devido aos custos de operações portuárias foram (em US\$ milhões):

- Para o café: US\$ 406,89;
- Sucos: US\$ 156,75;
- Carnes: US\$ 212,30;
- Açúcar: US\$ 156,52;
- Óleos: US\$ 658,17.

A pesquisa dos autores citados acima evidenciou que, na situação atual de ineficiência do sistema portuário, conjugada com investimentos insuficientes, a economia brasileira deixa de produzir anualmente o equivalente a 1,1% do Produto Interno Bruto (PIB), cerca de US\$ 6 bilhões. Os custos portuários brasileiros, mais

elevados, impedem a produção de US\$ 5.547,49 milhões, enquanto os investimentos insuficientes responsabilizam-se por mais US\$ 531,71 milhões.

Com base em todos os valores até agora explicitados, pode-se constatar que existem diversos graves problemas a serem atacados nos portos brasileiros, tais como: modernização dos equipamentos de movimentação, comunicação e informação, melhores condições de trabalho, redução de tarifas, otimização de operações de pátio, etc. Entretanto, a presente dissertação pretende tratar somente da questão da otimização de *layout* de pátios portuários que tem sido fator que causa prejuízos aos produtos neles movimentados e não vem recebendo a devida atenção do meio acadêmico nos últimos anos.

Com relação ao Estado do Ceará, onde se insere o objeto do estudo de caso (Terminal Portuário do Pecém), ele vem se destacando nos últimos anos pelo estímulo dado à instalação de novas indústrias, através dos incentivos fiscais concedidos. Também vêm se destacando a ampliação de indústrias de beneficiamento agrícola e o número de pequenos e médios agricultores (se irrigadas, as terras cearenses são ótimas produtoras de muitas variedades). A criação de diversos agropólos no interior do Estado vem atraindo grandes agroindústrias nacionais e estrangeiras e formando núcleos de intensa produção de fruticultura (principalmente melão, manga, uva, mamão, abacaxi e banana), sucos, doces e, também, floricultura. Segundo estudo do NUPELTD (1998), no cenário internacional de médio prazo, é provável que o setor agro-industrial do Ceará venha a se expandir e consolidar como um dos principais setores de exportação da região.

A Secretaria de Agricultura Irrigada do Ceará (SEAGRI) divulgou<sup>1</sup> que as exportações de frutas tropicais saltaram de US\$ 1,9 milhão em 1999 para US\$ 8,0 milhões em 2000 e que as estimativas de vendas para o ano de 2001 chegavam a US\$ 16,6 milhões. Outro exemplo do incremento nas exportações de frutas cearenses foi dado pelo coordenador geral do Instituto Frutal, Afonso Aquino<sup>2</sup>. Segundo ele, no mês de janeiro de 2001, o Ceará exportou via Porto de Fortaleza 2.600 toneladas de frutas frescas para a Espanha. No mesmo período do ano 2000, a exportação foi de 1.100 toneladas. O incremento de cerca de 138% na exportação de frutas via marítima

---

<sup>1</sup> Reportagem publicada no Jornal O POVO em 10/02/2001

<sup>2</sup> Entrevista ao *site* da Revista Portos e Navios em 21/07/2001 – [www.portosenavios.inf.br](http://www.portosenavios.inf.br)

reflete a forte expansão que o setor de fruticultura vem adquirindo no Estado a cada ano.

Entretanto, para que as metas de exportação e crescimento do setor sejam confirmadas, ou superadas, é fundamental que o Estado realize investimentos na cadeia logística do setor de agronegócios superando alguns gargalos operacionais semelhantes aos que ocorrem no restante do país (estradas sucateadas, terminais marítimos inadequados, falta de locais de armazenagem, etc.).

Sabe-se que os setores agroindustrial e de transportes representam uma parcela bastante significativa do PIB brasileiro. Assim, os valores de perdas sofridas por estes setores, expressos anteriormente, por si só justificam a realização de estudos que buscam a criação de mecanismos que otimizem a atuação dos mesmos, uma vez que o Brasil é possuidor de um enorme potencial para se transformar em um líder mundial na produção e comercialização de diversos produtos agroindustriais.

Para o Estado do Ceará e especificamente para o Terminal Portuário do Pecém, o estudo que consubstancia esta dissertação se apresenta particularmente importante, pois aquele Terminal deverá se preparar o quanto antes para aproveitar a infra-estrutura já instalada, visto que, pelo menos por enquanto, suas indústrias-âncoras (Companhia Siderúrgica Cearense - CSC e Refinaria do Nordeste - Renor) não estão em funcionamento. Assim, considera-se importante que o Porto adote uma política de atração de cargas unitizadas para obtenção de receitas, sem esquecer, evidentemente, os protocolos já assumidos que priorizam o escoamento dos produtos das indústrias-âncoras. Desta forma, o setor agro-industrial apresenta-se como virtual fornecedor de produtos a serem escoados pelo Pecém, devido ao crescimento de sua produção e o enorme potencial já demonstrado.

Caso ocorra uma estruturação especial por parte do Porto para o escoamento de produtos do agronegócio, ele poderá obter uma posição de destaque na área de exportação destes produtos em toda a região Nordeste, atraindo a produção de outros estados, como Rio Grande do Norte (que possui uma grande região produtora em torno das cidades de Assu e Mossoró), Pernambuco/Bahia (região produtora em torno do Vale do Rio São Francisco) e Piauí, cuja produção agrícola cresce em ritmo acelerado.

## **1.2. OBJETIVOS DO ESTUDO**

Os objetivos que norteiam esta dissertação foram classificados como geral e específicos, e estão descritos abaixo:

### **1.2.1. Objetivo Geral**

Elaborar um modelo de localização otimizada de cargas unitizadas em pátios portuários, com ênfase para os contêineres *reefer*, tendo como variável de decisão o tempo total de deslocamento destas cargas dentro de um porto.

### **1.2.2. Objetivos Específicos**

Como objetivos específicos podem ser listados:

- Pesquisar experiências nacionais e estrangeiras de sistemas logísticos de suporte à operação portuária, voltados para os produtos agro-industriais;
- Caracterizar a problemática logístico-portuária envolvida com o setor de agronegócio no Brasil e exterior, evidenciando a importância deste setor para o desenvolvimento econômico regional e nacional;
- Aplicar o modelo de localização otimizada de cargas unitizadas em pátios portuários, com ênfase para os contêineres refrigerados, ao caso do Terminal Portuário do Pecém/CE;
- Mensurar, em termos econômicos, os benefícios obtidos com o resultado do modelo teórico desenvolvido na dissertação em comparação com o *layout* atualmente em vigor no Terminal do Pecém.

## **1.3. METODOLOGIA DO ESTUDO**

A metodologia empregada na elaboração do trabalho que consubstanciou esta dissertação pode ser dividida em cinco partes principais, descritas a seguir:

### **1.3.1. Pesquisa Bibliográfica e do Estado da Arte**

Foram realizadas pesquisas bibliográficas em livros, artigos, periódicos, anais de seminários e congressos, revistas especializadas e publicações de grupos de estudo

do Brasil e exterior que atuam na área da logística agroindustrial. Também foram feitas consultas à *internet* e entrevistas com especialistas da área, com o intuito de se detectar o que está sendo feito em termos de logística portuária e quais as tendências para o setor em foco.

### **1.3.2. Coleta de Dados sobre Sistemas Logísticos-Portuários de Apoio ao Setor Agro-Industrial no Brasil e Exterior**

Esta etapa de coleta de dados sobre sistemas logísticos-portuários foi de fundamental importância para a melhor compreensão do funcionamento destes sistemas de suporte ao setor agro-industrial. Nesta etapa foram realizadas visitas expeditas aos principais portos da Região Nordeste do Brasil que movimentam cargas agroindustriais (Fortaleza, Natal, Suape e Salvador). Durante as visitas foram aplicados questionários e realizadas observações de campo com o intuito de coletar dados que pudessem fundamentar a elaboração do modelo apresentado no Capítulo 4 desta dissertação. A coleta de dados secundários referentes aos portos do exterior foi feita através de contatos realizados via *Internet*.

### **1.3.3. Elaboração de um Modelo de Localização Otimizada de Cargas Unitizadas em Pátios Portuários, com Ênfase para os Contêineres *Reefer***

Após as etapas anteriores de coleta de dados e definição de variáveis-chaves, utilizando-se a estratégia de *benchmarking*, foi concebido um modelo de localização otimizada de cargas unitizadas em pátios portuários, com ênfase para os contêineres *reefer* como suporte ao setor agro-industrial.

### **1.3.4. Estudo de Caso**

Em seguida, foi feita uma aplicação simulada do modelo de otimização ao caso do Terminal Portuário do Pecém, o que envolveu os passos a seguir:

1.3.4.1. Coleta de dados secundários sobre o setor agro-industrial da Região Nordeste do Brasil: nesta etapa, foram coletados diversos tipos de dados a respeito do setor agro-industrial da Região Nordeste visando contextualizar o problema em estudo. Obtiveram-se informações sobre volumes de produção exportados, localização dos principais perímetros irrigados, principais portos utilizados para escoamento, etc.



1.3.4.2. Aplicação do modelo de localização otimizada de cargas unitizadas, com ênfase para os contêineres *reefer*, ao caso do Terminal Portuário do Pecém: através de contatos com a CEARÁPORTOS, foram obtidos detalhes do pátio e parâmetros operacionais daquele Terminal os quais possibilitaram a aplicação do modelo elaborado (Item 1.3.3) ao caso do Pecém.

### **1.3.5. Análise de Resultados e Conclusões**

Finalmente, realizou-se a análise final com os resultados obtidos com o estudo, explicitando-se as conclusões e recomendações para futuros estudos.

## **1.4. ORGANIZAÇÃO DA DISSERTAÇÃO**

Esta dissertação encontra-se estruturada em seis capítulos, incluindo este introdutório.

No Capítulo 2, estão apresentados os conceitos, histórico e elementos básicos das principais áreas temáticas envolvidas com o estudo: agronegócios, logística e o setor portuário. Este capítulo, de revisão bibliográfica, pretende embasar teoricamente o estudo e tornar clara a interrelação entre as áreas temáticas citadas.

O Capítulo 3 apresenta informações que foram coletadas durante as visitas realizadas nos portos, já citados, que movimentam produtos do setor em estudo. Neste capítulo, estão descritas as operações realizadas naqueles portos, a utilização de sistemas de informação, o treinamento dado aos funcionários, os equipamentos de movimentação utilizados e, principalmente, os aspectos relacionados à localização de produtos no pátio e formatação de *layouts*.

O Capítulo 4 apresenta o modelo genérico criado a partir da experiência e conhecimento adquiridos nas etapas anteriores, onde foram identificadas as principais variáveis envolvidas com a problemática enfocada. Este modelo visa determinar uma localização ótima para as cargas unitizadas, com ênfase para os contêineres *reefer*, em um pátio portuário, de forma a minimizar os tempos totais de deslocamento deste tipo de contêiner (que transporta produtos do agronegócio). Para a elaboração do modelo, foram utilizadas técnicas alternativas de otimização com o auxílio de dois *softwares* de otimização (LINDO e um *software* desenvolvido pelo Departamento de Computação da Universidade Federal do Ceará -UFC).

No Capítulo 5 mostra-se a aplicação do modelo elaborado ao caso do Terminal Portuário do Pecém. Consistem deste capítulo a definição do contexto de aplicação do estudo de caso (setor de agronegócios da Região Nordeste, Terminal Portuário do Pecém, etc.), a formulação de cenários para simulações e a análise dos resultados da aplicação do modelo.

Por fim, no Capítulo 6, são apresentadas as considerações finais, conclusões e recomendações para estudos futuros.

## CAPÍTULO 2

# O SETOR DE AGRONEGÓCIOS E A EFICIÊNCIA PORTUÁRIA

Neste capítulo serão abordados os conceitos, histórico e situação atual dos principais temas que norteiam o desenvolvimento desta dissertação. São eles: o agronegócio, a logística e o setor portuário. Assim, pretende-se que esta seção de revisão bibliográfica sirva como demonstrativo da importância da implementação de ações de cunho logístico-portuário de suporte ao setor de agronegócio nacional ao qual desenvolvimento este trabalho se propõe a contribuir.

Tentar-se-á mostrar, ao longo deste capítulo, como as ações no setor logístico-portuário são necessárias e imprescindíveis ao aumento da competitividade do setor de agronegócios do país.

### **2.1. O CONCEITO DE AGRONEGÓCIO E A SITUAÇÃO MUNDIAL**

Em seu sentido restrito, a agroindústria é a unidade produtiva que transforma o produto agropecuário ou seus subprodutos manufaturados para a utilização intermediária ou final. A partir da natureza das relações existentes entre a unidade agro-industrial e o setor agrícola, a definição de agroindústria está embutida em um conceito mais amplo de agronegócio (Oliveira, 1994). Assim, segundo conceito enunciado pelos pesquisadores da Universidade de Harvard, John Davis e Ray Goldberg, em 1957, pode-se entender agronegócio (*agribusiness*) como a soma das operações que abrangem a manufatura e distribuição dos insumos para a unidade produtiva rural; as operações de produção da unidade produtiva rural como tal; a armazenagem, processamento e distribuição dos produtos rurais e de seus subprodutos. É justamente na última etapa deste conceito, distribuição dos produtos, que esta dissertação pretende dar uma contribuição inovadora.

Conforme estes autores, não caberia mais uma abordagem da agricultura de forma dissociada dos outros agentes responsáveis por todas as atividades que garantiriam a produção, transformação, distribuição e consumo de alimentos.

Portanto, o conceito engloba os fornecedores de bens e serviços para a agricultura, os produtores rurais, os processadores, os transformadores, os responsáveis pela armazenagem e distribuidores, além de todos os envolvidos na geração e fluxo dos produtos de origem agrícola até o consumidor final. Atuam ainda nesse complexo alguns agentes que afetam e coordenam o fluxo dos produtos, tais como o governo, os mercados, entidades comerciais, financeiras e de serviços.

De acordo com a Associação Brasileira Agroindustrial - ABAG (1993), as funções do agronegócio poderiam ser descritas em sete níveis:

- Suprimentos à produção;
- Produção;
- Transformação;
- Acondicionamento;
- Armazenamento;
- Distribuição;
- Consumo.

Ainda segundo a ABAG (1993), de atividade destinada exclusivamente à auto-suficiência nos confins da propriedade, a agricultura modernizou-se, passando a inserir-se na economia de mercado. Este fato acarretou mudanças dentro das fazendas, revelando uma tendência à especialização do produtor na sua atividade-fim e, também, fora das fazendas, com a estruturação de um moderno e forte parque industrial, que fornece bens de capital e insumos, e abastece o campo com fertilizantes, sementes melhoradas, defensivos, vacinas, medicamentos, rações, etc.

Assim, compreende-se que a agricultura moderna está cada vez mais interligada à indústria tanto como consumidora de produtos industriais (tratores, colheitadeiras, implementos agrícolas e outros já citados), quanto fornecedora para as indústrias processadoras (agroindústrias). Ademais, a dinâmica da agricultura moderna envolve outros setores da atividade econômica: principalmente embalagem,

acondicionamento, distribuição, *marketing* e comercialização. Segundo NUPELTD (2000), esse setor agroindustrial representava, em 1999, 45% do PIB mundial.

De acordo com Oliveira (1994), um dos principais fatores que motivam esta maior ligação da agricultura tradicional com o setor industrial, resultando no aumento do número das indústrias agroalimentares, é a crescente urbanização que vem ocorrendo em todo o mundo já há algumas décadas. A urbanização implica em mudanças de hábitos por parte das pessoas e entre estas mudanças estão aquelas referentes aos hábitos alimentares.

Os consumidores buscam cada vez mais - devido a alguns fatores como: falta de tempo, rotina desgastante, valorização de alimentos mais naturais e saudáveis, redução do número de pessoas na família e o aumento da participação da mulher no mercado de trabalho - alimentos processados que não demandam algum preparo especial pré-consumo, em detrimento daqueles predominantemente agrícolas. Pode-se citar como exemplos destes alimentos prontos e mais convenientes os sucos de frutas, iogurtes de frutas, polpas e frutas pré-cortadas (fáceis inclusive de serem levadas ao local de trabalho) que tiveram uma explosão no seu consumo, especialmente no Hemisfério Norte, nos últimos anos.

Após este tópico inicial - onde foram apresentados os conceitos, a composição e tendências do setor de agronegócios mundial - tratar-se-á, em seguida, da sua situação deste setor no Brasil e sua importância no desenvolvimento nacional.

## **2.2. O SETOR DE AGRONEGÓCIOS NO BRASIL**

Conforme ABAG (1993), “o *agribusiness* brasileiro existe e está consolidado desde a década de 1970. Mais do que isso: o *agribusiness* brasileiro é o maior negócio do país, representando 40% de suas exportações e é, de longe, o setor da economia que mais emprega mão-de-obra. No sistema, várias cadeias são extremamente competitivas no mercado internacional e muitas poderão sê-lo com pequenos ajustes e baixos investimentos. Está no *agribusiness* a única saída, em curto prazo, para acelerar a integração do Brasil à economia internacional e é ele também que oferece a grande oportunidade de descentralização industrial”.

Com relação à descentralização industrial citada acima, um fenômeno marcante citado, por Caixeta *et al* (1998), que vem ocorrendo no setor de agronegócios brasileiro nas últimas décadas, e de forma acelerada nos anos mais recentes, é o rearranjo espacial de suas atividades. Os negócios do setor foram se instalando em áreas fronteiriças, como o Norte e o Centro-Oeste, além de vastas áreas do Nordeste, em geral com atividades que utilizam modernas tecnologias de produção. Ao mesmo tempo, fornecedores de insumos, armazenadores, indústrias de beneficiamento e de processamento, além de grandes transportadores vão se aglomerando em torno das zonas de produção, com o objetivo principal de reduzir os custos de transporte, atendendo desta forma às necessidades de efetividade das cadeias de suprimento do setor.

Esta interiorização dos investimentos é vista por diversos estudiosos como uma das soluções para diversos problemas sociais, econômicos e ambientais ocasionados pela enorme concentração urbana/regional em nosso país. De acordo com ABAG (1993), o país não poderá continuar insistindo no modelo de desenvolvimento concentrado nas regiões metropolitanas. Devido à grave situação de falta de infra-estrutura (ainda mais crítica em Estados pobres como os do Norte e Nordeste), as regiões metropolitanas não terão condições de receber a migração prevista de mais 1,5 milhão de pessoas/ano provenientes do interior e que demandam a criação de 600 mil empregos anualmente; além de outras demandas adicionais como vagas escolares, leitos hospitalares e transporte público, que já estão em situação de grande carência.

Assim, a descentralização das atividades econômicas, promovendo o desenvolvimento pelo interior do país, resultará em menos problemas sócio-econômicos e ambientais, melhor distribuição de renda e maior eficiência a toda a economia. E neste processo é que se identifica a importância fundamental do setor de agronegócios.

Um excelente exemplo de modelo de desenvolvimento descentralizado pode ser encontrado em nosso próprio país, mais especificamente na Região Sul, no Estado de Santa Catarina onde é modelar a diversificação e a regionalização industrial. O Estado possui um parque industrial moderno e altamente produtivo; além disso, apesar de possuir aproximadamente 4,5 milhões de habitantes, não possui cidades

com mais de 500 mil habitantes, e apresenta elevados índices de desenvolvimento humano, taxas reduzidas de analfabetismo e mortalidade infantil.

A história de diversas nações hoje desenvolvidas apresenta casos de participação do setor de agronegócios como impulsionador do processo de descentralização do desenvolvimento. Segundo ABAG (1993), no início dos anos trinta do século passado, os Estados Unidos detinham um PIB de 350 bilhões de dólares numa economia onde participavam apenas 20% da população, na época de 40 milhões de habitantes. No momento em que o país enfrentava a crise econômica mais grave de sua história, cerca de oitenta por cento da população vivia à margem do crescimento econômico.

De acordo com o estudo da ABAG (1993), como única forma de reverter este quadro, muito parecido com o encontrado atualmente no Brasil, o Presidente Franklin D. Roosevelt instituiu o plano *New Deal* que definia as seguintes ações:

- Condução dos jovens solteiros desempregados de 14 a 22 anos, juntamente com voluntários, das cidades para as colônias agrícolas, então criadas;
- Entendimento com os bancos para concederem moratória aos agricultores, sobre cujas terras pendiam ameaças de hipoteca por falta de pagamentos; e
- Concentração de investimentos e da atuação do governo no setor rural, com eletrificação, escolas, etc.

Em pouco tempo, os resultados benéficos surgiram. Já em 1935, aproximadamente 20,2 milhões de pessoas haviam migrado para o interior e o governo inaugurava cada vez mais frigoríficos, armazéns, silos e estradas para escoar a produção. Além disso, o índice de desemprego nas cidades caiu vertiginosamente e os Estados Unidos puderam empregar e alimentar toda sua população, espalhando o desenvolvimento pelo interior do país. Em seguida, os EUA passaram a exportar alimentos para mais de cem países, tornando-se uma das maiores potências agro-alimentares do mundo.

Assim, é de supor que, caso o governo brasileiro adotasse uma política semelhante, os resultados positivos também apareceriam, fortificando a economia do

interior, melhorando a distribuição de renda e aumentando a competitividade do setor de agronegócios do país.

Com relação somente à criação de empregos, o setor de agronegócios brasileiro tem um papel fundamental na geração de novos postos de trabalho decorrentes da expansão da fronteira agropecuária e da dinamização da economia agroindustrial. De acordo com dados do Ministério da Agricultura (*in* ABIPTI, 1999), para alcançar a meta de US\$ 45 bilhões de exportações do agronegócio em 2002, seria necessário incorporar mais de 26,1 milhões de hectares ao processo produtivo nos setores considerados mais dinâmicos do mercado internacional. Tomando como base coeficientes de ocupação de mão-de-obra das principais atividades agrícolas, estima-se que poderiam ser gerados mais de 10 milhões de empregos diretos e indiretos em toda a cadeia do agronegócio.

De acordo com Caixeta e Martins (2000), a gestão dos agronegócios brasileiros vem passando por uma série de transformações decorrentes da crescente integração dos mercados, o que tem implicado preocupações com o desenvolvimento e o fortalecimento de forças competitivas. Esta nova realidade faz com que as empresas do setor concentrem suas ações na competitividade para além de suas unidades produtivas. Os padrões de concorrência nesses ramos de atividade dizem respeito a preço e a qualidade, o que implica necessidade de redução dos custos unitários e melhoria na apresentação do produto ao longo das cadeias, isto é, da produção até a distribuição ao consumidor final.

Este processo crescente de integração ao mercado por que passa o setor agro-industrial brasileiro acarreta uma mudança em suas estratégias de produção e distribuição para melhoria de sua competitividade. Diversos fatores, antes deixados de lado, hoje são considerados por pequenos, médios, grandes produtores e empresas agro-industriais, tais como: preocupação crescente com a qualidade, ampliação de sua linha de produtos com maior valor agregado, adequação de suas formas organizacionais às necessidades do mercado, novos hábitos de consumo alimentar, maior velocidade na transmissão de informações, universalização da informação para o consumidor, etc.



Segundo Alves (*in* Batalha *et al*, 1997), a tendência à liberalização econômica e à redução da intervenção governamental nos mercados e na produção agrícola tem colocado os agricultores brasileiros em concorrência direta com fornecedores externos. Isto vem gerando uma maior preocupação por parte dos produtores agrícolas e de alimentos, que têm buscado uma maior redução de custos unitários de produção e de distribuição.

Atualmente a competitividade no setor agro-industrial depende de investimentos não apenas na produção, ou na escolha de melhores terras, sementes, etc, mas também em sua inserção na cadeia de abastecimento ao mercado. O aumento da produtividade global no setor demanda maior ênfase em tecnologias de pós-colheita e de processamento, em fatores que afetam os tempos e custos de transporte e armazenamento, técnicas de acondicionamento, em serviços de apoio que agilizem a movimentação física dos produtos, maior capacitação da mão de obra do setor, bem como o acesso a informações e a novas tecnologias relacionadas a seus negócios, ações que evidenciam a importância da utilização de um sistema logístico.

Constata-se, então, que existe uma relação bastante próxima dessas necessidades com os serviços logísticos em geral. Contudo, no Brasil, esses serviços não têm apresentado um desempenho satisfatório ao longo dos últimos anos. Muitas vezes, a vantagem comparativa alcançada com uma produção eficiente não acontecia no acesso do produto ao mercado, em função dos custos da movimentação do produto ao consumidor final, principalmente por deficiências na estrutura de armazéns e por elevados custos em todos os modos de transportes.

Em relação aos transportes, isto se deve a basicamente dois fatores: concentração do transporte de mercadorias no modal rodoviário e investimentos insuficientes a partir dos anos 80 para a manutenção e expansão dos sistemas de transporte em níveis compatíveis com a demanda. Esses aspectos resultaram no aumento do chamado “Custo Brasil”, via despesas significativas para o deslocamento de mercadorias, com níveis de perdas igualmente elevados, conjugados com altos custos portuários para os produtos de exportação.

Assim, com esta nova concepção mundial no setor de agronegócios, onde prevalece a visão sistêmica de otimização de toda a cadeia de suprimentos e não

somente da produção, compreende-se facilmente que, para o setor, a logística é fundamental como apoio ao sucesso dos negócios, principalmente porque se tratam de produtos de baixo valor intrínseco que, até sua chegada ao mercado final, tem mais valor a eles adicionado; através de processamento, procedimentos para acondicionamento (contribuindo para sua conservação) e movimentação para garantir sua disponibilidade no momento em que o cliente necessita. Para o caso de produtos perecíveis, vencer esta distância em tempo hábil é uma questão de sobrevivência no mercado.

No próximo item deste capítulo, abordar-se-á o conceito de logística, sua evolução e como ela, ao envolver também o transporte marítimo de mercadorias, pode auxiliar o setor de agronegócios nesta busca pela maior competitividade e inserção no mercado internacional.

### **2.3. A LOGÍSTICA COMO ESTRATÉGIA DE DESENVOLVIMENTO DO SETOR DE AGRONEGÓCIOS**

Segundo Christopher (1998), no início do ano de 1991, foi dado ao mundo um exemplo dramático da importância da logística. Antes do início da Guerra do Golfo era necessário para os Estados Unidos e países aliados mover enormes quantidades de materiais por grandes distâncias em um prazo curto de tempo. E eles conseguiram fazê-lo, registrando para a história esta manobra logística impressionante.

Ao longo da história da humanidade diversas guerras foram vencidas devido à capacitação logística, (ou perdidas por falta dela), dos comandantes militares. Muitos historiadores afirmam que a derrota dos ingleses na Guerra de Independência Americana pode ser atribuída a uma falha logística, já que o exército britânico não foi capaz de montar uma organização que supriria as tropas de alimentos e armas durante os seis primeiros anos da guerra e isto afetou o curso das operações e a moral das tropas.

Outro exemplo do papel fundamental desempenhado pela logística em campos de batalha foi a invasão da Europa pelas Forças Aliadas na Segunda Grande Guerra Mundial, fator decisivo na vitória final dos aliados sobre a Alemanha nazista.

Entretanto, apesar dos generais terem entendido, há muitas décadas, o papel crítico exercido pela logística, somente há poucos anos os empresários, industriais e governantes tomadores de decisão perceberam a importância vital que a logística tem no alcance de vantagens competitivas. De acordo com Christopher (1998), essa falta de consideração se deveu parcialmente ao não conhecimento dos benefícios gerados pela logística integrada. Entretanto, segundo Bowersox e Closs (1996), a implementação das melhores práticas logísticas se tornou uma das áreas mais desafiadoras e motivantes para os tomadores de decisão dos setores público e privado.

O termo logística tem origem francesa. Ele originou-se do verbo *loger* = alojar (termo usado pelos militares e que compreendia as atividades relativas ao transporte, ao abastecimento e ao alojamento das tropas). A Logística desenvolveu-se neste século e começou a ser aplicada, de maneira enfática, pelas empresas, na década de setenta. Inicialmente, ela tinha como objetivo principal controlar a circulação, tanto dos fluxos de mercadorias que as empresas colocavam a disposição de seus clientes, quanto daqueles existentes entre as diferentes unidades de produção de uma mesma empresa ou, ainda, dos fluxos que elas recebiam de seus fornecedores. Posteriormente, ela evoluiu para caracterizar-se como aptidão a entregar uma mercadoria a custo mínimo, onde ela se fizer necessária e com os requisitos de quantidade e qualidade satisfatórios. Atualmente, a Logística se constitui principalmente na prática de regulação global dos fluxos que determinam os complexos processos de suprimento, produção e distribuição de mercadorias, regulação esta efetuada através de sistemas de informação e de comunicação, aí incluídos os sistemas de transportes.

Segundo o *The Council of Logistic Management* (in Bowersox e Closs, 1996) dos Estados Unidos (a maior organização profissional de logística no mundo), a logística pode ser definida como o processo de planejar, implementar e controlar o fluxo e armazenagem eficiente e efetivo de matérias-primas, estoques em processo, produtos finais, serviços e a correspondente informação desde o ponto de origem até o ponto de consumo (incluindo movimentos de entrada e de saída, internos e externos) para atender os interesses - e tendo em conta os requerimentos - dos clientes.

A orientação dos processos produtivos - buscando atender tanto às exigências dos mercados consumidores quanto à qualidade dos insumos e produtos, prazos de entrega, assistência técnica e inovações - tem feito com que a eficiência do sistema logístico se torne uma condição básica para a competitividade de todos os setores da economia. Se os sistemas de infra-estrutura não funcionam a contento, isto influi nas atividades econômicas como aumento de custos. O resultado é a perda de competitividade dos produtos de exportação e preços mais elevados no mercado interno.

Assim, de acordo com Arruda (1996), a ênfase na adoção de estratégias logísticas desponta como uma consequência natural que tem sido adotada nos países desenvolvidos, mas são principalmente importantes nas economias emergentes como América Latina, sudeste asiático e China, ávidas por aumentarem sua participação nos mercados de exportação e parcerias com os países industrializados.

Desta forma, a economia global e a forte concorrência internacional colocaram os serviços logísticos no centro das preocupações acerca da competitividade dos produtos. Certamente, para o agronegócio, essas preocupações não são menores.

A Logística envolve a integração de diferentes áreas como: informação, transporte, produção, armazenagem, manuseio de produtos e embalagem. Sabe-se que a maioria destas áreas foi esquecida durante muito tempo por empresários, autoridades governamentais e, até mesmo, pela comunidade acadêmica. Somente nos últimos anos vêm surgindo soluções que visam integrar essas áreas e promover o desenvolvimento do setor de agronegócios. Analisar-se-á, em seguida, cada uma das áreas citadas acima no que concerne ao setor em estudo no Brasil.

Uma das principais deficiências logísticas do setor de agronegócios brasileiro se refere à matriz de transporte de cargas agrícolas que é predominantemente rodoviária, modal não indicado para o transporte das mercadorias agroindustriais por longas distâncias, como as observadas no Brasil. Segundo estudo publicado pelo GEIPOT – Empresa Brasileira de Planejamento de Transportes, do Ministério dos Transportes (1997), 81% dos grãos movimentados durante o ano de 1995 se

utilizaram do modal rodoviário, ficando as ferrovias com aproximadamente 16% e as hidrovias com menos de 3%.

De acordo com a Associação Brasileira de Logística – ASLOG (1997), o transporte rodoviário é recomendável para distâncias inferiores a 500 km; o modal ferroviário seria mais indicado para distâncias entre 500 e 1.200 km; e o hidroviário, para distâncias superiores a 1.200 km. Infelizmente, estas distâncias recomendadas não são observadas no Brasil, principalmente para produtos como o milho e o arroz. Estes praticamente têm que cruzar o país em função das longas distâncias que separam áreas concentradas de produção de mercados consumidores diversos, fazendo com que a distância rodoviária média percorrida supere os 1.600 km. Por outro lado, segundo Caixeta e Gameiro (2001), considerando o total de cargas movimentadas pelas ferrovias brasileiras, a distância média percorrida é inferior a 500 km.

Este fato acarreta perdas financeiras elevadas para todos os envolvidos na cadeia agroindustrial, pois, além do modal rodoviário não ser propício para o transporte por longas distâncias, a atual condição geral das estradas em todo o Brasil é precária, prejudicando ainda mais o quadro.

Entretanto, conforme Caixeta *et al* (1998), todo este retrato viário pode vir a sofrer uma mudança de natureza estrutural, tendo em vista uma série de iniciativas em curso. O processo de concessão da Rede Ferroviária Federal, a privatização de uma série de rodovias, os investimentos públicos e privados para o incremento da navegabilidade de sistemas fluviais, o aumento da utilização da navegação de cabotagem e a política de modernização do sistema portuário nacional que já vem ocorrendo há alguns anos podem, num futuro próximo, confirmar estimativas feitas pelo GEIPOT de reorientação de nossa matriz de transportes. As previsões realizadas para o ano de 2002 dizem respeito à utilização predominante do modal ferroviário para grãos agrícolas (em torno de 56%), a uma diminuição na utilização do uso do modal rodoviário (cairia para 35%) e a um aumento na utilização do transporte fluvial (subiria para mais de 8%). Isto, de certa forma, viria a tender para o padrão observado na maioria dos países desenvolvidos, conforme mostrado na Tabela 2.1 a seguir.

**Tabela 2.1:** Percentual Médio de Carga Geral Transportada, em toneladas-quilômetro, por modalidade de transporte

País	Hidrovia	Ferrovia	Rodovia
Holanda	75	8	17
Canadá	35	52	13
Alemanha	29	53	18
Estados Unidos	25	50	25
França	17	55	28
Rússia	13	83	4

Fonte: Benzi (1997)

Apesar deste cenário favorável, constata-se que a forma unimodal ou segmentada na qual ocorre hoje a movimentação de cargas agrícolas, se mostra muitas vezes inadequada, repercutindo de modo desfavorável nos custos finais desses produtos e, conseqüentemente, na competição junto aos mercados internacionais de *commodities* e no abastecimento interno. Políticas de desenvolvimento de transporte não devem, portanto, se concentrar na análise da divisão modal pura e simples, mas sim contemplar a multimodalidade.

Uma exploração mais efetiva das operações intermodais deve ser perseguida, de tal maneira que seja atingida uma maior racionalização da atividade de transporte em si e, conseqüentemente, a observância de preços adequados de frete. Assim, o ideal é que não se pense mais em transporte através de vias de transporte e sim através de eixos de transporte, o que nada mais é do que a combinação de uma ou mais modalidades, que torna mais econômica a transferência de um bem desde a sua origem até o cliente. Isto passa necessariamente pela questão da implementação de eficientes terminais intermodais de cargas. É fundamental que os modos de transporte sejam integrados, que a sua operação seja diversificada e que sejam de fácil acesso aos usuários.

As vantagens da utilização da intermodalidade podem ser constatadas em números - através do estudo realizado pelo SIFRECA (Sistema de Informações de Frete para Cargas Agrícolas, da ESALQ/USP) in Caixeta *et al* (1998) - referentes aos valores de frete praticados na movimentação de grãos (soja, milho e farelo de soja), relativos ao ano de 1997, que atestam as vantagens inerentes à competitividade de cada um dos modais. Para longas distâncias, o frete unitário (US\$/t.km) ferroviário foi 36% inferior ao rodoviário, enquanto o hidroviário representou uma economia de 58% em relação ao modal rodoviário. Já se comparando os modais ferroviário e

hidroviário entre si, observa-se uma economia de 35% favorável a este último. Vale, entretanto, ressaltar que as modalidades ferroviária e hidroviária devem estar conjugadas com outras modalidades para que os diversos pontos de origem e destino sejam atingidos. Assim sendo, a comparação entre as modalidades de transporte ganha maior sintonia com a realidade quando se consideram as alternativas multimodais e unimodais disponíveis para a ligação entre um par de origem e destino.

Nesse provável e desejável contexto intermodal que vem surgindo, será de fundamental importância a ágil e eficiente manipulação de cargas através de embalagens com características unitizadas, tais como os contêineres, que ainda não decolaram de fato no cotidiano de movimentação de cargas no Brasil, notadamente para aquelas cargas de natureza agrícola. Segundo Bowersox e Closs (1996), a utilização de contêineres para o transporte de cargas apresenta diversos benefícios, tais como: aumento da eficiência na movimentação, redução de danos causados às mercadorias durante o período em trânsito, redução de roubos, redução da necessidade de embalagens de proteção, maior proteção às intempéries e reutilização da unidade de transporte por diversas vezes.

Dentro do processo de movimentação de cargas agro-industriais, seja na unidade agro-industrial, seja durante seu deslocamento até as portas de escoamento, ou mesmo dentro dos terminais, a transferência e o gerenciamento eletrônico de informações também proporcionam uma oportunidade de se reduzir os custos logísticos com sua melhor coordenação. Observa-se no setor de agronegócios brasileiro um enorme atraso - por vezes, até desconhecimento - com relação à aplicação de modernas tecnologias de informação como IED (intercâmbio eletrônico de dados), rádio-frequência, *internet* e comércio eletrônico, implantação de esquemas utilizando códigos de barras e *scanners*, etc. Estas tecnologias, já empregadas em diversos outros setores, contribuem para a minimização dos custos logísticos, melhoram o controle de inventário e agregam valor ao produto através do aumento da velocidade, praticidade e exatidão das comunicações entre os integrantes da cadeia de suprimentos (fornecedores, produtores, distribuidores e clientes). A utilização destes equipamentos pode, ainda, promover a troca eletrônica de documentos entre transportadores e os órgãos governamentais responsáveis pela fiscalização fazendária, facilitando, assim, um fluxo seguro, eficiente e irrestrito de mercadorias entre Estados e através de postos de fiscalização. Isto é fundamental para produtos perecíveis.

Outra inovação que surgiu nos últimos anos e que pode beneficiar amplamente os transportadores de cargas agroindustriais é a oferta de espaços ociosos por meio das centrais de carga baseadas na *internet*. De acordo com Caixeta e Rezende (2001), “as centrais de carga funcionam como um mecanismo de coordenação do mercado de fretes, tendo como um de seus objetivos ampliar as informações sobre este mercado, de forma a favorecer tanto o transportador quanto as empresas, que passam a ter mais alternativas de serviços”. A redução da incerteza na obtenção das cargas irá permitir menores custos de transporte, que ocorrem também devido a uma redução no tempo de procura de um transportador ou carga, e a maior oferta de transportadores. De uma maneira geral, as centrais de carga funcionam como uma bolsa de fretes e oferecem diversos serviços, como classificados de venda/compra de veículos e equipamentos, notícias sobre o setor, condições meteorológicas, estado das estradas (conservação, qualidade de operação, acidentes, etc.), oferta de empregos, roteirizadores e outros.

No que tange ao armazenamento, de acordo com ABAG (1993), ele é fundamental à formação de preços e ao processo físico da comercialização. A impossibilidade de retenção da produção, devido à falta de local e condições para a sua guarda e conservação, exclui o agricultor de participar de etapas e épocas mais compensadoras de comercialização.

No Brasil, o sistema de armazenagem, além de incompleto, carece de um planejamento integrado que proporcione sincronismo e ordenamento entre as diversas etapas envolvidas na comercialização dos produtos do setor de agronegócios. Segundo a Fundação Cargill (1994), nos Estados Unidos, por exemplo, que produz cerca de 290 milhões de toneladas, a capacidade de armazenagem é de 580 milhões de toneladas. Uma safra é armazenada na fazenda. Toda política agrícola é feita baseada na possibilidade de beneficiar o produtor, que detém o produto na fazenda de onde o envia para as cooperativas à medida que é comercializado.

No Brasil, apenas 50% do que é produzido fica armazenado e, em um estudo recente do Ministério da Agricultura, verificou-se que a falta de armazenagem na fazenda penaliza o agricultor em cerca de 15% da sua produção, incluindo-se aí as perdas existentes na colheita. Ainda não existe no país armazenagem intermediária ao longo das ferrovias, fator fundamental para a maior utilização deste modal. Outro



aspecto importante a ser lembrado é a incorreta utilização das instalações retroportuárias como armazéns, por tempo prolongado, de mercadorias agroindustriais, visto que este local não é adequado nem planejado para realizar tal função.

Com relação ao manuseio de produtos e à embalagem, sabe-se que normalmente a produção agrícola necessita de processamento pós-colheita, como é o caso das flores, plantas e hortifrutigranjeiros, com controle de temperatura e cuidados especiais de manuseio, evitando contaminação e disseminação de pragas. Além disso, a exportação para determinados países, como os EUA, exige a instalação de *packing houses*, que são centros que aglutinam as operações de limpeza, seleção, embalagem, acondicionamento e padronização dos produtos agroindustriais. Assim como ocorre com os armazéns, o número de *packing houses* instaladas no Brasil ainda é pequeno, sendo fundamental o comprometimento de lideranças públicas, privadas e os demais envolvidos no setor de agronegócios para a implementação desta infra-estrutura, dentre outras.

Segundo Alves *in* Batalha *et al* (1997), a logística agroindustrial busca pôr em marcha um sistema que permita, ao menor custo possível, dispor dos produtos no momento e na quantidade adequados, em diferentes lugares, orientando-se para um funcionamento com estoque mínimo necessário para atendimento às necessidades e com maior tempo de vida útil do produto, quando da transferência entre os agentes da cadeia de abastecimento.

Espera-se que, com o despertar que vem ocorrendo, nos últimos anos, por parte de todos os envolvidos (entidades privadas, públicas e sociedade) para a importância da aplicação das estratégias logísticas, o setor de agronegócios brasileiro assumira uma posição mais agressiva no que se refere ao mercado internacional, buscando ampliar sua pauta de exportações e conquistar novos mercados. Como exemplo da timidez atual do setor, tem-se o exemplo das frutas nacionais, pois, segundo ABIPTI (1999), o Brasil detém menos de 1% do mercado internacional, mesmo sendo o maior produtor mundial de frutas.

Algumas iniciativas governamentais certamente dariam um grande impulso a este setor fundamental ao desenvolvimento do país. Pode-se citar, como exemplos,

uma maior coordenação das ações, integração entre empresas, setor público e grupos de pesquisa de logística agroindustrial das Universidades, incentivo à criação de núcleos de cooperativas agrícolas e/ou conglomerados/consórcios de empresas e prestadoras de serviços logísticos especializados e articulados no agronegócio.

Após a abordagem de toda a logística do setor de agronegócios, realizada neste item, pode-se observar a importância que o setor de transportes assume hoje na otimização da cadeia agroindustrial. Desta forma, o modelo elaborado nesta dissertação pretende contribuir justamente na etapa de distribuição dos produtos do agronegócio, pois, ao localizarmos de maneira ótima as cargas unitizadas em um pátio portuário, dentre elas os contêineres refrigerados, estaremos minimizando custos de deslocamento e aumentando a competitividade de nossos produtos.

Apresentar-se-á, em seguida, os conceitos, características e aspectos relacionados ao setor portuário de uma maneira geral e os benefícios decorrentes de uma estruturação dos portos para o escoamento/recebimento especializado em produtos agroindustriais, enfatizando a importância dos portos em uma cadeia logística agroindustrial otimizada.

#### **2.4. A IMPORTÂNCIA DA EFICIÊNCIA PORTUÁRIA NO DESENVOLVIMENTO DO SETOR DE AGRONEGÓCIOS**

Desde a Antigüidade mais remota o homem vem se utilizando da navegação marítima, fluvial e lacustre nos seus deslocamentos e de suas mercadorias. As imprescindíveis interfaces com os deslocamentos terrestres, ou com os hoje denominados “modos de transporte” terrestre, eram inicialmente as próprias margens das baías, estuários, rios ou lagos. Progressivamente, no entanto, passaram a ser construídas instalações para compatibilizar os equipamentos de ambos os “modos”. Essas instalações, de início rudimentares, foram se desenvolvendo fisicamente até abranger hoje sofisticadas edificações, equipamentos e sistemas que demandaram, inclusive, alterações no meio ambiente (Burkhalter, 1999).

A origem da palavra porto é do latim *portus* que significa passagem e, segundo Benson *et al* (1994), este significado por si só descreve sua função. O porto é o local através do qual passageiros e mercadorias passam do transporte terrestre para o transporte marítimo e vice-versa.

O conceito de porto evoluiu em função da própria evolução da atividade econômica, dando origem ao que a UNCTAD classifica como portos de primeira, segunda e terceira gerações. Segundo esta instituição (Lui E. e Ying P. H., 1994), esta evolução se deu como segue:

- Portos de Primeira Geração: Até a revolução industrial os portos tinham como única função viabilizar o comércio. Assim, eles estavam ligados ao setor terciário – comércio e serviços essenciais – e funcionavam como terminais, meros pontos de transbordo, com ou sem armazenagem, onde as mercadorias eram transferidas dos modos de transporte terrestre para o transporte marítimo. Subsistentes até hoje, estes portos são, em última análise, anacrônicos no tempo e no espaço, uma vez que não acompanharam nem a evolução temporal da atividade econômica nem a evolução espacial desta mesma atividade. Os seus limites de atuação, do ponto de vista terrestre, estão circunscritos ao portão de acesso à frente do cais e, do ponto de vista marítimo, aos canais de acesso;
- Portos de Segunda Geração: São portos onde se esboça a integração dos transportes com o desenvolvimento da atividade econômica e onde já se começa a perceber e praticar a noção da inter-relação entre a Economia e os Transportes. Desta forma, eles não se limitam à função de terminal e já começam a considerar uma área de atuação onde se desenvolvem atividades do setor industrial. Esta área é tanto interna quanto externa. Começa a se esboçar, também, a inter-relação entre os transportes terrestres da área de influência e os terminais marítimos – estes considerados apenas como subconjunto do porto;
- Portos de Terceira Geração: São portos cujo principal propósito é gerar o máximo de valor agregado. Para isto são estrategicamente estruturados para contemplar e integrar em seu espaço interno e em sua área de influência direta e indireta, o máximo de atividades. Assim, eles abrangem e integram sub-setores industriais, comerciais e de serviços, inclusive *marketing* portuário. Supõem, ainda, a interrelação biunívoca dos Transportes à Economia, implantação de empreendimentos-âncora que fomentam a proliferação das atividades econômicas no complexo, conexões de transporte marítimas e terrestres que permitem um alto grau de acessibilidade ao porto e gerência capacitada e dinâmica com ênfase na captação e manutenção de clientes dos distintos setores da economia.

O Terminal Portuário do Pecém/CE, objeto de estudo desta dissertação, é considerado um porto de terceira geração, visto que este apresenta todas as características citadas acima como pressupostos de um Porto de Terceira Geração.

De acordo com UNCTAD (1992), atualmente os portos constituem pontos fortes da economia dos países onde se situam e são os pulmões de seu comércio exterior, uma vez que são o ponto de passagem obrigatória da maior parte desse comércio, por eles se importando os bens que o país não produz em quantidade suficiente e se exportando os bens que contribuem para o desenvolvimento da economia nacional. Pode-se dizer que os portos são, também, um lugar idôneo para a prestação de serviços complementares que agregam valor às mercadorias transportadas e, por consequência, ajudam a atender às necessidades cada vez mais exigentes dos mercados.

Assim, a atividade portuária contribui para a independência econômica das nações, essencial para a sua independência política, além de desempenhar um papel estratégico no seu comércio exterior. Conforme UNCTAD (1992), essa necessidade de desenvolver o comércio exterior e contribuir para o crescimento econômico nacional impõe uma pesada responsabilidade aos portos de todos os países, e principalmente, aos portos de países em desenvolvimento, já que lhes exige um funcionamento eficiente. Examinando-se as últimas classificações dos portos do mundo em função da quantidade de toneladas movimentadas ou de contêineres recebidos, observa-se, que cada vez mais, certos portos de regiões em desenvolvimento, especialmente da Ásia, figuram nos primeiros lugares.

Os países que abrigam portos bem classificados no *ranking* mundial têm alcançado também, altas taxas de crescimento econômico. Ao contrário, não se tem conhecimento de nenhum país em desenvolvimento que tenha realizado uma importante expansão econômica sem um incremento sustentado de seu comércio exterior, o que é feito sempre com base em portos eficientes já que o porto é um instrumento privilegiado de desenvolvimento deste comércio.

Segundo Arruda e Bastos (2000), portos voltados para o desenvolvimento sócio-econômico - ou seja, aqueles que integram de forma sistêmica, em seu espaço e em sua área de influência, o máximo de atividades econômicas - podem desempenhar

vários papéis. A partir de políticas de desenvolvimento claramente definidas, utilizando gerência dinâmica e capacitada com ênfase na comercialização e *marketing*, eles podem acelerar a integração sócio-econômica e espacial. Considera-se que eles podem desempenhar, pelo menos, três papéis importantes:

1. O primeiro é a possibilidade de induzir o desenvolvimento de toda a região onde se inserem (aspecto sócio-econômico);
2. O segundo papel é o de ser um equipamento que estrutura o espaço regional (aspecto organizacional);
3. O terceiro está ligado ao fato dele ser uma estrutura de oferta: terminal e/ou ponto de transbordo, interface entre os transportes marítimos e terrestres (aspecto técnico).

Tratando-se ainda dos papéis e finalidades dos portos, conforme a concepção macroeconômica, os poderes públicos consideram que a finalidade do sistema portuário do país deve ter prioridade sobre as finalidades individuais de cada porto, de maneira que o sistema portuário nacional dê a maior contribuição possível ao desenvolvimento do país. Esta é uma política que enfoca os problemas portuários do ponto de vista global. Em termos econômicos, isso se traduz em tentar fazer com que o custo do trânsito das mercadorias pelos portos do sistema portuário nacional seja o mínimo possível (UNCTAD, 1992).

Além desta finalidade básica dos portos, existem outras complementares, como: contribuir para um melhor aproveitamento do espaço regional, facilitar o desenvolvimento de determinada região ou de determinado tráfego de mercadorias, criar empregos e gerar divisas.

Observa-se, assim, todo o potencial e importância dos portos na promoção do desenvolvimento de uma região ou de um país. Assim como o setor de agronegócios, os portos têm um papel preponderante a exercer na indução do desenvolvimento econômico do Brasil, restando apenas a correção de algumas deficiências que há tempos vêm trazendo grandes perdas ao país (apontadas no Capítulo 1 desta dissertação).

Como ressaltam Caixeta *et al.* (1998), a nova organização industrial, baseada na constituição de mercados globais, exige a criação de sistemas de logística eficientes, capazes de facilitar o escoamento da produção para os mercados externos. Assim, os portos devem ser analisados como um elo importante de uma cadeia de transporte que deve ter integração nacional e global. A modernização dos portos brasileiros encontra-se entre as principais ações ora em desenvolvimento na direção da redução do “Custo Brasil” e do aumento da competitividade das exportações de produtos agro-industriais.

Conforme Santos e Martins (1998), o sistema portuário brasileiro é responsável por cerca de 95% das cargas movimentadas pelo comércio exterior do país. Isso equivaleu a 355 milhões de toneladas em 1994 e 388 milhões de toneladas em 1995, colocando o sistema entre os cinco maiores do mundo.

Algumas alterações vêm ocorrendo no sistema portuário brasileiro, impulsionadas, sobretudo, pela globalização. A visão tradicional dos portos como local de movimentação, armazenamento e transbordo de mercadorias tem cedido espaço a uma visão dos portos como um dos elos da cadeia de transporte de abrangência nacional e integração global.

Até 1990, a administração dos portos públicos no Brasil era centralizada na Empresa Brasileira de Portos S.A. (PORTOBRAS). A empresa detinha o controle sobre os portos públicos, administrando-os diretamente ou através das Companhias Docas, e determinava programas orçamentários e políticas tarifárias, de pessoal e de investimentos. Após 1990, a empresa foi desativada e os portos ficaram subordinados às Companhias Docas e, em alguns casos, aos estados como os portos públicos do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina. É importante destacar que o controle da PORTOBRAS incidia somente sobre os portos públicos, pois, já existiam no país alguns terminais privados com administração própria como os terminais da PETROBRAS.

Porém, essa não foi a única alteração recente do sistema portuário brasileiro. Através da Lei Nº 8.630, conhecida como Lei de Modernização dos Portos, um conjunto de medidas vem sendo implementado, objetivando maior eficiência e competitividade. De acordo com Caixeta e Martins (2000), no curto prazo, uma série

de ações dá suporte a esta meta, tais como a descentralização e desregulamentação do setor, a maior participação da iniciativa privada, a racionalização do uso da mão de obra, a unificação do comando das operações portuárias e a redução dos custos operacionais. Para isso, a Lei supramencionada prevê que a operação portuária será realizada prioritariamente pela iniciativa privada. Os efeitos da Lei também estão sendo sentidos na efetivação de organismos de gestão, como o Conselho de Autoridade Portuária (CAP) e o Órgão Gestor de Mão de Obra (OGMO).

Alguns números, apresentados por Sales (2001), mostram que os resultados, desde a implantação da Lei 8.630 até o momento, são animadores: o custo médio nos principais portos nacionais de movimentação do contêiner de 20 pés, que variava de U\$ 400 a 500, agora está entre U\$ 170 e 230. E a média de 10 contêineres movimentados por hora, no início dos anos 90, subiu para 36 e continua melhorando. Outro importante obstáculo superado foi o funcionamento do porto durante 24 horas por dia e em feriados. De uma maneira geral, após a regulamentação da referida Lei houve uma redução dos custos portuários de 50% e um aumento da produtividade de três vezes.

Apesar dos avanços demonstrados pelos números acima, é evidente que muito ainda falta para se alcançar nos próximos anos. Ainda segundo Sales (2001), os custos dos portos brasileiros estão 20% acima da média mundial, os gastos com pessoal atingem 70% dos custos em portos como Rio de Janeiro e Santos e a produtividade ainda é bem inferior quando comparada com portos europeus, como o de Roterdã - que movimenta de 50 a 60 contêineres por hora (contra 36 da média nacional) a um custo de U\$ 100 cada um (contra U\$ 200 da média nacional). Até o porto de Buenos Aires já apresenta custos e índices de produtividade melhores que os portos brasileiros, fazendo com que 100 mil contêineres que poderiam estar sendo movimentados no porto de Santos sejam desviados para lá anualmente. O mesmo autor supramencionado afirma que fontes do setor estimam em 1,6 bilhão de dólares o investimento necessário para levar os portos brasileiros ao padrão de excelência mundial.

Segundo Caixeta *et al* (1998), é importante enfatizar outro conjunto de ações que devem ser consideradas, além da efetiva implementação da Lei de Modernização Portuária, para aproximar o nível de eficiência dos portos nacionais aos padrões

internacionais. Dentre outras, podem ser citadas a redução dos custos dos serviços de apoio portuário, entre estes, as remunerações cobradas pelos serviços de praticagem de embarcações e a reestruturação dos órgãos de fiscalização nos portos, tendo em vista uma maior agilidade na operacionalização do trânsito aduaneiro. De qualquer forma, o principal entrave na modernização dos portos é muito mais de natureza gerencial, devendo ser entendidos não mais de forma isolada, mas como importantes integrantes de complexos logísticos.

A Lei N° 8.630 proporcionou ainda, algumas inovações institucionais na administração dos portos brasileiros. Com a Lei surgiu a figura do Terminal de Uso Privativo Misto. Esta classificação permite, sob o ponto de vista operacional, que toda a mão de obra empregada nas operações portuárias seja do próprio Prestador de Serviços Operacionais, sem nenhum vínculo com estruturas vigentes nos diversos portos brasileiros, que são fatores históricos de custos adicionais desnecessários e ineficientes. A classificação de Uso Privativo Misto enseja um modelo simples, leve e ágil, sem embaraços burocráticos ou de natureza trabalhista, diferentemente do que ocorre nos portos que operam sob o regime de porto organizado.

A administração dos Terminais Privativos de Uso Misto tem uma formatação mais enxuta, inexistindo algumas instituições que se fazem presentes nos portos organizados como, por exemplo, o *Conselho de Autoridade Portuária – CAP* e o *Órgão Gestor de Mão de Obra – OGMO*. O Terminal Portuário do Pecém, objeto de estudo desta dissertação é classificado como um Terminal Privativo de Uso Misto.

Com relação à movimentação de produtos agroindustriais, a esmagadora maioria dos portos nacionais ainda está insuficientemente aparelhada em termos de sua utilização para o transporte destes produtos, especialmente daqueles que necessitam de equipamentos de movimentação especiais e contêineres refrigerados (como frutas, verduras e produtos já processados) para serem transportados em condições adequadas até os clientes finais.

Conforme asseguram Ryall e Lipton (1979), o prolongado período em trânsito que envolve o transporte marítimo de mercadorias perecíveis exige cuidados redobrados com a refrigeração dos produtos, tanto em contêineres refrigerados como em navios tipo *reefer*, para garantir o sucesso das entregas.



Grande parte dos produtos agroindustriais - com exceção dos grãos, farelos e óleos - é transportado como carga geral em contêineres e outras embalagens unitizadas (paletes, barris etc.). O início da utilização dos contêineres se deu em 1955, quando Malcom McLean, dono de uma firma transportadora na Carolina do Norte, acreditou na idéia que as cargas transportadas deveriam ser manuseadas apenas duas vezes: se elas pudessem ser acomodadas em um único compartimento e se o compartimento pudesse ser movido inteiro para o interior da embarcação, atravessar o oceano e levado à porta do cliente. Ele comprou uma pequena companhia de navegação, renomeou-a para *Sealand* e iniciou o comércio de cargas em trailers de Nova Iorque para Porto Rico em 1956.

A containerização do comércio internacional tinha, então, seu início. Com o advento dos contêineres, o transporte intermodal cresceu exponencialmente. Contêineres podiam ser transportados por diferentes modos (rodovia, ferrovia, aéreo, etc.) até o cliente final. Conforme Dubke (1996), o contêiner é um artigo de equipamento de transporte, de caráter permanente e suficientemente resistente para adequar-se a usos repetidos; é especialmente projetado para facilitar o transporte de mercadorias por um ou mais modos de transporte; é equipado com dispositivo que permite o seu manuseio, principalmente a sua transferência de um modal para outro; é projetado para ser fácil de encher e esvaziar; e contém um volume interno de 1 m<sup>3</sup> ou mais. As duas dimensões de contêineres mais utilizadas no transporte internacional são os de 20 pés, equivalente, em linguagem técnica, a 1 TEU (*Twenty Feet Equivalent Unit*) e os de 40 pés ou 1 FEU (*Forty Feet Equivalent Unit*).

Os contêineres são classificados em diversos tipos; entretanto, aqueles que estão diretamente relacionados ao objetivo desta dissertação são os refrigerados. Estes, segundo Dubke (1996), possuem isolamento térmico que reduzem a temperatura dos produtos carregados, normalmente perecíveis. Seus refrigeradores funcionam por ligação elétrica ou combustível, nos navios ou nos pátios de armazenagem. Estes refrigeradores podem manter o interior de um contêiner a uma temperatura de até - 20°C, sob temperatura externa de 40°C.

O transporte através de contêineres já é uma realidade mundial. Conforme Cruz e Pereira (1994), sua eficiência já foi provada nas últimas décadas e isto se reflete no aumento da frota de navios *full container*, das linhas de transporte

marítimo, bem como no crescimento do número de terminais especializados e seus recordes de produtividade.

Com relação ao terminais portuários, sabe-se que estes, após a introdução da containerização, sofreram grandes mudanças. Segundo Kozan (2000), estas mudanças incluíram alterações nas áreas e métodos de estocagem, no *layout* físico dos terminais e nas práticas gerenciais, além do surgimento dos equipamentos especializados na movimentação de contêineres.

Com relação à movimentação de produtos do agronegócio, alguns portos europeus e norte-americanos captaram mais rapidamente a necessidade/importância da realização das mudanças citadas acima, com o objetivo de se tornarem especializados no escoamento e recebimento dos produtos deste setor. Dentre outros, pode-se citar os portos de: Roterdã (Holanda), Antuérpia (Bélgica), Hamburgo (Alemanha), Wilmington, Los Angeles e Corpus Cristi (EUA) que movimentam, em parceria com operadores portuários também especializados, milhares de toneladas de produtos agroindustriais todos os anos.

O Porto de Roterdã, por exemplo, possui um terminal exclusivo de frutas e legumes com sub-terminais especializados, armazéns reversíveis refrigerados com temperatura controlada, câmaras frigoríficas, mercado de trocas, facilidades para distribuição e transformação industrial para sucos de frutas concentrados e compotas e preparo de legumes congelados, o que agrega valor ao produto, já que este é transformado, no próprio Porto, no produto final (*Port of Rotterdam*, 2000).

Nos últimos cinco anos, o Porto de Wilmington, situado na costa leste norte-americana, dobrou sua área de armazenagem refrigerada e melhorou seus sistemas de controle de inventário, de informação e equipamentos de movimentação, investindo para isso cerca de 25 milhões de dólares com o intuito de agilizar a movimentação e conservar a qualidade dos produtos agroindustriais. Em 1999, este porto registrou a importação de 1,1 milhão de toneladas de bananas e outras frutas tropicais em contêineres, 352 mil toneladas de frutas de inverno e carne em navios *reefer* e 40 mil toneladas de suco de laranja concentrado (*Port of Wilmington*, 2001).

Após esta visão conceitual das áreas temáticas que regem o desenvolvimento desta dissertação, será apresentado no próximo capítulo o estado da arte dos

principais portos da Região Nordeste do Brasil (concorrentes diretos do Terminal Portuário do Pecém) com relação à movimentação de produtos do setor em foco. A partir desta análise será possível propor uma estruturação do Terminal Portuário do Pecém com base nas melhores práticas aplicadas nos portos brasileiros e ter conhecimento das variáveis de decisão a serem consideradas no modelo que será proposto no capítulo quatro.

### CAPÍTULO 3

## A MOVIMENTAÇÃO PORTUÁRIA DE PRODUTOS DO SETOR DE AGRONEGÓCIOS

Neste capítulo estão descritas as principais informações que foram coletadas tanto na pesquisa bibliográfica e *internet* quanto durante visitas realizadas aos mais importantes portos do Nordeste do país - Fortaleza, Natal, Suape e Salvador - no que se refere à movimentação de produtos do agronegócio considerados nesta dissertação (frutas, sucos e polpas). Durante a realização das visitas aos portos citados foram aplicados questionários junto às Autoridades Portuárias, principais Operadores Portuários e clientes com o objetivo de se obter o maior número de informações possível a respeito do funcionamento destes portos e de como o produto agroindustrial está sendo movimentado nos mesmos.

Ao serem realizadas entrevistas com todos os intervenientes do processo de movimentação de cargas nos portos - Autoridades Portuárias, Operadores Portuários e clientes - buscou-se observar os diferentes pontos de vista que existem quanto ao tratamento dado às cargas agroindustriais e quais os principais obstáculos logísticos enfrentados por estas empresas e órgãos portuários para otimizarem a movimentação de produtos do agronegócio dentro dos portos. Além disso, foi observado se existia no porto visitado a preocupação quanto à localização otimizada das tomadas de energia para contêineres refrigerados a fim de minimizar o tempo de deslocamento destes contêineres no interior dos pátios portuários.

Esta etapa de coleta de dados sobre sistemas logísticos-portuários foi de fundamental importância para a melhor compreensão do funcionamento dos portos enquanto elo da cadeia logística do setor agro-industrial, em complementação à pesquisa bibliográfica do estado da arte neste setor. Com base nas informações coletadas e no que foi observado nas visitas, foi possível detectar as variáveis mais importantes para a elaboração do modelo de localização otimizada de cargas unitizadas em pátios portuários, com ênfase para a análise do caso de contêineres refrigerados, a ser apresentado no próximo capítulo.

Este capítulo encontra-se dividido em cinco tópicos principais, quatro deles referenciando-se aos portos visitados e o último com algumas conclusões da análise dos dados e informações obtidas. Os questionários empregados encontram-se nos anexos desta dissertação.

São descritos e analisados, a seguir, para cada um dos portos de embarque – Fortaleza, Natal, Suape e Salvador – os seguintes tópicos:

- as instalações disponíveis para armazenagem e movimentação de frutas frescas, seja em contêineres, seja em paletes;
- os equipamentos de manuseio existentes;
- as tecnologias operacionais disponíveis e utilizadas;
- localização das tomadas de energia;
- identificação de eventuais problemas;
- aspectos institucionais relevantes;
- relacionamento com clientes, órgãos de fiscalização, etc.

### **3.1. PORTO DE FORTALEZA**

No Porto de Fortaleza foram realizadas entrevistas e visitas com a Companhia Docas do Ceará (Autoridade Portuária), com a empresa Termaco (principal operadora do Porto) e com as empresas Del Monte e Maisa (principais clientes do porto que exportam produtos agroindustriais). Os principais aspectos mencionados pelos entrevistados bem como outros observados pelo autor estão descritos abaixo.

#### **3.1.1. Autoridade Portuária**

3.1.1.1. Aspectos históricos, institucionais e de produtos do agronegócio movimentados

A Companhia Docas do Ceará <sup>(3)</sup> é uma sociedade de economia mista, de capital autorizado, vinculada ao Ministério dos Transportes. Tem por “missão” exercer as funções de Autoridade Portuária, regulamentando, coordenando e fiscalizando a adequada utilização dos recursos portuários, em sua área de competência, de forma que os serviços oferecidos sejam competitivos, em termos de preços/tarifas e de qualidade.

Apesar de possuir uma estrutura organizacional com vários Departamentos e Coordenadorias, a Companhia não possui nenhum funcionário especializado e trabalhando exclusivamente com produtos agroindustriais, apesar desta ser uma das principais cargas movimentadas no porto. O operador portuário é que encarrega um de seus funcionários para realizar uma checagem periódica nos contêineres refrigerados que contém estes produtos. Esta checagem inclui uma verificação na temperatura do contêiner, taxa de umidade e reciclagem da ventilação interna.

Dos quatro portos da região Nordeste do Brasil, Fortaleza é o porto que atende a maior diversidade de frutas frescas e zonas de produção, exportando melões, melancias, bananas, mangas e uvas, além de limas ácidas, devendo, brevemente, exportar também mamão papaia, a partir da implantação de novos projetos nos agropólos do Estado do Ceará. Estas frutas são originárias principalmente dos Estados do Rio Grande do Norte (região de Assu/Apodi/Mossoró), Pernambuco (Petrolina), Bahia (Juazeiro) e Ceará. Em menor escala, são exportados, ainda, sisal proveniente da Paraíba, palmito do Amapá e palmito e pimenta do reino do Pará. Todos esses embarques são feitos em contêineres *reefer*, com destino à Europa (Países Baixos, Espanha e Inglaterra, principalmente) e Estados Unidos da América.

Existe também um pequeno volume de produtos agroindustriais que são importados por empresas do Ceará e que chegam via Porto de Fortaleza. Os principais produtos importados são: maçã, pêra e produtos congelados.

Apesar de toda esta movimentação de produtos do agronegócio, não existe uma preocupação específica da Autoridade Portuária quanto a localização das

---

<sup>3</sup> A visita à Companhia Docas do Ceará, órgão responsável pela administração do Porto de Fortaleza, foi realizada no dia 23/07/2001. Durante a visita foi entrevistado o Sr. Oswaldo George Fontenele, Coordenador de Gestão Portuária da Companhia.

tomadas de energia. No Porto de Fortaleza estas se encontram no centro do pátio de contêineres e em um setor lateral ao cais de atracação. Existe ainda uma nova bateria de tomadas sendo construída que se localiza na última fila do pátio de contêineres, bem distante do cais.

### 3.1.1.2 Instalações Portuárias

A movimentação de contêineres é realizada no Porto de Fortaleza, de modo preponderante, nos berços 104 e 105, com 420m de comprimento total. Esses berços constituem um terminal de múltiplo uso com profundidades disponíveis de 10m, onde podem ser atendidos dois navios de contêineres, simultaneamente.

Todas as instalações físicas – berço de atracação e locais de estocagem - são geridas diretamente pela Companhia Docas do Ceará, não existindo arrendamentos de terminais. O principal operador de contêineres, *reefer* inclusive, que atua no porto de Fortaleza é a TERMACO. Esta empresa realiza operações para a *Maersk Sealand*, *CSAV* e *Hamburg Süd*, transportadoras marítimas que operam linhas regulares no porto para a Europa e Estados Unidos.

O porto ainda não possui equipamentos terrestres de embarque e desembarque de contêineres como portêineres, sendo utilizados para isso os recursos de bordo. Com relação aos equipamentos portuários de manuseio e movimentação, estes pertencem aos operadores portuários e estão listados na Tabela 3.1:

**Tabela 3.1:** Porto de Fortaleza: Equipamentos de Manuseio de Contêineres

Equipamento	Operador		
	Termaco	Daniel	Kelly
Empilhadeira Comum de 2,0t a 3,0t	11	15	-
Empilhadeira Comum de 4,0t	1	1	-
Empilhadeira Comum de 7,0t	2	1	-
Empilhadeira toploader de 12t a 15t	-	3	-
Empilhadeira toploader de 37t a 40t	2	4	-
Empilhadeira reach stacker de 60t	2	-	-
Guindaste sobre Pneus p/ 50T	-	1	-
Cavalo Mecânico	37	30	25
Carreta Porta Contêineres	-	-	-
P/ Contêineres de 20”.	11	-	-
P/ Contêineres de 20” e 40”.	22	-	-
P/ Contêineres de 40”.	14	-	-
Semi-Reboque tipo prancha e carga seca	-	40	25

(Fonte: Companhia Docas do Ceará e Termaco )

Com relação aos armazéns de carga geral ou especializados e pátios de estocagem, o Porto de Fortaleza encontra-se nas seguintes condições:

Dispõe atualmente de 5 armazéns com 6.000m<sup>2</sup> cada (totalizando 30.000m<sup>2</sup>). Destes cinco armazéns somente três estão sob responsabilidade das Docas. O A3, que é utilizado para a armazenagem de granéis sólidos e tem capacidade de 30 mil toneladas, e os armazéns A4 e A5 onde geralmente são armazenadas bobinas e paletes de carga geral. Já os outros dois armazéns (A1 e A2) encontram-se arrendados para empresas privadas e armazenam granéis sólidos. Em nenhum dos cinco armazéns do porto são armazenados produtos agroindustriais considerados neste estudo (frutas, sucos e polpas). Estes produtos sempre são estocados no pátio, dentro dos próprios contêineres. Entretanto, existe o interesse da Companhia Docas de implantar no porto instalações especializadas, como armazéns com câmaras refrigeradas, para atrair um fluxo ainda maior de produtos do agronegócio para o Porto de Fortaleza.

O pátio de estocagem para contêineres, totalmente pavimentado, tem uma área total de 110.000 m<sup>2</sup> e conta com 120 tomadas de energia elétrica para os contêineres refrigerados. Existe a intenção da Companhia de brevemente ampliar a oferta de tomadas para 240 pontos, pois, nos meses de agosto, setembro e outubro (maior época de exportação das safras) a ocupação das tomadas, que é de 50% ao longo do ano, apresenta déficit de 20%, sendo necessário realizar um rodízio entre os contêineres ou utilizar unidades geradoras portáteis denominadas *power packs*. Este rodízio, caso não seja realizado com extremo cuidado, pode danificar toda a carga que está no contêiner refrigerado.

### 3.1.1.3 Procedimentos e Desempenho Operacional

Os procedimentos, desde a entrada do contêiner no porto até o embarque no navio, são os seguintes:

- i) Ao chegarem ao porto, as carretas transportadoras apresentam-se no portão de entrada, quando são examinados os documentos da mercadoria e do veículo, sendo informado o local para a entrega do contêiner;
- ii) Em seguida, o setor de exportação faz a conferência dos dados da nota fiscal, do contêiner e seu conteúdo, dando entrada no SISCOMEX;
- iii) A partir daí, o veículo é encaminhado para o local de estocagem de contêineres. No caso de contêineres *reefer* é feita sua ligação à tomada;



- iv) Durante a permanência no porto, o contêiner *reefer* tem sua temperatura e umidade controladas, além da vigilância permanente contra roubos e avarias de mercadorias. Este tipo de contêiner tem uma permanência média de quatro dias no pátio;
- v) Com o contêiner estocado no porto, são realizados os procedimentos de liberação aduaneira e fitossanitária, os quais obedecem ao processo de parametrização efetuado pela Receita Federal, em geral, três vezes por dia, a partir de quando os contêineres são submetidos à inspeção segundo os canais verde, amarelo e vermelho. As operações dos órgãos de fiscalização no Porto de Fortaleza vêm sendo criticadas pelos despachantes de produtos agroindustriais. Estes se queixam principalmente da demora nas inspeções por parte do Ministério da Agricultura, além de um número insuficiente de fiscais. Para os produtos exportados, a vistoria da Receita Federal demora em média 6 horas, quando os contêineres passam pelo Canal Vermelho, onde é necessário desová-lo e é feita uma vistoria completa em toda a carga e 30 minutos para os contêineres que passam pelo Canal Verde;
- vi) Com a atracação do navio, já definido o plano de carregamento, ocorre a listagem dos contêineres prontos para embarque, feita pelo setor de exportação, considerando a regularidade da documentação e a passagem pela parametrização fiscal aduaneira;
- vii) A expedição do contêiner para embarque através do transporte até o costado do navio ocorre, então, após a autorização expedida pelo setor de exportação;
- viii) Do costado, os contêineres são movimentados para bordo utilizando-se dos equipamentos do navio. Esta operação final de embarque dura em média cinco minutos.

#### 3.1.1.4 Volumes de produtos do agronegócio movimentados

Os produtos do agronegócio vêm assumindo a cada ano uma posição de maior destaque no volume total de cargas exportadas pelo Porto de Fortaleza. A Tabela 3.2 mostra a evolução da exportação de produtos de pesca e agroindustriais entre os anos

de 1992 e 2000. Em 2001, a exportação somente de frutas frescas atingiu cerca de 25.000 toneladas.

**Tabela 3.2** : Porto de Fortaleza: Volumes de produtos do agronegócio e pesca movimentados por ano (1992 – 2000) (em toneladas)

Especificação	Anos								
	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
Longo Curso						6.291	7.551	13.331	19.298
Frutas			6.952	4.981	5.465	3.201	4.130	9.780	16.918
Manga						1.326	1.702	9.026	8.713
Banana						574	2.412	754	6.702
Uva						13			828
Lima ácida fresca									426
Melancia									216
Melão						1.288	17		
Frutas diversas									33
Congelados	5.263	4.903		1.830	1.720	3.090	3.421	3.551	2.380
Especificação	Anos								
	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
Polpa de fruta						42	459	649	743
Sucos diversos						432	553	1.020	859
Peixes frescos						115	274	179	613
Lagosta	2.783	2.169	nd	1.830	1.720	1.473	1.376	1.425	88
Filé de peixe	474	490	nd	nd	nd	386	133	221	76
Camarão	2.006	2.244	nd	nd	nd	643	627		
Carne								57	
Cabotagem	nd	nd	nd	nd	Nd		163	153	1.120
Sucos diversos							163	99	1.120
Frango frigorificado								53	
Total	(*)	(*)	(*)	(*)	(*)	6.291	7.714	13.484	20.418

(\*) – não foi possível obter o total das exportações por não serem disponíveis os dados de cabotagem.

Fonte: Companhia Docas do Ceará - 1992 a 1996 - PDZ Fortaleza - 1997 a 2000 – CODCOM

Alguns fatores<sup>4</sup> que fazem com que o Porto de Fortaleza tenha alcançado esta posição de destaque na movimentação de produtos agroindustriais são:

- Tarifas portuárias competitivas. Para os contêineres, por exemplo, a Autoridade Portuária cobrava, em 2001, R\$ 46,76 para embarque/desembarque e armazenagem por até dez dias no pátio. Este valor não diferencia contêineres tipo *dry* ou *reefer* sendo que, destes últimos, era cobrada uma taxa adicional de R\$ 23,00 por dia para ligação na rede elétrica do porto, caso ele não possua gerador próprio. Segundo o Coordenador do Porto, estes valores estavam entre os mais baixos do Nordeste;

<sup>4</sup> citados pelo Coordenador de Gestão Portuária

- Facilidade de acessos terrestres ao porto;
- Prestação de serviços de logística eficientes e de baixo custo dentro do porto. Na opinião do Coordenador do Porto, o preço de R\$ 205,00 para movimentação de um contêiner *reefer*<sup>5</sup> torna os operadores portuários que atuam no Porto de Fortaleza eficientes, por possuírem preços competitivos;
- Fatores institucionais relevantes como apoio do Governo do Estado, através de órgãos como a Secretaria de Agricultura Irrigada do Estado do Ceará – SEAGRI, que realiza campanhas junto às empresas e produtores enfatizando as vantagens do Porto de Fortaleza. As últimas campanhas de *marketing* realizadas pelo Porto visam promover o produto agroindustrial como o principal movimentado pelo Porto de Fortaleza.

### 3.1.2. Operador Portuário

O operador portuário do Porto de Fortaleza objeto de entrevista<sup>6</sup> foi a Termaco S.A.

Há quinze anos a Termaco é líder de mercado na movimentação de contêineres de exportação, importação e cabotagem no Porto de Fortaleza. Atualmente, ela é responsável por cerca de 70% da movimentação de contêineres no Porto. Ela não realiza todas as operações porque não existe exclusividade para um único operador dentro do pátio de contêineres do Porto. Hoje, existem seis empresas que realizam a movimentação de contêineres no pátio.

Para a realização das operações, a Termaco conta com equipamentos modernos e em grande número como: 27 empilhadeiras – com capacidades diversas de 47 tons, 37 tons, 32 tons, 15 tons e outras de menor porte; 60 caminhões, 40 carretas porta-contêineres de 20' e 40', 20 carretas mistas para cargas secas e 6 carretas-tanque. A empresa tem, ainda, três pátios para contêineres vazios com as seguintes áreas:

- Pátio 1 - 20.000m<sup>2</sup> e capacidade de 1.000 TEU's;

---

<sup>5</sup> Tarifa cobrada em julho/2001

<sup>6</sup> Esta entrevista foi realizada nas dependências da empresa no dia 30/07/2001 e os funcionários contactados foram Carlos Eugênio, gerente comercial, e George Markan, encarregado de terminais.

- Pátio 2 - 9.000m<sup>2</sup> e capacidade de 300 TEU's (exclusivamente para contêineres refrigerados);
- Pátio 3 - 6.000m<sup>2</sup> e capacidade de 300 TEU's.

Os contêineres vazios ficam nos pátios em número médio de três por pilha, podendo chegar a até quatro. O Pátio 2 é exclusivo para contêineres refrigerados por exigência da companhia de navegação *Maersk Sealand*, que movimenta um grande volume deste tipo de contêiner através do Porto de Fortaleza e necessitava de um local com operações seguras e eficientes para controlar a entrada, saída e bom estado dos contêineres de sua propriedade. A movimentação destes contêineres no pátio de vazios é feita somente com empilhadeiras tipo *top loader*, pois as empilhadeiras tipo “garfo” podem causar danos como rasgos ou choques com peças especiais que compõem estes contêineres, que são diferenciados e mais frágeis que os convencionais. Além disso, os cuidados com as condições higiênicas destes contêineres fazem com que eles necessitem de um local diferenciado para limpeza, desinfecção, etc.

No pátio de contêineres do Porto de Fortaleza, a movimentação é totalmente realizada por empilhadeiras tipo *top loader* que possuem maior capacidade e eficiência operacional. Estas empilhadeiras atuam em conjunto com carretas e podem colocar no costado do navio até trinta contêineres por hora em posição de serem embarcados. No pátio do Porto, os contêineres refrigerados ficam empilhados em número de dois, no máximo, pois a necessidade de fiscalização dos mesmos e a potência das tomadas limitam um empilhamento maior.

A seqüência operacional completa de embarque de produtos agroindustriais pode ser descrita da seguinte forma: a empresa agroindustrial realiza a primeira negociação de embarque da carga com a companhia de navegação, que faz um *booking* (nome dado a reserva de espaço no navio para aquela empresa). Em seguida, a empresa agroindustrial contrata o operador que fará o transporte e movimentação de sua carga no Porto e passa para este as informações sobre o navio onde a carga deverá ser embarcada (nome do navio, qual armador, número do *booking*, tipo de contêiner, condições de manutenção da carga no interior do contêiner com temperatura, ventilação, etc.). Após esta etapa o operador, ou outro transportador, leva seus caminhões até a fazenda ou indústria agroindustrial, faz a ovação do contêiner e o

transporta de volta até o Porto. Neste trajeto, é acoplado ao contêiner um aparelho chamado *genset*, uma espécie de gerador portátil que garante a refrigeração do mesmo até a chegada ao porto. Depois da liberação burocrática do contêiner, este é ligado às tomadas de energia e espera até o embarque no navio.

### 3.1.3. Principais Clientes

A partir de informações obtidas com a Autoridade Portuária e com a empresa Termaco foi possível contactar as duas principais empresas agroindustriais que exportam seus produtos pelo Porto de Fortaleza. São elas a *Del Monte Fresh Produce Brasil Ltda.* e a *Empresa Agroindustrial Maisa*.

#### 3.1.3.1. *Del Monte Fresh Produce Brasil Ltda*<sup>7</sup>.

A unidade de produção da empresa no Estado do Ceará situa-se no município de Quixeré, onde atualmente é plantado somente melão. A empresa pretende iniciar a plantação de abacaxi, porém esta cultura ainda está em fase de desenvolvimento.

Cerca de 70% da produção é exportada, tendo como principais mercados consumidores a Europa e o Mercosul. O restante da produção é vendido no mercado interno brasileiro, principalmente para as regiões Sudeste e Centro-Oeste.

A empresa possui um armazém frigorífico em Quixeré com área de 1.200m<sup>2</sup> e capacidade para 1.000 paletes. Este armazém possui uma separação em câmaras para os diferentes tipos de melão produzidos. Dentro do armazém, a movimentação das frutas é toda feita por seis empilhadeiras elétricas, tipo garfo, com capacidade para operar somente com paletes. Na grande maioria dos casos, as frutas já saem da unidade de produção dentro de contêineres que são ovados em cima dos caminhões nas docas de saída do armazém. O transporte entre a fazenda e o porto é feito por vinte carretas próprias da empresa.

Com relação aos serviços logísticos do Porto de Fortaleza, a empresa está satisfeita, realizando quase toda a exportação de seus produtos através deste porto (somente um pequeno volume segue para o Porto de Natal e é exportado em paletes). O Gerente entrevistado considera competitivos os custos do porto e dos fretes a partir

---

<sup>7</sup> A entrevista na *Del Monte Fresh Produce* foi realizada no escritório da empresa na cidade de Fortaleza no dia 08/08/2001. O entrevistado foi o Gerente de Logística da Del Monte, Sr. Manoel Pinheiro.

dele. O frete marítimo de um contêiner refrigerado saindo do Porto de Fortaleza para a Europa é de US\$ 3.000,00 e para o Mercosul é de aproximadamente US\$1.500,00 (agosto/2001). O custo de exportação em navios *reefer* para os produtos acondicionados em contêineres refrigerados ou em paletes é o mesmo. A empresa escolhe uma maneira ou outra baseada somente nas necessidades de adaptação às rotas de navegação disponíveis.

Outro importante aspecto a ser citado é a presença de um funcionário da Del Monte no Porto de Fortaleza para realizar vistorias nos contêineres garantindo desta forma a qualidade e integridade de seus produtos. Os contêineres com produtos da empresa permanecem no Porto por um período máximo de cinco dias.

### 3.1.3.2. Empresa Agroindustrial Maisa S.A.

A unidade de produção da Maisa<sup>8</sup> situa-se na cidade de Mossoró (RN). Na unidade existem áreas de plantio onde são cultivados melões, melancias e mangas. Existe, ainda, uma fábrica de produção de sucos. As frutas ficam normalmente estocadas em armazéns secos em Mossoró ou em armazéns arrendados pela empresa no Porto de Natal, já os sucos ficam estocados em tambores ou barris em uma câmara frigorífica existente em Mossoró. A quase totalidade das frutas é exportada pelo Porto de Natal e os sucos o são pelo Porto de Fortaleza, em contêineres refrigerados. A empresa exporta, em média, quinze contêineres por mês com até 150 tambores de suco para Roterdã na Europa. O tempo médio desde a containerização dos tambores em Mossoró até o embarque no Porto de Fortaleza é de 48 horas.

Segundo a Assistente de Exportação da empresa, a Maisa já fez algumas tentativas no sentido de viabilizar a exportação de frutas também pelo Porto de Fortaleza; entretanto, a operação pelo Porto de Natal tem um custo menor para a empresa. Além disso, a experiência da Maisa, de exportação durante muitos anos pelo Porto de Natal, e o nível de serviço oferecido pelo Porto para a empresa são atrativos bastante considerados. Existem, ainda, vínculos de amizade estabelecidos entre funcionários da Maisa e do Porto de Natal e demais órgãos que atuam no Porto que agilizam o trânsito aduaneiro de seus produtos.

---

<sup>8</sup> A entrevista na Empresa Agroindustrial Maisa foi realizada no escritório em Fortaleza com a Assistente de Exportação, Mônica Brito no dia 28/08/2001.

## 3.2. PORTO DE NATAL

No Porto de Natal foram realizadas visitas e entrevistas com técnicos e gestores da Companhia Docas do Rio Grande do Norte (Autoridade Portuária) e da empresa Maisa (principal exportadora de produtos agroindustriais pelo Porto). Infelizmente, o principal operador portuário do Porto, a empresa *Modal Link* não demonstrou interesse em auxiliar esta pesquisa. Os principais aspectos observados e extraídos das entrevistas estão descritos abaixo.

### 3.2.1. Autoridade Portuária

#### 3.2.1.1. Aspectos históricos, institucionais e de produtos do agronegócio movimentados

O Porto de Natal<sup>9</sup> é um porto de estuário e está situado à margem direita do rio Potengi, a uma distância de 3 km de sua foz. Sua administração é de competência da Companhia Docas do Rio Grande do Norte, empresa de economia mista e que também administra o Terminal Salineiro de Areia Branca (RN) e o Porto de Cabedelo (PB).

A estrutura organizacional da Companhia é bastante enxuta, contando com somente 21 funcionários na ativa.

Apesar das frutas serem o principal produto movimentado no Porto (tanto em volume como em receita), não existe nenhum funcionário da CODERN que se dedique exclusivamente aos produtos agroindustriais. O departamento de *marketing*, que ainda se encontra em implantação, é que procura realizar palestras e visitas aos produtores e indústrias do setor.

A exportação de frutas frescas através do porto de Natal é realizada, exclusivamente, em navios *reefer* (de porões refrigerados). A movimentação em contêineres registrada nas estatísticas corresponde, também, à movimentação nesses navios, os quais possuem capacidade adicional de transporte em seus conveses para acomodar contêineres *reefer*.

Na verdade, em Natal instalou-se um verdadeiro terminal de exportação de frutas, com a dedicação de espaços de estocagem nos antigos armazéns portuários,

---

<sup>9</sup> A visita ao Porto de Natal ocorreu no dia 20/09/2001. Durante a visita foi realizada uma entrevista com o Coordenador de Operações do porto, Sr. Augusto César Lemos.

instalação de armazém de refrigeração por um dos principais armadores e desenvolvimento de recursos humanos para essa atividade.

### 3.2.1.2. Instalações Portuárias

Quanto às instalações de acostagem do porto, estas são compostas de um cais com 400 metros de frente acostável com 2 trechos de aproximadamente 200 metros, denominados berço 1 e berço 2. Sua plataforma tem largura total de 25 metros. O calado natural no cais atinge uma profundidade de 11,50 m em toda a extensão. Atualmente, o Porto de Natal está ampliando sua faixa de cais em mais 140 metros, permitindo mais um berço de atracação, que terá as mesmas características do cais existente.

As instalações de armazenagem que estão em funcionamento hoje no Porto de Natal são as seguintes:

- 2 armazéns secos de 1.775 m<sup>2</sup>, utilizados para armazenagem de frutas;
- 1 galpão de 430 m<sup>2</sup>;
- 1 armazém frigorífico de 2.400 m<sup>2</sup> operado pela empresa *J. Lauritzen Cool*, também utilizado para armazenagem de frutas e que utiliza *racks* com três níveis de altura e capacidade estática de 2.000 toneladas. Este armazém frigorífico é o único em operação no Nordeste situado dentro de um porto e possui um moderno sistema de endereçamento automático que permite a localização de determinada carga através de um computador em tempo real.

Além destas instalações, o porto possui 80 tomadas para contêineres refrigerados situadas na faixa do cais. Não existe no Porto um pátio específico para armazenagem de contêineres; por isso, os mesmos são posicionados ao longo da faixa de cais. Estes contêineres são utilizados predominantemente para a estocagem temporária de frutas, sucos e polpas, pois o Porto de Natal praticamente não realiza embarque de contêineres, operando somente com navios *reefer* que transportam a carga paletizada em porões refrigerados. O embarque de um pequeno número de contêineres ocorre em épocas de pico da safra, quando os navios *reefer* aproveitam um espaço ocioso em sua parte superior e o preenchem com contêineres. Devido a esta quase inexistência de embarque em contêineres, o modelo a ser desenvolvido nesta dissertação não se aplica ao caso de um porto como o de Natal. Entretanto, as



principais variáveis utilizadas no modelo também são fundamentais no caso de embarques em navios *reefer*.

Os principais equipamentos para a movimentação de frutas em paletes utilizados pelos operadores portuários de Natal são os seguintes:

**Tabela 3.3:** Porto de Natal: Equipamentos de Movimentação Utilizados

Tipo de Equipamento	Capacidade	Quantidade
Empilhadeira de Garfos	1,5 t	2
	2,0 t	1
	2,5 t	19
	3,0 t	4
	4,0 t	2
	7,0 t	3
Empilhadeira <i>Toploader</i>	37,0 t	2

Fonte: Companhia Docas do Rio Grande do Norte - CODERN

### 3.2.1.3. Procedimentos e Desempenho Operacional

De uma forma sucinta, pode-se descrever a seqüência operacional desde a chegada no porto até o embarque dos produtos agroindustriais da seguinte forma: as frutas chegam até o Porto em caminhões baú (com refrigeração própria), em contêineres (com *genset*) ou em caminhões normais, aonde as frutas vêm em caixas e não necessitam de refrigeração. Ao chegarem no porto, os caminhões descarregam diretamente nas docas de entrada dos armazéns. Em seguida é feita a fiscalização (dentro do armazém) pelos órgãos competentes (Min. da Agricultura, Receita Federal, etc.). Após a liberação, as frutas permanecem nos armazéns secos por um tempo de três dias, no máximo, e sete dias no armazém frigorífico aguardando a chegada do navio onde serão embarcadas.

Os navios atracam, em geral, no berço 2, em frente ao armazém de frutas, de modo que o embarque se faz com a utilização de empilhadeiras comuns, de garfo, que transportam os paletes desde o armazém até o costado do navio.

Para realizar a movimentação dos paletes no interior dos armazéns e o deslocamento destes entre os armazéns e o cais de atracação, o Porto de Natal conta com aproximadamente trinta empilhadeiras de diferentes capacidades. São utilizados também dois carroções, que consiste em uma plataforma com capacidade para quatro paletes que é puxada por uma empilhadeira, para transportar os paletes dos armazéns

até o navio. A distância entre os armazéns e o cais de atracação é de, aproximadamente, 20 metros e o deslocamento dos paletes leva em média dois minutos.

O embarque é feito com equipamentos de bordo e com gaiolas de ferro, também chamadas de *dalas*, que possuem capacidades variáveis de um, dois ou quatro paletes. No porão, uma empilhadeira especial realiza a retirada dos paletes da “gaiola” e os coloca no local adequado de acordo com seu tipo e temperatura de resfriamento necessária.

A Figura 3.1 apresenta algumas fotografias que ilustram a seqüência da operação de embarque de frutas a partir dos armazéns de primeira linha.



**Figura 3.1:** Porto de Natal: Seqüência de Embarque dos Paletes de Frutas – 1 - Movimentação dos paletes com empilhadeiras ao costado do navio; 2 - Içamento dos paletes com equipamentos de bordo; 3 – Colocação do palete no porão do navio *reefer* (Fotos: CODERN)

Em alguns casos, as frutas são descarregadas do caminhão e nem passam pelos armazéns, seguindo logo para o costado do navio, pois não existe no porto um prazo mínimo de chegada das mercadorias que serão embarcadas (*dead line*). A Figura 3.2 mostra os caminhões em fila para descarga ao costado do navio.



**Figura 3.2:** Porto de Natal – Embarque de frutas paletizadas com a utilização de caminhões no transporte interno em “embarque direto”  
(Foto: CODERN)

#### 3.2.1.4 Movimentação de produtos do agronegócio

O Porto de Natal é o maior exportador de frutas do Nordeste do Brasil, tendo movimentado, entre os anos de 1998 e 2000, mais de 90 mil toneladas anuais. Em 98, superou, pela primeira vez, essa barreira chegando a 92,2 mil toneladas; atingiu perto das 100 mil em 99 (99,2 mil t). Em 2000, as exportações chegaram a 97,5 mil toneladas, dos quais 73,3 mil foram de melão, representado cerca de 75% deste total.

A área de influência terrestre do Porto de Natal para os produtos do agronegócio é a mesma do Porto de Fortaleza, ou seja, Região do Baixo Jaguaribe (CE), Região de Assú/Mossoró (RN) e Vale do rio São Francisco (PE-BA). Entretanto, a região de Mossoró, através principalmente da empresa Maisa, é a principal usuária do porto de Natal.

Os totais de frutas movimentados no período de 1993 a 2000 foram (em toneladas):

**Tabela 3.4 – Porto de Natal: Movimentação Total de Frutas (em t)**

Anos	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
Totais	4.253	43.891	48.165	52.891	75.196	92.208	99.196	97.528

Fonte: CODERN

Observa-se que o decréscimo entre 1999 e 2000 corresponde, aproximadamente, à diminuição das exportações de mangas, desviadas para o embarque em contêineres através do Porto de Fortaleza. As exportações de melancia e banana, entretanto, continuam a crescer.

Segundo o Coordenador de Operações entrevistado, o Porto de Natal tem algumas vantagens estratégicas que fazem com que ele seja bastante procurado pelos exportadores do setor de agronegócios. Dentre elas destacam-se as seguintes:

- Boa localização geográfica;
- Eficiência, baixo custo e elevado nível de produtividade para operações com paletes. A Autoridade Portuária cobra somente R\$ 2,00 por tonelada<sup>10</sup> pela utilização da infra-estrutura marítima e terrestre. As tarifas de movimentação das cargas cobradas pelo operador não foram obtidas, mas o Coordenador de Operações da CODERN afirmou que elas estão dentro da média cobrada por operadores de outros portos;
- Linha semanal exclusiva de embarque de frutas para a Europa. Esta linha faz a rota Natal – Dover (Grã-Bretanha) – Roterdã (Holanda) e é operada pelas companhias *J. Lauritzen Cool*, que manda três navios por mês, e a *SeaTrade* com um navio por mês (um a cada semana). Estes navios são todos do tipo *reefer* com porões refrigerados e capacidade para 6.000 paletes. Geralmente estes navios vêm da Europa para Natal praticamente vazios. Chegam na terça-feira, quando se iniciam as operações de embarque, e ficam até domingo, dia do retorno para a Europa. O navio da *Seatrade*, em geral, transporta bananas, enquanto os da *Lauritzen* fazem as exportações de melões.

Estes são os principais aspectos referentes à logística do Porto de Natal relacionada ao setor de agronegócios. No tópico final deste capítulo são apresentadas mais algumas observações e comparações entre este Porto e os demais pesquisados. Em seguida, são apresentadas informações sobre a empresa agroindustrial Maisa, principal cliente do Porto de Natal.

---

<sup>10</sup> Valor cobrado em setembro/2001

### 3.2.2. Principal Cliente – Empresa Agroindustrial Maisa

A Empresa Maisa<sup>11</sup> é a principal cliente do Porto de Natal tendo exportado através do Porto no ano 2000, quatro milhões de caixas de melão e dois milhões de caixas de manga e melancia. A empresa exporta, ainda, uma quantidade menor das mesmas frutas e sucos para os Estados Unidos e Mercosul através do Porto de Fortaleza, já que o Porto de Natal não possui linhas regulares para estes países.

A empresa mantém sob seu controle operacional um armazém para cargas secas do porto com área de 1.775 m<sup>2</sup> e capacidade para cerca de 800 paletes. Neste armazém, a movimentação interna dos paletes é feita por duas empilhadeiras de 2,5 t e para o transporte até o navio são utilizadas outras seis empilhadeiras em conjunto com os carroções. No período de oito meses da safra, o armazém fica completamente preenchido, operando com 100% da capacidade. Em alguns momentos de pico, há necessidade da Maisa utilizar uma pequena parte do outro armazém seco. No armazém refrigerado, cerca de 30% de sua capacidade também é ocupada pela Maisa.

Após a chegada dos caminhões da empresa no Porto, é feita a checagem da carga, o faturamento, fiscalização dos órgãos responsáveis e, somente após estas atividades, as caixas são paletizadas e organizadas de acordo com o porto de destino e ordem de saída do armazém. Para agilizar este processo, a empresa utiliza em seus paletes um moderno sistema de leitura por código de barras e *scanners* que fornece todas as informações sobre a carga como tipo de fruta, proprietário, porto de destino, quantidade, etc. Este sistema, além de agilizar o embarque das frutas, permite um maior controle de saída por parte da empresa e facilita o trabalho do proprietário que irá receber a carga na Europa.

Os contatos efetuados na empresa revelaram que a Maisa mantém sua base de operações em Natal porque os custos deste porto são menores que os de Fortaleza e, além disso, tanto os serviços de fiscalização em Natal são mais ágeis quanto os vínculos de amizade facilitam as operações da empresa dentro do Porto.

---

<sup>11</sup> A visita às instalações da Empresa Agroindustrial Maisa dentro do Porto de Natal ocorreu no dia 20/09/2001.

Durante a visita foi aplicado um questionário ao Gerente de Expedição da empresa, Sr. Hildebrando.

### **3.3. PORTO DE SUAPE**

No Porto de Suape (PE) foram realizadas entrevistas e visitas à Autoridade Portuária e ao Operador Portuário (Caravel) cujos escritórios situam-se dentro da área do Complexo. Na cidade do Recife foi realizada uma entrevista com o gerente de uma empresa japonesa que possui uma indústria de beneficiamento de acerola em Petrolina (PE) e que, atualmente, é um dos principais exportadores de produtos agroindustriais através do Porto de Suape.

#### **3.3.1. Autoridade Portuária**

3.3.1.1. Aspectos históricos, institucionais e de produtos do agronegócio movimentados

O Complexo Industrial Portuário de Suape<sup>12</sup> está localizado 40 quilômetros ao sul do Recife, capital do Estado de Pernambuco. Concebido em 1975, Suape foi definido como um projeto de desenvolvimento regional. Sua administração é de responsabilidade da empresa Suape Complexo Industrial Portuário, subordinada ao Governo do Estado de Pernambuco.

O início da operação do Porto de Suape ocorreu em abril de 1984, quando foi realizado o primeiro embarque de álcool, através do Pier de Granéis Líquidos - PGL, arrendado à Petrobrás. Posteriormente, em junho de 1987, foram intensificadas as operações naquele Pier, com a transferência do Parque de Tancagem de Derivados de Petróleo, até então localizado no Porto do Recife. A partir de 1991, entrou em operação o Cais de Múltiplos Usos - CMU, movimentando carga geral containerizada.

Com o início da movimentação de contêineres, em 1991, o Porto deu um grande salto no total de cargas movimentadas com um crescimento, entre 1992 e 1998, de 300%. Este crescimento fez com que o porto passasse a ter um superávit visto que, até então, estava operando com enorme déficit (sua receita só cobria 30% das despesas). Hoje, a empresa é superavitária e, além de cobrir todas as despesas, realiza investimentos no Complexo.

---

<sup>12</sup> A visita ao Porto de Suape foi realizada no dia 24/09/2001. Durante a visita foi realizada uma entrevista com o Diretor de Gestão Portuária, Sr. José Medeiros, onde foram obtidas diversas informações sobre o Complexo Industrial Portuário de Suape e, principalmente, sobre o tratamento logístico recebido pelos produtos do setor agroindustrial, um dos pontos fortes da economia do Estado de Pernambuco

### 3.3.1.2 Instalações Portuárias

Atualmente, a movimentação de contêineres vem ocorrendo, em maior escala, nos berços recém construídos no porto interno.

Com relação às instalações de estocagem e equipamentos de movimentação, o Porto possui somente um pátio de contêineres com área de 2,5 hectares e capacidade para 3.500 TEU's. Este pátio, que é operado pela Caravel, possui 120 tomadas refrigeradas. Existem ainda no Complexo outro pátio de contêineres e alguns armazéns (de propriedade da Caravel). Os equipamentos de movimentação utilizados, caminhões e empilhadeiras, são todos do operador portuário. As informações mais detalhadas acerca destes equipamentos e instalações serão apresentadas no item deste tópico dedicado ao operador portuário.

Com relação às questões de inspeção sanitária, liberação aduaneira e outros, a Autoridade Portuária afirma estar satisfeita com o serviço prestado pelos órgãos competentes. De certa forma, este serviço é até facilitado pois, como grande parte dos produtos exportados por Suape é proveniente de Petrolina e Juazeiro e tem como destino os Estados Unidos, a inspeção sanitária é feita ainda na fazenda por uma representação da Vigilância Sanitária do Governo Americano. Assim, os contêineres já saem da região vistoriados e lacrados, não podendo ser mais abertos no porto.

### 3.3.1.3 Procedimentos e Desempenho Operacional

As operações de movimentação de cargas do Porto de Suape são realizadas, exclusivamente, por operadores portuários pré qualificados, com destaque para a Caravel. O transporte interno de contêineres – dos pátios para o costado dos navios - é realizado por carretas/cavalos mecânicos das empresas. Em Suape, os operadores portuários não têm participação no transporte rodoviário porto/fazenda/porto.

Desta forma, as atividades do operador Caravel restringem-se ao porto, liberando o contêiner vazio com destino a fazenda do produtor, fazendo o recebimento do contêiner cheio, sua pesagem e armazenagem no terminal. Em geral, o tempo médio de permanência do contêiner cheio no porto, aguardando embarque, é de 3 a 4 dias.

As operações de embarque e desembarque nos navios são realizadas, à semelhança dos demais portos da região, com a utilização de equipamentos de bordo.

### 3.3.1.4 Movimentação de produtos do agronegócio

Toda a exportação de produtos agroindustriais realizada no Porto de Suape é feita em contêineres refrigerados e, no ano 2000, o Porto atingiu a marca de exportação de, aproximadamente, 28.000 toneladas destes produtos. A área de influência terrestre do Porto para este tipo de produto é a mesma já descrita para os Portos de Fortaleza e Natal; entretanto, o maior volume é proveniente do Vale do rio São Francisco. Para realizar esta exportação, o Porto conta hoje com linhas regulares para a costa leste dos Estados Unidos, operada pela companhia *Crowley* e para a Europa (Dover, Roterdã, Hamburgo, Antuérpia, Le Havre), operada pela companhia *Hamburg Sud/Aliança*.

Os dados estatísticos sobre a exportação de frutas, sucos e congelados foram obtidos, no caso do Porto de Suape, apenas para os anos de 1998 a 2000, de forma mais completa. Para o ano de 1997, não foram disponibilizadas informações sobre embarques de congelados.

As exportações de mangas e bananas destacaram-se nos anos de 1999 e 2000, sendo que as uvas, que ocupavam lugar mais destacado até 1999, sofreram significativa queda em 2000. (Ver Tabela 3.5).

**Tabela 3.5:** Porto de Suape: Exportações de Frutas, Sucos e Polpas e Congelados 1997 a 2000

Produto	1997	1998	1999	2000
Frutas Frescas	3.472	13.328	15.910	15.877
Mangas	699	6.138	7.414	10.802
Bananas Frescas	-	-	1.022	3.662
Uvas Frescas	2.434	6.282	6.126	976
Melões Frescos	-	238	575	397
Melancias Frescas	-	64	51	-
Mamões Papaia Frescos	45	151	132	40
Limões e limas Frescos	257	414	294	-
Outras Frutas	37	41	296	-
Sucos e polpas	1.568	4.237	4.623	5.167
Congelados	Nd	2.463	4.284	7.653
Camarão	Nd	-	126	1.451
Crustáceos	Nd	-	-	569
Frutos do Mar	Nd	-	689	323
Lagosta	Nd	1.007	-	6111
Peixe	Nd	1.456	3.469	4.699
Total (Frutas, Sucos e Congelados)	5.040	20.028	24.817	28.697

Fonte: Suape – Complexo Industrial e Portuário

Obs: O Total de 1997 não inclui congelados



O grande trunfo com que Suape conta para alavancar a movimentação de contêineres (inclusive refrigerados) é o novo Terminal de Contêineres, que iniciou seu funcionamento em dezembro/2001. Este Terminal é operado pela ICTSI, empresa de origem filipina com grande experiência, em outros países, no ramo de movimentação de contêineres. Ele tem, neste primeiro estágio, 80.000m<sup>2</sup> com cerca de 660m de cais acostável (2 berços) e profundidade de 15,5m. Conta, ainda, com dois portêineres e dois transtêineres que certamente vem melhorando os índices de produtividade do Porto no que se refere à movimentação e embarque de contêineres.

### 3.3.2. Operador Portuário

A Caravel<sup>13</sup> vem operando no Porto de Suape desde o início da movimentação de contêineres no Porto e possui atualmente 104 funcionários. Apesar de toda esta estrutura de recursos humanos, a empresa não possui funcionários trabalhando exclusivamente na movimentação, acondicionamento, conservação e atração de clientes de produtos do setor de agronegócios.

A Caravel possui um pátio de contêineres com capacidade para aproximadamente 2.500 TEU's e um armazém frigorífico de 2.000 m<sup>2</sup> com quatro câmaras (apesar de, na ocasião da visita, apenas uma estava funcionando para armazenagem de suco e acerola em tambores). Além disso, a Caravel realiza todas as operações no pátio público do Porto com capacidade de 3.500 TEU's. O pátio da Caravel possui 48 tomadas para contêineres refrigerados que são utilizadas somente para contêineres que são importados (os contêineres refrigerados exportados ficam no pátio público). Os principais produtos agroindustriais importados são: alho, vitaminas, bacalhau/salmão e batatas congeladas.

No pátio da Caravel existem condições técnicas que permitem o empilhamento de até cinco contêineres; entretanto, devido à insegurança do piso (que possui grande instabilidade do solo e desnivelamentos) só são empilhados quatro contêineres do tipo *dry* ou dois do tipo *reefer*.

---

<sup>13</sup> A visita às dependências do operador portuário Caravel, que se localizam dentro do Complexo Industrial Portuário de Suape, foi realizada também no dia 24/09/2001. Durante a visita foi realizada uma entrevista com o Gerente Operacional da empresa, Sr. Fernando Lucato

Para realizar a movimentação nos dois pátios a empresa conta com seis empilhadeiras de grande porte (duas de 45 t e quatro de 35 t), seis empilhadeiras menores (para movimentar contêineres vazios), uma empilhadeira do tipo asa-delta e quatro empilhadeiras de 2,5 t utilizadas na ovação de contêineres.

Com relação ao carregamento e descarregamento dos caminhões, este é realizado dentro do próprio pátio da Caravel já que não existem instalações de recebimento e expedição especiais. Os caminhões são direcionados até o local no pátio onde devem deixar ou receber os contêineres que são pegos com empilhadeiras. No momento em que deve ocorrer o embarque nos navios, o contêiner é novamente colocado por empilhadeiras em uma carreta e segue até o cais de atracação. Para os contêineres que estão sendo importados, o procedimento é o mesmo de maneira inversa. Neste caso, eles são transportados desde o cais por carretas, ficam no pátio até serem liberados pelos órgãos responsáveis e, após estarem liberados, são colocados novamente em caminhões e deixam o pátio. Aproximadamente 98% das cargas são movimentadas no pátio por via rodoviária; apenas os 2% restantes chegam ou deixam o pátio em vagões da Companhia Ferroviária do Nordeste (CFN).

A Caravel possui um banco de dados digital com diversas informações sobre a movimentação de contêineres (tipos *dry* e *reefer*), inclusive com o detalhamento dos produtos movimentados, ao longo dos anos, no Porto de Suape. A Tabela 3.6 demonstra o número de contêineres refrigerados embarcados, mês a mês, no Porto nos últimos três anos.

**Tabela 3.6 :** Porto de Suape: Evolução da movimentação de contêineres refrigerados no Porto de Suape no período de 01/1999 a 09/2001

EMBARQUE DE CARGAS EM CONTÊINERES REFRIGERADOS				
ANO	1999	2000	2001	QUANT
MESES	CONTÊINERES	CONTÊINERES	CONTÊINERES	2000/2001 %
JANEIRO	42	130	191	46,92 %
FEVEREIRO	36	136	189	38,97%
MARÇO	94	208	143	-31,25%
ABRIL	74	57	151	164,91%
MAIO	268	111	228	105,41%
JUNHO	118	42	170	304,76%
JULHO	34	136	90	-33,82%
AGOSTO	55	245	167	-31,84%
SETEMBRO	62	388	279	-28,09%
OUTUBRO	144	432	-	-
NOVEMBRO	243	312	-	-
DEZEMBRO	199	199	-	-
TOTAL	1369	2396	1608	-
MÉDIA MÊS	114,08	199,67	134,00	-

Fonte: Caravel

A Tabela 3.7 demonstra o número total de contêineres refrigerados exportados, com a especificação por produto agroindustrial transportado, durante o ano de 2001, até o mês de setembro.

**Tabela 3.7.:** Porto de Suape: Evolução da movimentação de contêineres refrigerados e seus respectivos produtos agroindustriais no Porto de Suape no período de 01/2001 a 09/2001

EMBARQUE DE CARGAS EM CONTÊINERES REFRIGERADOS									
Mês	Abóbora	Banana	Chocolate	Inhame	Limão	Mamão	Manga	Melancia	Melão
Janeiro	0	10	0	10	1	0	24	0	0
Fevereiro	0	56	2	0	2	0	36	0	0
Março	1	24	0	2	1	0	10	0	0
Abril	4	16	0	4	1	0	5	0	0
Maio	0	20	9	7	1	0	48	0	0
Junho	0	0	2	2	1	0	27	0	0
Julho	0	0	4	6	0	0	0	0	0
Agosto	0	0	1	17	0	0	42	2	18
Setembro	0	0	2	10	0	0	184	0	20
Totais- Cont.20'	5	126	20	58	7	0	376	2	38

EMBARQUE DE CARGAS EM CONTÊINERES REFRIGERADOS (cont.)

Mês	Crustáceo	Peixe	Sorvete	Carne	Uva	Suco Acerola	Sucos Diversos	Transbordo	Total Contêineres
Janeiro	55	8	0	0	0	30	23	30	191
Fevereiro	48	11	2	0	0	26	6	0	189
Março	42	30	4	0	0	8	9	12	143
Abril	49	30	0	0	28	10	1	3	151
Maio	62	21	0	2	38	13	3	4	228
Junho	48	27	0	0	48	6	7	2	170
Julho	47	20	0	0	0	11	2	0	90
Agosto	59	7	0	0	0	12	9	0	167
Setembro	45	15	0	0	0	0	1	2	279
Totais - Cont. 20'	455	169	6	2	114	116	61	53	1608

Fonte: Caravel

A constante alimentação e atualização deste banco de dados permite a Caravel várias vantagens competitivas, como: a identificação de produtos e clientes que devem ser priorizados, identificação dos meses onde o volume de cargas movimentado é maior, permitindo assim uma preparação especial por parte da empresa para enfrentar estes períodos, previsão de produtos a serem movimentados nos meses seguintes e outras.

### **3.3.3. Principal Cliente – Niagro (Nichirei do Brasil Agrícola Ltda.)**

O Porto de Suape, ao contrário dos portos de Fortaleza e Natal, não possui um ou dois clientes principais específicos. Isto se deve ao amplo número de grandes empresas e cooperativas que aglutinam pequenos produtores instalados na região do Vale do rio São Francisco, principal região que utiliza o Porto de Suape para exportar seus produtos<sup>14</sup>.

A Niagro é uma empresa de origem japonesa que possui uma indústria de beneficiamento de acerola na cidade de Petrolina (PE). Nesta indústria, a fruta é transformada em polpa e em suco concentrado para ser exportado para diversos países.

Toda a movimentação dos tambores contendo a polpa e o suco de acerola, no Porto de Suape, é feita pela operadora Caravel, que mantém os tambores em seu armazém refrigerado. O transporte da carga entre Petrolina e Suape é feito em caminhões baú, com refrigeração própria, e o processo de colocação dos tambores nos contêineres é feito nas dependências da Caravel.

Os principais mercados consumidores dos produtos da Niagro são o Japão, Europa, Porto Rico e Caribe. Cerca de 2.000 toneladas de polpa de acerola são exportadas anualmente para os portos de Roterdã, Porto Rico, Caribe e Japão e 1.000 toneladas de suco concentrado para Roterdã e Japão. Existe ainda uma pequena quantidade de frutas congeladas que são enviadas para todos estes mercados todos os anos.

---

<sup>14</sup> Devido à dificuldade em realizar entrevistas com empresas que possuíssem escritórios na cidade do Recife, só foi possível aplicar o questionário a uma empresa pernambucana que utiliza o Porto, a Niagro. Esta entrevista foi realizada com o Analista de Exportação da empresa, Lúcio Régis, no dia 25/09/2001.

Atualmente, a Niagro realiza 80% de suas exportações através do Porto de Suape e os 20% restantes pelos portos de Salvador e Belém (este último quando os produtos seguem para os países do Caribe). Os valores dos fretes marítimos cobrados para estes mercados são os seguintes:

- Roterdã – R\$ 8.000,00 por FEU;
- Japão - R\$ 8.000,00 por FEU;
- Caribe – R\$ 6.500,00 por FEU;
- Porto Rico – US\$ 5.200,00 via *Kingston* e US\$ 7.000,00 via *Jacksonville* por FEU.

Um contêiner comporta até 150 tambores com polpa e suco de acerola; entretanto, quando os mesmos seguem para Porto Rico, possessão norte-americana, só é permitido o embarque de 108 tambores devido ao peso máximo permitido pelas estradas americanas.

De uma forma simplificada, pode-se afirmar que a seqüência operacional, desde a produção até a chegada ao porto, ocorre da seguinte forma: em primeiro lugar as frutas são entregues na unidade de produção pelos produtores previamente contratados e que trabalham exclusivamente para a Niagro; em seguida, ocorre o processamento (transformação da fruta em suco ou polpa) e o congelamento na câmara frigorífica. Depois de congelado, o produto é armazenado em outra câmara para, então, seguir viagem até o porto. Ao chegar no porto, os tambores são armazenados no armazém frigorífico da Caravel, onde permanecem em média de 15 a 30 dias e, no momento adequado, são ovados nos contêineres que são embarcados.

A Niagro considera elevados os valores tarifários cobrados pelo Porto de Suape, chegando a até R\$1.500,00 por contêiner somente de taxas. Além disso, os preços cobrados pelo operador Caravel para movimentar os contêineres também estão acima da média encontrada em outros portos, segundo o Analista de Exportação da empresa. Este valor chega a até R\$250,00 por contêiner. Estes altos preços, somados à grande incidência de roubos de cargas que ocorrem no trajeto Petrolina – Suape, estão fazendo com que a empresa utilize cada vez mais o Porto de Salvador, para onde o frete rodoviário é praticamente o mesmo (R\$1.400,00/contêiner ou caminhão cheio) e as tarifas cobradas são menores com uma melhor prestação de serviços.

### 3.4. PORTO DE SALVADOR

No Porto de Salvador (BA) foi realizada somente uma entrevista com a Autoridade Portuária. Infelizmente, o Operador Portuário (Tecon Salvador) não teve interesse em auxiliar a pesquisa e os clientes são praticamente os mesmos do Porto de Suape, cujas sedes das empresas situam-se na região do Vale do rio São Francisco.

#### 3.4.1. Autoridade Portuária

##### 3.4.1.1. Aspectos históricos, institucionais e de produtos do agronegócio movimentados

O Porto de Salvador<sup>15</sup>, considerado o mais antigo do Brasil, localiza-se na Cidade Baixa, em um dos bairros mais antigos desta cidade: o Comércio. Administrado pela Companhia Docas da Bahia, o quadro de funcionários encontra-se bastante enxuto desde a terceirização dos serviços operacionais ocorrida com a nova Lei dos Portos. Com a transferência dos serviços operacionais para empresas privadas, o Porto tornou-se superavitário e é considerado um dos mais eficientes do país.

##### 3.4.1.2 Instalações Portuárias

O carregamento dos navios de contêineres ocorre, na maior parte das vezes, na área conhecida como “Água de Meninos”, em três berços preferenciais, denominados de Cais de Ligação, Ponta Sul e Ponta Norte.

Os dois primeiros, já arrendados, são operados pelo TECON (grupo com participação da *Wilson Sons* e da *Wilport*). O segundo, administrado diretamente pela Companhia das Docas da Bahia - CODEBA, é utilizado quase que exclusivamente pelas operadoras Marítima de Agenciamento e Rep. Ltda. e Intermarítima Terminais Ltda. Esta última possui um terminal alfandegado em área vizinha, para movimentação de contêineres e carga geral.

As instalações do TECON possuem áreas alfandegadas e oferecem dois berços com 12m de profundidade, sendo que o Cais Ponta Sul tem 240m de comprimento e o Cais de Ligação 202m. O TECON iniciou recentemente as operações de embarque/desembarque de contêineres com dois novos portêineres.

---

<sup>15</sup> A visita ao Porto de Salvador foi realizada no dia 27/09/2001. Nesta ocasião foi realizada uma entrevista com o Líder de Gestão Portuária da Companhia Docas da Bahia (CODEBA), empresa responsável pela administração do Porto, Sr. Renato Neves.

Os principais equipamentos disponíveis para o manuseio de contêineres no terminal são: 2 (dois) transtêineres sobre trilhos, 3 (três) empilhadeiras de mastro com *toploaders* de 30t, 3 (três) *reach-stackers* de 37t, 2 (dois) *sideloaders* de 12t, 1 (uma) empilhadeira Belotti de 30t e diversas empilhadeiras comuns, de garfo, com capacidades que variam de 3t a 12t.

O transporte interno dos contêineres é feito por *tectrans*, um tipo de composição com trator e reboques baixos.

A WILPORT, operadora arrendatária do terminal, atua também como transportadora terrestre tendo adquirido, recentemente, 10(dez) carretas para o transporte de contêineres *reefer* das fazendas até o porto de Salvador e para transporte interno do terminal.

O terminal operado pelo TECON possui uma capacidade de estocagem de quatro mil TEU's e 202 tomadas para contêineres refrigerados, que são totalmente ocupadas durante a época de pico da safra. A empresa está desenvolvendo projeto de expansão para mais 150 tomadas. Estas tomadas são localizadas nas últimas fileiras do terminal de contêineres e a única preocupação considerada no momento de suas instalações foi a proximidade da sub-estação de energia, que proporciona uma economia na quantidade de cabos utilizados.

A outra área do Porto de Salvador, que atende à movimentação de frutas frescas em caixas acondicionadas em contêineres *reefer*, é o Cais da Ponta Norte, operada, em geral, pela Intermarítima Terminais Ltda. e pela Marítima de Agenciamentos e Representações Ltda., pertencentes a um mesmo grupo. Ambas atuam na prestação de serviços logísticos integrados de transportes em todo o Nordeste.

Em termos de armazenagem, o Porto possui oito armazéns, quatro alpendres e diversos pátios, num total de aproximadamente 22.000m<sup>2</sup> de área coberta e 56.000m<sup>2</sup> de áreas descobertas, além das instalações de armazenagem de terceiros, silos para trigo (Moinho Santista e Moinho J. Macedo) e áreas arrendadas às empresas privadas.

#### 3.4.1.3 Procedimentos e Desempenho Operacional

A forma de recepção dos produtos agroindustriais em contêineres no Porto de Salvador é similar à existente nos demais portos visitados, com a diferença de que, neste porto, existe um pátio de triagem onde os caminhões permanecem até que seja



liberada a entrada no pátio. Após entrarem no pátio os caminhões são descarregados com a utilização de transtêineres ou empilhadeiras e os contêineres são localizados nas posições onde aguardam o momento do embarque. Para transportar os contêineres do pátio até o costado do navio são usados caminhões e equipamentos de bordo para o embarque.

Com relação aos serviços prestados pelos órgãos que atuam no Porto como Vigilância Sanitária, Alfândega, Polícia Federal e outros, existem reclamações por parte dos armadores e agentes de navegação quanto a excessiva demora para a liberação dos navios. A CODEBA vem tentando sanar estes problemas realizando encontros entre os representantes destes órgãos e os agentes de navegação.

#### 3.4.1.4 Movimentação de produtos do agronegócio

Atualmente, as exportações das frutas movimentadas pelo Porto de Salvador destinam-se, principalmente, para os Países Baixos (Holanda) – cerca de 65%, os Estados Unidos (15%), a Espanha (10%), a Inglaterra (8%) e outros países europeus (2% restantes). As exportações de frutas frescas e seus derivados produzidos na região de Petrolina – Juazeiro ocorrem, de forma predominante, através do Porto de Salvador.

Nos últimos anos, ocorreu um crescimento significativo na movimentação de produtos agroindústrias (sucos e frutas) no Porto. As exportações destes produtos saltaram de 22.299 toneladas, em 1995, para 54.099 em 2000. Além de sucos e frutas, outros produtos agroindustriais como sisal e cacau também apresentam valores significativos na tabela de exportações do Porto. A área de influência terrestre do Porto para os produtos do agronegócio é principalmente a região de Petrolina e Juazeiro e o interior baiano; porém, praticamente todos os estados do Nordeste embarcam seus produtos através deste porto.

Nos anos de 1999 e 2000, a participação mais acentuada foi da manga, com cerca de 80%, seguida da uva, com 15%, enquanto o restante participou com apenas 5%.

Alguns exportadores sediados na região de Juazeiro e Petrolina consideram Salvador como o melhor porto, pelas seguintes razões:

- maior proximidade da zona de produção, com preços mais baixos;

- razoável oferta de equipamentos e trabalha com mais flexibilidade;
- mais facilidades do que os demais concorrentes do Nordeste.;
- menos burocracia da Receita Federal e do Ministério da Agricultura;
- procedimentos operacionais mais ágeis, mesmo antes da implantação do TECON.

### **3.5. DIAGNÓSTICO COMPARATIVO DOS PORTOS VISITADOS**

Neste item, serão apresentados, de forma resumida, os principais aspectos positivos e negativos observados nos portos da região Nordeste que foram visitados. Procurar-se-á, também, destacar as principais vantagens de cada um dos portos em relação aos seus concorrentes regionais e quais fatores afetam de forma mais crucial a efetividade dos serviços prestados nestes portos para que assim seja possível identificar as principais variáveis passíveis de serem consideradas em um modelo tal como o apresentado no próximo capítulo desta dissertação.

Conforme apresentado nos dois capítulos iniciais, as ineficiências em toda a cadeia logística agroindustrial causam enormes perdas financeiras a este setor no Brasil. Com a realização das visitas aos Portos mencionados e demais atividades de coleta de dados (entrevistas c/ especialistas do setor, pesquisa bibliográfica e *Internet*) pôde-se constatar as deficiências existentes no setor portuário nacional no que concerne à movimentação, acondicionamento e, principalmente, quanto a conscientização da importância do setor de agronegócios na economia brasileira e do quanto os portos são responsáveis pela competitividade destes produtos no mercado internacional.

Cada um dos portos visitados possui algumas vantagens competitivas em relação aos outros e também alguns pontos fracos. Segue abaixo uma análise sucinta das principais vantagens e desvantagens destes portos.

O Porto de Fortaleza tem como principais aspectos positivos o maior número de linhas regulares dentre os quatro portos visitados (ver Tabela 3.8), a parceria entre a Companhia Docas do Ceará e órgãos como a Secretaria de Agricultura Irrigada do Estado do Ceará (SEAGRI) que visam transformar o setor de agronegócios no principal cliente do porto e a intenção da Companhia de implantar no Porto instalações especializadas para produtos agroindustriais como câmaras frigoríficas,

que, certamente, melhorariam o nível de serviço prestado às empresas do setor e aumentariam a capacidade do Porto de receber este tipo de carga.

**Tabela 3.8.:** – Número de linhas regulares de navegação que passam pelos Portos de Fortaleza, Natal, Suape e Salvador com destino à Europa e Estados Unidos

Número de Linhas Regulares		
Portos	Europa	Estados Unidos
Fortaleza	6	4
Natal <sup>16</sup>	-	-
Suape	2	4
Salvador	6	2

Outro destaque favorável para o Porto de Fortaleza se refere ao serviço de transporte de contêineres, que, diferentemente dos portos de Suape e Natal, tem como principais empresas (Termaco, Daniel e Kelly) também operadores portuários, o que garante maior conhecimento da tecnologia de transporte e especialização, além de maiores facilidades na integração com o serviço portuário.

Alguns pontos negativos do Porto de Fortaleza são: a inexistência de equipamentos de terra de maior porte para o empilhamento e embarque de contêineres como, por exemplo, portêineres e transtêineres, que já operam nos Portos de Suape e Salvador; outro aspecto negativo percebido no Porto de Fortaleza é relacionado a falta de critérios na organização dos contêineres *reefer*. Geralmente, não existe uma separação prévia entre os contêineres que estão sendo exportados ou importados e isto faz com que eles fiquem em tomadas umas ao lado das outras. O critério de alocação destes contêineres leva em consideração somente a existência de uma tomada elétrica liberada e isto dificulta um pouco as operações com este tipo de contêiner. O que torna o problema ainda mais grave é a insuficiência do número de tomadas, sendo necessário realizar um rodízio entre os contêineres que estão conectados nas tomadas ou utilizar grupos geradores, um tanto improvisados, ofertados pelos armadores dos navios.

<sup>16</sup> O Porto de Natal não possui serviço de linhas de navegação regulares. Os navios que freqüentam o Porto são fretados durante um período específico do ano.

Além disso, o grande número de operadores logísticos trabalhando no pátio de contêineres (seis no total) faz com que ocorram, por vezes, certos conflitos entre estes e a Companhia Docas do Ceará. Caso o pátio fosse arrendado apenas para um operador este poderia assumir múltiplas funções; como, por exemplo, a alocação e localização de contêineres no pátio - que hoje estão a cargo da Companhia.

O Porto de Natal apresenta como principais vantagens a sua posição geográfica privilegiada; é o porto que possui a melhor localização para receber cargas dos principais pólos agroindustriais do Nordeste (Regiões de Mossoró e Petrolina/Juazeiro). Possui também um grande e moderno armazém frigorífico com capacidade para 2.000 toneladas e tem grande experiência na movimentação de frutas, seu principal produto. Existe ainda uma linha semanal saindo do Porto de Natal com destino aos portos de Dover e Roterdã com navio do tipo *reefer* (que possuem porões refrigerados) carregado exclusivamente com frutas.

Além disso, a liberação aduaneira e fitossanitária conta, em Natal, com um intenso envolvimento de toda a comunidade, especialmente a portuária, na atenção aos embarques de frutas frescas, certamente em razão de serem estas as principais cargas movimentadas e dos mais importantes itens da pauta de exportação do Rio Grande do Norte. O nível de entendimento e cooperação entre as autoridades que atuam na área portuária, no atendimento aos produtores/exportadores, é notável em Natal. Como se trata de transporte em navio afretado, não existe a fixação de *deadline*, procedimento típico dos serviços de linhas regulares.

Alguns pontos negativos do Porto de Natal são: pouca profundidade do cais de atracação, o que inviabiliza a recepção de navios porta-contêineres de médio e grande porte. Falta de um maior número de equipamentos como empilhadeiras e carros rebocadores que poderiam tornar as operações mais ágeis para os paletes. Total ausência de sistemas de tecnologia de informação e comunicação por parte da Companhia Docas do Rio Grande do Norte, causando uma demora desnecessária para a troca de informações dentro do Porto.

O Porto de Suape apresenta como principais aspectos positivos:

- Capacidade de receber navios de grande porte; entre os portos visitados, é o que possui o maior calado (15,5 metros de profundidade);
- Grande número de tomadas elétricas instaladas (cerca de 300);

- Dois portêineres e dois transtêineres que servem a um novo pátio de contêineres arrendado pela ICTSI, operador filipino. Estes equipamentos vêm agilizando as operações de carga e descarga de contêineres no porto.
- Departamento de *marketing* atuante e que procura participar sempre de feiras e eventos do setor de agronegócios para demonstrar o potencial do porto e atrair clientes deste setor.

Entretanto, foram detectados alguns pontos negativos nas operações do Porto de Suape como a demora no atendimento de veículos terrestres devido à falta de equipamentos da operadora Caravel para atender os navios e os veículos que chegam ao porto no mesmo tempo. Esta demora, que, em alguns casos, já chegou a 24 horas, causa um aumento nos custos logísticos dos produtores agroindustriais pois, como seus produtos são perecíveis, têm que permanecer refrigerados dentro dos caminhões ou dos contêineres, através de geradores ou *genset* (aparelho acoplado ao contêiner que o refrigera durante o trânsito terrestre). Esta operação aumenta os gastos com combustível além de aumentar o risco de estragar a mercadoria.

Outro fato negativo é o desinteresse do Porto de Suape em promover a chegada de produtos agroindustriais através de ferrovia, modal mais barato e indicado, em alguns casos, para este tipo de produto. Existem linhas férreas e capacidade instalada no porto para receber vagões ou contêineres que cheguem ao porto com produtos agroindustriais, faltando somente uma maior visão por parte dos responsáveis para a utilização deste modal.

Além disso, ocorreram recentemente no Porto de Suape diversas paralisações realizadas pelo Sindicato dos Trabalhadores Portuários que não concorda com as regras de operação estabelecidas pela nova empresa arrendatária do terminal de contêineres. Estas paralisações vêm trazendo enormes prejuízos para o Porto.

Dentre os portos visitados, o de Salvador foi o que apresentou maior grau de utilização de tecnologias de informação, comunicação e otimização. Além disso, suas tarifas estão entre as menores do Brasil. Com o seu pátio de contêineres arrendado para a empresa Tecon Salvador, o Porto possui hoje uma boa quantidade de equipamentos de manuseio, movimentação, embarque/desembarque e tomadas refrigeradas.

Uma reclamação das companhias de navegação que tem Salvador em sua rota se refere à lentidão dos serviços de vigilância sanitária, liberação aduaneira e fiscalização prestados pela Polícia Federal, Receita Federal, Ministério da Agricultura e outros. A Companhia Docas da Bahia vem realizando reuniões rotineiras com estes órgãos com o intuito de minimizar estes problemas.

Desta forma, ao serem avaliados os resultados obtidos tanto na revisão bibliográfica quanto nas visitas e entrevistas realizadas nos quatro principais portos do Nordeste, chega-se a percepção de algumas variáveis principais a serem consideradas na construção de um modelo de localização de cargas unitizadas (com ênfase para produtos agroindustriais) em pátios portuários:

- Localização da sub-estação de energia que influencia diretamente na instalação das tomadas refrigeradas;
- Grau de perecibilidade e rotatividade média dos produtos do agronegócio e demais produtos que utilizam o pátio portuário;
- O número de diferentes tipos de equipamentos de movimentação disponíveis;
- A distância e tempo de deslocamento dos contêineres entre as tomadas refrigeradas e o cais de atracação;
- Número de contêineres *reefer* a serem movimentados em um determinado intervalo de tempo;
- Altura máxima de empilhamento permitida;
- Tempo de manuseio dos contêineres;
- Área disponível para instalação das tomadas onde ficarão os contêineres *reefer*.

A partir das variáveis listadas, e de outras a serem consideradas posteriormente, será possível elaborar, com o auxílio de técnicas de otimização, um modelo de localização de cargas unitizadas em pátios portuários, com ênfase na localização de contêineres refrigerados, que sirva de suporte ao setor de agronegócios.

A descrição deste modelo é objeto do próximo capítulo.

## **CAPÍTULO 4**

# **O MODELO DE LOCALIZAÇÃO DE CARGAS UNITIZADAS EM PÁTIOS PORTUÁRIOS**

Neste capítulo será apresentado o modelo genérico criado a partir das principais variáveis levantadas nas visitas aos portos descritos no capítulo anterior. Este modelo visa, a partir de uma localização otimizada, minimizar o tempo total de deslocamento das cargas unitizadas, com destaque para os contêineres refrigerados, que transportam produtos do agronegócio, do pátio até o costado do navio onde serão embarcados. Para a elaboração do modelo foram utilizadas técnicas de otimização.

Mostrar-se-á, ainda, no primeiro tópico deste capítulo, uma breve introdução sobre os conceitos de sistemas, de modelos, princípios do processo de modelagem e as classificações de modelos existentes. Em seguida, serão apresentados alguns modelos estudados na etapa de revisão bibliográfica que visavam a otimização de diversas operações em um terminal portuário.

### **4.1. A IMPORTÂNCIA DOS MODELOS E A ABORDAGEM SISTÊMICA**

Desde a Antiguidade, inúmeras e sofisticadas estruturas de abstração foram sendo criadas com o intuito de representar as propriedades e os diversos graus de interação entre os vários interferentes em sistemas físicos do mundo real. Devido à impossibilidade de lidar diretamente com a complexidade desses sistemas, o homem demonstra cada vez mais habilidade na criação de metáforas para a representação e geração de soluções para os problemas de sistemas no seu habitat.

Segundo Goldbarg e Luna (2000), esse processo de busca de uma visão bem estruturada da realidade é fundamentalmente um fenômeno de modelagem. A palavra modelo pode ter diversos significados. Modelo como representação substitutiva da realidade, distingue-se do substantivo que advém do verbo modelar. O verbo introduz a idéia de simulação da realidade, que é mais ampla que a simples representação. Conforme estes autores, os modelos podem ser definidos como representações

simplificadas da realidade que preservam, para determinadas situações e enfoques, uma equivalência adequada.

Esta definição de modelo é bastante próxima da apresentada por Caixeta e Gameiro (2001b), pois, de acordo com os mesmos, modelos são representações simplificadas, idealizadas para situações do mundo real que propiciam a aquisição de novos conhecimentos e facilitam o planejamento e previsão de atividades, sempre tendo como objetivo final a verdade.

A principal característica do modelo que o torna desejável é o poder de representatividade. Já a capacidade de simplificação da realidade lhe confere factibilidade operacional. Essas duas características, simplificação e representatividade, são as mais buscadas pelos responsáveis pelo processo de modelagem.

O processo de verificação da representatividade é denominado de validação do modelo, sendo uma etapa indispensável em qualquer procedimento científico. O processo de simplificação também se configura como fundamental, pois, já que o objetivo básico do processo é alcançar uma compreensão aceitável da realidade, os modelos devem ser formulados de forma a resgatarem apenas os elementos fundamentais do fenômeno modelado, simplificando ao máximo o método de solução a ser utilizado.

Conforme Goldbarg e Luna (2000), a Engenharia de Sistemas contribuiu de forma significativa no processo de estruturação e sistematização dos esforços de modelagem. O conceito de sistema permite a elaboração de um útil pré-mapeamento entre a realidade e o modelo de representação. De acordo com a abordagem sistêmica, modelar significa representar a realidade ou os sistemas originais através de outros sistemas de substituição, estruturados e comparáveis, denominados modelos.

Na concepção dos dois autores supracitados, um sistema é qualquer unidade conceitual ou física, composta de partes inter-relacionadas, interatuantes e interdependentes. Athey (1989), apresenta outro conceito, semelhante, para os sistemas. Estes, segundo ele, são qualquer conjunto de componentes que podem atuar juntos com vistas a atingir um objetivo comum ao todo.

A utilização de modelos apresenta diversas vantagens, além do fato de simplificarem a representação de determinado sistema. Os modelos podem revelar

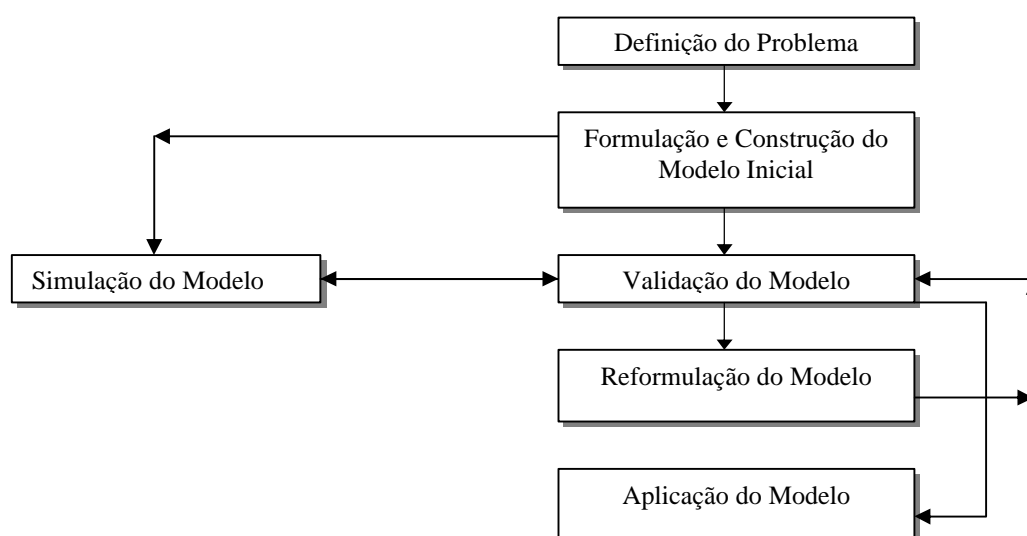


relacionamentos não aparentes, assim como facilitar a experimentação o que, normalmente, não é viável em sistemas reais. Procurando atender os requisitos de qualidade e as exigências de um número cada vez maior de tomadores de decisão que os utilizam, modelos quantitativos de otimização buscam alternativas de máxima produtividade, fazendo com que sejam largamente utilizados em diferentes áreas nos dias de hoje.

No entanto, deve ser tomada cautela, principalmente, com relação a três aspectos. Primeiro, a questão da modelagem propriamente dita: a capacidade de entendimento e interpretação do problema a ser resolvido é de fundamental importância para o sucesso da aplicação a ser desenvolvida. Em segundo lugar, a confiabilidade dos dados, pois, se estes não são confiáveis, muito menos o serão as informações a serem geradas pelo modelo. Por fim, espera-se que se chegue a uma solução ótima, a qual nem sempre poderá ser reproduzida na prática. Assim, torna-se crucial a habilidade do modelador e, eventualmente, a do usuário final para a interpretação e simulação de cenários alternativos, através de análises de sensibilidade, visando a otimização do processo de tomada de decisão.

#### 4.2. O PROCESSO DE MODELAGEM E OS MODELOS DE OTIMIZAÇÃO

Conforme Goldberg e Luna (2000), o processo de modelagem ou de construção de modelos na ótica operacional segue, resumidamente, os passos apresentados pelo fluxograma abaixo:



**Figura 4.1:** O processo de construção de modelos (Fonte: Goldberg e Luna, 2000)

A definição do problema é uma das etapas de maior importância no processo e subentende a perfeita compreensão do desafio proposto. O problema deve ser traduzido em elementos palpáveis abrangendo:

- Objetivos;
- Variáveis de decisão ou controle;
- Níveis de detalhe.

A correta formulação do modelo de otimização é outro passo crucial para o sucesso do processo de modelagem. A desejada adequação do modelo depende de elementos quantitativos e matemáticos, porém, fatores como a percepção do elaborador do modelo (ou equipe de elaboração), intuição, experiência, criatividade, poder de síntese, etc. são particularmente importantes nesta etapa de formulação.

Ainda na fase de formulação do modelo de otimização são definidos os tipos de variáveis que serão utilizadas na representação, assim como o nível apropriado de agregação dessas variáveis. Também, na formulação devem ser representadas as restrições do problema, não somente as quantitativas como as de natureza lógica. O modelo deve ser adequado à natureza dos dados de entrada e de saída, bem como ser capaz de expressar as funções de desempenho, denominadas de funções objetivo, que possivelmente serão exigidas no processo de otimização.

O modelo de localização otimizada de cargas unitizadas em pátios portuários que será formulado neste capítulo deverá levar em consideração todos os aspectos e etapas do processo de modelagem de otimização apresentadas acima. Deverá também seguir as técnicas de elaboração de modelos matemáticos que constituem a Pesquisa Operacional, descritas de maneira resumida a seguir.

Segundo Ehrlich (*in* Cruz e Pereira, 1994), a Pesquisa Operacional é um conjunto de ferramentas. É uma fonte de modelos e de métodos de como resolver problemas de ordem operacional, após sua devida formulação. Também orienta sobre que dados coletar e como lidar com a imprecisão dos dados.

Conforme Costa (*in* Batalha *et al.*, 1999), a Pesquisa Operacional, com essa denominação, surgiu e desenvolveu-se durante a Segunda Guerra Mundial. Durante a Segunda Guerra, alguns problemas dos aliados, de ordem tática e estratégica, eram muito complexos para serem abordados de forma empírica por especialistas de áreas

isoladas. Neste contexto, iniciou-se o trabalho com grupos multidisciplinares, englobando profissionais de diferentes áreas que, atuando com visão sistêmica e metodologia científica, tratavam questões práticas de guerra como, por exemplo, a melhor forma de utilizar os radares, como organizar as baterias antiaéreas e como melhor dimensionar as frotas.

Desta forma, a Pesquisa Operacional (P. O.) busca obter as melhores soluções para os problemas, através de um enfoque sistêmico e utilizando para isso de metodologia científica e equipes multidisciplinares, combinando uma abordagem matemática com um tratamento qualitativo. Essa combinação de abordagens quantitativa e qualitativa permite soluções de problemas complexos que envolvem geralmente materiais, equipamentos, dinheiro e, principalmente, seres humanos.

Os modelos de P.O. são estruturados de maneira lógica e amparados no ferramental matemático de representação, com o objetivo de estabelecer as melhores condições de funcionamento para os sistemas representados. Os principais modelos de P.O. são denominados de Programação Matemática e constituem uma das mais importantes variedades de modelos quantitativos.

Goldbarg e Luna (2000) afirmam que o campo da Programação Matemática é enorme e suas técnicas consagraram-se devido à sua grande utilidade na solução de problemas de otimização. Com o surgimento de diversas peculiaridades inerentes aos vários contextos de programação (planejamento), os métodos de solução sofreram especializações e particularizações. O processo de modelagem matemática, em si, pouco varia; entretanto, as técnicas de solução foram agrupadas em três subáreas principais, relacionadas abaixo:

1. Programação Linear: Um caso particular dos modelos de programação em que as variáveis são contínuas e apresentam comportamento linear, tanto em relação às restrições como à função objetivo. É uma técnica de solução extremamente importante devido à eficiência dos algoritmos existentes e a possibilidade de transformação dos modelos de Programação Não-Linear em modelos de Programação Linear. A construção de um modelo envolve, basicamente, a identificação das variáveis do problema e suas representações simbólicas; em seguida, são identificadas todas as restrições do problema e estas são expressas como equações ou inequações lineares; e, por fim, é feita a identificação do objetivo da solução em vista e sua representação como uma função linear das variáveis de decisão. Essa função é de

minimização ou maximização. O modelo elaborado neste capítulo será um modelo de programação linear com as características citadas acima.

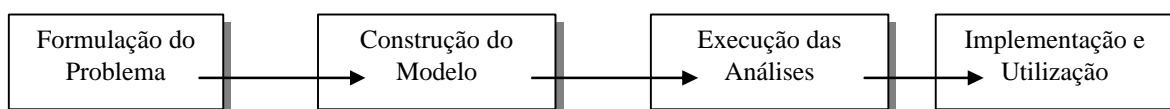
2. Programação Não-Linear: Um modelo de otimização se enquadra nesta classificação se exibir qualquer tipo de não-linearidade, seja na função objetivo ou em qualquer de suas restrições. Normalmente, pode ser transformado em um modelo de Programação Linear (P.L.).

3. Programação Inteira: Um modelo de otimização constitui um problema de Programação Inteira se qualquer variável não puder assumir valores contínuos, ficando condicionada a assumir valores discretos. Normalmente, o requisito de que variáveis tenham que ser inteiras implica maior complexidade computacional do que a advinda de situações de não-linearidade de funções.

Nos modelos matemáticos, a representação de determinado sistema é geralmente realizada por um conjunto de equações ou expressões matemáticas. Caso existam  $n$  decisões quantificáveis que devem ser tomadas, então é possível associar a cada decisão uma variável do modelo denominada de variável de decisão, cujos valores serão determinados pelo próprio modelo. De forma simbólica, as variáveis de decisão são representadas por letras minúsculas com índices como:  $x_i$ ,  $i = 1, 2, \dots, n$ .

A medida da eficácia que se procura obter é geralmente representada através de uma função numérica das variáveis de decisão. Essa função  $z = f(x_1, \dots, x_n)$  é normalmente denominada função objetivo e, em programação linear, ela e todas as restrições impostas às variáveis são expressões lineares.

A limitação dos recursos pode ser representada no modelo sob a forma de restrições aos valores das variáveis, que podem ser expressas matematicamente por meio de equações e inequações. De maneira resumida, as etapas do processo de análise quantitativa são as apresentadas na figura abaixo:



**Figura 4.2:** Fluxo de análise quantitativa (Fonte: Goldbarg e Luna, 2000)

Devido à sua complexidade, os modelos de otimização, que objetivam a redução do contexto em busca da simplificação, não podem ser elaborados em uma só

etapa. Segundo Goldberg e Luna (2000), as principais características das fases descritas na figura acima são as seguintes:

Etapa da Formulação do problema no contexto de modelagem:

- Definição de variáveis controláveis (de decisão ou controle) e não controláveis (externa ou de estado);
- Elaboração da função objetivo e do critério de otimização;
- Formalização das restrições do modelo.

Etapa da Construção do modelo:

- Elaboração da estrutura de entrada e saída de informações;
- Fórmulas de interrelação;
- Horizontes de tempo.

Etapa de Execução das análises:

- Análise da sensibilidade da solução;
- Levantamento da precisão dos dados;
- Estudo da estabilidade computacional;
- Levantamento das demais especificações do modelo.

Etapa de Implementação dos resultados e atualização do modelo:

- Processo de *feedback* repassando as etapas anteriores, vivenciando o uso do modelo no sistema de produção ou prestação de serviços.

O modelo de localização otimizada de cargas unitizadas em pátios portuários, com ênfase para os contêineres refrigerados apresentado neste capítulo teve como guia para sua elaboração os passos e características descritas acima. Esta divisão em etapas de concepção, construção e validação do modelo é de fundamental importância para o sucesso de todo o processo, pois permite uma maior organização e clareza por parte do responsável pela modelagem fazendo com que este alcance seus objetivos.

Além da variedade de problemas de otimização apresentados, existem outras abordagens, bastante competitivas, que podem ser utilizadas quando o ideal de

otimização não se torna razoável. Dentre elas, destacam-se a Simulação e a Inteligência Artificial.

Conforme Cruz e Pereira (1994), a simulação é um método indireto de conhecimento empregado para estudar o desempenho de um sistema por meio da formulação de um modelo matemático, que possui as mesmas (ou, pelo menos, semelhantes) características do sistema original. Manipulando o modelo e analisando os resultados, pode-se concluir como diversos fatores afetarão o desempenho do sistema.

A abordagem de simulação é aplicada quando situações incertas ou a própria complexidade do sistema dificulta o esforço de compreensão para o exato equacionamento do sistema ou, ainda, quando a magnitude do modelo de otimização o torna computacionalmente inviável. Os modelos de simulação contornam estas dificuldades com um uso mais intensivo de dados estatísticos e com um maior esforço de validação do modelo.

Já a inteligência artificial procura seguir as etapas de um raciocínio lógico para chegar a um determinado objetivo de maneira similar ao que a inteligência humana usaria para atingir o mesmo objetivo. A inteligência artificial fornece um método simples e estruturado de se projetar programas complexos de tomada de decisão.

Após esta revisão dos métodos de otimização e outros existentes que buscam representar sistemas complexos através de modelos, serão apresentados, no próximo tópico, exemplos encontrados na literatura de modelos de otimização aplicados em terminais portuários de diversos locais ao redor do mundo. Esta apresentação é de grande importância, pois demonstra que o problema enfocado nesta dissertação tem sido objeto de estudos que, de certa forma, atestam a utilidade e auxiliam na elaboração do modelo aqui proposto.

### **4.3. A UTILIZAÇÃO DE MODELOS DE OTIMIZAÇÃO EM TERMINAIS DE CONTÊINERES**

Segundo Thomaz *et al.* (1999), uma das áreas do campo de transportes que apresenta, hodiernamente, maior dinamismo e importância a nível mundial é a

marítimo-portuária. A globalização da economia tem realçado o papel dos portos enquanto elos vitais das cadeias logísticas de integração entre os mercados produtores-consumidores que compõem os principais blocos econômicos do mundo (NAFTA, União Européia, Oriente Asiático, MERCOSUL, etc.).

Assim sendo, destaca-se a importância do estudo da problemática dos portos nas suas mais variadas matizes de complexidade, para que se possa oferecer serviços atraentes e exercer efetivamente seu papel de catalisador do processo de integração de economias regionais. Nesse sentido, um estudo realizado pelo Banco Mundial (1997) sugere que a adoção de um conjunto de medidas otimizadoras/razionalizadoras nos portos brasileiros levará a significativas economias nos custos logísticos de importação/exportação de mercadorias. Neste estudo, uma simulação feita somente para o Porto de Santos, no caso de carga unitizada, e com base na movimentação de contêineres do ano de 1994 naquele porto, levou à estimativa de US\$ 1,0 bilhão de dólares de economia nos custos com importações, em 1994, se adotados os procedimentos sugeridos pelo Banco.

Thomaz *et al.*(1999) afirmam que dentre as diversas ações necessárias ao aumento da atratividade de clientes para um complexo portuário de terceira geração está a otimização do arranjo espacial dos seus múltiplos setores de atividades (industrial, serviços logísticos, habitacional, terminais multimodais) no sentido de minimizar deslocamentos internos desnecessários ou demasiadamente longos, que se tornam fatores impedantes e agregam inutilidade à movimentação das mercadorias e aos usuários do complexo portuário, contribuindo para a queda da competitividade do porto em relação a seus componentes regionais.

Desta forma, os autores citados acima elaboraram um modelo de otimização de *layout* de complexos portuários com estrutura bloco-angular baseado na análise de conglomerados e no algoritmo Dantzig-Wolfe o qual foi aplicado ao caso do Complexo Industrial Portuário do Pecém.

Outro trabalho realizado no Brasil, que também buscava a otimização em pátios de contêineres foi concebido por Cruz e Pereira (1994) onde, através da utilização dos conceitos da inteligência artificial, foi possível elaborar um programa que determinasse o local no pátio do terminal para o qual um contêiner seria direcionado levando em consideração o navio a ser embarcado, características do contêiner e da carga e a possível data de chegada deste navio. Segundo os autores, o

maior controle da área de pré-estivagem, que se obteve com a aplicação do programa desenvolvido, permitiu uma redução no tempo de operação dos navios, vantagens comerciais resultantes do aumento da confiabilidade da operação executada e informações mais precisas a serem utilizadas pelo terminal, apesar da falta de equipamentos modernos e da mão-de-obra pouco qualificada.

Apesar da pouca bibliografia existente no Brasil sobre o assunto, foram encontrados em periódicos e jornais internacionais alguns exemplos de modelos e programas desenvolvidos com o objetivo maior de otimização de pátios de contêineres em terminais portuários. Evidentemente, cada um destes modelos possuía características peculiares de desenvolvimento e aplicação. A seguir, comenta-se os resultados obtidos pelos trabalhos avaliados de forma sucinta.

Conforme Kozan (2000), os principais fatores que influenciam a performance de um terminal são: a área disponível, as estratégias de operação, *layout* físico, gerenciamento e práticas operacionais, confiabilidade dos outros modais que operam no terminal, ciclos de tempo de recebimento e entrega, equipamentos de movimentação e exigências dos clientes. Com relação à escolha dos equipamentos a serem utilizados (por exemplo, transteineres, portaineres, empilhadeiras de diversos tipos e caminhões), Kozan afirma que isto depende da estratégia operacional do terminal, do espaço físico existente, do *layout* e do grau de padronização nos tamanhos e tipos de contêineres que ali circulam. Cada tipo de equipamento tem um diferente custo de capital, necessidades de espaço, propósitos de operação e exigências de reforço na pavimentação.

Já os clientes do terminal têm como principais exigências: confiabilidade nos tempos de entrega (que não devem ter atrasos), segurança da carga e capacidade de monitoramento, através de tecnologias de informação, de todo o processo (localização do contêiner, tempo previsto de chegada, etc.).

Assim, os contêineres devem ser localizados e empilhados de uma maneira que se minimize o tempo necessário para movimentá-lo, respeitando as restrições dos equipamentos, do espaço físico e atendendo às exigências dos clientes.

Desta forma, o modelo elaborado por Kozan (2000) tem como objetivo minimizar o tempo total de movimentação dos contêineres, que é a soma dos tempos de manuseio e de deslocamento, em um terminal portuário. Como variáveis de



decisão de seu modelo, Kozan considerou algumas características de equipamentos e de um *layout* físico geral de terminais portuários.

Conforme Yun e Choi (1999), devido ao alto número de cargas containerizadas que são movimentadas nos portos pelo comércio internacional, o gerenciamento das operações nos terminais de contêineres se tornou um ponto crucial na busca de satisfazer a demanda de forma efetiva e eficiente. As operações básicas que ocorrem em um terminal de contêineres são o recebimento, entrega, carregamento dos navios e descarregamento. Estas operações ocorrem de maneira simultânea e interativa.

O gerenciamento de um terminal consiste na alocação de berços para os navios, planejamento das operações no pátio, planejamento de estocagem e o planejamento logístico. A tarefa de alocação dos berços controla também o carregamento e o descarregamento dos navios porta-contêineres. O planejamento do pátio determina a localização ótima de áreas para contêineres importados, exportados e que serão transferidos para outros portos (*transshipment*). O plano de estocagem determina as alturas de empilhamento e a ordem em que os contêineres devem estar ao serem embarcados ou desembarcados. Por fim, o plano logístico controla a utilização efetiva dos equipamentos de movimentação e manuseio e o sistema de informações do terminal.

Desta forma, Yun e Choi (1999) desenvolveram um modelo de simulação, com utilização de técnicas hierárquicas e orientadas pelo objeto, que visa analisar a performance de um terminal de contêineres a partir das atividades citadas acima. Os autores afirmam que com o modelo de análise construído é possível modificar alguns parâmetros do terminal que estejam abaixo do nível de performance estabelecido como, por exemplo: número de equipamentos utilizados, tempo de operação, velocidade e outros.

Um modelo de simulação semelhante foi elaborado por Legato e Mazza (2001). Segundo estes autores, já que as atividades logísticas em um terminal de contêineres são extremamente caras e complexas, visto que envolvem o uso combinado de diversos recursos de alto custo como equipamentos, mão-de-obra especializada, infra-estrutura e outros, devem ser otimizadas com a minimização dos tempos de espera e movimentação. Assim, os autores elaboraram um modelo que

objetivava a otimização do gerenciamento dos recursos utilizados em um terminal de contêineres através de uma simulação com a linguagem SLAM.

Segundo Kim e Kim (1999), a severa competição entre terminais portuários de todo o mundo aumentou a importância do nível de serviço prestado aos seus clientes. Um dos fatores mais importantes no serviço aos clientes é o tempo total de manuseio, espera e movimentação dos contêineres. Sabe-se que a estratégia de alocação de espaço em um terminal afeta substancialmente os tempos citados nestas operações. Quanto mais alta for a pilha de contêineres, menos espaço é necessário no pátio; entretanto, o número de manuseios aumenta. Desta forma, Kim e Kim (1999) elaboraram um modelo que busca aumentar o nível de serviço oferecido aos clientes com a redução no número de manuseios nos contêineres, através da alocação eficiente dos mesmos no espaço.

Devido aos altos custos envolvidos nas operações em terminais de contêineres e nos navios que os transportam, é fundamental que o tempo que o navio fique no porto seja o menor possível. Assim sendo, deve-se buscar a minimização dos tempos de espera por um cais, de atracação, de descarregamento, de carregamento e de saída. Visando a otimização do tempo de carregamento dos navios, Kim e Young (1999) elaboraram um algoritmo de roteamento que minimiza a distância percorrida pelos *straddle carriers* que levam os contêineres desde o pátio até o cais de embarque do navio. Com este algoritmo, os autores alcançaram uma redução no tempo de carregamento dos navios devido a maior eficiência na seqüência de operações.

Segundo Veras e Diaz (1999), a política operacional de um pátio de contêineres deve distinguir o tratamento dado às cargas de acordo com o valor destas, pois, caso contrário, cargas de pouco valor podem ser cobradas por um serviço que elas não precisam e cargas mais valiosas podem receber um nível de serviço abaixo de suas necessidades.

Desta forma, estes autores elaboraram um modelo com base na teoria econômica de diferenciação de preços que visa a determinação ótima da alocação de espaço e preço cobrado (com sistemas de prioridade) dos contêineres nos portos.

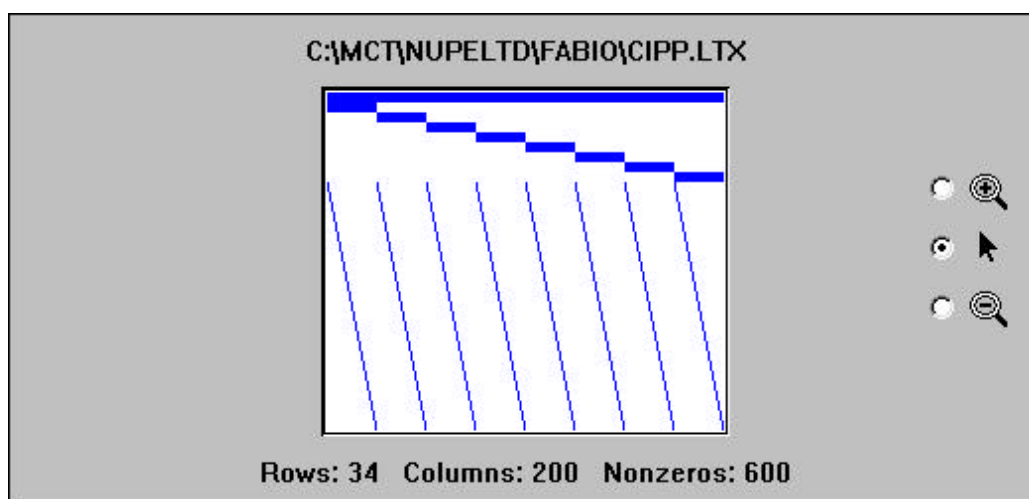
Outro estudo que merece destaque é o realizado por Kozan e Preston (1999) que, utilizando técnicas de Algoritmos Genéticos, elaboraram um modelo que visa reduzir os tempos de manuseio e transferência de contêineres no pátio e ainda o

tempo total do navio no porto devido à maior velocidade das operações. Os autores realizaram uma aplicação prática do modelo criado para o caso do Porto de *Fisherman Islands*, Austrália, alcançando resultados muito bons quanto à redução do tempo que os navios ficavam no porto e quanto ao número de manuseios sofridos pelos contêineres no pátio.

Além destes, podem ser citados ainda os trabalhos de McCalla (1999), Kim e Bae (1998), Kim e Kim (1998) e Kim e Hwan (1997) onde foram desenvolvidos modelos que otimizavam diversas operações em terminais de contêineres. Todos estes modelos citados, nacionais e internacionais, são referências importantes e auxiliaram a elaboração do modelo logístico-portuário apresentado a seguir.

#### 4.4. O MODELO ALOCUPP – ALOCAÇÃO OTIMIZADA DE CARGA UNITIZADA EM PÁTIOS PORTUÁRIOS

Diante de todas as alternativas estudadas, optou-se pela elaboração de um modelo baseado em técnicas de decomposição, visto que esta solução era a que melhor se adequava ao problema enfocado. Este tipo de modelo de otimização possui uma estrutura angular por blocos, onde a função objetivo é separável em variáveis por blocos representando, cada um, restrições com características locais. A Figura 4.3, a seguir, demonstra um esquema da estrutura deste modelo.



**Figura 4.3:** Ilustração esquemática da estrutura bloco-angular do modelo

Segundo Thomaz *et al* (1999), a solução numérica deste modelo é extremamente complexa sendo obtida através de algoritmos tipo Dantzig-Wolfe.

Conforme Barreto (1998), o algoritmo Dantzig-Wolfe aplica o princípio de decomposição para soluções de problemas lineares de grande porte ou problemas lineares com restrições de estrutura especial. As restrições são divididas em dois conjuntos: restrições gerais e restrições com estrutura especial. Com isso, o algoritmo trabalha com dois problemas lineares: um, com o conjunto das restrições gerais (Problema Mestre) e, outro, com o conjunto das restrições especiais (Sub-problema). As informações de soluções ótimas são trocadas entre estes dois problemas até que a solução do problema original seja encontrada: o Problema Mestre passa para o Sub-problema os coeficientes de custos e recebe a variável que deverá entrar na base. Esta técnica é chamada geração de colunas.

Na concepção matemática do modelo, utiliza-se técnica de otimização com estrutura bloco-angular, baseado na análise de conglomerados e no algoritmo Dantzig-Wolfe, e considerou-se um pátio na retroárea do porto dividido em  $n$  áreas candidatas a receber cada um de  $m$  tipos de produtos a serem movimentados.

O problema de designar  $m$  produtos às  $n$  áreas, atendendo as restrições do número mínimo de áreas por tipo de produto, consiste em resolver um problema de programação linear inteira  $\{0,1\}$  de particionamento com recobrimento total, formulado da seguinte maneira. Sejam:

$M = \{1, 2, \dots, n\}$  o conjunto base constituído de todas as  $n$  áreas do Terminal;

$P = \{P_1, P_2, \dots, P_j\}$  uma família de subconjuntos de  $M$ , onde  $P_j \subseteq M$ ;  $\forall j \in N = \{1, 2, \dots, n\}$ .

Uma partição é uma coleção de elementos de  $P$  satisfazendo:

- i)  $\cup_i P_i = M$ ; isto é, o conjunto  $M$  é totalmente coberto pelos  $P_i$  ;
- ii)  $P_i \cap P_j = \emptyset$ ; isto é, a cobertura é formada por conjuntos disjuntos de áreas de  $M$ .

Os problemas de particionamento com recobrimento (PPR) podem ser divididos em ponderados e não ponderados; os PPR não ponderados procuram obter a cobertura disjunta de  $M$  com o menor número de elementos possíveis; já para solucionar os PPR ponderados, é necessário associar um valor  $c_j$  a cada subconjunto

$P_j$  objetivando encontrar a cobertura disjunta de custo mínimo através da seguinte modelagem de programação inteira  $\{0, 1\}$ :

Consideram-se as variáveis de decisão  $x_{ij}$  como binárias do tipo 0-1, representando a decisão de alocar ou não o produto  $i$ ;  $i \in \{1, 2, \dots, m\}$  a cada subconjunto das áreas  $j$ ;  $j \in \{1, 2, \dots, n\}$  definidas analiticamente da seguinte forma:

$$x_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{se o produto } i \text{ é alocado na área } j \\ 0, & \text{em caso contrário} \end{cases}$$

Define-se o vetor de termos independentes  $\mathfrak{S} = (\tau_1, \tau_2, \dots, \tau_m)$   $\mathfrak{S} \in \mathfrak{R}^m$ , onde cada componente representa o número mínimo de áreas necessárias para cada produto.

Cada componente do vetor de custos da função objetivo  $C = (c_{ij})$  representa o tempo médio de deslocamento de cada viagem contada a partir do centro geométrico de cada uma das  $n$  áreas até o início do píer ou da ponte de acesso aos berços de carga e descarga do porto, ponderados segundo alguns critérios de perecibilidade e rotatividade dos produtos pré-definidos. Este critério de vincular um determinado peso a cada um dos produtos concorrentes, assim como as restrições bloco angulares e de acoplamento serão explicados mais detalhadamente no próximo capítulo da dissertação que trata da aplicação deste modelo ao caso do Terminal Portuário do Pecém.

A questão em foco pode, então, ser representada pela função:

$$\Omega 1: \quad \text{Minimizar } \sum_i \sum_j c_{ij} x_{ij}$$

Sujeito a:

$$\sum_i \sum_j x_{ij} = \tau_i \quad \text{restrições bloco angular}$$

$$\sum_j \sum_i x_{ij} \leq 1 \quad \text{restrições de acoplamento}$$

$$x_{ij} \in \{0, 1\}$$

$$\text{para } i = 1, 2, \dots, m \text{ e } j = 1, 2, \dots, n$$

Observe-se que o modelo apresentado não contempla restrições espaciais de vizinhança das áreas alocadas para cada produto, devido ao maior grau de

complexidade de modelagem. Este problema é tratado no modelo de forma empírica, com base na experiência do analista.

Apesar da simplicidade na formulação matemática do Modelo ALOCUPP (do tipo PPR), ele pertence a uma classe de problema NP-árduo, isto é, não existem algoritmos em tempo polinomial capazes de obter uma solução em tempo não proibitivo, quando o número de variáveis se torna muito grande. Em geral, são utilizados métodos heurísticos ou métodos de relaxação lagrangeana.

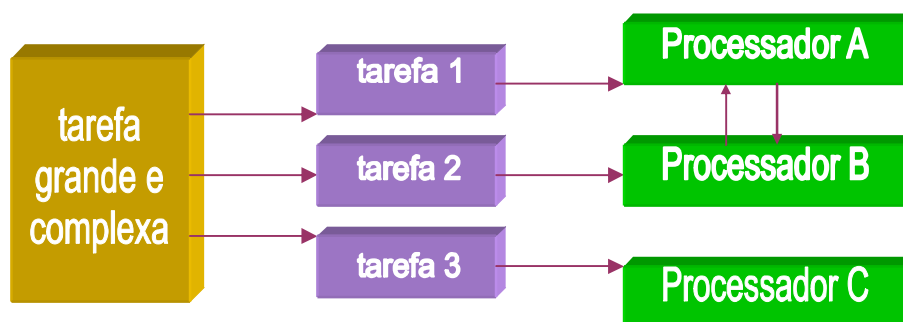
Assim sendo, a solução numérica foi obtida através do algoritmo de decomposição de Dantzig-Wolfe, já que sua estrutura é bloco-angular com variáveis inteiras do tipo 0-1.

A solução do problema enfocado foi alcançada com a utilização alternativa de dois *softwares*: o primeiro deles, o LINDO (*Linear Interactive and Discret Optimizer*), da *Linus Scharge*, com capacidade de processar modelos com até 2000 variáveis inteiras; o segundo um *software* desenvolvido no Departamento de Computação da Universidade Federal do Ceará e que pode ser utilizado para problemas passíveis de serem tratados com a mesma estrutura do Modelo ALOCUPP, porém de maior porte. Este último *software*, por resolver problemas com uma maior número de variáveis, lança mão da técnica de paralelismo, explicada a seguir.

Muitas tarefas podem ser executadas mais rapidamente dividindo-as em subtarefas e atribuindo-as a múltiplos responsáveis. O processamento paralelo trabalha da mesma forma. Se pudermos dividir um grande problema entre diversos processadores podemos conseguir resolvê-lo de forma mais rápida e eficiente. Um problema desse tipo é chamado paralelizável. Um algoritmo paralelo é implementado em computadores paralelos através de uma linguagem de programação, por exemplo, MPI (*Message Passing Interface*) ou PVM (*Parallel Virtual Machine*). Essa linguagem deve ser flexível o bastante para permitir uma implementação eficiente e deve ser de fácil programação. Novas linguagens e paradigmas de programação estão sendo desenvolvidos a fim de tentar alcançar estes objetivos.

O objetivo principal do processamento paralelo é executar computações de maneira mais rápida e eficiente, usando vários processadores trabalhando de forma concorrente. Muitas aplicações, principalmente as que trabalham com uma grande quantidade de dados, podem ser executadas usando computação paralela. O Princípio

de Decomposição Dantzig-Wolfe tem um algoritmo que é naturalmente paralelo, pois a idéia de criar vários subproblemas independentes permite que cada um deles seja resolvido por um processador diferente. Dessa forma, a execução do algoritmo seria coordenada por um processo mestre, que seria responsável pela coleta dos resultados dos subproblemas e a correta aplicação dos mesmos no problema mestre, além de verificar se o critério de parada foi atingido.



**Figura 4.4:** Processamento Paralelo

O próximo tópico deste capítulo contém a descrição dos aspectos considerados mais relevantes para a formatação e aplicação do Modelo ALOCUPP.

#### **4.4.1. Principais Aspectos Metodológicos referentes à Formatação do Modelo**

Após a definição da forma matemática do modelo e escolha do algoritmo mais adequado para obtenção de uma solução numérica, foram estabelecidos alguns critérios para a elaboração da função objetivo e restrições do modelo. A seguir, serão apresentados estes critérios adotados durante o processo de formatação numérica do Modelo ALOCUPP.

É importante citar que este tópico da dissertação não objetiva apresentar dados referentes ao estudo de caso, onde o modelo será aplicado no pátio do Terminal Portuário do Pecém, e sim demonstrar os critérios estabelecidos para o modelo que podem ser generalizados para aplicações em quaisquer outros portos e terminais.

Para a obtenção dos insumos necessários para o modelo deve-se realizar o seguinte procedimento: em primeiro lugar, elabora-se a lista de produtos a serem estocados no pátio e que, de certa forma, concorrem pelas melhores localizações.

Além da listagem dos produtos, devem ser levadas em consideração também suas características e condições de adequabilidade de vizinhança.

Após a listagem dos produtos a serem estocados no pátio do terminal e levantamento de suas características é elaborado um *ranking* destes produtos em termos de perecibilidade e rotatividade. Este *ranking* é desenvolvido através de um sistema de pesos relativos em uma escala crescente variando de 1 até  $n$  (dependendo do número de produtos). Aqueles com menores valores são os mais perecíveis e rotativos. Foram escolhidos os critérios de perecibilidade e rotatividade por estes serem considerados fatores críticos para a conservação dos produtos (principalmente os perecíveis) e também pela importância econômica que a rotatividade dos produtos tem nas operações diárias realizadas em terminais. Um *layout* otimizado, que busca posicionar os produtos mais movimentados em áreas próximas aos locais de embarque e desembarque, gera grandes benefícios econômicos para o terminal.

Neste *ranking* procurou-se aproximar os valores dos pesos ao máximo da realidade observada nos portos visitados e em entrevistas realizadas com especialistas do setor portuário. Este critério foi adotado para que o modelo de localização elaborado baseie-se em critérios técnicos, e não apenas em intuições ou idéias pré-concebidas, como é comumente realizado hoje em terminais portuários no Brasil. Atualmente a localização das tomadas de energia para os contêineres *reefer* é baseada praticamente na proximidade da sub-estação de energia (para que haja economia na quantidade de cabos utilizados) e na proximidade de escritórios de órgãos fiscalizadores (para que o trabalho dos fiscais seja facilitado); e não com base em outros critérios mais importantes para a logística interna do porto (como por exemplo, a perecibilidade e rotatividade dos produtos).

Além do ranqueamento acima mencionado deve-se estabelecer um cenário hipotético, baseado nas previsões de movimentação de carga no porto, de espaço mínimo necessário para cada um dos produtos considerados. Estas áreas atuarão no modelo como fatores restritivos de espaço a ser ocupado por cada produto.

Por fim, devem ser separadas  $n$  áreas no pátio do terminal que são candidatas a receber cada um dos produtos que serão movimentados. Após a determinação das áreas, são calculadas as distâncias e tempos de deslocamento do centro geométrico de cada uma delas até o início da ponte que liga o pátio aos cais de embarque.



Para o cálculo dos tempos de deslocamentos devem ser considerados três tempos parciais: o de manobra do equipamento utilizado no terminal para movimentar os produtos, manuseio do equipamento e o de deslocamento do produto até o local de embarque. O tempo de manobra corresponde ao tempo levado pelo equipamento (que pode ser uma empilhadeira, um transtêiner ou *straddle carrier*) para chegar até o local onde o produto está estocado. O tempo de manuseio é o tempo que o equipamento leva para acoplar o produto e o tempo de deslocamento é o tempo correspondente ao transporte do produto desde o pátio até o local de embarque.

Após a conclusão de todos estes passos, pode-se partir para a solução numérica do problema que será apresentada no próximo capítulo.

Os resultados para o Modelo ALOCUPP, obtidos com os dois *softwares*, para o estudo de caso (Terminal Portuário do Pecém), foram os mesmos e serão apresentados no próximo capítulo.

## **CAPÍTULO 5**

### **ESTUDO DE CASO: TERMINAL PORTUÁRIO DO PECÉM**

#### **5.1. INTRODUÇÃO**

Será apresentada neste capítulo a aplicação do modelo de alocação de cargas unitizadas em pátios portuários (ALOCUPP) ao caso do Terminal Portuário do Pecém. Esta aplicação tem como objetivo a validação do modelo e a demonstração de sua utilidade em outros pátios portuários que necessitam otimizar a localização dos produtos ali estocados.

Além da aplicação do modelo, será apresentada neste capítulo a contextualização do objeto de estudo, principais produtos movimentados e suas respectivas regiões de origem. Há também um tópico com uma descrição das características técnicas e operacionais do Terminal Portuário do Pecém.

#### **5.2. OBJETIVOS**

Dentre os principais objetivos do estudo de caso a ser desenvolvido neste capítulo pode-se destacar:

- Aplicação do modelo ALOCUPP ao caso do Terminal Portuário do Pecém;
- Validação e constatação da aplicabilidade do modelo;
- Mensuração dos benefícios econômicos alcançados com a nova localização dos produtos em comparação com o layout atual;
- Ajustes e proposições vinculadas à aplicação do modelo, principalmente no que tange ao suporte da movimentação de cargas do agronegócio.

### 5.3. CONTEXTUALIZAÇÃO DO OBJETO DE ESTUDO: A ÁREA DE INFLUÊNCIA

Este tópico apresenta as principais características das mais importantes regiões produtoras do Nordeste brasileiro que englobam clientes potenciais ou já efetivos do Terminal Portuário do Pecém. Serão contempladas as regiões produtoras do Ceará, com sua política de agropólos (com destaque para o Pólo do Baixo Jaguaribe), a região de Assu/Mossoró no Rio Grande do Norte e o Vale do rio São Francisco – com destaque para as cidades de Petrolina e Juazeiro que se situam nos estados de Pernambuco e Bahia respectivamente. Além disso, serão demonstrados os fluxos de mercadorias dos pólos citados aos portos de destino na região Nordeste. Estes fluxos estão divididos em percentuais da produção de cada pólo que é exportada através de cada um dos portos já analisados. Estes percentuais foram retirados do “Estudo Estratégico para Desenvolvimento da Movimentação de Frutas pelo Porto de Fortaleza”, da Companhia Docas do Ceará, elaborado em 2001.

A demonstração das características e potencialidades destas áreas se faz necessária, pois as mesmas são as principais clientes dos portos estudados no terceiro capítulo desta dissertação e, além disso, são clientes potenciais do Terminal Portuário do Pecém, objeto de estudo neste trabalho. O Terminal do Pecém, apesar do pouco tempo de operacionalização, tem adotado políticas de elevação do desempenho operacional com vista a disputar competitivamente o mercado de cargas unitizadas regionais.

A Tabela 5.1 demonstra a participação das regiões citadas acima no total de exportações de frutas da região Nordeste.

**Tabela 5.1:** Participação das regiões produtoras do Nordeste na exportação de frutas

Zona Produtora	% das exportações
Assu/Mossoró	49,4
Petrolina/Juazeiro	43,9
Baixo Jaguaribe	5,3
Outras Regiões	1,4

Fonte: Estudo Estratégico para Desenvolvimento da Movimentação de Frutas pelo Porto de Fortaleza – Companhia Docas do Ceará (2001)

A caracterização das regiões de produção citadas na tabela acima, assim como dos demais agropólos do Estado do Ceará, será apresentada a seguir.

### **5.3.1. O Setor de Agronegócios no Ceará e a Importância da Criação de Agropólos**

A característica marcante da agropecuária cearense é a competitividade de espécies nativas (caju, algodão, lagosta, camarão, mandioca, dentre outros); na agricultura, também é expressiva a importância do arroz, feijão, cana-de-açúcar, milho, mamona, tomate, banana, laranja, coco, acerola, melão, etc. Os altos índices de insolação e taxas de evaporação no clima semi-árido permitem o rápido desenvolvimento dessas culturas.

Nos últimos anos, o Ceará vem se destacando pelos incentivos fiscais que vem dando à instalação de novas indústrias. Também, vem se destacando a ampliação de indústrias de beneficiamento agrícola e o número de pequenos e médios agricultores (se irrigada, a terra é ótima produtora de muitas variedades). Corroborando um estudo do NUPELTD (1998), o setor agro-industrial do Ceará vem se expandindo e consolidando como um dos principais setores de exportação da região.

Existem inúmeros fatores que tornam a agroindústria uma atividade de grande potencialidade. Dentre eles, podemos citar os problemas de ordem social, os quais afetam, diretamente, a densidade populacional das cidades. A criação e o desenvolvimento de pólos agrícolas fazem com que o homem se fixe no campo diminuindo, assim, o êxodo rural e o conseqüente “inchamento” e favelização das grandes cidades. Segundo NUPELTD (1998), a presença de empresas diversificadas em todos os segmentos da cadeia agro-industrial (indústrias de base e de transformação, serviços gerais e específicos, bem como de comercialização), permite a ligação entre o produtor e o consumidor e embasa os pólos de desenvolvimento, gerando mais empregos e criando valor agregado aos produtos gerados. Essa estratégia, aliás, tem sido rotineiramente adotada pelos países desenvolvidos.

Desta forma, o Estado do Ceará criou, nos últimos anos, seis agropólos com o objetivo de impulsionar o desenvolvimento da agricultura irrigada no Estado, a partir da valorização das vocações específicas de cada região. A seguir, estão descritos o conceito de agropólos e a importância econômica de sua criação.

Nos últimos anos, o Brasil tem assistido ao surgimento de diversas ações que buscam melhor explorar as potencialidades do agronegócio do país, garantindo um desenvolvimento sustentado para referido setor. Muitas vezes, essas ações vêm associadas a preocupações ligadas à definição de políticas regionais de desenvolvimento baseadas no agronegócio. Entre estas ações destacam-se as várias iniciativas de criação de Agropólos ou pólos agroindustriais em todo o país.

Segundo ABIPTI (1999), os Agropólos seriam *clusters* de empresas e instituições interconectadas, de caráter complementar entre si, concentradas em uma dada região geográfica e trabalhando em um determinado setor econômico. No caso dos Agropólos, esses setores estariam relacionados ao sistema agroindustrial.

Desta forma, um Agropólo deve ser visto como uma rede de empresas e instituições (públicas e privadas), trabalhando sistemicamente, com o intuito de atender a uma determinada parcela das necessidades do consumidor. Ele pode ser visto como uma maneira alternativa e eficiente para organizar um determinado complexo/cadeia agroindustrial. A primeira etapa para sua implantação em uma determinada região deve ser um estudo das principais cadeias agroindustriais já presentes naquele espaço geográfico. Geralmente, esse estudo destaca os principais pontos fortes e fracos destes complexos/cadeias na região e apresenta alternativas de investimentos que poderiam dinamizar e garantir a competitividade dos integrantes locais da cadeia e, conseqüentemente, o desenvolvimento da região.

Conforme ABIPTI (1999), a organização em rede, em uma situação locacional específica e concentrada, permite que os agentes da cadeia tenham algumas vantagens competitivas importantes que podem significar sua sustentabilidade. Dentre outras, podem-se citar:

- Acesso local e privilegiado à matéria-prima: Entre outras vantagens, a proximidade entre a matéria-prima e o processamento diminui custos logísticos e aumenta a qualidade do produto final. Além disso, a concentração espacial também facilita o estabelecimento de alianças estratégicas (como as cooperativas de pequenos e médios produtores) e de estratégias de integração vertical ou horizontal.

- Formação e disponibilidade de mão-de-obra especializada: A concentração de empresas funcionando em um determinado complexo/cadeia agroindustrial permite o surgimento de instituições de ensino voltadas

especificamente para as necessidades locais. Além disso, o conjunto das empresas e instituições representa maior oportunidade de colocação para o profissional. Este fator proporciona a atração de talentos para a região e garante, no caso de dificuldade em um dos integrantes da cadeia, a recolocação dos seus empregados em outras unidades do sistema. Por fim, este fator pode gerar uma cultura local voltada diretamente para a resolução dos problemas que afetam a cadeia produtiva em questão.

- Economias de escala: A concentração de um número razoável de empresas funcionando em um determinado complexo/cadeia agroindustrial em uma dada região permite a realização de economias de escala importantes para as empresas que dele participam. A instalação de unidades de transformação que utilizem subprodutos de empresas agroindustriais atuantes na cadeia, o estabelecimento de institutos de pesquisa (públicos e privados), a instalação de fábricas de máquinas, equipamentos, aditivos, embalagens, etc. são exemplos de empreendimentos que podem ser potencializados pela implantação do esquema de Agropólos.

- Investimentos governamentais: A concentração espacial também favorece os investimentos governamentais na infra-estrutura necessária ao funcionamento do pólo agroindustrial. O poder político para pressionar os órgãos governamentais envolvidos na obtenção de investimentos em estradas, energia, portos, aeroportos, comunicações, treinamento, etc. é maior quando exercido pelo conjunto de empresas e outras instituições.

- Operações de crédito e financiamento: A implantação local de instituições financeiras também é favorecida pela criação de um Agropólo. A proximidade e o conhecimento dos agentes do complexo/cadeia proporcionam uma maior facilidade na criação e liberação de linhas de crédito, principalmente para pequenos produtores que tanto necessitam destes mecanismos de financiamento. O maior conhecimento dos negócios transacionados no Agropólo diminuiria os riscos financeiros dessas instituições.

Assim, compreende-se que a noção de complexo/cadeia agroindustrial combina-se perfeitamente com a criação de Agropólos e a formação destes deve ser incentivada como forma de otimizar o setor de agronegócios, principalmente em regiões menos favorecidas no Nordeste brasileiro.

Como foi dito anteriormente, a Secretaria de Agricultura Irrigada do Estado do Ceará (SEAGRI) criou seis agropólos oficiais cujas áreas equivalem a aproximadamente um terço do território cearense, abrangendo 64 municípios e 69% da população do Estado. A Tabela abaixo mostra os agropólos criados no Estado com suas respectivas áreas e número de municípios componentes.

**Tabela 5.2:** Agropólos no Estado do Ceará

Agropólo	Nº de Municípios	Área (km <sup>2</sup> )	Área Irrigável (ha)
Baixo Acaraú	14	9.000	40.000
Metropolitano	15	7.000	17.000
Centro Sul	4	4.000	20.000
Baixo Jaguaribe	15	14.000	63.000
Cariri	8	5.000	20.000
Ibiapaba	8	4.400	10.000
Total	64	43.400	170.000

Fonte: *Folder* publicitário da SEAGRI – 1999

A estratégia de desenvolvimento dos agronegócios nos seis agropólos existentes no Estado elege principalmente três caminhos: a exportação de frutas, flores e hortaliças; a atração de investimentos (nacional e internacional) para empreendimentos integrados (*clusters*); e a inserção dos pequenos e médios produtores da agricultura irrigada nos mercados local, regional, nacional e internacional.

Pela ordem, as frutas que ocupam as maiores áreas de cultivo nos agropólos são a banana, o melão, a acerola, o mamão, o maracujá, a laranja, o limão e a melancia, as quais, em conjunto, abrangem 97% da área total de frutas.

Dentre os agropólos cearenses, aquele que hoje se encontra mais desenvolvido, inclusive em quantidade de produtos agroindustriais exportados, é o Agropólo do Baixo Jaguaribe que será analisado mais detalhadamente a seguir.

#### 5.3.1.1. Características Gerais do Agropólo do Baixo Jaguaribe

O Agropólo abrange uma pequena área do semi-árido do Ceará, compreendendo os municípios de Limoeiro do Norte, Morada Nova, Russas, Jaguaruana, Itaipaba, Aracati, São João do Jaguaribe, Quixeré, Banabuiú, Ibicuitinga, Icapuí, Jaguaratama, Jaguaribara, Palhano e Tabuleiro do Norte (Banco do Nordeste, 2000).

Devido a sua diversificada base de recursos naturais em face da variabilidade do relevo, constituído por uma base geográfica com serra, vale com aluviões, tabuleiros altos e área de sertão, os municípios dessa área se especializaram em diversas atividades predominando a cultura do arroz, a olericultura, a fruticultura e a pecuária leiteira.

Com relação à fruticultura, objeto maior de interesse desta dissertação, em termos de áreas plantadas pela iniciativa privada sobressaem as culturas de banana, melão, coco, manga, acerola e início da produção de uva, graviola e goiaba.

Quanto ao processamento dos produtos por agroindústria, existe uma concentração naquelas que beneficiam o arroz, por ser a atividade produtiva mais antiga. No entanto, algumas pequenas agroindústrias já foram ou estão sendo instaladas na região para processar frutas de polpa e doces (Banco do Nordeste, 2000).

O Agropólo do Baixo Jaguaribe tem como uma de suas principais vantagens a proximidade dos grandes centros consumidores. A distância do seu ponto mais extremo até Fortaleza é de 350 km. Os grandes centros produtores distam menos de 200 km desta capital. Além disso, o agropólo também se encontra próximo dos principais portos de escoamento da produção da região: portos de Fortaleza e Pecém (200 e 250 km, respectivamente), porto de Natal (350 km) e de Suape (600 km).

As potencialidades do Agropólo do Baixo Jaguaribe podem ser evidenciadas pelos seguintes fatores:

- Proximidade dos principais mercados consumidores do Nordeste do Brasil (Fortaleza, Natal, João Pessoa e Recife) e do exterior, especialmente Europa e Estados Unidos;
- Disposição e vontade política dos governos federal e estadual de investir no setor de infra-estrutura da região, notadamente com os projetos em implantação, inseridos no Programa de Fruticultura Irrigada do Nordeste, lançado recentemente pelo Governo Federal;
- Disponibilidade de terras irrigadas para serem ocupadas por agricultores profissionalizados e empresários. Novos projetos públicos em implantação contemplam áreas para esses segmentos da sociedade;



- Mão-de-obra disponível tanto qualificada quanto sem qualificação;
- Topografia plana e suavemente ondulada, possibilitando a exploração da agricultura mecanizada e o emprego de alta tecnologia;
- Organização dos produtores rurais em cooperativas e associações.

O fato de não existirem ferrovias nem hidrovias não chega a ser relevante no encarecimento do transporte. No entanto, uma série de marcos críticos atuam como fatores impeditivos do desenvolvimento completo da região e requerem um bom volume de investimentos. As deficiências se dão na parte rodoviária, principalmente nos aspectos de melhoria das estradas, de construção das estradas vicinais, da interligação asfáltica do agropólo com a cidade de Mossoró (RN), energia elétrica em toda a área, telefonia, armazenagem, *packing houses*, câmaras frias e aquelas relacionadas com a qualidade de vida e o progresso social, como escolas, abastecimento d'água, esgotamento sanitário e tratamento de resíduos líquidos e sólidos.

Os municípios da área de influência do agropólo apresentam ainda sérias deficiências no que concerne à infra-estrutura urbana (saúde, educação, saneamento básico, etc.) e serviços na área rural (energia e telefonia).

### **5.3.2. Pólo Petrolina - Juazeiro**

Situado no semi-árido nordestino, no sub-médio São Francisco, o Pólo Petrolina/Juazeiro destaca-se como uma das principais áreas de desenvolvimento do complexo agroindustrial brasileiro, sendo considerado atualmente o maior pólo de fruticultura irrigada do país. Este pólo é formado pelos municípios pernambucanos de Petrolina, Lagoa Grande, Santa Maria da Boa Vista e Orocó; e pelos municípios baianos de Juazeiro, Sobradinho, Casa Nova e Curaçá (Banco do Nordeste, 2000).

Apresentando acelerado crescimento da produção agrícola irrigada, a região transformou-se a partir do início dos anos 70, com base na ação do Governo Federal, através da CODEVASF – Companhia de Desenvolvimento do Vale do São Francisco. Atualmente, a área irrigada abrange cerca de 100.000ha, entre projetos públicos e privados, com potencial de cerca de 220.000ha (CDC, 2001).

A região apresenta condições privilegiadas para a exploração da agricultura irrigada, as quais podem ser assim resumidas:

- Disponibilidade de terra e de água de boa qualidade e em quantidade suficiente;
- Mão-de-obra abundante;
- Condições edafoclimáticas favoráveis: alta insolação e baixa umidade relativa do ar contribuem para a redução da incidência de distúrbios fitossanitários, permitindo a obtenção de até 2,5 safras/ano, na fruticultura irrigada;
- Existência de infra-estrutura de exploração, resultado de elevado montante de investimentos em obras e irrigação;
- Proximidade dos mercados europeu e norte-americano, com uma vantagem de até seis dias de transporte marítimo, em comparação com cargas saídas de portos da região Sudeste;
- Ciclo produtivo mais precoce e com níveis de produtividade maiores.

Tendo em vista essas vantagens comparativas, a iniciativa privada vem mostrando grande dinamismo para o desenvolvimento de culturas para a exportação, como as de manga e uva, além de outras 47 diferentes culturas irrigadas, com destaque para a banana, coco, goiaba e cítricos, bem como grãos e culturas de ciclo curto, para o abastecimento do mercado consumidor interno e ao processamento agro-industrial, a exemplo do feijão, tomate industrial e de mesa, pimentão, melancia, melão e abóbora.

A fim de dar suporte a essas atividades existem no Vale do São Francisco várias estruturas e formas de organização de produtores (cooperativas e associações), dentre as quais podem ser citadas a VALEEXPORT e a AGROALIANÇA.

Merece destaque a atuação da VALEEXPORT na busca de vantagens para tornar seus produtos mais competitivos nos mercados interno e externo, fortalecendo as exportações, através da adequação dos serviços de transporte e infra-estrutura portuária para o manuseio de frutas, além do incremento de pesquisas da fruticultura irrigada e da melhoria da qualidade dos seus produtos.

Para manter seus clientes e conquistar novos mercados, as associações dos exportadores de frutas frescas, juntamente com os produtores e proprietários de fazendas, promovem a capacitação de recursos humanos, através de cursos, palestras

e visitas, para a conscientização do pessoal que participa da manipulação do produto, com o objetivo de desenvolver a cultura e educação no tratamento, manuseio e transporte adequados das frutas que se destinam ao mercado consumidor. Essas ações de desenvolvimento de pessoas contemplam, inclusive, trabalhadores da estiva do porto de Salvador e motoristas de carretas e caminhões de diversas empresas transportadoras.

#### 5.3.2.1. Infra-estrutura

O escoamento da produção agrícola do pólo faz-se, principalmente, pelas rodovias federais atingindo os portos de Salvador, Natal, Suape e Fortaleza, no litoral nordestino. As principais ligações rodoviárias federais são:

- BR-428, BR-116 e BR-232, para Recife e Suape;
- BR-122 e BR-116, para Fortaleza;
- BR-428, BR-116, BR-230, BR-427 e BR-226 para Natal;
- BR-407 e BR-324, para Salvador.

Além disso, a cidade de Petrolina conta com aeroporto que dispõe de pista asfaltada de 2.100m, balizamento noturno, estação meteorológica, serviço de rádio, hangar e estação de passageiros. Este aeroporto é bastante utilizado para o transporte de frutas até a Europa.

O transporte ferroviário não existe na região; o ramal que liga Salgueiro - PE a Recife - PE, com bitola de 1,0m, encontra-se em péssimas condições de conservação e em estado de obsolescência.

Quanto ao transporte por hidrovia, embora o rio São Francisco seja navegável de Pirapora - MG ao Pólo Petrolina/Juazeiro, não é utilizado para escoamento da produção ou abastecimento de suprimentos.

Os fatores críticos de infra-estrutura, produção, mercado de insumos, promoção e comercialização, na visão dos produtores da região, são apresentados de forma sumária, a seguir:

- Infra-estrutura de armazenamento em câmaras frias é insuficiente para atender a exportação de frutas para o exterior (porto, aeroporto e porto seco);

- Estrutura de telecomunicações deficiente;
- Malha ferroviária deficiente e obsoleta;
- Péssimo estado de conservação de rodovias federais e estaduais que servem a região;
- Estrutura de estradas vicinais insuficiente e em mau estado de conservação;
- Deficiente infra-estrutura do sistema hidroviário;
- Limitada capacidade do aeroporto de Petrolina.

Além dos problemas citados acima, o pólo Petrolina/Juazeiro necessita ainda de investimentos concentrados principalmente na base viária, energia elétrica, telefonia, armazenagem, além daqueles pertinentes à qualidade de vida e ao progresso social, como escolas, abastecimento d'água, esgotamento sanitário e tratamento de resíduos líquidos e sólidos. Atualmente, uma série de ações está se desenvolvendo e em vias de serem efetivadas no âmbito dos governos federal, estadual e local, para solucionar ou minimizar esses problemas.

O sistema de suprimento aos clientes nacionais e no mercado externo necessita da melhoria de elementos de logística, a saber:

- *Packing houses* e armazéns, nos locais próximos de colheita das frutas;
- Câmaras frias em locais estratégicos para conservação de frutas e hortaliças;
- Terminais intermodais;
- Ações de coordenação aduaneira, navegação costeira e transoceânica;
- Ações de gestão dos sistemas.

Dessa forma, a logística constitui o principal foco das ações a serem desenvolvidas, por seus impactos tanto nos custos de produção, via custo de suprimento, quanto o de pós-colheita, pelos custos de distribuição (CDC, 2001).

### **5.3.3. Pólo Assu - Mossoró**

O Pólo Assu/Mossoró compreende os municípios de: Mossoró, Assu, Baraúna, Afonso Bezerra, Ipanguaçu, Alto dos Rodrigues, Pendências, Serra do Mel e Itajá, todos no Estado do Rio Grande do Norte, tendo como centros urbanos mais dinâmicos as cidades de Mossoró e Assu. Este pólo caracteriza-se pela agricultura

irrigada para a produção de frutas e legumes, predominando o melão e a melancia, além das culturas de banana, coco e caju.

Atualmente, as áreas de irrigação pública (áreas localizadas dentro dos perímetros de irrigação de rios estaduais ou federais e açudes do governo) no Baixo Assu correspondem à cerca de 5.500 hectares. As áreas de irrigação privada estão em franca expansão.

A região é, atualmente, a maior produtora de melão no Brasil e uma das mais importantes produtoras de frutas, de uma forma geral.

Entre as vantagens estratégicas do Pólo Assu/Mossoró destaca-se a proximidade e equidistância dos centros consumidores de Fortaleza, Natal, João Pessoa e Recife e dos portos de Fortaleza (200km de distância), do Pecém (250 km), de Natal e de Recife/Suape (350km).

Em termos de área plantada, sobressaem as culturas de melão, banana, coco e caju. O processamento dos produtos é feito por agroindústrias de pequeno, médio e grande porte, com maior concentração na produção de polpa de frutas, sucos e castanha de caju.

As potencialidades do Pólo Assu/Mossoró podem ser ainda evidenciadas pelos seguintes fatores:

- Infra-estrutura satisfatória (disponibilidade hídrica, energia hidroelétrica e gás natural, estradas pavimentadas, telefonia, etc.);
- Proximidade dos principais mercados consumidores (Nordeste e exterior);
- Disposição e vontade política dos governos federal e estadual de investir no setor de infra-estrutura da região;
- Tecnologia disponível para exploração da produção de frutas e hortaliças;
- Mão-de-obra disponível, parte dela com razoável nível de qualificação;
- Topografia plana, possibilitando a mecanização agrícola e o emprego de alta tecnologia;
- Organização dos produtores rurais em associações;
- Investimentos realizados pela iniciativa privada na produção de frutas com alta tecnologia, especialmente as culturas de melão e melancia;

- Acesso já estabelecido dos produtores locais aos mercados nacional e internacional.

Os estudos do Banco do Nordeste (*in* CDC, 2001) destacam, por outro lado, fatores restritivos ao desenvolvimento do pólo, como os seguintes:

- A malha rodoviária encontra-se em mau estado de conservação (estradas federais e estaduais), havendo necessidade de pavimentação e ampliação das estradas vicinais e melhorar e ampliar a malha viária, especialmente a rodovia que liga Mossoró a Limoeiro do Norte e Russas;
- A capacidade operacional do aeroporto local (Mossoró) é insuficiente e incompatível com o fluxo atual e potencial de passageiros atraídos pelos negócios gerados no pólo. A possibilidade de pouso e decolagem de aviões cargueiros de grande porte para o escoamento da produção de frutas é restrita;
- Distribuição de energia elétrica em quantidade insuficiente;
- Rede de ensino básico insuficiente;
- Inexistência de escolas profissionalizantes para as diversas áreas de serviços especializados das empresas agrícolas e agro-industriais;
- Deficiente rede de saúde pública, saneamento e abastecimento d'água;
- Insuficiência no volume, vazão e capacidade de armazenagem de água;
- Insuficiência da rede de telefonia urbana e rural;
- Inexistência e/ou deficiência da cadeia de frios, falta de centro de comercialização, bem como de armazéns de frios e de embalagens.

#### **5.3.4. A Distribuição das Exportações pelos Portos de Embarque**

A análise da distribuição das exportações de frutas frescas dos diversos estados (ou regiões produtoras analisadas nos tópicos anteriores) pelos portos de embarque tomou por base os dados estatísticos anuais completos do ano de 2000. Este tópico teve como fonte de dados o estudo de movimentação de frutas feito pela Companhia Docas do Ceará (CDC, 2001).

Desta forma, pôde-se obter uma visualização do modo como se distribuem as rotas de exportação de cada fruta, tomando-se como referências:

- Para as exportações por estado – Piauí, Ceará, Rio Grande do Norte, Pernambuco e Bahia, os dados da SECEX – MDIC;
- Para os embarques de frutas frescas por porto – Fortaleza, Natal, Suape e Salvador, as estatísticas de cada um deles;
- Por simplificação, os dados de cada estado de origem foram alocados à sua principal região produtora.

Assim, as exportações do Rio Grande do Norte estão alocadas todas no pólo Assu/Mossoró; assim como as exportações do Ceará, no agropólo do Baixo Jaguaribe e as da Bahia e de Pernambuco, na região produtora de Petrolina/Juazeiro.

Para os portos, os percentuais de embarque de cada fruta correspondem à participação relativa de cada porto nos embarques totais em todos eles.

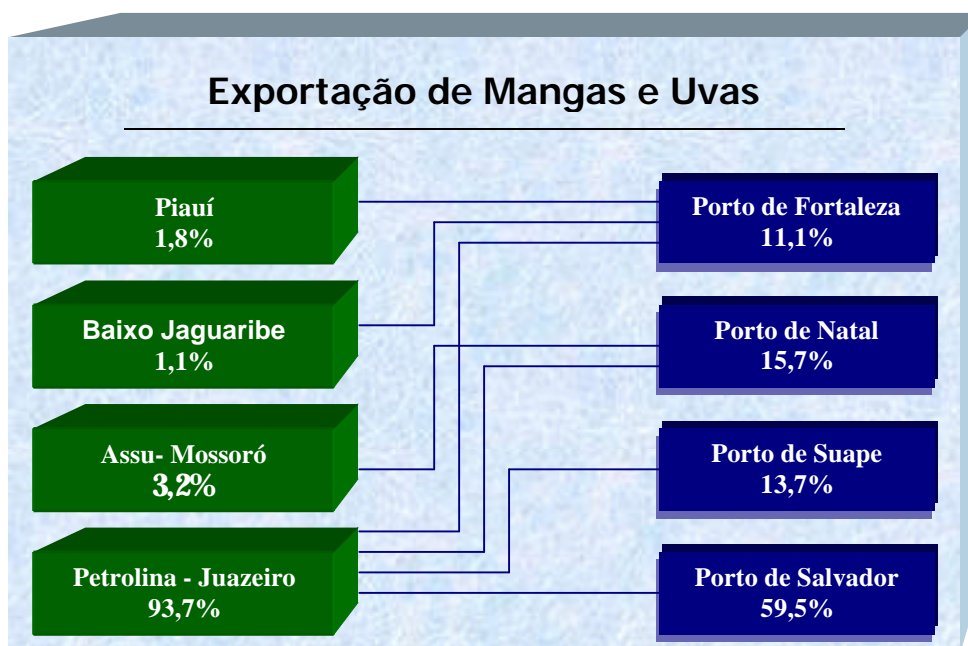
Os roteiros preferenciais indicados pelas setas unem os pólos produtores aos portos de embarque e correspondem à distribuição aproximada entre as duas relações: exportações dos estados *versus* embarques pelos portos.

O primeiro esquema indica a distribuição das exportações e dos embarques de mangas e uvas.

O pólo de Petrolina/Juazeiro é a região produtora/exportadora predominante, respondendo por mais de 90% da produção exportada.

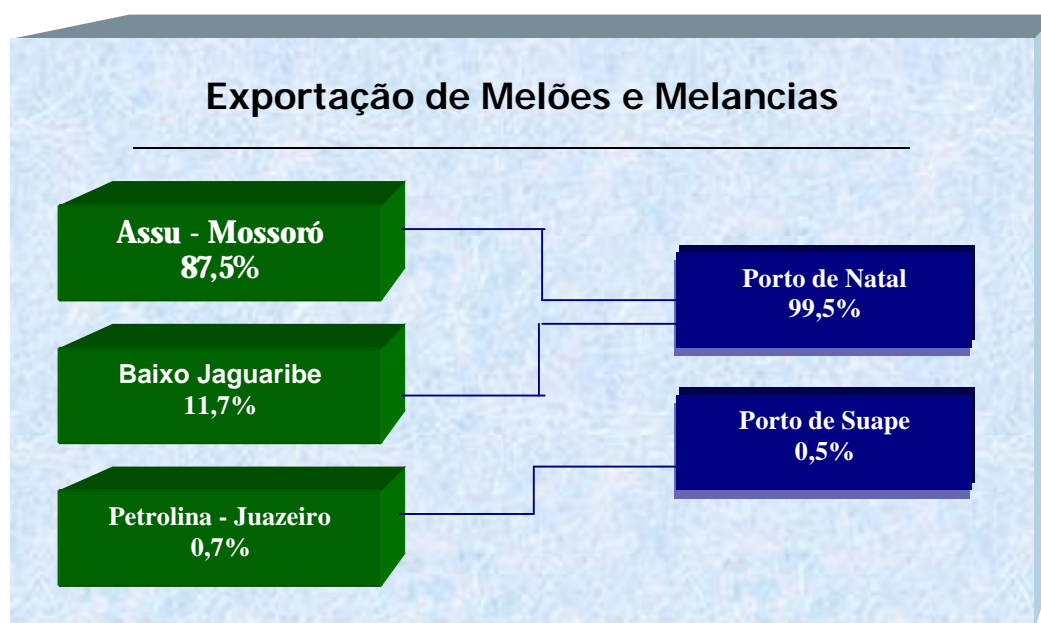
Do lado dos portos, observam-se os seguintes pontos principais:

1. O Porto de Fortaleza embarca mangas e uvas procedentes de quase todas as regiões produtoras do Nordeste, à exceção da produção de Assu/Mossoró, que é escoada pelo Porto de Natal;
2. As mangas e uvas produzidas em Petrolina/Juazeiro são embarcadas através de todos os quatro portos, sendo Salvador responsável por cerca de 60% do total embarcado;
3. O Porto de Suape (PE), embora mais próximo de Petrolina, não consegue fatia superior a Natal, que assume o segundo lugar nesse *ranking*.



**Gráfico 5.1:** Exportação de Mangas e Uvas (Fonte: CDC, 2001)

No caso da produção de melão e melancia, esta possui um nível de concentração muito alto em Assu/Mossoró, o que acarreta o domínio total do Porto de Natal nos embarques destas frutas, no ano de 2000. O Porto de Suape (PE) limitou-se a embarcar as exportações relativamente pequenas oriundas de Petrolina.

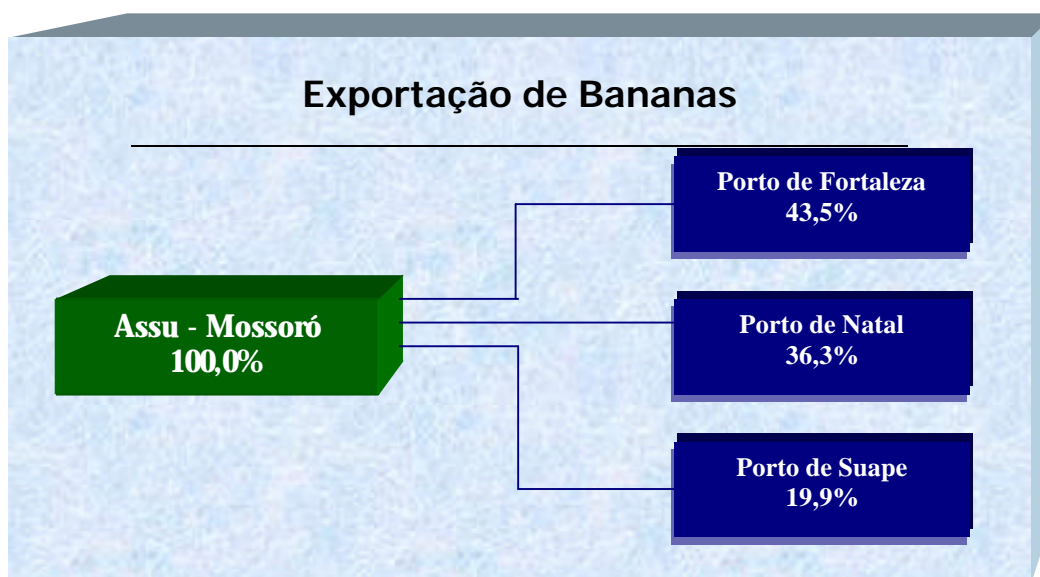


**Gráfico 5.2:** Exportação de Melões e Melancias (Fonte: CDC, 2001)



O gráfico acima demonstra que até o ano 2000 não foram registradas grandes movimentações de melões em contêineres. A maior parte dos produtores continuou a utilizar o embarque em paletes através do Porto de Natal, ao invés de contêineres no Porto de Fortaleza, opção natural de embarque de melões em contêineres devido a maior proximidade em relação aos principais produtores.

Para as bananas, os dados da SECEX no ano de 2000, dão ao Rio Grande do Norte (leia-se Assu/Mossoró) a responsabilidade pela quase totalidade das exportações, o que favorece os embarques através do Porto de Natal utilizando os navios *reefers*. A maior parcela da produção, entretanto, já é movimentada em contêineres (56,2%, em 2000), com Fortaleza respondendo pela maior parcela, 43,8% dos 56,2%.



**Gráfico 5.3:** Exportação de Bananas (Fonte: CDC, 2001)

As demais frutas exportadas, mamão e limão, não alcançaram em 2000 quantidades exportadas em valores representativos em relação às já mencionadas.

A demonstração direcional dos fluxos de exportação de frutas frescas produzidas pelos principais agropólos da Região Nordeste é indicada em esquema conforme Figura apresentada a seguir.



**Figura 5.1:** Fluxo de Exportação de Frutas do Nordeste (Fonte: CDC, 2001)

Com a comparação dos valores de movimentação de frutas nos principais portos do Nordeste brasileiro ao longo deste tópico do capítulo, pôde-se perceber que este mercado, que cresce ano após ano, apresenta uma concorrência acirrada e que, os portos que desejarem disputar uma fatia deste mercado, deverão se estruturar para poder concorrer de forma competitiva com àqueles já estabelecidos. No próximo item deste capítulo será feita uma descrição do Terminal Portuário do Pecém cujo pátio é o objeto de estudo principal desta dissertação.

## **5.4. CARACTERIZAÇÃO DO TERMINAL PORTUÁRIO DO PECÉM**

### **5.4.1. Características físicas**

#### **5.4.1.1. Importância do Empreendimento**

O Terminal Portuário do Pecém veio suprir uma antiga deficiência constatada na costa norte do Brasil, com extensão aproximada de 3.500 km, entre os Estados do Amapá e do Rio Grande do Norte, no que tange a existência de instalações portuárias com profundidades maiores que 15 m, localizadas fora dos centros urbanos e com retroárea contígua adequada para o comércio exterior.

O litoral do Nordeste brasileiro é caracterizado por apresentar baixas declividades, estando as profundidades que permitem a construção de portos compatíveis com a moderna frota transoceânica situadas a vários quilômetros da costa. Com exceção da região de Itaqui, no Maranhão, com calado de aproximadamente 15 metros, este litoral também não conta com baías e enseadas profundas adequadas ao aproveitamento portuário.

No Ceará, a Ponta do Pecém destaca-se como a região em que as curvas batimétricas de 15 m a 18 m situam-se a distâncias inferiores a 2 km da costa.

Além de permitir o acesso marítimo à grande maioria dos navios comerciais em operação, poderá abrigar em sua retroárea cadeias de produção industrial ancoradas em indústrias de base, do setor metal-mecânico e do setor de petróleo, além de apoiar outras cadeias industriais implantadas em sua área de influência dedicada – o Complexo Industrial Portuário do Pecém – CIPP.

*O Terminal Portuário Privativo de Uso Misto do Pecém*, que teve suas operações iniciadas em novembro de 2001, se enquadra, portanto, no conceito

moderno de porto-indústria-serviços, que corresponde a um porto de 3ª Geração, provendo instalações portuárias eficientes, onde se pretende implantar uma plataforma logística integrada à área industrial, com acessos rodo-ferroviários livres e independentes de confinamentos provocados pelos centros urbanos.

#### **5.4.2. Modelagem Institucional**

A modelagem projetada tanto para o Complexo Industrial Portuário do Pecém – CIPP quanto para o Terminal Portuário do Pecém viabiliza o empreendimento como o braço operacional que permitirá a implementação e o desenvolvimento de uma forte base industrial e comercial no Estado do Ceará, com significativa repercussão macro-econômica a nível regional, nacional e internacional.

A implantação do Terminal do Pecém permite o estabelecimento de uma plataforma logística de largo alcance, com centros de coleta, transformação e distribuição de produtos, não só para o mercado regional, como também para os principais mercados mundiais, tais como o Mercosul, Nafta, União Européia, etc.

Portanto, o ambiente empresarial do CIPP e da atividade agro-industrial e de serviços do Estado do Ceará conta, dentro desse conceito básico, com o Terminal do Pecém, que garante que as demandas regionais por infra-estrutura portuária sejam atendidas.

Os fatores de indução ao desenvolvimento econômico e social da região geoeconômica são traduzidos pelos próprios benefícios que o Terminal do Pecém oferece, na sua modelagem de Terminal de Uso Privativo Misto. Tais benefícios são:

- Infra-estrutura integrada de transportes, com ênfase para as instalações portuárias, tendo em vista o grande poder de atratividade das mesmas, a partir da disponibilidade de acessos marítimos e terrestres adequados, profundidades totalmente compatíveis com as mais modernas embarcações que operam no comércio exterior, disponibilidades de áreas de expansão, grande potencial de movimentação de cargas industriais, agrícolas e manufaturados e importante papel no abastecimento interno, além de pôr em prática gestão totalmente desembaraçada das dificuldades e impedimentos já conhecidos e que traduzem elevados custos e baixa produtividade, tais como os laços burocráticos e sindicais existentes em áreas de portos organizados, sem exceção;

- Adequada geração e distribuição de energia necessária para a implantação dos diversos empreendimentos, como uma usina termoeétrica de grande porte já em operação e outra, em fase de implantação. Para o abastecimento destas termoeletricas já se encontra em processo de licitação o Píer 0, especializado para o abastecimento do gás natural;

- Localização privilegiada, ao alcance do mercado regional e das rotas marítimas internacionais inseridas no *trade* marítimo norte-sul/costa leste, Europa e oriente.

A modalidade de exploração em que se insere o Terminal Portuário do Pecém é a de Terminal de Uso Privativo Misto. Esta classificação permite, sob o ponto de vista operacional, que toda a mão de obra empregada nas operações portuárias seja do próprio Prestador de Serviços Operacionais, sem nenhum vínculo com as estruturas vigentes nos diversos portos organizados brasileiros, que historicamente tem adicionado custos desnecessários à operação portuária nacional. Deve-se a classificação de Uso Privativo Misto a razões de ordens administrativa e operacional que ensejam modelo simples, leve e ágil, sem embaraços burocráticos ou de natureza trabalhista.

A administração dos Terminais Privativos de Uso Misto tem uma formatação mais enxuta, inexistindo algumas instituições que se fazem presentes nos portos organizados como, por exemplo, o *Conselho de Autoridade Portuária – CAP* e o *Órgão Gestor de Mão de Obra – OGM*.

#### **5.4.3. Localização Geográfica e Principais Características Físicas do Terminal Portuário**

O Terminal Portuário do Pecém está localizado no litoral oeste do Estado do Ceará, a cerca de 60 km por rodovia do centro da capital, Fortaleza, no Distrito do Pecém, na Esplanada do Pecém, s/nº, Município de São Gonçalo do Amarante e é parte integrante do Complexo Industrial Portuário do Pecém, cuja área total corresponde a 336 km<sup>2</sup>, sendo equivalente à do Município de Fortaleza. A seguir, apresentam-se as principais características do Terminal.

##### a) Coordenadas geográficas:

Latitude: 3° 30' 00'' S;

Longitude: 39° 50' 00'' W.

b) Infra-estruturas de acesso rodoviárias:

- BR-222: rodovia federal, principal via de acesso às instalações portuárias do Pecém; interliga Fortaleza à região norte do Estado e aos Estados do Piauí e Maranhão;

- BR-116: trata-se da mais importante rodovia federal do Estado, interligando a capital aos Estados do sul do Brasil. A partir das instalações do terminal, pode-se ter acesso a essa rodovia, através do anel viário, importante via perimetral de contorno da Região Metropolitana de Fortaleza e que serve de interligação entre as BR – 222 e BR – 116;

- CE-422: rodovia estadual conhecida por Via Portuária, com 20 km de extensão e 12 m de largura, interligando a BR-222 às instalações portuárias. Essa rodovia e a BR-222 serão as principais vias de escoamento de tráfego de veículos de carga que têm origem ou destino nas instalações do terminal.

- CE-085: rodovia estadual conhecida por Estruturante. Utilizada para o escoamento de veículos leves que se destinam às praias da região norte do Estado;

As principais distâncias rodoviárias a partir das instalações do Terminal estão listadas na Tabela a seguir.

**Tabela 5.3:** Principais distâncias rodoviárias a partir das Instalações do Terminal Portuário do Pecém

Usina Siderúrgica	5 km
Parque de tancagem da Petrobrás	7 km
Refinaria do Nordeste	9 km
BR-222 , através da Via Portuária	21 km
Anel viário de Fortaleza, via BR – 222	47 km
BR 116, via Anel Viário de Fortaleza	70 km
Porto do Mucuripe, via Anel Viário e CE – 040	88 km
Aeroporto, via Anel Viário e BR – 116	88 km
Dist. Industrial de Maracanaú, via CE - 065	61 km
Distrito Industrial de Pacatuba, via CE - 060	80 km
Distrito Industrial de Horizonte, via BR – 116	112 km
Teresina (PI) (BR 222 / BR 343)	580 km
Mossoró (RN) (BR 116 / BR 304)	300 km
Petrolina (PE) (BR 116 / BR 428 / BR 122)	856 km
Recife (PE) (BR 116 / BR 343 / BR 101)	910 km
Salvador (BA) (BR 116 / BR 324)	1440 km
Rio de Janeiro (RJ) (BR 222 / BR 116)	2850 km
São Paulo (SP) (BR 222 / BR 116)	3180 km

Fonte: CEARÁPORTOS

c) Infra-estruturas de acesso ferroviárias:

O acesso às instalações portuárias é feito através de ramal com 22 km de extensão, derivado da linha norte da Companhia Ferroviária do Nordeste – CFN, que interliga Fortaleza a Teresina. Esse ramal ferroviário atravessa a zona industrial do Complexo Industrial e Portuário do Pecém, paralelamente à via portuária (CE – 422) e atenderá tanto ao Terminal Portuário do Pecém quanto às indústrias localizadas no Complexo.

As principais distâncias ferroviárias a partir das instalações do Terminal estão listadas na Tabela 5.4..

**Tabela 5.4:** Principais distâncias ferroviárias a partir das instalações do Terminal Portuário do Pecém

Usina Siderúrgica	5 km
Linha da CFN	22 km
Teresina (PI)	738 km
Souza (PB)	575 km
Petrolina (PE)	902 km <sup>17</sup>

Fonte: CEARÁPORTOS

d) Acesso marítimo

O acesso marítimo às instalações do terminal não representa dificuldades às embarcações, tendo em vista tratar-se de terminal *off shore* em águas profundas. Pelo mesmo fato, não haverá necessidade de constantes dragagens, pois não haverá canais de acesso – o que contribui para diminuir os custos de operação e manutenção.

5.4.3.1. Características das Instalações Físicas do Terminal

a) Instalações de acostagem

A concepção do terminal, de atender a navios de última geração, e as poucas profundidades disponíveis na costa fizeram com que as instalações para atracação de navios se localizassem a certa distância da costa, em águas profundas, tornando necessária a construção de uma ponte de interligação entre os *piers* de atracação e as

<sup>17</sup> O trecho Petrolina – Missão Velha, com extensão de 352 km, está atualmente em construção, constituindo parte da Ferrovia Transnordestina.

instalações em terra. Para isso, foram construídas uma ponte, *piers* e quebra mar. As principais características da ponte de acesso e dos *piers* de atracação são:

- Ponte de acesso aos *piers*:

Comprimento até o *Pier 1*: 1.789 m;

Comprimento até o *Pier 2*: 2.142 m;

Largura da faixa de rolamento: 7,20 m;

Passeio para pedestre: 1,20 m;

- *Pier 1 - Pier de produtos siderúrgicos e carga geral:*

O *Pier 1* foi projetado para operar granéis sólidos e carga geral, com prioridade para os produtos siderúrgicos. Apresenta as seguintes características:

Comprimento: 362 m;

Largura: 45 m;

Berços de atracação: 02 (dois);

Carga máxima admissível: 10 t/m<sup>2</sup>;

Profundidade junto aos berços: em torno de 15 m;

- *Pier 2 - Pier de granéis líquidos e gases liquefeitos:*

O *Pier 2* foi projetado para operar com granéis líquidos e gases liquefeitos, devendo atender prioritariamente à produtos derivados de petróleo (gasolina, diesel, querosene de aviação, óleo combustível, GLP etc), álcool anidro e hidratado e óleo bruto. Este píer possui:

Comprimento: 414 m;

Plataforma de atracação: 45 m x 32 m;

Berços de atracação: 02 (dois);

Profundidade junto aos berços: 17 m;

Encontra-se em processo de negociação com o Governo Federal, a construção de dois *piers* cujos projetos já foram definidos: *Pier 0* – especializado para abastecimento de gás natural; e o *Pier 3* – especializado para operação containerizada.



### b) Instalações de armazenagem

A armazenagem de produtos no terminal é feita no pátio de estocagem ou nos armazéns cobertos, construídos para atender tanto aos produtos acabados da siderúrgica, quanto das indústrias clientes, acondicionados como carga geral ou unitizada.

Apresentam-se, a seguir, as especificações técnicas dessas instalações.

- Armazéns 1 e 2:

Armazém 1: 10.000 m<sup>2</sup> com capacidade de aproximadamente 90.000 m<sup>3</sup>;

Armazém 2: 6.250 m<sup>2</sup> com capacidade de aproximadamente 55.000 m<sup>3</sup>;

Tipo de carga a ser armazenada: carga geral solta e unitizada.

- Pátio de estocagem:

Para a armazenagem de contêineres e outras cargas a céu aberto, foi construído um pátio de estocagem que se interliga às instalações de acostagem através da ponte de acesso aos piers, distando cerca de 1.800 m do Píer 1, com as seguintes características:

Área do pátio: 38 ha = 380.000 m<sup>2</sup>;

Tipo de carga a ser armazenada: carga geral solta e unitizada, tipo contêineres.

### c) Equipamentos do Terminal Portuário

- Equipamentos Operacionais

No píer 1 encontra-se instalado um Guindaste de Múltiplo Uso, utilizado nas operações de movimentação marítima de carga solta e contêineres. Trata-se de um guindaste pórtico de múltiplo uso, com capacidade de movimentação de 15 ciclos/hora, nas operações com contêineres e de 20 ciclos/hora, nas operações com carga solta. Tem capacidade de içar cargas de até 45 t, para um comprimento de lança máximo de 52m.

Também no Píer 1 está instalado um descarregador de navio que será utilizado nas operações de movimentação marítima de granéis sólidos. Foi projetado para a movimentação de minério de ferro para a usina siderúrgica. Entretanto, o referido equipamento poderá vir a movimentar outras cargas, em caso de necessidade.

Trata-se de equipamento de descarga, dotado de *clam shell*, dimensionado para operar com uma vazão de 1.250 t/h de minério. Sua capacidade de carga (máxima) é de 32 t e seu movimento vertical varia de 17,9 m (abaixo do nível do trilho) até 24,5 m (acima do mesmo nível). Pode operar com navios de até 34 m de boca.

Existe, ainda, o projeto de instalação de uma esteira transportadora para o deslocamento de produtos siderúrgicos desde o píer até as instalações em terra.

No *Pier 2* estão instalados sete braços de carga, sendo 04 (quatro) no berço interno e 03 (três) no berço externo. Estes serão utilizados pela Petrobrás nas operações de recebimento de óleo diesel, querosene, gasolina, álcool óleo combustível e GLP.

Além dos equipamentos já citados foram instaladas na área do pátio de estocagem duas balanças rodoviárias de 80 t de capacidade cada.

Os equipamentos destinados a movimentação e manuseio das cargas no pátio são empilhadeiras de diferentes modelos e capacidades e caminhões.

#### 5.4.3.2 Características de Navios e de outras Embarcações que utilizam ou poderão utilizar o Terminal Portuário

Os valores máximos dos parâmetros de caracterização dos navios ou embarcações que são permitidos atracar no terminal estão explicitados na Tabela 5.5.

**Tabela 5.5:** Navios ou embarcações que poderão utilizar o Terminal Portuário do Pecém/CE: valores máximos dos parâmetros

Pier	Berço	DWT	Comprimento(m)	Calado Máximo (m)	Boca (m)
Pier 1	Interno	65.000	240	12,7	34,6
	Externo	125.000	280	15,0	42,0
Pier 2	Interno	100.000	250	14,4	42,0
	Externo	175.000	310	17,0	2,0

Fonte: CEARÁPORTOS

#### 5.4.3.3 Cargas Movimentadas

O Terminal Portuário Privativo de Uso Misto do Pecém está apto a movimentar mercadorias próprias e de terceiros. As mercadorias a serem movimentadas pelas empresas-âncoras previstas de se instalarem na área industrial do Complexo Industrial e Portuário do Pecém são definidas como próprias e as mercadorias de clientes atuais ou potenciais da área de abrangência terrestre do terminal ou do exterior são definidas como de terceiros. Têm-se os seguintes tipos de mercadorias próprias nos berços e *piers*:

##### Pier nº 1 – Berço Interno: Granéis Sólidos:

- Minério de ferro pelletizado (ainda não movimentados);
- Fertilizante;
- Milho;
- Coque de Petróleo.

##### Pier nº 1 – Berço Externo: Carga Geral:

- Bobina BQ;
- Bobina BF;
- Placas de Aço.
- Granito;
- Equipamentos em geral;
- Carga Unitizada.

##### Pier nº 2 – Berços Interno e Externo:

- Óleo cru;
- Óleo diesel;
- Gasolina;
- Álcool Anidro;
- Álcool Hidratado;
- Querosene;

- Óleo Combustível;
- GLP – Gás Liquefeito de Petróleo.

A CEARÁPORTOS, companhia administradora do Terminal Portuário Privativo de Uso Misto do Pecém, realizou projeções de quantidades de cargas a serem movimentadas nos próximos 18 anos. A Tabela 5.6 indica estes valores.

**Tabela 5.6:** Projeção de Movimentação de Cargas no Terminal Portuário do Pecém/CE

Produtos/Embalagens		2003	2004	2005/2007	2015	2020
Contêiner (TEU's)		117.000	163.000	210.000	320.000	456.000
Siderúrgico	Placas	-	-	1.500.000	3.000.000	3.000.000
	Bobinas	150.000	410.000	500.000	528.000	600.000
Coque (t)		120.000	126.000	132.000	139.000	145.000
Milho (t)		200.000	210.000	220.000	232.000	255.000
Minério Pelotizado		-	-	2.400.000	3.200.000	3.800.000
Fertilizante		20.000	21.000	24.000	50.000	60.000
Petróleo e Derivados	(t)	2.500.000	3.500.000	9.500.000	14.800.000	16.000.000
	m <sup>3</sup> /dia	-	-	3.000.000	7.000.000	7.000.000

Fonte: CEARÁPORTOS

## 5.5. APLICAÇÃO DO MODELO ALOCUPP AO CASO DO TERMINAL PORTUÁRIO DO PECÉM

Antes da aplicação matemática do algoritmo desenvolvido para a solução do problema, será descrito todo o processo de formulação do problema desde os procedimentos e critérios utilizados para levantar os insumos do modelo até o momento da escolha da técnica de modelagem mais adequada ao caso em questão.

O modelo elaborado buscou minimizar os tempos de deslocamento, desde o pátio até o início da ponte que leva aos navios, das cargas unitizadas a serem

estocadas no pátio do Terminal do Pecém. Esta minimização do tempo de deslocamento tem como base uma localização otimizada das cargas unitizadas, especialmente dos contêineres *reefer* que são movimentados no referido porto.

Além da determinação do melhor local para a instalação dos contêineres *reefer* e demais produtos, será feita uma análise econômica comparando três cenários. O primeiro cenário considera o *layout* atual; o segundo, o *layout* otimizado indicado pelo modelo; e o terceiro, um *layout* otimizado, porém com os contêineres refrigerados localizados de acordo com o *layout* atual.

A comparação destes cenários irá determinar quanto se estará economizando, ou não, em termos de custos operacionais da movimentação, se instalando os contêineres refrigerados no local indicado pelo modelo ou no local onde se encontram hoje. Esta economia nos custos da movimentação será comparada com o custo adicional de se instalar os cabos e tomadas para os contêineres *reefer* no local indicado pelo modelo. Após esta análise, poder-se-á afirmar com segurança que a aplicação do modelo e a implementação dos seus resultados estarão promovendo um ganho nas operações realizadas no Terminal.

#### **5.5.1. Processo de Obtenção dos Insumos do Modelo**

Para a obtenção dos insumos necessários ao modelo foi realizado o seguinte procedimento: em primeiro lugar, foi elaborada a lista de produtos que ora são estocados no pátio do Terminal Portuário do Pecém e que, de certa forma, concorrem pelas melhores localizações. Além da listagem dos produtos, foram levadas em consideração também suas características e condições de adequabilidade de vizinhança. Os produtos considerados foram os seguintes:

1. Produtos Siderúrgicos – placas
2. Produtos Siderúrgicos – bobinas a quente
3. Cargas perigosas
4. Contêineres *dry*
5. Contêineres *reefer*
6. Contêineres vazios
7. Paletes (Ex: fardo de algodão)

## 8. Blocos de granito

Existem, ainda, quatro outros produtos que serão movimentados no Terminal, mas que não ficarão estocados no pátio. São eles: bobinas a frio, minérios, granéis líquidos e milho. Os produtos aqui considerados são aqueles que são exportados pelo Pecém e que, por isso, devem ficar o mais próximo possível da ponte que liga o pátio aos cais de embarque, pois estes produtos relacionam-se ao momento crítico das operações dos navios que é o embarque (realizado após o desembarque e quando o navio já está com prazos de tempo mais apertados). Os produtos importados devem ficar mais próximos da saída do porto devido às condições operacionais portuárias.

Com relação às questões de adequabilidade de vizinhança, não existem problemas entre os produtos considerados. O cuidado a ser tomado refere-se às cargas perigosas, que devem ficar em local junto à linha de contorno do pátio e de fácil acesso para eventuais casos de emergência.

Após a listagem dos produtos a serem estocados no pátio do Terminal e levantamento de suas características, foi elaborado um *ranking* destes produtos em termos de perecibilidade e rotatividade. Este *ranking* foi desenvolvido através de um sistema de pesos relativos em uma escala crescente variando de 1 até 8. Aqueles com menores valores são os mais perecíveis e rotativos. O *ranking* utilizado no modelo está apresentado abaixo:

**Tabela 5.7:** *Ranking* dos produtos em termos de perecibilidade e rotatividade

Produtos	Perecibilidade	Rotatividade
Produtos Siderúrgicos – placas	5	6
Produtos Siderúrgicos – bobinas a quente	4	7
Cargas perigosas	3	4
Contêineres <i>dry</i>	6	5
Contêineres <i>reefer</i>	1	2
Contêineres vazios	8	1
Paletes	2	3
Blocos de Granito	7	8

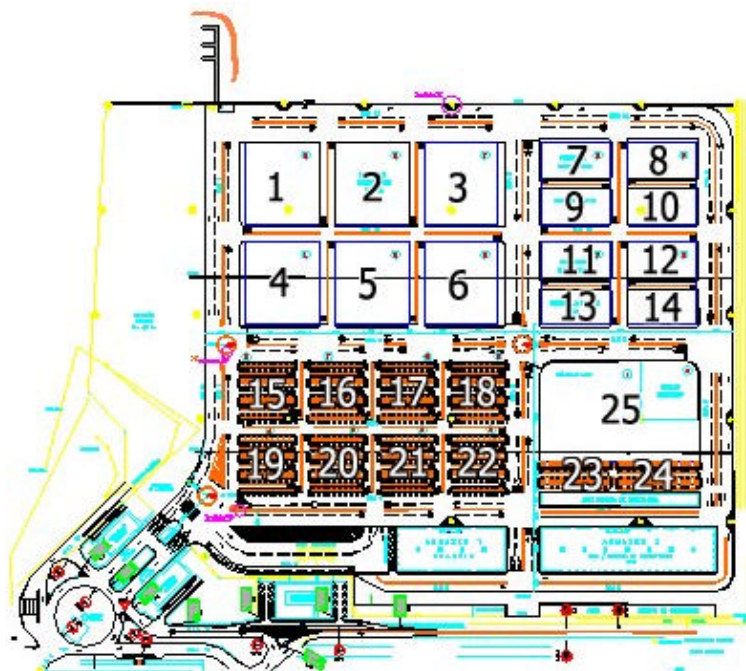
Além do ranqueamento acima mencionado, foi estabelecido um critério de espaço mínimo necessário para cada um dos oito produtos, feito com base no *layout* atual do Terminal do Pecém e nas suas previsões de movimentação de carga. Estas

áreas atuarão no modelo como fatores restritivos que, posteriormente, serão melhor explicados. A Tabela abaixo mostra as áreas mínimas necessárias consideradas:

**Tabela 5.8:** Áreas mínimas a serem ocupadas pelos produtos

Produtos	Porcentagem da Área Total Ocupada	Nº de espaços
Produtos Siderúrgicos – placas	22%	5
Produtos Siderúrgicos – bobinas a quente	12%	3
Cargas perigosas	4%	1
Contêineres <i>dry</i>	25%	6
Contêineres <i>reefer</i>	18%	4
Contêineres vazios	6%	2
Paletes	7%	2
Blocos de Granito	6%	2

Por fim, antes da concepção matemática do modelo, foram separadas 25 áreas no pátio do Terminal que são candidatas a receber cada um dos oito tipos de produtos considerados. Após a determinação das áreas, feita em uma mapa georeferenciado que apresenta a condição atual do pátio do porto, foram calculadas as distâncias e tempos de deslocamento do centro geométrico de cada uma dessas áreas até o início da ponte que liga o pátio aos cais de embarque. A Figura 5.2 mostra as 25 áreas em que o pátio foi dividido.



**Figura 5.2:** Divisão do pátio atual do Terminal Portuário do Pecém

Para o cálculo dos tempos de deslocamento foram considerados três componentes de tempo: o de manobra da empilhadeira (antes de pegar o produto ou contêiner); manuseio da empilhadeira; e o de deslocamento até o início da ponte (feito por caminhão). Como forma de simplificação, considerou-se que os tempos de manobra da empilhadeira e de deslocamento do caminhão são iguais para todos os produtos armazenados em uma dada área. Além disso, foram considerados os equipamentos mais comuns utilizados em portos nacionais. A velocidade média dos caminhões considerada foi de 40 km/h (11,11 m/s). Para o tempo de manuseio médio das empilhadeiras foram considerados dois valores diferentes; aquelas que movimentam produtos siderúrgicos têm um tempo de manuseio de 90s e as que movimentam os demais produtos de 120s.

Deve-se ressaltar que, com relação ao tempo de manobra das empilhadeiras, a utilização de um valor fixo real não reflete a realidade futura do Terminal do Pecém, pois ele utilizará um sistema automatizado que enviará uma ordem para que a empilhadeira que estiver mais próxima do contêiner a ser pego se dirija até o mesmo. Desta forma, foi calculada uma média do número de empilhadeiras utilizadas nos portos visitados (valor médio igual a oito empilhadeiras) e dividiu-se a área total do pátio por oito, assumindo-se que cada empilhadeira ficaria responsável por uma destas oito áreas. Finalmente, para chegarmos ao tempo de manobra destas



empilhadeiras, foi considerada a pior situação, onde cada empilhadeira teria que atravessar a área pela qual é responsável (distância de 229,11m) a uma velocidade média de 30 km/h (8,33 m/s). Este cálculo aproximado nos permitiu chegar a um tempo de manobra de 27,49s. Estes valores (médios) foram obtidos em observações de campo e entrevistas com especialistas do setor.

De posse de todos estes valores de tempo e velocidade dos equipamentos, foram calculados, a partir das distâncias obtidas no mapa georeferenciado, os tempos de deslocamento do centro geométrico de cada uma das 25 áreas até o início da ponte de acesso aos piers. As Tabelas 5.9 e 5.10 apresentam as distâncias e tempos de deslocamento de cada uma das 25 áreas até a ponte.

**Tabela 5.9:** Distância entre o centro geométrico de cada área e o início da ponte de acesso

Espaço	Distância (m)
1	122,36
2	207,82
3	306,51
4	222,28
5	278,56
6	358,32
7	423,56
8	522,81
9	435,56
10	532,77
11	456,50
12	549,80
13	480,52
14	569,76
15	335,97
16	360,30
17	399,84
18	451,07
19	419,37
20	438,71
21	471,89
22	515,48
23	595,79
24	666,39
25	588,10

**Tabela 5.10:** Tempos Médios de deslocamento, para cada produto especificado, entre o centro geométrico de cada área e o início da ponte de acesso

Produtos siderúrgicos (X1j e X2j)		Demais produtos (X3j ao X8j)	
Espaço	Tempo médio até a ponte (s)	Espaço	Tempo médio até a ponte (s)
1	128,50	1	158,50
2	136,20	2	166,20
3	145,08	3	175,08
4	137,50	4	167,50
5	142,56	5	172,56
6	149,74	6	179,74
7	155,61	7	185,61
8	164,55	8	194,55
9	156,69	9	186,69
10	165,44	10	195,44
11	158,58	11	188,58
12	166,98	12	196,98
13	160,74	13	190,74
14	168,77	14	198,77
15	147,73	15	177,73
16	149,92	16	179,92
17	153,48	17	183,48
18	158,09	18	188,09
19	155,24	19	185,24
20	156,98	20	186,98
21	159,96	21	189,96
22	163,89	22	193,89
23	171,12	23	201,12
24	177,47	24	207,47
25	170,42	25	200,42

É importante salientar que todo o procedimento citado nos parágrafos anteriores foi realizado tendo como base valores e características próprias do Terminal Portuário do Pecém. Entretanto, este roteiro poderia ser adaptado para qualquer porto, bastando para tal a adequação da lista de produtos e suas características (perecibilidade e rotatividade por exemplo), a divisão das áreas e o cálculo dos tempos internos de deslocamento para o caso que se necessita estudar. A seguir, será descrito o processo de inserção dos valores citados anteriormente no modelo ALOCUPP.

### 5.5.2. Formatação Numérica do Algoritmo

Conforme explicitado no capítulo anterior, o modelo ALOCUPP é baseado em técnicas de decomposição e sua solução numérica é alcançada com a aplicação de um algoritmo do tipo Dantzig-Wolfe. A forma matemática do algoritmo é a seguinte:

$\Omega 1$ : Minimizar  $\sum_i \sum_j c_{ij} x_{ij}$

Sujeito a:

$$\sum_i \sum_j x_{ij} = \tau_i \quad \text{restrições bloco angular}$$

$$\sum_j \sum_i x_{ij} \leq 1 \quad \text{restrições de acoplamento}$$

$$x_{ij} \in \{0, 1\}$$

$$\text{para } i = 1, 2, \dots, n \text{ e } j = 1, 2, \dots, n$$

onde:

$c_{ij}$  = tempo médio de deslocamento

Como cada componente do vetor de custos da função objetivo  $C = (c_{ij})T$ , que representam o tempo médio de deslocamento de cada viagem, foi ponderado segundo os critérios de perecibilidade e rotatividade de cada produto, foi preciso multiplicar cada parcela da função objetivo por  $[(1/p) \times (1/r)]$ , onde  $p$  é a perecibilidade e  $r$  é a rotatividade de cada produto.

Com relação às restrições bloco angulares, estas indicam que cada produto deve ocupar o número de áreas indicadas na Tabela 5.8 e as restrições de acoplamento indicam que cada área só pode ser ocupada por um produto.

Algumas considerações simplificadoras foram utilizadas durante a formulação do modelo. A primeira delas é a fixação do número e tipo de equipamentos que estão disponíveis para operação. No modelo, considera-se que os produtos são movimentados por oito empilhadeiras (número usado na formação do tempo de manuseio e já explicado anteriormente) e também por oito caminhões. Supõe-se que estes equipamentos estão sempre disponíveis e que transportam, em cada operação, somente uma unidade de cada produto desde o pátio até o início da ponte de acesso. Outra simplificação adotada é a de que todas as 25 áreas têm exatamente as mesmas dimensões (o que não ocorre na prática). Porém, esta consideração simplifica o processo de determinação do número de espaços que cada produto deve ocupar a partir dos volumes esperados.

Não foi possível inserir no modelo alguma restrição de contigüidade que obrigasse que cada um dos produtos teria que ocupar áreas vizinhas como, por exemplo, o produto 1 ocupando as áreas 1, 2, 3, 4, 5. Para solucionar este problema

foi necessário realizar um aperfeiçoamento no *layout* indicado pelo modelo nos cenários 2 e 3 (*layout* otimizado e *layout* otimizado com os contêineres refrigerados posicionados no local atual). Ao final do processo de modelagem, os tomadores de decisão mudaram alguns produtos de posição para que estes ficassem em áreas contíguas. Como será demonstrado em maiores detalhes a seguir, este procedimento não alterou de forma relevante as soluções indicadas pelo modelo.

As funções objetivo, restrições e soluções obtidas com os dois programas utilizados (LINDO e um *Software* desenvolvido pelo Departamento de Computação da UFC) estão mostradas em anexo. A solução final é demonstrada através de variáveis binárias do tipo 0-1. Se o produto  $i$  deve ser alocado na área  $j$  a resposta é 1, caso contrário 0. Ou, em linguagem simbólica:

$$x_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{se o produto } i \text{ é alocado na área } j \\ 0, & \text{em caso contrário} \end{cases}$$

Após a apresentação dos resultados obtidos para os três cenários, será feita a comparação econômica onde será avaliado se existe um ganho econômico expressivo com a mudança do local onde foram posicionados inicialmente os contêineres *reefer* face aos gastos de cabeamento e instalação de tomadas de energia no novo local indicado.

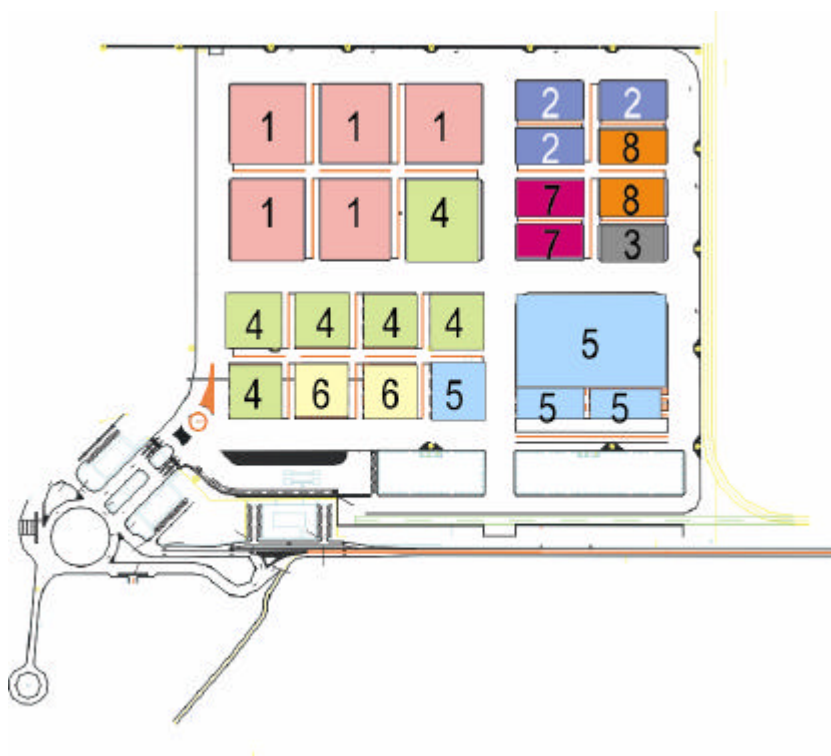
#### 5.5.2.1 Cenário 1

O cenário 1 representa o *layout* atualmente encontrado no pátio do Terminal do Pecém; desta forma, foram inseridas restrições que “amarram” a localização dos produtos aos locais onde já se localizam no pátio. Este cenário foi incluído para que fosse obtido o valor da função objetivo que indica o tempo ponderado necessário para que cada unidade de cada produto alocado nas 25 áreas seja transportado até o início da ponte. Este tempo encontrado no valor da função objetivo não é o tempo real que ocorre para realizar a movimentação dos produtos e sim um tempo ponderado que é igual ao tempo real dividido pelos fatores de rotatividade e produtividade de cada produto. Assim poderão ser feitas análises comparativas entre os tempos ponderados

de transporte de cada cenário, as quais levarão ao conhecimento dos conseqüentes ganhos econômicos alcançados com a localização otimizada.

A Função Objetivo e sua solução para o cenário 1 estão apresentadas em anexo.

A Figura 5.3 ilustra a posição de cada grupo de produtos no pátio do Terminal de acordo com o cenário 1.



**Figura 5.3:** Localização dos Produtos de acordo com o Cenário 1

A tabela 5.11 apresenta, de forma resumida as áreas que cada produto ocupa no *layout* do cenário 1.

**Tabela 5.11:** Áreas Ocupadas pelos Produtos de acordo com o Cenário 1

PRODUTOS	ÁREAS
1. Produtos Siderúrgicos – placas	1, 2, 3, 4, 5
2 Produtos Siderúrgicos – bobinas a quente	7, 8, 9
3 Cargas perigosas	14
4 Contêineres dry	6, 15, 16, 17, 18, 19
5 Contêineres <i>reefer</i>	22, 23, 24, 25
6 Contêineres vazios	20,21
7 Paletes	11, 13
8 Blocos de granito	10,12

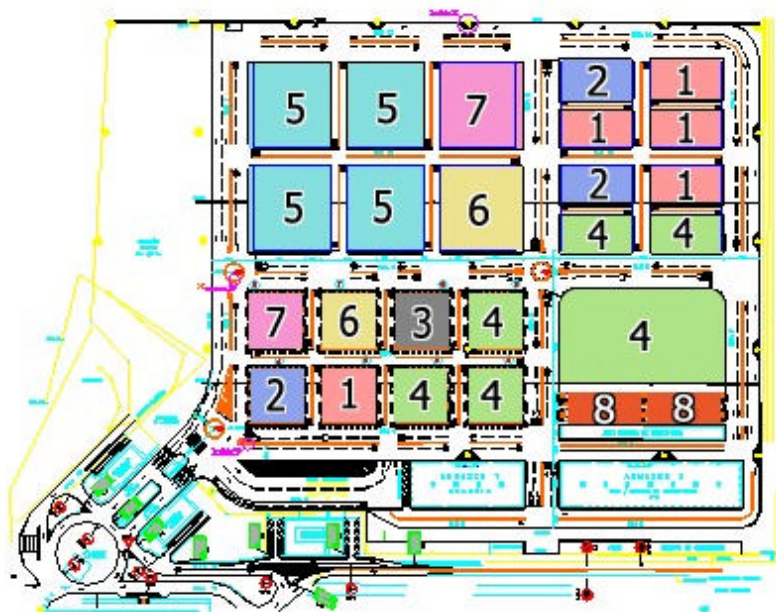
Para este cenário já se conheciam os locais onde ficariam os produtos, pois ele reproduz o *layout* atual do Terminal do Pecém. Desta forma, a solução deste cenário indica exatamente estes locais; por exemplo, o produto 1 ocupa as áreas de 1 a 5. O valor da função objetivo nos mostra que nesta configuração são levados 611,81 segundos ponderados para se movimentar cada unidade de produto de cada uma das áreas até o início da ponte. Entretanto, não se pode considerar este valor como um tempo real pois ele é ponderado pelos fatores de perecibilidade e rotatividade de cada produto. Por este motivo, o valor da função objetivo será aqui chamado de *fator de impedância do deslocamento*. Este fator representa a dificuldade de movimentação dos produtos armazenados no pátio do Terminal e seu valor será considerado diretamente proporcional ao custo de movimentação dos produtos. Nas soluções dos cenários apresentadas nos anexos, os valores posicionados na coluna da direita, intitulada de *Reduced Cost*, indicam os tempos ponderados em que cada unidade do produto é movimentada até o início da ponte.

A seguir será apresentado o resultado do cenário 2.

#### 5.5.2.2 Cenário 2

O cenário 2 representa o *layout* otimizado do pátio do Terminal do Pecém e sua função objetivo correspondente está apresentada em anexo. Neste cenário foram realizadas duas simulações: a primeira tentava encontrar livremente os melhores locais para cada produto. Após obtermos o resultado desta simulação, foram realizadas algumas mudanças nos locais indicados pelo modelo para que o mesmo grupo de produtos ocupasse áreas contíguas. Após nova rodada do modelo esta modificação no resultado inicial do algoritmo não apresentou diferenças significativas no valor final da função objetivo, conforme se observa nas soluções em anexo.

O valor da função objetivo para a primeira simulação neste cenário foi de 541,29 segundos ponderados. A Figura 5.4 mostra o resultado de alocação das áreas deste cenário.



**Figura 5.4:** Alocação de cargas na primeira simulação do cenário 2

Como pode ser visto na Figura alguns produtos iguais ficaram em áreas não vizinhas, o que, operacionalmente, é inviável para um pátio portuário. A Tabela abaixo descreve as áreas ocupadas por cada produto na primeira simulação do cenário 2.

**Tabela 5.12:** Áreas Ocupadas pelos Produtos de acordo com a primeira simulação do Cenário 2

PRODUTOS	ÁREAS
1. Produtos Siderúrgicos – placas	8,9,10,12,20
2 Produtos Siderúrgicos – bobinas a quente	7, 11, 19
3 Cargas perigosas	17
4 Contêineres <i>dry</i>	13,14,18,21,22,25
5 Contêineres <i>reefer</i>	1,2,3,4
6 Contêineres vazios	6,16
7 Paletes	3,15
8 Blocos de granito	23,24

Com o objetivo de solucionar este problema foi feito um rearranjo no *layout* acima buscando modificar minimamente a solução encontrada, agregando produtos iguais em áreas contíguas. Esta nova simulação produziu a função objetivo e solução encontradas em anexo.



**Figura 5.5:** Alocação de cargas na segunda simulação do cenário 2

Neste caso, o valor da função objetivo foi de 541,49 segundos ponderados, ou seja, uma diferença não significativa (0,20 segundos) em relação ao primeiro resultado deste cenário. A nova configuração do cenário 2 é ilustrada na Figura 5.5 e na Tabela 5.13.

**Tabela 5.13:** Áreas Ocupadas pelos Produtos de acordo com a segunda simulação do Cenário 2

PRODUTOS	ÁREAS
1. Produtos Siderúrgicos – placas	8,10,12,13,14
2 Produtos Siderúrgicos – bobinas a quente	7, 9, 11
3 Cargas perigosas	19
4 Contêineres <i>dry</i>	17,18,20,21,22,25
5 Contêineres <i>reefer</i>	1,2,3,4
6 Contêineres vazios	15,16
7 Paletes	3,6
8 Blocos de granito	23,24

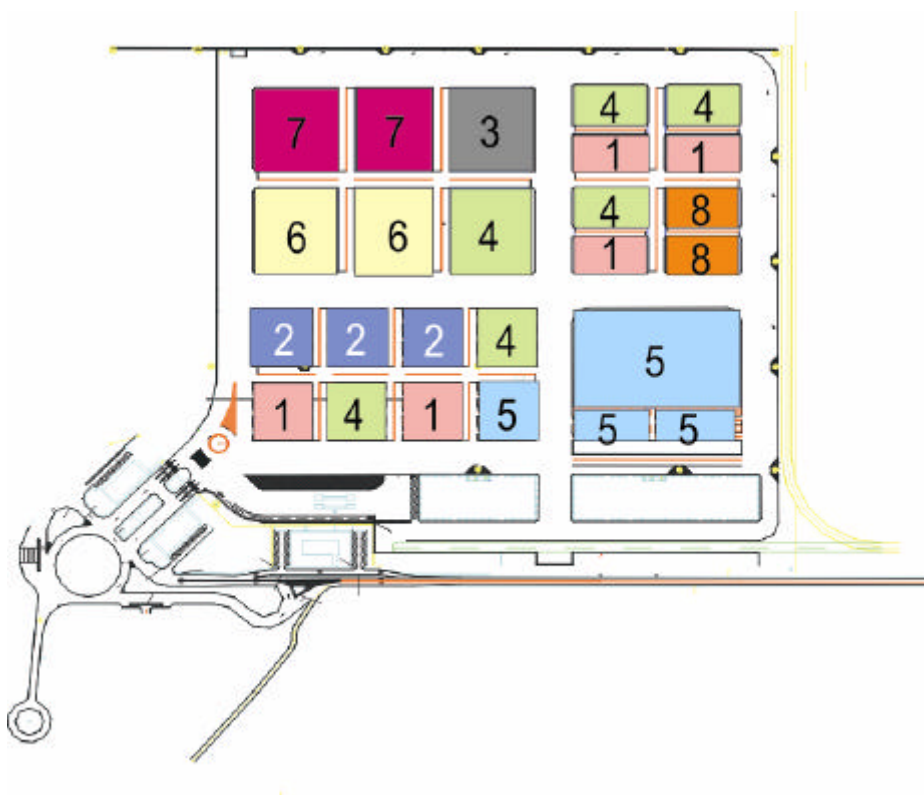


### 5.5.2.3 Cenário 3

O cenário 3 representa o *layout* otimizado do pátio do Terminal do Pecém com uma pequena diferença em relação ao cenário 2. Neste cenário, foi fixado o local onde deveriam ser posicionados os contêineres *reefer*; o mesmo local do cenário 1 onde estes contêineres estão posicionados atualmente. O posicionamento do restante dos produtos estava liberado. Assim como no cenário 2, foram feitas duas simulações para o cenário 3, com a segunda corrigindo o posicionamento de alguns produtos que tinham que se localizar em áreas vizinhas. Com os resultados dos três cenários foi possível fazer uma avaliação financeira do ganho obtido em termos de redução dos custos operacionais da movimentação de produtos no pátio, devido ao menor tempo de deslocamento dos produtos, versus o custo de instalação das tomadas para os contêineres *reefer* em local diferente de onde estão hoje.

As funções objetivo e soluções deste cenário encontram-se em anexo.

A Figura 5.6 e a Tabela 5.14 indicam o posicionamento dos produtos de acordo com a primeira simulação do cenário 3.



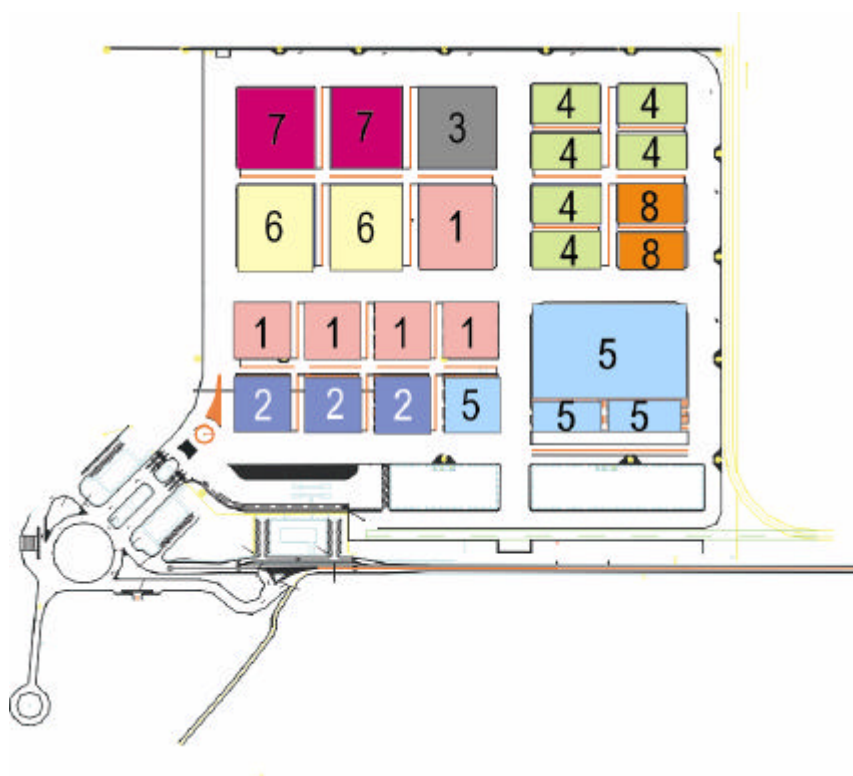
**Figura 5.6:** Alocação de cargas na primeira simulação do cenário 3

**Tabela 5.14:** Áreas Ocupadas pelos Produtos de acordo com a primeira simulação do Cenário 3

PRODUTOS	ÁREAS
1. Produtos Siderúrgicos – placas	9,10,13,19,21
2 Produtos Siderúrgicos – bobinas a quente	15,16,17
3 Cargas perigosas	3
4 Contêineres <i>dry</i>	6,7,8,11,18,20
5 Contêineres <i>reefer</i>	22,23,24,25
6 Contêineres vazios	4,5
7 Paletes	1,2
8 Blocos de granito	12,14

O valor da função objetivo para a primeira simulação foi de 599,94 segundos ponderados. Como será observado a seguir, o rearranjo deste resultado não produziu uma mudança significativa neste valor.

A diferença entre o valor da função objetivo da segunda simulação e da primeira foi ainda menor do que a ocorrida no cenário 2. Neste cenário, a diferença foi de apenas 0,07 segundos (599,94 s contra 600,01s). A Figura 5.7 ilustra a posição dos produtos no pátio do Terminal do Pecém após o rearranjo feito na segunda simulação do cenário 2.



**Figura 5.7:** Alocação de cargas na segunda simulação do cenário 3

A Tabela 5.15 descreve os resultados de posicionamento obtidos com a segunda simulação do cenário 3.

**Tabela 5.15:** Áreas Ocupadas pelos Produtos de acordo com a segunda simulação do Cenário 3

PRODUTOS	ÁREAS
1. Produtos Siderúrgicos – placas	6,15,16,17,18
2 Produtos Siderúrgicos – bobinas a quente	19,20,21
3 Cargas perigosas	3
4 Contêineres <i>dry</i>	7,8,9,10,11,13
5 Contêineres <i>reefer</i>	22,23,24,25
6 Contêineres vazios	4,5
7 Paletes	1,2
8 Blocos de granito	12,14

Assim, avaliou-se, no próximo tópico, se os resultados apontados pelo modelo justificam uma mudança na localização dos produtos ora enfocados no pátio do Terminal Portuário do Pecém.

### 5.5.3. Avaliação Econômica

Com base nos resultados apresentados no item anterior, fez-se uma avaliação econômica que determina para os cenários 2 e 3, os benefícios alcançados com a redução dos custos operacionais totais da movimentação dos produtos no pátio devido à diminuição dos tempos de transporte desde o pátio até a ponte de acesso aos *piers*. As reduções nos custos operacionais da movimentação serão confrontadas com o gasto adicional de se instalar as tomadas de energia em um local diferente, conforme aponta o cenário 2.

Conforme observado, o cenário 2 foi aquele que apontou o menor *fator de impedância de deslocamento* dentre os cenários considerados. No cenário 2 este fator foi 11,5 % menor do que no cenário 1 (541.49 contra 611.81) e 9,75% menor do que no cenário 3 (541.49 contra 600.01). A diferença entre os cenários 3 e 1 foi de apenas 1,93% (600.01 contra 611.81).

Entretanto para que a configuração indicada no cenário 2 possa ser posta em prática terá que ser feito um reposicionamento das tomadas de energia pois este cenário indicou que a melhor localização para os contêineres *reefer* seria próxima a ponte de acesso, em local diferente do atual. Será avaliado, a seguir, se é economicamente viável realizar esta mudança no posicionamento das tomadas. O resultado final desta simulação apontará em quanto tempo o custo desta transferência das tomadas será coberto pelas economias geradas com o menor tempo de movimentação dos produtos no cenário 2.

O custo operacional por hora de cada equipamento considerado no modelo (oito empilhadeiras e oito caminhões) foi obtido a partir de um estudo realizado por Thomas e Roach (1987) para a UNCTAD. Apesar dos dados serem relativamente antigos (15 anos), estão expressos em dólares e foram ajustados para a inflação desta moeda, 51 % nos últimos 15 anos<sup>18</sup>.

Além dos valores dos custos encontrados pelos autores estarem calculados em dólares, refletem principalmente a realidade para portos europeus que usam estes

---

<sup>18</sup> Informação obtida no *site* do Tesouro Norte-Americano

equipamentos. Como forma de aproximar estes valores da realidade nacional foram reduzidos os custos de mão-de-obra (muito elevados na Europa) e converteram-se os dólares para a moeda nacional, Real, a um câmbio de US\$1 = R\$ 2,80.

Além disso, não foram encontrados, na bibliografia pesquisada, valores de custos operacionais de caminhões usados em pátios portuários. Então, foram considerados valores de um equipamento que realiza a mesma função conhecido como trator de pátio. Novamente foram feitas algumas reduções no custo de mão de obra e também no custo de aquisição do equipamento para aproximá-lo, o máximo possível, da realidade brasileira.

Os valores de custos anuais considerados para os equipamentos foram de R\$ 525.000/ano para as empilhadeiras e de R\$ 330.000/ano para os caminhões. É importante citar que nestes valores estão incluídos os custos de amortização dos equipamentos, mão de obra, manutenção, consumo de combustível e reposição de peças. Considerando que os equipamentos são usados durante os doze meses do ano e que em cada mês a utilização média é de 600 horas, chega-se a um valor de custo operacional por hora de R\$ 72,92 para as empilhadeiras e de R\$ 45,83 para os caminhões. Como no modelo são utilizadas oito empilhadeiras e oito caminhões, tem-se um custo total (fixos + variáveis) por hora de todo o sistema de R\$ 950,00. Desta forma, foi considerada a hipótese de que este valor de R\$ 950,00/hora representa o custo total por hora dos equipamentos no *layout* atual do Terminal Portuário do Pecém (cenário 1).

Entretanto, a redução de custos que ocorre com a utilização do cenário 2 em lugar dos cenários 1 ou 3 é contabilizada somente sobre os custos variáveis dos equipamentos. Desta forma, supõe-se que o custo total de R\$ 950,00 é composto de 20% de custos fixos, que não podem ser reduzidos somente com a mudança de *layout* indicada, e 80% de custos variáveis, sobre os quais são calculadas as reduções. A composição final do custo total dos equipamentos é a seguinte:

1. Custos Fixos = R\$ 190,00;
2. Custos Variáveis = R\$ 760,00
3. Custo Total = R\$ 950,00

Considerando a hipótese de que a redução no valor do *fator de impedância de deslocamento* entre os cenários é diretamente proporcional à redução do custo

operacional variável dos equipamentos têm-se que, com a utilização do cenário 2 em lugar do 1, obter-se-á uma redução de custo por hora dos equipamentos de 11,5 % ou R\$ 87,40 e, se utilizarmos o cenário 2 em lugar do 3 obteríamos uma redução de 9,75% ou R\$ 74,10.

O custo de instalação das 198 tomadas que existem hoje no Terminal do Pecém<sup>19</sup> foi de R\$ 380.388,70. Se estas fossem instaladas no local apontado pelo cenário 2, o custo seria praticamente o mesmo, visto que, a distância dos diferentes locais para a sub-estação de energia, de onde vêm os cabos, é quase a mesma (aproximadamente 650 metros).

Desta forma, se houver a opção pela desativação das tomadas no local onde estão hoje e pela instalação de toda uma nova estrutura no local indicado pelo cenário 2, mais próximo da ponte de acesso, ter-se-á o retorno deste investimento em 4.352,27 horas ou 7,25 meses. Caso se opte pela configuração do cenário 3 em que são otimizadas as posições dos demais produtos sem, entretanto, mexer nas tomadas de energia ter-se-á um prejuízo por hora devido a maior movimentação dos equipamentos de R\$ 74,10. Neste caso o custo de reposicionamento no local indicado pelo cenário do 2 seria coberto em 5.133,45 horas ou 8,56 meses.

Por fim, pode-se concluir que o investimento de reinstalação das tomadas, necessário quando é escolhida a configuração apontada pelo cenário 2, é rapidamente compensado (aproximadamente 7 meses) somente com as economias provenientes da menor operação dos equipamentos neste cenário.

No capítulo seguinte de conclusões e recomendações de estudos futuros será realizada uma breve revisão do conteúdo de cada capítulo, além de comentários sobre as principais contribuições que a dissertação promoveu.

---

<sup>19</sup> Valor fornecido pela CEARÁPORTOS

## CAPÍTULO 6

### CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

A presente dissertação decorre de um trabalho de pesquisa que objetivou a elaboração de um modelo de localização otimizada de cargas unitizadas em pátios portuários, com ênfase para os produtos da agroindústria e com uma aplicação prática ao caso do Terminal Portuário do Pecém.

Partiu-se da análise dos principais problemas logísticos enfrentados pelos produtos agroindustriais brasileiros que são normalmente movimentados em contêineres *reefer*, para serem exportados através dos portos nacionais. Pôde-se constatar que este tipo de produto é severamente prejudicado pela falta de uma infraestrutura especial nos portos nacionais para recebê-los. Esta carência faz com que os produtos nacionais se tornem mais caros e, conseqüentemente, menos competitivos no mercado internacional já que as ineficiências logísticas detectadas estão embutidas nas tarifas portuárias cobradas aos produtores que se vêem obrigados a repassar este custo adicional à sua mercadoria reduzindo, assim, sua margem de lucratividade.

A partir desta constatação, procurou-se elaborar um modelo que, de alguma forma, contribuísse para reduzir as perdas sofridas pelo setor de agronegócios devido às ineficiências logístico-portuárias existentes no Brasil.

#### **6.1. RELEVÂNCIA, ORIGINALIDADE E RESULTADOS DO MODELO**

No capítulo inicial da dissertação, foram abordadas as perdas sofridas pelo setor agroindustrial brasileiro devido às ineficiências logísticas de uma forma geral, com ênfase no setor portuário. A apresentação da magnitude dessas perdas foi fundamental para destacar a importância do tema em estudo e demonstrar a gravidade da situação enfrentada pelos exportadores nacionais.

No capítulo seguinte, foram enfocados conceitos, histórico e situação atual dos principais temas que nortearam o desenvolvimento desta dissertação: o agronegócio, a logística e o setor portuário. A partir deste enfoque, pode-se constatar como a melhoria dos serviços logísticos e do setor portuário pode contribuir de forma significativa para o aumento da competitividade do setor agroindustrial. Ficou

evidenciado que a sobrevivência do referido setor no comércio internacional depende não somente do incremento na capacidade produtiva, mas, principalmente, do aperfeiçoamento na capacidade de transporte, armazenagem, envio de informações, acondicionamento e outras atividades logísticas. Além disso, foi constatada a importância primordial que os portos assumem no comércio globalizado atual. Um país que não investe na maior eficiência de seus portos corre o risco de não conseguir introduzir competitivamente seus produtos no mercado global, que promove a troca de mercadorias entre os mais diferentes e distantes locais do mundo.

Após a discussão de toda a base conceitual do trabalho de pesquisa, exibida nos dois primeiros capítulos, foi feita uma descrição das observações realizadas nas visitas aos quatro principais portos da Região Nordeste que movimentam produtos agroindustriais (Portos de Fortaleza, Natal, Suape e Salvador). Estas visitas tiveram o objetivo de observar *in loco* como são realizadas as operações que envolvem produtos do agronegócio e conhecer as dificuldades enfrentadas por estes portos para movimentar estes produtos. Desta forma, foi possível levantar dados, conhecer parâmetros e estabelecer critérios que dão suporte à elaboração do modelo.

A opção pelo uso de técnicas de decomposição com estrutura angular por blocos decorreu do fato de que esta técnica se adequa bem ao problema focado. Não obstante isto, a revisão bibliográfica efetuada pelo autor não detectou o uso de tal técnica em estudos de otimização de operações portuárias nem no Brasil nem no exterior.

Considerando o relativamente pequeno porte do problema tratado no estudo de caso, a validação do modelo foi feita com a utilização do *software* LINDO (*Linear Interactive and Discret Optimizer*), da *Linus Schrage*, com capacidade de processar modelos com até 2000 variáveis inteiras. No entanto, testou-se o mesmo problema com o uso de um *software* baseado em paralelismo computacional, que admite problemas de grande porte, tendo os resultados coincidos com aqueles produzidos pelo LINDO.

A aplicação do modelo ALOCUPP ao caso do Terminal Portuário do Pecém foi realizada em três diferentes cenários para que pudesse ser feita a comparação das localizações e dos *fatores de impedância do deslocamento* entre eles. O Cenário 1 representa a configuração de *layout* atualmente encontrada no Terminal, o Cenário 2 representa o *layout* otimizado encontrado através do modelo e o Cenário 3 também



apresenta um *layout* otimizado, porém, com as posições dos contêineres *reefer* previamente definidas como iguais aos do Cenário 1 – *layout* atual.

Os valores dos *fatores de impedância do deslocamento* encontrados para cada um dos cenários demonstraram que o Cenário 2 apresentou o melhor resultado em termos econômicos. Considerando a hipótese de que a redução no valor do *fator de impedância de deslocamento* entre os cenários é diretamente proporcional a redução do custo operacional dos equipamentos têm-se que, se utilizarmos o cenário 2 em lugar do 1, obteríamos uma redução de custo por hora dos equipamentos de 11,5 % e, se utilizarmos o cenário 2 em lugar do 3, obteríamos uma redução de 9,75% naquele custo horário.

Entretanto, para que o Cenário 2 seja posto em prática, é necessária a mudança de local das tomadas de energia. Neste *layout* as tomadas se encontram nas áreas mais próximas da ponte de acesso, ao contrário do *layout* atual onde as tomadas se localizam próximas aos armazéns. Para que fosse possível concluir se as economias alcançadas com a movimentação dos produtos são suficientes para justificar uma mudança de local das tomadas de energia foi feita uma breve comparação das economias resultantes do cenário 2 com os custos de instalação das tomadas no pátio

Em caso de optar-se pelo Cenário 2 em lugar do Cenário 1 (atual) teríamos um custo inicial de R\$ 380.388,70 que seria coberto pela economia dos equipamentos (R\$ 87,40 por hora) em 4.352,27 horas ou 7,25 meses. Se fosse utilizada a configuração do Cenário 2 em lugar do Cenário 3 teríamos o retorno do investimento em 5.133,45 horas ou 8,56 meses.

Além dos benefícios econômicos alcançados com a redução dos custos operacionais dos equipamentos, existem outros também decorrentes da otimização do *layout* do pátio que não são facilmente monetarizados. Dentre eles, pode-se citar o aumento da capacidade do pátio devido ao melhor arranjo físico e, no limite da capacidade do porto, a possibilidade de receber mais navios, devido à movimentação mais rápida dos produtos e menores tempos de embarque/desembarque da carga, sem nenhum investimento adicional.

## 6.2. LIMITAÇÕES NA APLICAÇÃO DO MODELO ALOCUPP

É importante destacar que a solução ótima indicada pelo modelo ALOCUPP não leva em consideração alguns aspectos operacionais referentes à rotina do Terminal e que podem, eventualmente, inviabilizar a aplicação da configuração apontada pelo modelo. Alguns fatores práticos podem fazer com que o tomador de decisão opte pela manutenção de *layout* não otimizado por considerar que, desta forma, está obtendo benefícios operacionais não monetizáveis como, por exemplo: facilidade de inspeção dos produtos por parte dos fiscais, maior segurança das cargas, maior facilidade de deslocamento dos equipamentos devido às características das cargas, etc. Estes fatores não foram levados em consideração quando da construção do modelo, pois o mesmo objetiva otimizar a localização de cargas unitizadas em um pátio de múltiplo uso, com ênfase para os contêineres *reefer* que movimentam produtos agroindustriais, através da consideração de fatores como a perecibilidade e a rotatividade.

Estes dois critérios, perecibilidade e rotatividade, foram escolhidos como insumos à formulação matemática do modelo porque representam itens muito importantes que na maioria das vezes não são considerados no planejamento e projeto de pátios portuários. O fator perecibilidade pretende fazer com que aqueles produtos mais suscetíveis a serem danificados por questões como tempo de vida e sacolejo, como grande parte dos produtos agroindustriais, fiquem melhor localizados no pátio, minimizando os riscos de danos quando estes produtos tem que ser transportados desde o pátio até o navio. Já o fator rotatividade pretende localizar melhor os produtos que são constantemente embarcados permanecendo no pátio por pouco tempo. Devido à melhor localização dos produtos que são embarcados com uma maior frequência é possível alcançar benefícios financeiros, conforme foi demonstrado.

O modelo ALOCUPP pode facilmente ser aplicado em outros pátios portuários, bastando, para isso, que seja feita uma adaptação da lista de produtos que o porto em estudo movimenta e seus respectivos *rankings* de perecibilidade e rotatividade. Além, é claro, dos tempos de movimentação desde o pátio até o cais de atracação dos navios. Caso um novo estudo inclua um número de variáveis muito maior do que este, pode-se utilizar um *software* de maior capacidade que o LINDO como, por exemplo, o *software* desenvolvido pela equipe do Departamento de

Computação da UFC que resolve problemas semelhantes a esse de estrutura bloco-angular com um número muito grande de variáveis, tendo suporte na técnica do paralelismo computacional

Além dos equipamentos e instalações portuárias adequadas, deve ser incentivada a formação, no Complexo, de um conglomerado de empresas e prestadoras de serviços voltadas unicamente para o agronegócio. Esta concentração de atividades e serviços dá ao setor grandes economias de escala, pois as empresas se complementam e podem facilmente estabelecer parcerias e trabalhar juntas. Pode-se ter, por exemplo, empresas especializadas em embalagens e paletização, outras atuando no processamento de frutas e verduras (sucos, legumes congelados, etc.) e, ainda, serviços como inspeção sanitária, agentes de transporte e distribuição, uma câmara de comércio dos produtos e outros.

Fica evidente, pois, o potencial comercial de uma vinculação entre o setor de agronegócios e o Complexo Industrial-Portuário do Pecém, gerando benefícios tanto para o Terminal como para toda a economia da região Nordeste brasileira. Neste contexto, o modelo ALOCUPP pode vir a ser, se utilizado em bases periódicas, um instrumental de agregação de valor aos serviços prestados pelo Terminal Portuário do Pecém.

### **6.3. INDICAÇÕES PARA O APROFUNDAMENTO DA PESQUISA**

Para o aprofundamento do tema pesquisado e melhoria do modelo ALOCUPP, algumas ações deverão ser implementadas, tais como:

- Esforço de pesquisa com vistas a incluir restrições de contigüidade de produtos semelhantes e inclusão de um número maior de variáveis de decisão;
- Análise comparativa dos benefícios alcançados com a aplicação do modelo ALOCUPP, incluindo outros equipamentos de movimentação, de maior capacidade, utilizados em pátios portuários como: transtêineres, *straddle carriers* e portêineres;
- Considerar as diferentes alturas de empilhamento em que os contêineres podem ser estocados e que influenciam diretamente nos tempos de manuseio dos mesmos;

- Considerar as dificuldades de deslocamento na ponte de acesso e as capacidades de embarque/desembarque dos *piers*;
- Obtenção, junto aos operadores portuários, dos custos reais (fixos e variáveis), atualizados de operação dos equipamentos;
- Verificação do que ocorreria com os resultados do modelo e conseqüentes benefícios financeiros alcançados, com o aumento do volume de cargas no pátio do Terminal do Pecém ao longo dos anos;
- Estudo de Viabilidade da implantação de um terminal especializado para o tratamento de produtos agroindustriais, semelhante aos existentes na Europa, dentro da área do Complexo Industrial Portuário do Pecém.

#### 6.4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Através das observações e entrevistas realizadas na pesquisa, pôde-se constatar o que já havia sido indicado pela pesquisa bibliográfica anterior; pelo menos no que concerne aos portos brasileiros da região Nordeste, ou seja, estes não estão preparados para receber, de forma adequada, produtos agroindustriais. Os principais problemas detectados foram: falta de recursos humanos treinados e específicos para lidar com produtos agroindustriais, *marketing* ineficiente para atração de clientes deste setor, falta de tomadas de energia para atender a demanda, fazendo com que os contêineres refrigerados tenham que passar por um rodízio na ocupação das tomadas, ações de fiscalização feitas de forma e em locais inadequados e, principalmente, falta de planejamento quanto à localização no pátio das tomadas onde são conectados os contêineres *reefer*.

Fica evidente que todos estes fatores colocam os portos brasileiros entre os mais ineficientes do mundo no tratamento dado às cargas agroindustriais. Entretanto, demonstrou-se que o modelo ALOCUPP pode contribuir efetivamente para a melhoria do último fator citado no parágrafo acima: o planejamento da localização dos contêineres refrigerados no pátio.

No caso do Terminal Portuário do Pecém, ficou provado que um rearranjo no atual *layout* do pátio, com um melhor posicionamento dos contêineres *reefer*, traria uma grande economia nos custos operacionais dos equipamentos de movimentação,

apesar da necessidade de custos adicionais com a reinstalação das tomadas de energia.

Entretanto, para que seja montada toda uma estrutura especial que objetive dar um tratamento especial ao produto agroindustrial devem ser postas em prática outras ações além da realocação das tomadas de energia.

Com base no que já é feito em diversos portos ao redor do mundo, é importante que o Terminal Portuário do Pecém seja preparado - através de treinamento de pessoal, utilização de equipamentos especiais (armazéns e contêineres refrigerados), equipamentos modernos de comunicação e tecnologia da informação, área especial para recebimento, manuseio e acondicionamento dos produtos agroindustriais, perfeita integração com outros modais e adoção de modernas e eficientes práticas comerciais para fazer parte de um sistema logístico de suporte ao setor agro-industrial de toda a região Nordeste do país.

Com esta preparação por parte do Terminal do Pecém, ele poderá obter uma posição de destaque na área de exportação de produtos agroindustriais em toda a região Nordeste, atraindo os produtos de outros estados, como Rio Grande do Norte (que possui uma grande região produtora na cidade de Mossoró), Pernambuco/Bahia (região produtora em torno do Vale do Rio São Francisco) e Piauí. Ao integrar-se na cadeia logística do setor agro-industrial regional, o Terminal pode ser utilizado não só para a exportação dos produtos acabados como também para a recepção/distribuição dos insumos necessários à produção (fertilizantes, inibidores, etc.) colaborando, assim, para a diminuição do preço final do produto e tornando a produção da Região Nordeste mais eficiente e competitiva no mercado internacional.

É evidente que um terminal de produtos agro-industriais, bem projetado e implantado, poderá contribuir significativamente para o aumento da produção e do valor agregado não apenas para as grandes empresas (como a Del Monte, no Ceará), como também poderá beneficiar organizações de pequenos e médios produtores em regime de cooperativa ou consórcio.

Além disso, ao se mostrar competitivo, o Terminal Portuário do Pecém atrairá cada vez mais diversas companhias de navegação de outros países, que estabelecem linhas regulares incluindo o Pecém em suas rotas. Paralelamente, isto acarreta a

diminuição nos preços do fretes (devido à concorrência entre elas) e conseqüente diminuição no preço final dos produtos.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABAG (1993) *Segurança Alimentar: uma abordagem de Agribusiness*. 1ª edição. Edições ABAG (Associação Brasileira de Agribusiness). São Paulo, SP.
- ABIPTI (1999) *Agropólos: Uma Proposta Metodológica*. Publicações SEBRAE. Brasília, DF.
- Arruda, J. B. F (1996) *Logística, Eficiência e Competitividade Empresarial*. Revista Engenharia, Fortaleza: ASTEF, N° 14, p.21-33.
- Arruda, J. B. F.; M. M. de M. Bastos (2000) *Portos: instrumentos para o Desenvolvimento Regional e Nacional*. NUPELTD – Núcleo de Pesquisa em Logística, Transportes e Desenvolvimento da Universidade Federal do Ceará. Fortaleza, CE.
- Associação Brasileira de Logística – Aslog (1997) *Logística'97*. Conferência Anual.
- Athey, T. H. (1989) *Systematic Systems Approach. An Integrated Method for Solving Systems Problems*.
- Banco do Nordeste (2000) *Pólo de Desenvolvimento Integrado Baixo Jaguaribe – Ceará*. Documento Referencial do Banco do Nordeste.
- Banco Mundial (1997) *Brasil: Transporte Multimodal de Carga – Questões Regulatórias Selecionadas*. Relatório N° 16361 – BR.
- Barreto, A. L. O. (1998) *Métodos Alternativos de Decomposição*. Dissertação de Mestrado. Departamento de Matemática, Universidade Federal do Ceará.
- Batalha, M. O. *et al* (1997) *Gestão Agro-industrial*. Vol. 1. Grupo de Estudos e Pesquisas Agroindustriais – GEPAI. Ed. Atlas, São Paulo.
- Batalha, M. O. *et al*. (1999) *Gestão Agro-industrial*. Vol. 2. Grupo de Estudos e Pesquisas Agroindustriais – GEPAI. Ed. Atlas, São Paulo.

- Benson, D.; R. Bugg. e G. Whitehead (1994) *Transport and Logistics*. Woodhead-Faulkner. London, GB.
- Benzi, L. (1997) *Uma solução muito esperada*. Revista Tecnológica. Nº 25, p. 20-24. São Paulo, SP.
- Bowersox, D. J.; Closs, D. J. (1996) *Logistical Management – The Integrated Supply Chain Process*. McGraw-Hill International Editions.
- Burkhalter, L. (1999) *Privatización Portuária – Bases, alternativas y consecuencias*. Naciones Unidas – CEPAL. Santiago de Chile.
- Caixeta, J. V.; A. H. Gameiro (2001) *Transporte e Logística em Sistemas Agroindustriais*. Editora Atlas. São Paulo, SP.
- Caixeta e Gameiro (2001b) *Sistemas de Gerenciamento de Transportes – Modelagem Matemática*. Editora Atlas. São Paulo, SP.
- Caixeta, J. V. et al. (1998) *Competitividade no Agribusiness: Questão do Transporte em um Contexto Logístico*. Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz. Relatório da Escola Superior de Agricultura Luis de Queiroz/USP.
- Caixeta, J. V. ; M. L. Rezende (2001) *O avanço das centrais de carga na Web*. Revista Tecnológica. Nº 62, p. 48-52. São Paulo, SP.
- Caixeta, J.V; R. S. Martins (2000) *Sistemas de Transportes e Competitividade dos Agronegócios Brasileiros: Discussão das Perspectivas de Disponibilização de Novos Sistemas Logísticos*. Anais do XI Congresso Panamericano de Transportes, PANAM, Gramado, p. 911-923.
- Christopher, M. (1998) *Logistics and Supply Chain Management – Strategies for Reducing Costs and Improving Service*. Segunda Edição. Financial Times Prentice Hall.
- Companhia Docas do Ceará (2001) *Estudo Estratégico para Desenvolvimento da Movimentação de Frutas pelo Porto de Fortaleza*. Documento interno da CDC elaborado pela PETCON Consultoria.



- Confederação Nacional da Indústria - CNI (1995) *Custo Brasil*. Rio de Janeiro, RJ. 30p. Material Divulgado.
- Cordeiro, M. (2001) *Frutas Tropicais – Exportações devem crescer*. Jornal O POVO. Caderno de Economia. Fortaleza, 10 de fevereiro de 2001.
- Cruz, M. M. C.; A. L. Pereira (1994) *A Pré-Estivagem de Contêineres em Terminais Especializados : O Estado da Arte*. Anais do VIII Congresso de Pesquisa e Ensino em Transportes, ANPET, Rio de Janeiro, v. 1, p. 335–343.
- Dahms, L. D. (1983) *Using Transportation to achieve development goals*. Transportation Quarterly, Westport: Eno Foundation for Transportation, v. 37, nº 2, p.193-202.
- Davis, J. H. ; Goldberg, R. A. (1957) *A Concept of Agribusiness*. Division of Research. Graduate School of Business Administration. Harvard University, Boston, EUA.
- Dubke, A. F. (1996) *Análise da Interiorização do Uso do Container: Um Estudo de Caso Aplicado ao Corredor Centro-Leste*. Rio de Janeiro, RJ, Dissertação de Mestrado. PUC/RJ.
- Fair, M. L. ; E. W. Williams Jr (1959) *Economics of Transportation*. New York: Harper & Brothers.
- Farina, E. M.; D. Zylbersztajn, (1998) *Competitividade no Agribusiness Brasileiro*. PENSA/FIA/FEA/USP. São Paulo, SP.
- Fonseca, A. P.; A. L. Pereira e A. E. L. M. Rezende (1995) *O Transporte na Competitividade das Exportações Agrícolas: Visão Sistêmica na Análise Logística*. Anais do IX Congresso de Pesquisa e Ensino em Transportes, ANPET, São Carlos, v. 1, p. 340–351.
- Fundação Cargill (1995) “*Logística e Transporte – caminho para o desenvolvimento do agribusiness*”. II Fórum Cargill de Debates, Campinas, SP.
- Fundação Cargill (1994) “*O Futuro Agrícola Brasileiro*”. I Fórum Cargill de Debates, Campinas, SP.
- GEIPOT – Empresa Brasileira de Planejamento de Transportes (1997) *Corredores de Transportes: Proposta de ações para adequação da infra-estrutura e para*

*racionalização do transporte de granéis agrícolas*. Relatório de Atualização. Brasília, DF.

Goldberg, M. C.; H. P. Luna (2000) *Otimização Combinatória e Programação Linear – Modelos e Algoritmos*. Editora Campus. Rio de Janeiro, RJ.

Holguín-Veras, J.; Jara-Díaz, S. (1999) *Optimal pricing for priority service and space allocation in container ports*. Transportation Research Part B. Pergamon.

Itani, A. F. (1995) *Transportes, globalização e as questões da qualidade e produtividade*. Revista dos Transportes Públicos, São Paulo : Associação Nacional dos Transportes Públicos, v. 8, nº 4, p. 19-31.

Kim, K. H.; J. W. Bae (1998) *Re-Marshaling Export Containers in Port Container Terminals*. Computers Industrial Engineering. Vol. 35, Elsevier Science.

Kim, K. Y.;K. K. Hwan (1997) *A Routing Algorithm for a Single Transfer Crane to Load Export Containers onto a Containership*. Computers Industrial Engineering. Vol. 33, Elsevier Science.

Kim, K. H. e H. B. Kim (1999) *Segregating space allocation models for container inventories in port container terminals*. International Journal of Production Economics. Elsevier Science.

Kim, K. H.; H. B. Kim (1998) *The Optimal Determination of the Space Requirement and the Number of Transfer Cranes for Import Containers*. Computers Industrial Engineering. Vol. 35, Elsevier Science.

Kim, K. H.; K. K. Young (1999) *Routing Straddle Carriers for the Loading Operation of Containers Using a Beam Search Algorithm*. Computers Industrial Engineering. Vol. 36, Pergamon.

Kozan, E. (2000) *Optimising Container Transfers at Multimodal Terminals*. Mathematical and Computer Modelling. Elsevier Science.

Kozan, E.; Preston, P. (1999) *Genetic algorithms to schedule container transfers at multimodal terminals*. International Transactions in Operational Research. Pergamon.

- Legato, P. e R. M. Mazza (2001) *Berth planning and resources optimisation at a container terminal via discrete event simulation*. European Journal of Operational Research. Elsevier Science
- Lui, E.; Ying P. H. (1994) *Monografias da UNCTAD sobre Gestão Portuária*. UNCTAD/ONU, Genebra, Suíça.
- McCalla, R. J. (1999) *Global change, local pain: intermodal seaport terminals and their service areas*. Journal of Transport Geography. Pergamon.
- NUPELTD (1998) *Estudo do Vetor Transportes no Contexto da Plataforma Logística do Complexo Industrial-Portuário do Pecém – Ceará*; Relatório 1. Núcleo de Pesquisa e Estudos em Logística, Transportes e Desenvolvimento; Universidade Federal do Ceará.
- NUPELTD (2000) *Estudo Logístico do Setor Agroindustrial do Estado do Ceará: O Caso do Agropólo do Baixo Jaguaribe*. Proposta Técnica e de Custos entregue a Secretaria de Agricultura Irrigada do Ceará – SEAGRI. Fortaleza, CE.
- Oliveira, J. D. (1994) *O Complexo Agroindustrial de sucos de frutas tropicais no Estado do Ceará: Uma visão de organização industrial*. Publicações SENAI-CE 4, Fortaleza, CE.
- Port of Rotterdam (2000) *Rotterdam Fruitport – Europe's most important trade and distribution center for fresh produce*. Publicação anual da Administração do Porto de Roterdã. Material Divulgado.
- Port of Wilmington (2001) *Annual Brochure*. Publicação anual do Porto de Wilmington, EUA. Material Divulgado.
- Ryall, A. L. ; Lipton, W. J. (1979) *Handling, Transportation and Storage of Fruits and Vegetables*. Segunda Edição. Vol. 1. AVI Publishing Company, Connecticut, EUA.
- Sales, A. (2001) *O Brasil competitivo passa pelos portos*. Revista Tecnológica. Agosto 2001, p. 28-42. São Paulo, SP.
- Santos, C. V.; Martins, R. S. (1998) Impactos das ineficiências do sistema portuário brasileiro sobre as exportações agroindustriais. In Montoya M. A. *Relações Intersetoriais do MERCOSUL e da economia brasileira: uma abordagem de*

*equilíbrio geral do tipo insumo-produto*. Passo Fundo, RS: Editora da UPF. Cap 5, p. 151-168.

Thomas, B. J. ; D. K. Roach (1987) *Sistemas e Equipamentos para Movimentação de Contêineres: Seleção, Operação, Manutenção e Tendências Evolutivas*. Documento Técnico elaborado para a UNCTAD.

Thomaz , A. C. F.; J.B.F. Arruda e E. F. N. Júnior (1999) Um modelo para construção de cenários para alocação ótima de terminais terrestres e empreendimentos industriais e de serviços em complexos portuários de terceira geração. Anais do XIII Congresso de Pesquisa e Ensino em Transportes, ANPET, São Carlos, vol.1, p. 459-469.

UNCTAD (1992) *Desenvolvimento e Melhoria dos Portos – Os Princípios de Gestão e Organização dos Portos*. Relatório da Secretaria da UNCTAD

Yun, W. Y. e Y. S. Choi (1999) *A simulation model for container terminal operation analysis using an object-oriented approach*. International Journal of Production Economics. Elsevier Science.

## **ANEXOS**

## ANEXO 1

## QUESTIONÁRIOS UTILIZADOS DURANTE A VISITA AOS PORTOS

## Questionário para AUTORIDADE PORTUÁRIA

**1) IDENTIFICAÇÃO**

Porto:

Nome para contato:

Cargo:

Data:

Telefones:

Fax:

E-mail:

**2) GESTÃO****2.1. Sistemas de Informação**

a) Disponibiliza Sistema de Rastreamento de cargas via Internet? Sim ( ) Não ( )

Qual o grau de satisfação com os equipamentos/sistemas utilizados:

Excelente ( ) Bom ( ) Regular ( ) Péssimo ( )

Obs: \_\_\_\_\_

b) Utiliza Intercâmbio Eletrônico de Dados – IED? Sim ( ) Não ( )

Qual o grau de satisfação com os equipamentos/sistemas utilizados:

Excelente ( ) Bom ( ) Regular ( ) Péssimo

Obs: \_\_\_\_\_

c) Utiliza Terminais de Rádio-Frequência? Sim ( ) Não ( )

Qual o grau de satisfação com os equipamentos/sistemas utilizados:

Excelente ( ) Bom ( ) Regular ( ) Péssimo ( )

Obs: \_\_\_\_\_

d) Utiliza *softwares* de otimização da localização de cargas em pátios e/ou armazéns? Sim ( ) Não ( )

Qual o grau de satisfação com os equipamentos/sistemas utilizados:

Excelente ( ) Bom ( ) Regular ( ) Péssimo ( )

Obs: \_\_\_\_\_

e) Utiliza alguma nova tecnologia de informação (ex: sist. de informação / equipamentos)? Sim ( ) Não ( )

Qual o grau de satisfação com este equipamento/sistema utilizado:

Excelente ( ) Bom ( ) Regular ( ) Péssimo ( )

Obs: \_\_\_\_\_

f) Possui Sistema de Informação Gerencial (EIS – *Executive Information System*)? Sim ( ) Não ( )

Qual?

Qual o grau de satisfação com este equipamento/sistema utilizado:

Excelente ( ) Bom ( ) Regular ( ) Péssimo ( )

Obs:

*Citar os principais fornecedores destes equipamentos e o nível de satisfação com a assistência técnica.*

## **2.2. Superavit ou Deficit**

a) Pedir dados do balanço financeiro nos últimos 3 anos. (Para obter o percentual do custo global de gestão portuário que é coberto pela receita operacional do Porto).

b) Qual o custo e a receita de um container normal e um refrigerado para a Autoridade Portuária?

c) Qual o acréscimo ocorrido nas tarifas de 1999 até agora?

## **2.3. Organograma**

a) Levantar organograma da AP.

b) Qual o nível de qualificação dos funcionários? Explicitar por NS, NM, Estiva/Capatazia.

c) Existem funcionários que trabalham exclusivamente com produtos do agronegócio? Sim ( ) Não ( )

#### **2.4. Linhas regulares de navegação**

a) Obter lista das linhas regulares que movimentam produtos do agronegócio e utilizam o Terminal ou Porto (por áreas de comércio). Obs: Áreas de comércio: Costa leste dos EUA, Extremo Oriente, Europa, Mar do Norte, Mediterrâneo, Oriente Médio, América Central e Caribe.

b) Qual a área de influência terrestre do porto para os produtos do agronegócio?

### **3. OPERAÇÃO**

#### **3.1. Produtividade**

a) Qual a eficiência dos serviços de liberação aduaneira, sanitária, controle de exportações etc. (horas): Tempo médio desde a solicitação dos serviços até a liberação completa da mercadoria?

b) Qual o tempo médio de permanência dos contêineres nas dependências do porto (dias, horas, minutos)?



E para os containeres refrigerados?

c) Qual o tempo médio de espera para o atendimento de veículos terrestres (trens e caminhões)?

d) Quais e quantos são os equipamentos de movimentação interna (ex: empilhadeiras, portaineres, transteineres, caminhões etc.) e suas respectivas capacidades em unidades/hora (para containeres) e toneladas/hora (para carga geral e granéis sólidos)?

e) Levantar informações sobre as instalações de estocagem de trânsito:

Quais as áreas e capacidades estáticas: armazéns de carga geral ou especializados – frigoríficos, entre outros?

f) Levantar informações sobre os pátios de estocagem de containeres:

Quais as alturas de empilhamento?

Quais os equipamentos de manuseio?

Quais as instalações de recebimento e expedição terrestres?

g) Qual a taxa de ocupação das instalações de estocagem (em percentagem/ano)?

h) Levantar informações sobre a recepção rodo-ferroviária: descrição das formas de recepção das cargas e o modo de transporte utilizado.

#### 4. DESCRIÇÃO DAS OPERAÇÕES

a) Quais os equipamentos de cais utilizados?

Guindaste: com *Spreader* comum ( ) com *Spreader* automático ( ) sem *Spreader* ( )

Porteiner ( ) Empilhadeira *Top Loader* ( ) Transteiner ( ) Empilhadeira telescópica/reach stacker ( )

Caminhões ( ) Vagões/Pranchas ( ) Semi-Reboques ( ) Pórtico de Transferência ( )

b) Qual o horário de trabalho, os turnos e intervalos?

c) Qual o pessoal utilizado (número)?

Em terra:

Chefes ( ) Guindasteiros ( ) Auxiliares ( ) Conferentes ( )

Motoristas ( ) Consertadores ( ) Arrumadores ( )

A bordo:

Chefes ( ) Estivadores ( ) Contramestres ( ) Guincheiros ( )  
Conferentes ( ) Auxiliares ( ) Bloco ( )

d) Obter uma descrição completa da sequência operacional para os produtos agroindustriais, desde a sua chegada no porto até o embarque (ex: recebe as mercadorias à noite?)

## 5. COMERCIALIZAÇÃO

a) Existe alguma política de *marketing* no porto? Sim ( ) Não ( )  
Como ela ocorre?

Nesta política, os produtos de agronegócio são contemplados?

b) Qual o número de clientes na retroárea?

--

**6. INTERRELAÇÃO INSTITUCIONAL**

a) Observar a forma de relacionamento com Alfândega, Inspeção Sanitária e Prestação de Serviço de Segurança Portuária (problemas mais freqüentes com relação aos produtos do agronegócio etc.)

**7. OUTRAS INFORMAÇÕES**

## Questionário para OPERADOR PORTUÁRIO

### 1) IDENTIFICAÇÃO

Operador Portuário: \_\_\_\_\_  
 Nome para contato: \_\_\_\_\_ Cargo: \_\_\_\_\_  
 Data: \_\_\_\_\_ Telefones: (\_\_\_\_) \_\_\_\_\_  
 Fax: (\_\_\_\_) \_\_\_\_\_ E-mail: \_\_\_\_\_

### 2) GESTÃO

#### 2.1. Sistemas de Informação

- a) Disponibiliza Sistema de Rastreamento de cargas via Internet? Sim ( ) Não ( )  
 Qual o grau de satisfação com os equipamentos/sistemas utilizados:  
 Excelente ( ) Bom ( ) Regular ( ) Péssimo ( )  
 Obs: \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_
- b) Utiliza Intercâmbio Eletrônico de Dados – EDI? Sim ( ) Não ( )  
 Qual o grau de satisfação com os equipamentos/sistemas utilizados:  
 Excelente ( ) Bom ( ) Regular ( ) Péssimo ( )  
 Obs: \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_
- c) Utiliza Terminais de Rádio-Frequência? Sim ( ) Não ( )  
 Qual o grau de satisfação com os equipamentos/sistemas utilizados:  
 Excelente ( ) Bom ( ) Regular ( ) Péssimo ( )  
 Obs: \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_
- d) Utiliza sistema de leitura por código de barras em containeres e/ou paletes? Sim ( ) Não ( )  
 Qual o grau de satisfação com os equipamentos/sistemas utilizados:  
 Excelente ( ) Bom ( ) Regular ( ) Péssimo ( )  
 Obs: \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_
- e) Utiliza *softwares* de otimização da localização de cargas em pátios e/ou armazéns? Sim ( ) Não ( )  
 Qual o grau de satisfação com os equipamentos/sistemas utilizados:  
 Excelente ( ) Bom ( ) Regular ( ) Péssimo ( )  
 Obs: \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_
- f) Utiliza alguma nova tecnologia de informação (ex: sist. de informação / equipamentos)? Sim ( ) Não ( )  
 Qual? \_\_\_\_\_  
 Qual o grau de satisfação com este equipamento/sistema utilizado:  
 Excelente ( ) Bom ( ) Regular ( ) Péssimo ( )  
 Obs: \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

*Quais os principais fornecedores destes sistemas/equipamentos e o nível de satisfação com a assis. técnica?*

## Questionário para Cliente

### 1) IDENTIFICAÇÃO

Empresa: \_\_\_\_\_  
 Nome para contato: \_\_\_\_\_ Cargo: \_\_\_\_\_  
 Data: \_\_\_\_\_ Telefones: ( \_\_\_\_\_ ) \_\_\_\_\_  
 Fax: ( \_\_\_\_\_ ) \_\_\_\_\_ E-mail: \_\_\_\_\_

### 2) GESTÃO

#### 2.1. Sistemas de Informação

- a) Utiliza Intercâmbio Eletrônico de Dados – EDI? Sim ( ) Não ( )  
 Qual o grau de satisfação com os equipamentos/sistemas utilizados:  
 Excelente ( ) Bom ( ) Regular ( ) Péssimo  
 Obs: \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_
- b) Utiliza Terminais de Rádio-Frequência? Sim ( ) Não ( )  
 Qual o grau de satisfação com os equipamentos/sistemas utilizados:  
 Excelente ( ) Bom ( ) Regular ( ) Péssimo ( )  
 Obs: \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_
- c) Utiliza sistema de leitura por código de barras em contêineres e/ou paletes? Sim ( ) Não ( )  
 Qual o grau de satisfação com os equipamentos/sistemas utilizados:  
 Excelente ( ) Bom ( ) Regular ( ) Péssimo ( )  
 Obs: \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_
- d) Utiliza alguma nova tecnologia de informação (ex: *data warehouse*, ERP etc.)? Sim ( ) Não ( )  
 Qual? \_\_\_\_\_  
 Qual o grau de satisfação com este equipamento/sistema utilizado:  
 Excelente ( ) Bom ( ) Regular ( ) Péssimo ( )  
 Obs: \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

*Quais os principais fornecedores destes sistemas/equipamentos e o nível de satisfação com a assist. técnica?*

#### 2.2. Demanda no Porto

- a) Levantamento da matriz de origem-destino dos principais produtos do agronegócio (segundo os módulos de operação – carga geral, contêiner e graneis sólidos), importação/exportação e quantidades movimentadas (em toneladas/ano, contêineres/ano ou paletes/ano);

Produto	Origem	Destino	Quantidade	Tarifa (R\$)

### **2.3. Organograma**

a) Levantar organograma da empresa.

b) Qual o nível de qualificação dos funcionários? Explicitar por NS e NM.

c) Que tipo de treinamento/preparação os funcionários que trabalham diretamente com produtos do agronegócio têm?

## **3. OPERAÇÃO**

### **3.1. Produtividade**

a) Qual o tempo médio de permanência dos contêineres nas dependências do porto (dias, horas, minutos)? \_

b) Quais e quantos são os equipamentos de movimentação interna (ex: empilhadeiras, caminhões etc.) e suas respectivas capacidades em unidades/hora ou toneladas/hora?

c) Quais as áreas e capacidades estáticas dos armazéns, frigoríficos, entre outros?

d) Qual a taxa de ocupação das instalações de estocagem (em percentagem/ano)? \_\_\_\_\_

e) Obter uma descrição completa da seqüência operacional para os produtos agro-industriais, desde sua saída da empresa até sua chegada ao porto.

**5. COMERCIALIZAÇÃO**

a) Levantar informações sobre as condições de acondicionamento da produção exigidas pelos mercados externos (exemplo: é necessário o uso de containeres fechados ou a carga pode ser transportada somente em paletes?) \_\_\_\_\_

**7. OUTRAS INFORMAÇÕES**



## ANEXO 2

### FUNÇÕES OBJETIVO E SOLUÇÕES DO CENÁRIOS 1, 2 e 3

#### Cenário 1

#### Função Objetivo:

Minimize

4.28X1\_1+ 4.54X1\_2+ 4.84X1\_3+ 4.58X1\_4+ 4.75X1\_5+ 4.99X1\_6+  
 5.19X1\_7+ 5.49X1\_8+ 5.22X1\_9+  
 5.51X1\_10+ 5.29X1\_11+ 5.57X1\_12+ 5.36X1\_13+ 5.63X1\_14+ 4.92X1\_15+  
 5.00X1\_16+ 5.12X1\_17+ 5.27X1\_18+ 5.17X1\_19+ 5.23X1\_20+ 5.33X1\_21+  
 5.46X1\_22+ 5.70X1\_23+ 5.92X1\_24+ 5.68X1\_25+  
 4.59X2\_1+ 4.86X2\_2+ 5.18X2\_3+ 4.91X2\_4+ 5.09X2\_5+ 5.35X2\_6+  
 5.56X2\_7+ 5.88X2\_8+ 5.60X2\_9+  
 5.91X2\_10+ 5.66X2\_11+ 5.96X2\_12+ 5.74X2\_13+ 6.03X2\_14+ 5.28X2\_15+  
 5.35X2\_16+ 5.48X2\_17+ 5.65X2\_18+ 5.54X2\_19+ 5.61X2\_20+ 5.71X2\_21+  
 5.85X2\_22+ 6.11X2\_23+ 6.34X2\_24+ 6.09X2\_25+  
 13.21X3\_1+ 13.85X3\_2+ 14.59X3\_3+ 13.96X3\_4+ 14.38X3\_5+ 14.98X3\_6+  
 15.47X3\_7+ 16.21X3\_8+ 15.56X3\_9+  
 16.29X3\_10+ 15.72X3\_11+ 16.42X3\_12+ 15.90X3\_13+ 16.56X3\_14+ 14.81X3\_15+  
 14.99X3\_16+ 15.29X3\_17+ 15.67X3\_18+ 15.44X3\_19+ 15.58X3\_20+ 15.83X3\_21+  
 16.16X3\_22+ 16.76X3\_23+ 17.29X3\_24+ 16.70X3\_25+  
 5.28X4\_1+ 5.54X4\_2+ 5.84X4\_3+ 5.58X4\_4+ 5.75X4\_5+ 5.99X4\_6+  
 6.19X4\_7+ 6.49X4\_8+ 6.22X4\_9+  
 6.52X4\_10+ 6.29X4\_11+ 6.57X4\_12+ 6.36X4\_13+ 6.62X4\_14+ 5.92X4\_15+  
 6.00X4\_16+ 6.12X4\_17+ 6.27X4\_18+ 6.18X4\_19+ 6.23X4\_20+ 6.33X4\_21+  
 6.46X4\_22+ 6.70X4\_23+ 6.92X4\_24+ 6.68X4\_25+  
 79.26X5\_1+ 83.11X5\_2+ 87.55X5\_3+ 83.76X5\_4+ 86.29X5\_5+ 89.88X5\_6+  
 92.82X5\_7+ 97.29X5\_8+ 93.36X5\_9+

97.73X5\_10+ 94.30X5\_11+ 98.05X5\_12+ 95.38X5\_13+ 99.38X5\_14+ 88.88X5\_15+  
 89.97X5\_16+ 91.75X5\_17+ 94.06X5\_18+ 92.63X5\_19+ 93.05X5\_20+ 94.99X5\_21+  
 96.96X5\_22+ 100.57X5\_23+ 103.75X5\_24+ 100.22X5\_25+  
 19.82X6\_1+ 20.78X6\_2+ 21.89X6\_3+ 20.94X6\_4+ 21.57X6\_5+ 22.47X6\_6+  
 23.21X6\_7+ 24.32X6\_8+ 23.34X6\_9+  
 24.43X6\_10+ 23.58X6\_11+ 24.51X6\_12+ 23.85X6\_13+ 24.85X6\_14+ 22.22X6\_15+  
 22.49X6\_16+ 22.94X6\_17+ 23.52X6\_18+ 23.16X6\_19+ 23.26X6\_20+ 23.75X6\_21+  
 24.24X6\_22+ 25.14X6\_23+ 25.94X6\_24+ 25.06X6\_25+  
 26.42X7\_1+ 27.71X7\_2+ 29.19X7\_3+ 27.92X7\_4+ 28.77X7\_5+ 29.96X7\_6+  
 30.94X7\_7+ 32.43X7\_8+ 31.12X7\_9+  
 32.58X7\_10+ 31.44X7\_11+ 32.68X7\_12+ 31.80X7\_13+ 33.13X7\_14+ 29.63X7\_15+  
 29.99X7\_16+ 30.59X7\_17+ 31.36X7\_18+ 30.88X7\_19+ 31.02X7\_20+ 31.52X7\_21+  
 32.32X7\_22+ 33.53X7\_23+ 34.59X7\_24+ 33.41X7\_25+  
 2.83X8\_1+ 2.97X8\_2+ 3.13X8\_3+ 2.99X8\_4+ 3.08X8\_5+ 3.21X8\_6+  
 3.32X8\_7+ 3.48X8\_8+ 3.33X8\_9+  
 3.49X8\_10+ 3.37X8\_11+ 3.50X8\_12+ 3.41X8\_13+ 3.55X8\_14+ 3.17X8\_15+  
 3.21X8\_16+ 3.28X8\_17+ 3.36X8\_18+ 3.31X8\_19+ 3.32X8\_20+ 3.38X8\_21+  
 3.46X8\_22+ 3.59X8\_23+ 3.71X8\_24+ 3.58X8\_25+ 000Y

SUBJECT TO

!

! \*\*\*\*\*restrições bloco-angular\*\*\*\*\*

!

2) X1\_1+X1\_2+X1\_3+X1\_4+X1\_5+X1\_6+X1\_7+X1\_8+X1\_9+  
 X1\_10+X1\_11+X1\_12+X1\_13+X1\_14+X1\_15+X1\_16+X1\_17+X1\_18+  
 X1\_19+X1\_20+X1\_21+X1\_22+X1\_23+X1\_24+X1\_25+ 000Y = 5  
 X1\_1=1  
 X1\_2=1  
 X1\_3=1  
 X1\_4=1  
 X1\_5=1

$$3) X2_1+X2_2+X2_3+X2_4+X2_5+X2_6+X2_7+X2_8+X2_9+ \\ X2_{10}+X2_{11}+X2_{12}+X2_{13}+X2_{14}+X2_{15}+X2_{16}+X2_{17}+X2_{18}+ \\ X2_{19}+X2_{20}+X2_{21}+X2_{22}+X2_{23}+X2_{24}+X2_{25}+ 000Y = 3$$

$$X2_7=1$$

$$X2_8=1$$

$$X2_9=1$$

$$4) X3_1+X3_2+X3_3+X3_4+X3_5+X3_6+X3_7+X3_8+X3_9+ \\ X3_{10}+X3_{11}+X3_{12}+X3_{13}+X3_{14}+X3_{15}+X3_{16}+X3_{17}+X3_{18}+ \\ X3_{19}+X3_{20}+X3_{21}+X3_{22}+X3_{23}+X3_{24}+X3_{25}+ 000Y = 1$$

$$X3_{14}=1$$

$$5) X4_1+X4_2+X4_3+X4_4+X4_5+X4_6+X4_7+X4_8+X4_9+ \\ X4_{10}+X4_{11}+X4_{12}+X4_{13}+X4_{14}+X4_{15}+X4_{16}+X4_{17}+X4_{18}+ \\ X4_{19}+X4_{20}+X4_{21}+X4_{22}+X4_{23}+X4_{24}+X4_{25}+ 000Y = 6$$

$$X4_6=1$$

$$X4_{15}=1$$

$$X4_{16}=1$$

$$X4_{17}=1$$

$$X4_{18}=1$$

$$X4_{19}=1$$

$$6) X5_1+X5_2+X5_3+X5_4+X5_5+X5_6+X5_7+X5_8+X5_9+ \\ X5_{10}+X5_{11}+X5_{12}+X5_{13}+X5_{14}+X5_{15}+X5_{16}+X5_{17}+X5_{18}+ \\ X5_{19}+X5_{20}+X5_{21}+X5_{22}+X5_{23}+X5_{24}+X5_{25}+ 000Y = 4$$

$$X5_{22}=1$$

$$X5_{23}=1$$

$$X5_{24}=1$$

$$X5_{25}=1$$

$$7) X6_1+X6_2+X6_3+X6_4+X6_5+X6_6+X6_7+X6_8+X6_9+ \\ X6_{10}+X6_{11}+X6_{12}+X6_{13}+X6_{14}+X6_{15}+X6_{16}+X6_{17}+X6_{18}+ \\ X6_{19}+X6_{20}+X6_{21}+X6_{22}+X6_{23}+X6_{24}+X6_{25}+ 000Y = 2$$

$$X6_{20}=1$$

$$X6_{21}=1$$

$$8) X7_1+X7_2+X7_3+X7_4+X7_5+X7_6+X7_7+X7_8+X7_9+ \\ X7_{10}+X7_{11}+X7_{12}+X7_{13}+X7_{14}+X7_{15}+X7_{16}+X7_{17}+X7_{18}+ \\ X7_{19}+X7_{20}+X7_{21}+X7_{22}+X7_{23}+X7_{24}+X7_{25}+ 000Y = 2$$

$$X7_{11}=1$$

$$X7_{13}=1$$

$$9) X8_1+X8_2+X8_3+X8_4+X8_5+X8_6+X8_7+X8_8+X8_9+ \\ X8_{10}+X8_{11}+X8_{12}+X8_{13}+X8_{14}+X8_{15}+X8_{16}+X8_{17}+X8_{18}+ \\ X8_{19}+X8_{20}+X8_{21}+X8_{22}+X8_{23}+X8_{24}+X8_{25}+ 000Y = 2$$

$$X8_{10}=1$$

$$X8_{12}=1$$

!

! \*\*\*\*\*restrições de acoplamento\*\*\*\*\*

!

$$10) X1_1+X2_1+X3_1+X4_1+X5_1+X6_1+X7_1+X8_1+ 000Y \leq 1$$

$$11) X1_2+X2_2+X3_2+X4_2+X5_2+X6_2+X7_2+X8_2+ 000Y \leq 1$$

$$12) X1_3+X2_3+X3_3+X4_3+X5_3+X6_3+X7_3+X8_3+ 000Y \leq 1$$

$$13) X1_4+X2_4+X3_4+X4_4+X5_4+X6_4+X7_4+X8_4+ 000Y \leq 1$$

$$14) X1_5+X2_5+X3_5+X4_5+X5_5+X6_5+X7_5+X8_5+ 000Y \leq 1$$

$$15) X1_6+X2_6+X3_6+X4_6+X5_6+X6_6+X7_6+X8_6+ 000Y \leq 1$$

$$16) X1_7+X2_7+X3_7+X4_7+X5_7+X6_7+X7_7+X8_7+ 000Y \leq 1$$

$$17) X1_8+X2_8+X3_8+X4_8+X5_8+X6_8+X7_8+X8_8+ 000Y \leq 1$$

$$18) X1_9+X2_9+X3_9+X4_9+X5_9+X6_9+X7_9+X8_9+ 000Y \leq 1$$

$$19) X1_{10}+X2_{10}+X3_{10}+X4_{10}+X5_{10}+X6_{10}+X7_{10}+X8_{10}+ 000Y \leq 1$$

$$20) X1_{11}+X2_{11}+X3_{11}+X4_{11}+X5_{11}+X6_{11}+X7_{11}+X8_{11}+ 000Y \leq 1$$

$$21) X1_{12}+X2_{12}+X3_{12}+X4_{12}+X5_{12}+X6_{12}+X7_{12}+X8_{12}+ 000Y \leq 1$$

$$22) X1_{13}+X2_{13}+X3_{13}+X4_{13}+X5_{13}+X6_{13}+X7_{13}+X8_{13}+ 000Y \leq 1$$

$$23) X1_{14}+X2_{14}+X3_{14}+X4_{14}+X5_{14}+X6_{14}+X7_{14}+X8_{14}+ 000Y \leq 1$$

$$24) X1_{15}+X2_{15}+X3_{15}+X4_{15}+X5_{15}+X6_{15}+X7_{15}+X8_{15}+ 000Y \leq 1$$

$$25) X1_{16}+X2_{16}+X3_{16}+X4_{16}+X5_{16}+X6_{16}+X7_{16}+X8_{16}+ 000Y \leq 1$$

$$26) X1_{17}+X2_{17}+X3_{17}+X4_{17}+X5_{17}+X6_{17}+X7_{17}+X8_{17}+ 000Y \leq 1$$

$$27) X1_{18}+X2_{18}+X3_{18}+X4_{18}+X5_{18}+X6_{18}+X7_{18}+X8_{18}+ 000Y \leq 1$$

28)  $X1_{19}+X2_{19}+X3_{19}+X4_{19}+X5_{19}+X6_{19}+X7_{19}+X8_{19}+ 000Y \leq 1$   
 29)  $X1_{20}+X2_{20}+X3_{20}+X4_{20}+X5_{20}+X6_{20}+X7_{20}+X8_{20}+ 000Y \leq 1$   
 30)  $X1_{21}+X2_{21}+X3_{21}+X4_{21}+X5_{21}+X6_{21}+X7_{21}+X8_{21}+ 000Y \leq 1$   
 31)  $X1_{22}+X2_{22}+X3_{22}+X4_{22}+X5_{22}+X6_{22}+X7_{22}+X8_{22}+ 000Y \leq 1$   
 32)  $X1_{23}+X2_{23}+X3_{23}+X4_{23}+X5_{23}+X6_{23}+X7_{23}+X8_{23}+ 000Y \leq 1$   
 33)  $X1_{24}+X2_{24}+X3_{24}+X4_{24}+X5_{24}+X6_{24}+X7_{24}+X8_{24}+ 000Y \leq 1$   
 34)  $X1_{25}+X2_{25}+X3_{25}+X4_{25}+X5_{25}+X6_{25}+X7_{25}+X8_{25}+ 000Y \leq 1$   
 END  
 INTEGER 200

### Solução:

#### OBJECTIVE FUNCTION VALUE

1) 611.8100

VARIABLE	VALUE	REDUCED COST
X1_1	1.000000	4.280000
X1_2	1.000000	4.540000
X1_3	1.000000	4.840000
X1_4	1.000000	4.580000
X1_5	1.000000	4.750000
X2_7	1.000000	5.560000
X2_8	1.000000	5.880000
X2_9	1.000000	5.600000
X3_14	1.000000	16.559999
X4_6	1.000000	5.990000
X4_15	1.000000	5.920000
X4_16	1.000000	6.000000
X4_17	1.000000	6.120000
X4_18	1.000000	6.270000

X4_19	1.000000	6.180000
X5_22	1.000000	96.959999
X5_23	1.000000	100.570000
X5_24	1.000000	103.750000
X5_25	1.000000	100.220001
X6_20	1.000000	23.260000
X6_21	1.000000	23.750000
X7_11	1.000000	31.440001
X7_13	1.000000	31.799999
X8_10	1.000000	3.490000
X8_12	1.000000	3.500000

**Cenário 2 – Primeira simulação****Função Objetivo:**

Minimize

4.28X1\_1+ 4.54X1\_2+ 4.84X1\_3+ 4.58X1\_4+ 4.75X1\_5+ 4.99X1\_6+  
 5.19X1\_7+ 5.49X1\_8+ 5.22X1\_9+  
 5.51X1\_10+ 5.29X1\_11+ 5.57X1\_12+ 5.36X1\_13+ 5.63X1\_14+ 4.92X1\_15+  
 5.00X1\_16+ 5.12X1\_17+ 5.27X1\_18+ 5.17X1\_19+ 5.23X1\_20+ 5.33X1\_21+  
 5.46X1\_22+ 5.70X1\_23+ 5.92X1\_24+ 5.68X1\_25+  
 4.59X2\_1+ 4.86X2\_2+ 5.18X2\_3+ 4.91X2\_4+ 5.09X2\_5+ 5.35X2\_6+  
 5.56X2\_7+ 5.88X2\_8+ 5.60X2\_9+  
 5.91X2\_10+ 5.66X2\_11+ 5.96X2\_12+ 5.74X2\_13+ 6.03X2\_14+ 5.28X2\_15+  
 5.35X2\_16+ 5.48X2\_17+ 5.65X2\_18+ 5.54X2\_19+ 5.61X2\_20+ 5.71X2\_21+  
 5.85X2\_22+ 6.11X2\_23+ 6.34X2\_24+ 6.09X2\_25+  
 13.21X3\_1+ 13.85X3\_2+ 14.59X3\_3+ 13.96X3\_4+ 14.38X3\_5+ 14.98X3\_6+  
 15.47X3\_7+ 16.21X3\_8+ 15.56X3\_9+  
 16.29X3\_10+ 15.72X3\_11+ 16.42X3\_12+ 15.90X3\_13+ 16.56X3\_14+ 14.81X3\_15+  
 14.99X3\_16+ 15.29X3\_17+ 15.67X3\_18+ 15.44X3\_19+ 15.58X3\_20+ 15.83X3\_21+  
 16.16X3\_22+ 16.76X3\_23+ 17.29X3\_24+ 16.70X3\_25+  
 5.28X4\_1+ 5.54X4\_2+ 5.84X4\_3+ 5.58X4\_4+ 5.75X4\_5+ 5.99X4\_6+  
 6.19X4\_7+ 6.49X4\_8+ 6.22X4\_9+  
 6.52X4\_10+ 6.29X4\_11+ 6.57X4\_12+ 6.36X4\_13+ 6.62X4\_14+ 5.92X4\_15+  
 6.00X4\_16+ 6.12X4\_17+ 6.27X4\_18+ 6.18X4\_19+ 6.23X4\_20+ 6.33X4\_21+  
 6.46X4\_22+ 6.70X4\_23+ 6.92X4\_24+ 6.68X4\_25+  
 79.26X5\_1+ 83.11X5\_2+ 87.55X5\_3+ 83.76X5\_4+ 86.29X5\_5+ 89.88X5\_6+  
 92.82X5\_7+ 97.29X5\_8+ 93.36X5\_9+  
 97.73X5\_10+ 94.30X5\_11+ 98.05X5\_12+ 95.38X5\_13+ 99.38X5\_14+ 88.88X5\_15+  
 89.97X5\_16+ 91.75X5\_17+ 94.06X5\_18+ 92.63X5\_19+ 93.05X5\_20+ 94.99X5\_21+  
 96.96X5\_22+ 100.57X5\_23+ 103.75X5\_24+ 100.22X5\_25+  
 19.82X6\_1+ 20.78X6\_2+ 21.89X6\_3+ 20.94X6\_4+ 21.57X6\_5+ 22.47X6\_6+

23.21X6\_7+ 24.32X6\_8+ 23.34X6\_9+  
 24.43X6\_10+ 23.58X6\_11+ 24.51X6\_12+ 23.85X6\_13+ 24.85X6\_14+ 22.22X6\_15+  
 22.49X6\_16+ 22.94X6\_17+ 23.52X6\_18+ 23.16X6\_19+ 23.26X6\_20+ 23.75X6\_21+  
 24.24X6\_22+ 25.14X6\_23+ 25.94X6\_24+ 25.06X6\_25+  
 26.42X7\_1+ 27.71X7\_2+ 29.19X7\_3+ 27.92X7\_4+ 28.77X7\_5+ 29.96X7\_6+  
 30.94X7\_7+ 32.43X7\_8+ 31.12X7\_9+  
 32.58X7\_10+ 31.44X7\_11+ 32.68X7\_12+ 31.80X7\_13+ 33.13X7\_14+ 29.63X7\_15+  
 29.99X7\_16+ 30.59X7\_17+ 31.36X7\_18+ 30.88X7\_19+ 31.02X7\_20+ 31.52X7\_21+  
 32.32X7\_22+ 33.53X7\_23+ 34.59X7\_24+ 33.41X7\_25+  
 2.83X8\_1+ 2.97X8\_2+ 3.13X8\_3+ 2.99X8\_4+ 3.08X8\_5+ 3.21X8\_6+  
 3.32X8\_7+ 3.48X8\_8+ 3.33X8\_9+  
 3.49X8\_10+ 3.37X8\_11+ 3.50X8\_12+ 3.41X8\_13+ 3.55X8\_14+ 3.17X8\_15+  
 3.21X8\_16+ 3.28X8\_17+ 3.36X8\_18+ 3.31X8\_19+ 3.32X8\_20+ 3.38X8\_21+  
 3.46X8\_22+ 3.59X8\_23+ 3.71X8\_24+ 3.58X8\_25+ 000Y

#### SUBJECT TO

!

! \*\*\*\*\*restrições bloco-angular\*\*\*\*\*

!

2)  $X1_1+X1_2+X1_3+X1_4+X1_5+X1_6+X1_7+X1_8+X1_9+$   
 $X1_{10}+X1_{11}+X1_{12}+X1_{13}+X1_{14}+X1_{15}+X1_{16}+X1_{17}+X1_{18}+$   
 $X1_{19}+X1_{20}+X1_{21}+X1_{22}+X1_{23}+X1_{24}+X1_{25}+ 000Y = 5$   
 3)  $X2_1+X2_2+X2_3+X2_4+X2_5+X2_6+X2_7+X2_8+X2_9+$   
 $X2_{10}+X2_{11}+X2_{12}+X2_{13}+X2_{14}+X2_{15}+X2_{16}+X2_{17}+X2_{18}+$   
 $X2_{19}+X2_{20}+X2_{21}+X2_{22}+X2_{23}+X2_{24}+X2_{25}+ 000Y = 3$   
 4)  $X3_1+X3_2+X3_3+X3_4+X3_5+X3_6+X3_7+X3_8+X3_9+$   
 $X3_{10}+X3_{11}+X3_{12}+X3_{13}+X3_{14}+X3_{15}+X3_{16}+X3_{17}+X3_{18}+$   
 $X3_{19}+X3_{20}+X3_{21}+X3_{22}+X3_{23}+X3_{24}+X3_{25}+ 000Y = 1$   
 5)  $X4_1+X4_2+X4_3+X4_4+X4_5+X4_6+X4_7+X4_8+X4_9+$   
 $X4_{10}+X4_{11}+X4_{12}+X4_{13}+X4_{14}+X4_{15}+X4_{16}+X4_{17}+X4_{18}+$   
 $X4_{19}+X4_{20}+X4_{21}+X4_{22}+X4_{23}+X4_{24}+X4_{25}+ 000Y = 6$



$$6) X5_1+X5_2+X5_3+X5_4+X5_5+X5_6+X5_7+X5_8+X5_9+ \\ X5_{10}+X5_{11}+X5_{12}+X5_{13}+X5_{14}+X5_{15}+X5_{16}+X5_{17}+X5_{18}+ \\ X5_{19}+X5_{20}+X5_{21}+X5_{22}+X5_{23}+X5_{24}+X5_{25}+ 000Y = 4$$

$$7) X6_1+X6_2+X6_3+X6_4+X6_5+X6_6+X6_7+X6_8+X6_9+ \\ X6_{10}+X6_{11}+X6_{12}+X6_{13}+X6_{14}+X6_{15}+X6_{16}+X6_{17}+X6_{18}+ \\ X6_{19}+X6_{20}+X6_{21}+X6_{22}+X6_{23}+X6_{24}+X6_{25}+ 000Y = 2$$

$$8) X7_1+X7_2+X7_3+X7_4+X7_5+X7_6+X7_7+X7_8+X7_9+ \\ X7_{10}+X7_{11}+X7_{12}+X7_{13}+X7_{14}+X7_{15}+X7_{16}+X7_{17}+X7_{18}+ \\ X7_{19}+X7_{20}+X7_{21}+X7_{22}+X7_{23}+X7_{24}+X7_{25}+ 000Y = 2$$

$$9) X8_1+X8_2+X8_3+X8_4+X8_5+X8_6+X8_7+X8_8+X8_9+ \\ X8_{10}+X8_{11}+X8_{12}+X8_{13}+X8_{14}+X8_{15}+X8_{16}+X8_{17}+X8_{18}+ \\ X8_{19}+X8_{20}+X8_{21}+X8_{22}+X8_{23}+X8_{24}+X8_{25}+ 000Y = 2$$

!

! \*\*\*\*\*restrições de acoplamento\*\*\*\*\*

!

$$10) X1_1+X2_1+X3_1+X4_1+X5_1+X6_1+X7_1+X8_1+ 000Y \leq 1$$

$$11) X1_2+X2_2+X3_2+X4_2+X5_2+X6_2+X7_2+X8_2+ 000Y \leq 1$$

$$12) X1_3+X2_3+X3_3+X4_3+X5_3+X6_3+X7_3+X8_3+ 000Y \leq 1$$

$$13) X1_4+X2_4+X3_4+X4_4+X5_4+X6_4+X7_4+X8_4+ 000Y \leq 1$$

$$14) X1_5+X2_5+X3_5+X4_5+X5_5+X6_5+X7_5+X8_5+ 000Y \leq 1$$

$$15) X1_6+X2_6+X3_6+X4_6+X5_6+X6_6+X7_6+X8_6+ 000Y \leq 1$$

$$16) X1_7+X2_7+X3_7+X4_7+X5_7+X6_7+X7_7+X8_7+ 000Y \leq 1$$

$$17) X1_8+X2_8+X3_8+X4_8+X5_8+X6_8+X7_8+X8_8+ 000Y \leq 1$$

$$18) X1_9+X2_9+X3_9+X4_9+X5_9+X6_9+X7_9+X8_9+ 000Y \leq 1$$

$$19) X1_{10}+X2_{10}+X3_{10}+X4_{10}+X5_{10}+X6_{10}+X7_{10}+X8_{10}+ 000Y \leq 1$$

$$20) X1_{11}+X2_{11}+X3_{11}+X4_{11}+X5_{11}+X6_{11}+X7_{11}+X8_{11}+ 000Y \leq 1$$

$$21) X1_{12}+X2_{12}+X3_{12}+X4_{12}+X5_{12}+X6_{12}+X7_{12}+X8_{12}+ 000Y \leq 1$$

$$22) X1_{13}+X2_{13}+X3_{13}+X4_{13}+X5_{13}+X6_{13}+X7_{13}+X8_{13}+ 000Y \leq 1$$

$$23) X1_{14}+X2_{14}+X3_{14}+X4_{14}+X5_{14}+X6_{14}+X7_{14}+X8_{14}+ 000Y \leq 1$$

$$24) X1_{15}+X2_{15}+X3_{15}+X4_{15}+X5_{15}+X6_{15}+X7_{15}+X8_{15}+ 000Y \leq 1$$

$$25) X1_{16}+X2_{16}+X3_{16}+X4_{16}+X5_{16}+X6_{16}+X7_{16}+X8_{16}+ 000Y \leq 1$$

26)  $X1_{17}+X2_{17}+X3_{17}+X4_{17}+X5_{17}+X6_{17}+X7_{17}+X8_{17}+ 000Y \leq 1$   
 27)  $X1_{18}+X2_{18}+X3_{18}+X4_{18}+X5_{18}+X6_{18}+X7_{18}+X8_{18}+ 000Y \leq 1$   
 28)  $X1_{19}+X2_{19}+X3_{19}+X4_{19}+X5_{19}+X6_{19}+X7_{19}+X8_{19}+ 000Y \leq 1$   
 29)  $X1_{20}+X2_{20}+X3_{20}+X4_{20}+X5_{20}+X6_{20}+X7_{20}+X8_{20}+ 000Y \leq 1$   
 30)  $X1_{21}+X2_{21}+X3_{21}+X4_{21}+X5_{21}+X6_{21}+X7_{21}+X8_{21}+ 000Y \leq 1$   
 31)  $X1_{22}+X2_{22}+X3_{22}+X4_{22}+X5_{22}+X6_{22}+X7_{22}+X8_{22}+ 000Y \leq 1$   
 32)  $X1_{23}+X2_{23}+X3_{23}+X4_{23}+X5_{23}+X6_{23}+X7_{23}+X8_{23}+ 000Y \leq 1$   
 33)  $X1_{24}+X2_{24}+X3_{24}+X4_{24}+X5_{24}+X6_{24}+X7_{24}+X8_{24}+ 000Y \leq 1$   
 34)  $X1_{25}+X2_{25}+X3_{25}+X4_{25}+X5_{25}+X6_{25}+X7_{25}+X8_{25}+ 000Y \leq 1$   
 END  
 INTEGER 200

**Solução:**

## OBJECTIVE FUNCTION VALUE

1) 541.2900

VARIABLE	VALUE	REDUCED COST
X1_8	1.000000	5.490000
X1_9	1.000000	5.220000
X1_10	1.000000	5.510000
X1_12	1.000000	5.570000
X1_20	1.000000	5.230000
X2_7	1.000000	5.560000
X2_11	1.000000	5.660000
X2_19	1.000000	5.540000
X3_17	1.000000	15.290000
X4_13	1.000000	6.360000
X4_14	1.000000	6.620000
X4_18	1.000000	6.270000

X4_21	1.000000	6.330000
X4_22	1.000000	6.460000
X4_25	1.000000	6.680000
X5_1	1.000000	79.260002
X5_2	1.000000	83.110001
X5_4	1.000000	83.760002
X5_5	1.000000	86.290001
X6_6	1.000000	22.469999
X6_16	1.000000	22.490000
X7_3	1.000000	29.190001
X7_15	1.000000	29.629999
X8_23	1.000000	3.590000
X8_24	1.000000	3.710000

**Cenário 2 – segunda Simulação****Função Objetivo:**

Minimize

4.28X1\_1+ 4.54X1\_2+ 4.84X1\_3+ 4.58X1\_4+ 4.75X1\_5+ 4.99X1\_6+  
 5.19X1\_7+ 5.49X1\_8+ 5.22X1\_9+  
 5.51X1\_10+ 5.29X1\_11+ 5.57X1\_12+ 5.36X1\_13+ 5.63X1\_14+ 4.92X1\_15+  
 5.00X1\_16+ 5.12X1\_17+ 5.27X1\_18+ 5.17X1\_19+ 5.23X1\_20+ 5.33X1\_21+  
 5.46X1\_22+ 5.70X1\_23+ 5.92X1\_24+ 5.68X1\_25+  
 4.59X2\_1+ 4.86X2\_2+ 5.18X2\_3+ 4.91X2\_4+ 5.09X2\_5+ 5.35X2\_6+  
 5.56X2\_7+ 5.88X2\_8+ 5.60X2\_9+  
 5.91X2\_10+ 5.66X2\_11+ 5.96X2\_12+ 5.74X2\_13+ 6.03X2\_14+ 5.28X2\_15+  
 5.35X2\_16+ 5.48X2\_17+ 5.65X2\_18+ 5.54X2\_19+ 5.61X2\_20+ 5.71X2\_21+  
 5.85X2\_22+ 6.11X2\_23+ 6.34X2\_24+ 6.09X2\_25+  
 13.21X3\_1+ 13.85X3\_2+ 14.59X3\_3+ 13.96X3\_4+ 14.38X3\_5+ 14.98X3\_6+  
 15.47X3\_7+ 16.21X3\_8+ 15.56X3\_9+  
 16.29X3\_10+ 15.72X3\_11+ 16.42X3\_12+ 15.90X3\_13+ 16.56X3\_14+ 14.81X3\_15+  
 14.99X3\_16+ 15.29X3\_17+ 15.67X3\_18+ 15.44X3\_19+ 15.58X3\_20+ 15.83X3\_21+  
 16.16X3\_22+ 16.76X3\_23+ 17.29X3\_24+ 16.70X3\_25+  
 5.28X4\_1+ 5.54X4\_2+ 5.84X4\_3+ 5.58X4\_4+ 5.75X4\_5+ 5.99X4\_6+  
 6.19X4\_7+ 6.49X4\_8+ 6.22X4\_9+  
 6.52X4\_10+ 6.29X4\_11+ 6.57X4\_12+ 6.36X4\_13+ 6.62X4\_14+ 5.92X4\_15+  
 6.00X4\_16+ 6.12X4\_17+ 6.27X4\_18+ 6.18X4\_19+ 6.23X4\_20+ 6.33X4\_21+  
 6.46X4\_22+ 6.70X4\_23+ 6.92X4\_24+ 6.68X4\_25+  
 79.26X5\_1+ 83.11X5\_2+ 87.55X5\_3+ 83.76X5\_4+ 86.29X5\_5+ 89.88X5\_6+  
 92.82X5\_7+ 97.29X5\_8+ 93.36X5\_9+  
 97.73X5\_10+ 94.30X5\_11+ 98.05X5\_12+ 95.38X5\_13+ 99.38X5\_14+ 88.88X5\_15+  
 89.97X5\_16+ 91.75X5\_17+ 94.06X5\_18+ 92.63X5\_19+ 93.05X5\_20+ 94.99X5\_21+  
 96.96X5\_22+ 100.57X5\_23+ 103.75X5\_24+ 100.22X5\_25+  
 19.82X6\_1+ 20.78X6\_2+ 21.89X6\_3+ 20.94X6\_4+ 21.57X6\_5+ 22.47X6\_6+

23.21X6\_7+ 24.32X6\_8+ 23.34X6\_9+  
 24.43X6\_10+ 23.58X6\_11+ 24.51X6\_12+ 23.85X6\_13+ 24.85X6\_14+ 22.22X6\_15+  
 22.49X6\_16+ 22.94X6\_17+ 23.52X6\_18+ 23.16X6\_19+ 23.26X6\_20+ 23.75X6\_21+  
 24.24X6\_22+ 25.14X6\_23+ 25.94X6\_24+ 25.06X6\_25+  
 26.42X7\_1+ 27.71X7\_2+ 29.19X7\_3+ 27.92X7\_4+ 28.77X7\_5+ 29.96X7\_6+  
 30.94X7\_7+ 32.43X7\_8+ 31.12X7\_9+  
 32.58X7\_10+ 31.44X7\_11+ 32.68X7\_12+ 31.80X7\_13+ 33.13X7\_14+ 29.63X7\_15+  
 29.99X7\_16+ 30.59X7\_17+ 31.36X7\_18+ 30.88X7\_19+ 31.02X7\_20+ 31.52X7\_21+  
 32.32X7\_22+ 33.53X7\_23+ 34.59X7\_24+ 33.41X7\_25+  
 2.83X8\_1+ 2.97X8\_2+ 3.13X8\_3+ 2.99X8\_4+ 3.08X8\_5+ 3.21X8\_6+  
 3.32X8\_7+ 3.48X8\_8+ 3.33X8\_9+  
 3.49X8\_10+ 3.37X8\_11+ 3.50X8\_12+ 3.41X8\_13+ 3.55X8\_14+ 3.17X8\_15+  
 3.21X8\_16+ 3.28X8\_17+ 3.36X8\_18+ 3.31X8\_19+ 3.32X8\_20+ 3.38X8\_21+  
 3.46X8\_22+ 3.59X8\_23+ 3.71X8\_24+ 3.58X8\_25+ 000Y

#### SUBJECT TO

! \*\*\*\*\*restrições bloco-angular\*\*\*\*\*

2)  $X1_1+X1_2+X1_3+X1_4+X1_5+X1_6+X1_7+X1_8+X1_9+$   
 $X1_{10}+X1_{11}+X1_{12}+X1_{13}+X1_{14}+X1_{15}+X1_{16}+X1_{17}+X1_{18}+$   
 $X1_{19}+X1_{20}+X1_{21}+X1_{22}+X1_{23}+X1_{24}+X1_{25}+ 000Y = 5$

$X1_8=1$

$X1_{10}=1$

$X1_{12}=1$

$X1_{14}=1$

$X1_{13}=1$

3)  $X2_1+X2_2+X2_3+X2_4+X2_5+X2_6+X2_7+X2_8+X2_9+$   
 $X2_{10}+X2_{11}+X2_{12}+X2_{13}+X2_{14}+X2_{15}+X2_{16}+X2_{17}+X2_{18}+$   
 $X2_{19}+X2_{20}+X2_{21}+X2_{22}+X2_{23}+X2_{24}+X2_{25}+ 000Y = 3$

$X2_7=1$

$X2_{11}=1$

$X2_9=1$

$$4) X3_1+X3_2+X3_3+X3_4+X3_5+X3_6+X3_7+X3_8+X3_9+ \\ X3_{10}+X3_{11}+X3_{12}+X3_{13}+X3_{14}+X3_{15}+X3_{16}+X3_{17}+X3_{18}+ \\ X3_{19}+X3_{20}+X3_{21}+X3_{22}+X3_{23}+X3_{24}+X3_{25}+ 000Y = 1$$

$$X3_{19}=1$$

$$5) X4_1+X4_2+X4_3+X4_4+X4_5+X4_6+X4_7+X4_8+X4_9+ \\ X4_{10}+X4_{11}+X4_{12}+X4_{13}+X4_{14}+X4_{15}+X4_{16}+X4_{17}+X4_{18}+ \\ X4_{19}+X4_{20}+X4_{21}+X4_{22}+X4_{23}+X4_{24}+X4_{25}+ 000Y = 6$$

$$X4_{17}=1$$

$$X4_{20}=1$$

$$X4_{18}=1$$

$$X4_{21}=1$$

$$X4_{22}=1$$

$$X4_{25}=1$$

$$6) X5_1+X5_2+X5_3+X5_4+X5_5+X5_6+X5_7+X5_8+X5_9+ \\ X5_{10}+X5_{11}+X5_{12}+X5_{13}+X5_{14}+X5_{15}+X5_{16}+X5_{17}+X5_{18}+ \\ X5_{19}+X5_{20}+X5_{21}+X5_{22}+X5_{23}+X5_{24}+X5_{25}+ 000Y = 4$$

$$X5_1=1$$

$$X5_2=1$$

$$X5_4=1$$

$$X5_5=1$$

$$7) X6_1+X6_2+X6_3+X6_4+X6_5+X6_6+X6_7+X6_8+X6_9+ \\ X6_{10}+X6_{11}+X6_{12}+X6_{13}+X6_{14}+X6_{15}+X6_{16}+X6_{17}+X6_{18}+ \\ X6_{19}+X6_{20}+X6_{21}+X6_{22}+X6_{23}+X6_{24}+X6_{25}+ 000Y = 2$$

$$X6_{15}=1$$

$$X6_{16}=1$$

$$8) X7_1+X7_2+X7_3+X7_4+X7_5+X7_6+X7_7+X7_8+X7_9+ \\ X7_{10}+X7_{11}+X7_{12}+X7_{13}+X7_{14}+X7_{15}+X7_{16}+X7_{17}+X7_{18}+ \\ X7_{19}+X7_{20}+X7_{21}+X7_{22}+X7_{23}+X7_{24}+X7_{25}+ 000Y = 2$$

$$X7_3=1$$

$$X7_6=1$$

$$9) X8_1+X8_2+X8_3+X8_4+X8_5+X8_6+X8_7+X8_8+X8_9+$$

$$X8_{10}+X8_{11}+X8_{12}+X8_{13}+X8_{14}+X8_{15}+X8_{16}+X8_{17}+X8_{18}+ \\ X8_{19}+X8_{20}+X8_{21}+X8_{22}+X8_{23}+X8_{24}+X8_{25}+ 000Y = 2$$

$$X8_{23}=1$$

$$X8_{24}=1$$

! \*\*\*\*\*restrições de acoplamento\*\*\*\*\*

$$10) X1_1+X2_1+X3_1+X4_1+X5_1+X6_1+X7_1+X8_1+ 000Y \leq 1$$

$$11) X1_2+X2_2+X3_2+X4_2+X5_2+X6_2+X7_2+X8_2+ 000Y \leq 1$$

$$12) X1_3+X2_3+X3_3+X4_3+X5_3+X6_3+X7_3+X8_3+ 000Y \leq 1$$

$$13) X1_4+X2_4+X3_4+X4_4+X5_4+X6_4+X7_4+X8_4+ 000Y \leq 1$$

$$14) X1_5+X2_5+X3_5+X4_5+X5_5+X6_5+X7_5+X8_5+ 000Y \leq 1$$

$$15) X1_6+X2_6+X3_6+X4_6+X5_6+X6_6+X7_6+X8_6+ 000Y \leq 1$$

$$16) X1_7+X2_7+X3_7+X4_7+X5_7+X6_7+X7_7+X8_7+ 000Y \leq 1$$

$$17) X1_8+X2_8+X3_8+X4_8+X5_8+X6_8+X7_8+X8_8+ 000Y \leq 1$$

$$18) X1_9+X2_9+X3_9+X4_9+X5_9+X6_9+X7_9+X8_9+ 000Y \leq 1$$

$$19) X1_{10}+X2_{10}+X3_{10}+X4_{10}+X5_{10}+X6_{10}+X7_{10}+X8_{10}+ 000Y \leq 1$$

$$20) X1_{11}+X2_{11}+X3_{11}+X4_{11}+X5_{11}+X6_{11}+X7_{11}+X8_{11}+ 000Y \leq 1$$

$$21) X1_{12}+X2_{12}+X3_{12}+X4_{12}+X5_{12}+X6_{12}+X7_{12}+X8_{12}+ 000Y \leq 1$$

$$22) X1_{13}+X2_{13}+X3_{13}+X4_{13}+X5_{13}+X6_{13}+X7_{13}+X8_{13}+ 000Y \leq 1$$

$$23) X1_{14}+X2_{14}+X3_{14}+X4_{14}+X5_{14}+X6_{14}+X7_{14}+X8_{14}+ 000Y \leq 1$$

$$24) X1_{15}+X2_{15}+X3_{15}+X4_{15}+X5_{15}+X6_{15}+X7_{15}+X8_{15}+ 000Y \leq 1$$

$$25) X1_{16}+X2_{16}+X3_{16}+X4_{16}+X5_{16}+X6_{16}+X7_{16}+X8_{16}+ 000Y \leq 1$$

$$26) X1_{17}+X2_{17}+X3_{17}+X4_{17}+X5_{17}+X6_{17}+X7_{17}+X8_{17}+ 000Y \leq 1$$

$$27) X1_{18}+X2_{18}+X3_{18}+X4_{18}+X5_{18}+X6_{18}+X7_{18}+X8_{18}+ 000Y \leq 1$$

$$28) X1_{19}+X2_{19}+X3_{19}+X4_{19}+X5_{19}+X6_{19}+X7_{19}+X8_{19}+ 000Y \leq 1$$

$$29) X1_{20}+X2_{20}+X3_{20}+X4_{20}+X5_{20}+X6_{20}+X7_{20}+X8_{20}+ 000Y \leq 1$$

$$30) X1_{21}+X2_{21}+X3_{21}+X4_{21}+X5_{21}+X6_{21}+X7_{21}+X8_{21}+ 000Y \leq 1$$

$$31) X1_{22}+X2_{22}+X3_{22}+X4_{22}+X5_{22}+X6_{22}+X7_{22}+X8_{22}+ 000Y \leq 1$$

$$32) X1_{23}+X2_{23}+X3_{23}+X4_{23}+X5_{23}+X6_{23}+X7_{23}+X8_{23}+ 000Y \leq 1$$

$$33) X1_{24}+X2_{24}+X3_{24}+X4_{24}+X5_{24}+X6_{24}+X7_{24}+X8_{24}+ 000Y \leq 1$$

34)  $X1_{25}+X2_{25}+X3_{25}+X4_{25}+X5_{25}+X6_{25}+X7_{25}+X8_{25}+ 000Y \leq 1$   
 END  
 INTEGER 200

**Solução:**

OBJECTIVE FUNCTION VALUE

1) 541.4900

VARIABLE	VALUE	REDUCED COST
X1_8	1.000000	5.490000
X1_10	1.000000	5.510000
X2_7	1.000000	5.560000
X2_9	1.000000	5.600000
X2_11	1.000000	5.660000
X3_19	1.000000	15.440000
X4_17	1.000000	6.120000
X4_18	1.000000	6.270000
X4_20	1.000000	6.230000
X4_21	1.000000	6.330000
X4_22	1.000000	6.460000
X4_25	1.000000	6.680000
X5_1	1.000000	79.260002
X5_2	1.000000	83.110001
X5_4	1.000000	83.760002
X5_5	1.000000	86.290001
X6_15	1.000000	22.219999
X6_16	1.000000	22.490000
X7_3	1.000000	29.190001
X7_6	1.000000	29.959999



X8_23	1.000000	3.590000
X8_24	1.000000	3.710000

**Cenário 3 – Primeira simulação****Função Objetivo:**

Minimize

4.28X1\_1+ 4.54X1\_2+ 4.84X1\_3+ 4.58X1\_4+ 4.75X1\_5+ 4.99X1\_6+  
 5.19X1\_7+ 5.49X1\_8+ 5.22X1\_9+  
 5.51X1\_10+ 5.29X1\_11+ 5.57X1\_12+ 5.36X1\_13+ 5.63X1\_14+ 4.92X1\_15+  
 5.00X1\_16+ 5.12X1\_17+ 5.27X1\_18+ 5.17X1\_19+ 5.23X1\_20+ 5.33X1\_21+  
 5.46X1\_22+ 5.70X1\_23+ 5.92X1\_24+ 5.68X1\_25+  
 4.59X2\_1+ 4.86X2\_2+ 5.18X2\_3+ 4.91X2\_4+ 5.09X2\_5+ 5.35X2\_6+  
 5.56X2\_7+ 5.88X2\_8+ 5.60X2\_9+  
 5.91X2\_10+ 5.66X2\_11+ 5.96X2\_12+ 5.74X2\_13+ 6.03X2\_14+ 5.28X2\_15+  
 5.35X2\_16+ 5.48X2\_17+ 5.65X2\_18+ 5.54X2\_19+ 5.61X2\_20+ 5.71X2\_21+  
 5.85X2\_22+ 6.11X2\_23+ 6.34X2\_24+ 6.09X2\_25+  
 13.21X3\_1+ 13.85X3\_2+ 14.59X3\_3+ 13.96X3\_4+ 14.38X3\_5+ 14.98X3\_6+  
 15.47X3\_7+ 16.21X3\_8+ 15.56X3\_9+  
 16.29X3\_10+ 15.72X3\_11+ 16.42X3\_12+ 15.90X3\_13+ 16.56X3\_14+ 14.81X3\_15+  
 14.99X3\_16+ 15.29X3\_17+ 15.67X3\_18+ 15.44X3\_19+ 15.58X3\_20+ 15.83X3\_21+  
 16.16X3\_22+ 16.76X3\_23+ 17.29X3\_24+ 16.70X3\_25+  
 5.28X4\_1+ 5.54X4\_2+ 5.84X4\_3+ 5.58X4\_4+ 5.75X4\_5+ 5.99X4\_6+  
 6.19X4\_7+ 6.49X4\_8+ 6.22X4\_9+  
 6.52X4\_10+ 6.29X4\_11+ 6.57X4\_12+ 6.36X4\_13+ 6.62X4\_14+ 5.92X4\_15+  
 6.00X4\_16+ 6.12X4\_17+ 6.27X4\_18+ 6.18X4\_19+ 6.23X4\_20+ 6.33X4\_21+  
 6.46X4\_22+ 6.70X4\_23+ 6.92X4\_24+ 6.68X4\_25+  
 79.26X5\_1+ 83.11X5\_2+ 87.55X5\_3+ 83.76X5\_4+ 86.29X5\_5+ 89.88X5\_6+  
 92.82X5\_7+ 97.29X5\_8+ 93.36X5\_9+  
 97.73X5\_10+ 94.30X5\_11+ 98.05X5\_12+ 95.38X5\_13+ 99.38X5\_14+ 88.88X5\_15+  
 89.97X5\_16+ 91.75X5\_17+ 94.06X5\_18+ 92.63X5\_19+ 93.05X5\_20+ 94.99X5\_21+  
 96.96X5\_22+ 100.57X5\_23+ 103.75X5\_24+ 100.22X5\_25+  
 19.82X6\_1+ 20.78X6\_2+ 21.89X6\_3+ 20.94X6\_4+ 21.57X6\_5+ 22.47X6\_6+  
 23.21X6\_7+ 24.32X6\_8+ 23.34X6\_9+

24.43X6\_10+ 23.58X6\_11+ 24.51X6\_12+ 23.85X6\_13+ 24.85X6\_14+ 22.22X6\_15+  
 22.49X6\_16+ 22.94X6\_17+ 23.52X6\_18+ 23.16X6\_19+ 23.26X6\_20+ 23.75X6\_21+  
 24.24X6\_22+ 25.14X6\_23+ 25.94X6\_24+ 25.06X6\_25+  
 26.42X7\_1+ 27.71X7\_2+ 29.19X7\_3+ 27.92X7\_4+ 28.77X7\_5+ 29.96X7\_6+  
 30.94X7\_7+ 32.43X7\_8+ 31.12X7\_9+  
 32.58X7\_10+ 31.44X7\_11+ 32.68X7\_12+ 31.80X7\_13+ 33.13X7\_14+ 29.63X7\_15+  
 29.99X7\_16+ 30.59X7\_17+ 31.36X7\_18+ 30.88X7\_19+ 31.02X7\_20+ 31.52X7\_21+  
 32.32X7\_22+ 33.53X7\_23+ 34.59X7\_24+ 33.41X7\_25+  
 2.83X8\_1+ 2.97X8\_2+ 3.13X8\_3+ 2.99X8\_4+ 3.08X8\_5+ 3.21X8\_6+  
 3.32X8\_7+ 3.48X8\_8+ 3.33X8\_9+  
 3.49X8\_10+ 3.37X8\_11+ 3.50X8\_12+ 3.41X8\_13+ 3.55X8\_14+ 3.17X8\_15+  
 3.21X8\_16+ 3.28X8\_17+ 3.36X8\_18+ 3.31X8\_19+ 3.32X8\_20+ 3.38X8\_21+  
 3.46X8\_22+ 3.59X8\_23+ 3.71X8\_24+ 3.58X8\_25+ 000Y

SUBJECT TO

!

! \*\*\*\*\*restrições bloco-angular\*\*\*\*\*

!

2)  $X1_1+X1_2+X1_3+X1_4+X1_5+X1_6+X1_7+X1_8+X1_9+$   
 $X1_{10}+X1_{11}+X1_{12}+X1_{13}+X1_{14}+X1_{15}+X1_{16}+X1_{17}+X1_{18}+$   
 $X1_{19}+X1_{20}+X1_{21}+X1_{22}+X1_{23}+X1_{24}+X1_{25}+ 000Y = 5$

3)  $X2_1+X2_2+X2_3+X2_4+X2_5+X2_6+X2_7+X2_8+X2_9+$   
 $X2_{10}+X2_{11}+X2_{12}+X2_{13}+X2_{14}+X2_{15}+X2_{16}+X2_{17}+X2_{18}+$   
 $X2_{19}+X2_{20}+X2_{21}+X2_{22}+X2_{23}+X2_{24}+X2_{25}+ 000Y = 3$

4)  $X3_1+X3_2+X3_3+X3_4+X3_5+X3_6+X3_7+X3_8+X3_9+$   
 $X3_{10}+X3_{11}+X3_{12}+X3_{13}+X3_{14}+X3_{15}+X3_{16}+X3_{17}+X3_{18}+$   
 $X3_{19}+X3_{20}+X3_{21}+X3_{22}+X3_{23}+X3_{24}+X3_{25}+ 000Y = 1$

5)  $X4_1+X4_2+X4_3+X4_4+X4_5+X4_6+X4_7+X4_8+X4_9+$   
 $X4_{10}+X4_{11}+X4_{12}+X4_{13}+X4_{14}+X4_{15}+X4_{16}+X4_{17}+X4_{18}+$   
 $X4_{19}+X4_{20}+X4_{21}+X4_{22}+X4_{23}+X4_{24}+X4_{25}+ 000Y = 6$

6)  $X5_1+X5_2+X5_3+X5_4+X5_5+X5_6+X5_7+X5_8+X5_9+$   
 $X5_{10}+X5_{11}+X5_{12}+X5_{13}+X5_{14}+X5_{15}+X5_{16}+X5_{17}+X5_{18}+$

$$X5_{19}+X5_{20}+X5_{21}+X5_{22}+X5_{23}+X5_{24}+X5_{25}+ 000Y = 4$$

$$X5_{23}=1$$

$$X5_{24}=1$$

$$X5_{25}=1$$

$$X5_{22}=1$$

$$7) X6_1+X6_2+X6_3+X6_4+X6_5+X6_6+X6_7+X6_8+X6_9+ \\ X6_{10}+X6_{11}+X6_{12}+X6_{13}+X6_{14}+X6_{15}+X6_{16}+X6_{17}+X6_{18}+ \\ X6_{19}+X6_{20}+X6_{21}+X6_{22}+X6_{23}+X6_{24}+X6_{25}+ 000Y = 2$$

$$8) X7_1+X7_2+X7_3+X7_4+X7_5+X7_6+X7_7+X7_8+X7_9+ \\ X7_{10}+X7_{11}+X7_{12}+X7_{13}+X7_{14}+X7_{15}+X7_{16}+X7_{17}+X7_{18}+ \\ X7_{19}+X7_{20}+X7_{21}+X7_{22}+X7_{23}+X7_{24}+X7_{25}+ 000Y = 2$$

$$9) X8_1+X8_2+X8_3+X8_4+X8_5+X8_6+X8_7+X8_8+X8_9+ \\ X8_{10}+X8_{11}+X8_{12}+X8_{13}+X8_{14}+X8_{15}+X8_{16}+X8_{17}+X8_{18}+ \\ X8_{19}+X8_{20}+X8_{21}+X8_{22}+X8_{23}+X8_{24}+X8_{25}+ 000Y = 2$$

!

! \*\*\*\*\*restrições de acoplamento\*\*\*\*\*

!

$$10) X1_1+X2_1+X3_1+X4_1+X5_1+X6_1+X7_1+X8_1+ 000Y \leq 1$$

$$11) X1_2+X2_2+X3_2+X4_2+X5_2+X6_2+X7_2+X8_2+ 000Y \leq 1$$

$$12) X1_3+X2_3+X3_3+X4_3+X5_3+X6_3+X7_3+X8_3+ 000Y \leq 1$$

$$13) X1_4+X2_4+X3_4+X4_4+X5_4+X6_4+X7_4+X8_4+ 000Y \leq 1$$

$$14) X1_5+X2_5+X3_5+X4_5+X5_5+X6_5+X7_5+X8_5+ 000Y \leq 1$$

$$15) X1_6+X2_6+X3_6+X4_6+X5_6+X6_6+X7_6+X8_6+ 000Y \leq 1$$

$$16) X1_7+X2_7+X3_7+X4_7+X5_7+X6_7+X7_7+X8_7+ 000Y \leq 1$$

$$17) X1_8+X2_8+X3_8+X4_8+X5_8+X6_8+X7_8+X8_8+ 000Y \leq 1$$

$$18) X1_9+X2_9+X3_9+X4_9+X5_9+X6_9+X7_9+X8_9+ 000Y \leq 1$$

$$19) X1_{10}+X2_{10}+X3_{10}+X4_{10}+X5_{10}+X6_{10}+X7_{10}+X8_{10}+ 000Y \leq 1$$

$$20) X1_{11}+X2_{11}+X3_{11}+X4_{11}+X5_{11}+X6_{11}+X7_{11}+X8_{11}+ 000Y \leq 1$$

$$21) X1_{12}+X2_{12}+X3_{12}+X4_{12}+X5_{12}+X6_{12}+X7_{12}+X8_{12}+ 000Y \leq 1$$

$$22) X1_{13}+X2_{13}+X3_{13}+X4_{13}+X5_{13}+X6_{13}+X7_{13}+X8_{13}+ 000Y \leq 1$$

$$23) X1_{14}+X2_{14}+X3_{14}+X4_{14}+X5_{14}+X6_{14}+X7_{14}+X8_{14}+ 000Y \leq 1$$

24)  $X1_{15}+X2_{15}+X3_{15}+X4_{15}+X5_{15}+X6_{15}+X7_{15}+X8_{15}+ 000Y \leq 1$   
 25)  $X1_{16}+X2_{16}+X3_{16}+X4_{16}+X5_{16}+X6_{16}+X7_{16}+X8_{16}+ 000Y \leq 1$   
 26)  $X1_{17}+X2_{17}+X3_{17}+X4_{17}+X5_{17}+X6_{17}+X7_{17}+X8_{17}+ 000Y \leq 1$   
 27)  $X1_{18}+X2_{18}+X3_{18}+X4_{18}+X5_{18}+X6_{18}+X7_{18}+X8_{18}+ 000Y \leq 1$   
 28)  $X1_{19}+X2_{19}+X3_{19}+X4_{19}+X5_{19}+X6_{19}+X7_{19}+X8_{19}+ 000Y \leq 1$   
 29)  $X1_{20}+X2_{20}+X3_{20}+X4_{20}+X5_{20}+X6_{20}+X7_{20}+X8_{20}+ 000Y \leq 1$   
 30)  $X1_{21}+X2_{21}+X3_{21}+X4_{21}+X5_{21}+X6_{21}+X7_{21}+X8_{21}+ 000Y \leq 1$   
 31)  $X1_{22}+X2_{22}+X3_{22}+X4_{22}+X5_{22}+X6_{22}+X7_{22}+X8_{22}+ 000Y \leq 1$   
 32)  $X1_{23}+X2_{23}+X3_{23}+X4_{23}+X5_{23}+X6_{23}+X7_{23}+X8_{23}+ 000Y \leq 1$   
 33)  $X1_{24}+X2_{24}+X3_{24}+X4_{24}+X5_{24}+X6_{24}+X7_{24}+X8_{24}+ 000Y \leq 1$   
 34)  $X1_{25}+X2_{25}+X3_{25}+X4_{25}+X5_{25}+X6_{25}+X7_{25}+X8_{25}+ 000Y \leq 1$   
 END  
 INTEGER 200

### Solução:

#### OBJECTIVE FUNCTION VALUE

1) 599.9400

VARIABLE	VALUE	REDUCED COST
X1_9	1.000000	5.220000
X1_10	1.000000	5.510000
X1_13	1.000000	5.360000
X1_19	1.000000	5.170000
X1_21	1.000000	5.330000
X2_15	1.000000	5.280000
X2_16	1.000000	5.350000
X2_17	1.000000	5.480000
X3_3	1.000000	14.590000
X4_6	1.000000	5.990000

X4_7	1.000000	6.190000
X4_8	1.000000	6.490000
X4_11	1.000000	6.290000
X4_18	1.000000	6.270000
X4_20	1.000000	6.230000
X5_22	1.000000	96.959999
X5_23	1.000000	100.570000
X5_24	1.000000	103.750000
X5_25	1.000000	100.220001
X6_4	1.000000	20.940001
X6_5	1.000000	21.570000
X7_1	1.000000	26.420000
X7_2	1.000000	27.709999
X8_12	1.000000	3.500000
X8_14	1.000000	3.550000

**Cenário 3 – Segunda simulação****Função Objetivo:**

Minimize

4.28X1\_1+ 4.54X1\_2+ 4.84X1\_3+ 4.58X1\_4+ 4.75X1\_5+ 4.99X1\_6+  
 5.19X1\_7+ 5.49X1\_8+ 5.22X1\_9+  
 5.51X1\_10+ 5.29X1\_11+ 5.57X1\_12+ 5.36X1\_13+ 5.63X1\_14+ 4.92X1\_15+  
 5.00X1\_16+ 5.12X1\_17+ 5.27X1\_18+ 5.17X1\_19+ 5.23X1\_20+ 5.33X1\_21+  
 5.46X1\_22+ 5.70X1\_23+ 5.92X1\_24+ 5.68X1\_25+  
 4.59X2\_1+ 4.86X2\_2+ 5.18X2\_3+ 4.91X2\_4+ 5.09X2\_5+ 5.35X2\_6+  
 5.56X2\_7+ 5.88X2\_8+ 5.60X2\_9+  
 5.91X2\_10+ 5.66X2\_11+ 5.96X2\_12+ 5.74X2\_13+ 6.03X2\_14+ 5.28X2\_15+  
 5.35X2\_16+ 5.48X2\_17+ 5.65X2\_18+ 5.54X2\_19+ 5.61X2\_20+ 5.71X2\_21+  
 5.85X2\_22+ 6.11X2\_23+ 6.34X2\_24+ 6.09X2\_25+  
 13.21X3\_1+ 13.85X3\_2+ 14.59X3\_3+ 13.96X3\_4+ 14.38X3\_5+ 14.98X3\_6+  
 15.47X3\_7+ 16.21X3\_8+ 15.56X3\_9+  
 16.29X3\_10+ 15.72X3\_11+ 16.42X3\_12+ 15.90X3\_13+ 16.56X3\_14+ 14.81X3\_15+  
 14.99X3\_16+ 15.29X3\_17+ 15.67X3\_18+ 15.44X3\_19+ 15.58X3\_20+ 15.83X3\_21+  
 16.16X3\_22+ 16.76X3\_23+ 17.29X3\_24+ 16.70X3\_25+  
 5.28X4\_1+ 5.54X4\_2+ 5.84X4\_3+ 5.58X4\_4+ 5.75X4\_5+ 5.99X4\_6+  
 6.19X4\_7+ 6.49X4\_8+ 6.22X4\_9+  
 6.52X4\_10+ 6.29X4\_11+ 6.57X4\_12+ 6.36X4\_13+ 6.62X4\_14+ 5.92X4\_15+  
 6.00X4\_16+ 6.12X4\_17+ 6.27X4\_18+ 6.18X4\_19+ 6.23X4\_20+ 6.33X4\_21+  
 6.46X4\_22+ 6.70X4\_23+ 6.92X4\_24+ 6.68X4\_25+  
 79.26X5\_1+ 83.11X5\_2+ 87.55X5\_3+ 83.76X5\_4+ 86.29X5\_5+ 89.88X5\_6+  
 92.82X5\_7+ 97.29X5\_8+ 93.36X5\_9+  
 97.73X5\_10+ 94.30X5\_11+ 98.05X5\_12+ 95.38X5\_13+ 99.38X5\_14+ 88.88X5\_15+  
 89.97X5\_16+ 91.75X5\_17+ 94.06X5\_18+ 92.63X5\_19+ 93.05X5\_20+ 94.99X5\_21+  
 96.96X5\_22+ 100.57X5\_23+ 103.75X5\_24+ 100.22X5\_25+

19.82X6\_1+ 20.78X6\_2+ 21.89X6\_3+ 20.94X6\_4+ 21.57X6\_5+ 22.47X6\_6+  
 23.21X6\_7+ 24.32X6\_8+ 23.34X6\_9+  
 24.43X6\_10+ 23.58X6\_11+ 24.51X6\_12+ 23.85X6\_13+ 24.85X6\_14+ 22.22X6\_15+  
 22.49X6\_16+ 22.94X6\_17+ 23.52X6\_18+ 23.16X6\_19+ 23.26X6\_20+ 23.75X6\_21+  
 24.24X6\_22+ 25.14X6\_23+ 25.94X6\_24+ 25.06X6\_25+  
 26.42X7\_1+ 27.71X7\_2+ 29.19X7\_3+ 27.92X7\_4+ 28.77X7\_5+ 29.96X7\_6+  
 30.94X7\_7+ 32.43X7\_8+ 31.12X7\_9+  
 32.58X7\_10+ 31.44X7\_11+ 32.68X7\_12+ 31.80X7\_13+ 33.13X7\_14+ 29.63X7\_15+  
 29.99X7\_16+ 30.59X7\_17+ 31.36X7\_18+ 30.88X7\_19+ 31.02X7\_20+ 31.52X7\_21+  
 32.32X7\_22+ 33.53X7\_23+ 34.59X7\_24+ 33.41X7\_25+  
 2.83X8\_1+ 2.97X8\_2+ 3.13X8\_3+ 2.99X8\_4+ 3.08X8\_5+ 3.21X8\_6+  
 3.32X8\_7+ 3.48X8\_8+ 3.33X8\_9+  
 3.49X8\_10+ 3.37X8\_11+ 3.50X8\_12+ 3.41X8\_13+ 3.55X8\_14+ 3.17X8\_15+  
 3.21X8\_16+ 3.28X8\_17+ 3.36X8\_18+ 3.31X8\_19+ 3.32X8\_20+ 3.38X8\_21+  
 3.46X8\_22+ 3.59X8\_23+ 3.71X8\_24+ 3.58X8\_25+ 000Y

SUBJECT TO

!

! \*\*\*\*\*restrições bloco-angular\*\*\*\*\*

!

2) X1\_1+X1\_2+X1\_3+X1\_4+X1\_5+X1\_6+X1\_7+X1\_8+X1\_9+  
 X1\_10+X1\_11+X1\_12+X1\_13+X1\_14+X1\_15+X1\_16+X1\_17+X1\_18+  
 X1\_19+X1\_20+X1\_21+X1\_22+X1\_23+X1\_24+X1\_25+ 000Y = 5

X1\_15=1

X1\_16=1

X1\_17=1

X1\_18=1

X1\_6=1

3) X2\_1+X2\_2+X2\_3+X2\_4+X2\_5+X2\_6+X2\_7+X2\_8+X2\_9+  
 X2\_10+X2\_11+X2\_12+X2\_13+X2\_14+X2\_15+X2\_16+X2\_17+X2\_18+  
 X2\_19+X2\_20+X2\_21+X2\_22+X2\_23+X2\_24+X2\_25+ 000Y = 3

X2\_19=1



$$X2_{20}=1$$

$$X2_{21}=1$$

$$4) X3_1+X3_2+X3_3+X3_4+X3_5+X3_6+X3_7+X3_8+X3_9+ \\ X3_{10}+X3_{11}+X3_{12}+X3_{13}+X3_{14}+X3_{15}+X3_{16}+X3_{17}+X3_{18}+ \\ X3_{19}+X3_{20}+X3_{21}+X3_{22}+X3_{23}+X3_{24}+X3_{25}+ 000Y = 1$$

$$X3_3=1$$

$$5) X4_1+X4_2+X4_3+X4_4+X4_5+X4_6+X4_7+X4_8+X4_9+ \\ X4_{10}+X4_{11}+X4_{12}+X4_{13}+X4_{14}+X4_{15}+X4_{16}+X4_{17}+X4_{18}+ \\ X4_{19}+X4_{20}+X4_{21}+X4_{22}+X4_{23}+X4_{24}+X4_{25}+ 000Y = 6$$

$$X4_7=1$$

$$X4_8=1$$

$$X4_9=1$$

$$X4_{10}=1$$

$$X4_{11}=1$$

$$X4_{13}=1$$

$$6) X5_1+X5_2+X5_3+X5_4+X5_5+X5_6+X5_7+X5_8+X5_9+ \\ X5_{10}+X5_{11}+X5_{12}+X5_{13}+X5_{14}+X5_{15}+X5_{16}+X5_{17}+X5_{18}+ \\ X5_{19}+X5_{20}+X5_{21}+X5_{22}+X5_{23}+X5_{24}+X5_{25}+ 000Y = 4$$

$$X5_{22}=1$$

$$X5_{23}=1$$

$$X5_{24}=1$$

$$X5_{25}=1$$

$$7) X6_1+X6_2+X6_3+X6_4+X6_5+X6_6+X6_7+X6_8+X6_9+ \\ X6_{10}+X6_{11}+X6_{12}+X6_{13}+X6_{14}+X6_{15}+X6_{16}+X6_{17}+X6_{18}+ \\ X6_{19}+X6_{20}+X6_{21}+X6_{22}+X6_{23}+X6_{24}+X6_{25}+ 000Y = 2$$

$$X6_4=1$$

$$X6_5=1$$

$$8) X7_1+X7_2+X7_3+X7_4+X7_5+X7_6+X7_7+X7_8+X7_9+ \\ X7_{10}+X7_{11}+X7_{12}+X7_{13}+X7_{14}+X7_{15}+X7_{16}+X7_{17}+X7_{18}+ \\ X7_{19}+X7_{20}+X7_{21}+X7_{22}+X7_{23}+X7_{24}+X7_{25}+ 000Y = 2$$

$$X7_1=1$$

$$X7\_2=1$$

$$9) X8\_1+X8\_2+X8\_3+X8\_4+X8\_5+X8\_6+X8\_7+X8\_8+X8\_9+ \\ X8\_10+X8\_11+X8\_12+X8\_13+X8\_14+X8\_15+X8\_16+X8\_17+X8\_18+ \\ X8\_19+X8\_20+X8\_21+X8\_22+X8\_23+X8\_24+X8\_25+ 000Y = 2$$

$$X8\_12=1$$

$$X8\_14=1$$

!

! \*\*\*\*\*restrições de acoplamento\*\*\*\*\*

!

$$10) X1\_1+X2\_1+X3\_1+X4\_1+X5\_1+X6\_1+X7\_1+X8\_1+ 000Y \leq 1$$

$$11) X1\_2+X2\_2+X3\_2+X4\_2+X5\_2+X6\_2+X7\_2+X8\_2+ 000Y \leq 1$$

$$12) X1\_3+X2\_3+X3\_3+X4\_3+X5\_3+X6\_3+X7\_3+X8\_3+ 000Y \leq 1$$

$$13) X1\_4+X2\_4+X3\_4+X4\_4+X5\_4+X6\_4+X7\_4+X8\_4+ 000Y \leq 1$$

$$14) X1\_5+X2\_5+X3\_5+X4\_5+X5\_5+X6\_5+X7\_5+X8\_5+ 000Y \leq 1$$

$$15) X1\_6+X2\_6+X3\_6+X4\_6+X5\_6+X6\_6+X7\_6+X8\_6+ 000Y \leq 1$$

$$16) X1\_7+X2\_7+X3\_7+X4\_7+X5\_7+X6\_7+X7\_7+X8\_7+ 000Y \leq 1$$

$$17) X1\_8+X2\_8+X3\_8+X4\_8+X5\_8+X6\_8+X7\_8+X8\_8+ 000Y \leq 1$$

$$18) X1\_9+X2\_9+X3\_9+X4\_9+X5\_9+X6\_9+X7\_9+X8\_9+ 000Y \leq 1$$

$$19) X1\_10+X2\_10+X3\_10+X4\_10+X5\_10+X6\_10+X7\_10+X8\_10+ 000Y \leq 1$$

$$20) X1\_11+X2\_11+X3\_11+X4\_11+X5\_11+X6\_11+X7\_11+X8\_11+ 000Y \leq 1$$

$$21) X1\_12+X2\_12+X3\_12+X4\_12+X5\_12+X6\_12+X7\_12+X8\_12+ 000Y \leq 1$$

$$22) X1\_13+X2\_13+X3\_13+X4\_13+X5\_13+X6\_13+X7\_13+X8\_13+ 000Y \leq 1$$

$$23) X1\_14+X2\_14+X3\_14+X4\_14+X5\_14+X6\_14+X7\_14+X8\_14+ 000Y \leq 1$$

$$24) X1\_15+X2\_15+X3\_15+X4\_15+X5\_15+X6\_15+X7\_15+X8\_15+ 000Y \leq 1$$

$$25) X1\_16+X2\_16+X3\_16+X4\_16+X5\_16+X6\_16+X7\_16+X8\_16+ 000Y \leq 1$$

$$26) X1\_17+X2\_17+X3\_17+X4\_17+X5\_17+X6\_17+X7\_17+X8\_17+ 000Y \leq 1$$

$$27) X1\_18+X2\_18+X3\_18+X4\_18+X5\_18+X6\_18+X7\_18+X8\_18+ 000Y \leq 1$$

$$28) X1\_19+X2\_19+X3\_19+X4\_19+X5\_19+X6\_19+X7\_19+X8\_19+ 000Y \leq 1$$

$$29) X1\_20+X2\_20+X3\_20+X4\_20+X5\_20+X6\_20+X7\_20+X8\_20+ 000Y \leq 1$$

$$30) X1\_21+X2\_21+X3\_21+X4\_21+X5\_21+X6\_21+X7\_21+X8\_21+ 000Y \leq 1$$

$$31) X1\_22+X2\_22+X3\_22+X4\_22+X5\_22+X6\_22+X7\_22+X8\_22+ 000Y \leq 1$$

$$32) X1_{23}+X2_{23}+X3_{23}+X4_{23}+X5_{23}+X6_{23}+X7_{23}+X8_{23}+ 000Y \leq 1$$

$$33) X1_{24}+X2_{24}+X3_{24}+X4_{24}+X5_{24}+X6_{24}+X7_{24}+X8_{24}+ 000Y \leq 1$$

$$34) X1_{25}+X2_{25}+X3_{25}+X4_{25}+X5_{25}+X6_{25}+X7_{25}+X8_{25}+ 000Y \leq 1$$

END

INTEGER 200

### Solução:

OBJECTIVE FUNCTION VALUE

1) 600.0100

VARIABLE	VALUE	REDUCED COST
X1_6	1.000000	4.990000
X1_15	1.000000	4.920000
X1_16	1.000000	5.000000
X1_17	1.000000	5.120000
X1_18	1.000000	5.270000
X2_19	1.000000	5.540000
X2_20	1.000000	5.610000
X2_21	1.000000	5.710000
X3_3	1.000000	14.590000
X4_7	1.000000	6.190000
X4_8	1.000000	6.490000
X4_9	1.000000	6.220000
X4_10	1.000000	6.520000
X4_11	1.000000	6.290000
X4_13	1.000000	6.360000
X5_22	1.000000	96.959999
X5_23	1.000000	100.570000
X5_24	1.000000	103.750000

X5_25	1.000000	100.220001
X6_4	1.000000	20.940001
X6_5	1.000000	21.570000
X7_1	1.000000	26.420000
X7_2	1.000000	27.709999
X8_12	1.000000	3.500000
X8_14	1.000000	3.550000