

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO *STRICTO SENSU* EM ADMINISTRAÇÃO

ALEXANDRE BORGES SANTOS

**AVALIAÇÃO DA EFICIÊNCIA OPERACIONAL DOS
TERMINAIS INTERMODAIS DA CADEIA LOGÍSTICA DE
GRÃOS BRASILEIRA**

CAMPO GRANDE - MS
2012

ALEXANDRE BORGES SANTOS

**AVALIAÇÃO DA EFICIÊNCIA OPERACIONAL DOS
TERMINAIS INTERMODAIS DA CADEIA LOGÍSTICA DE
GRÃOS BRASILEIRA¹**

Dissertação apresentada como requisito parcial à
obtenção do grau de Mestre em Administração.
Universidade Federal de Mato Grosso do Sul.
Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em
Administração.
Área de concentração em Gestão do Agronegócio.

Orientador: Renato Luiz Sproesser, Dr.

**CAMPO GRANDE - MS
2012**

¹ Projeto financiado com recursos do CNPq e bolsa de estudos CAPES.

ALEXANDRE BORGES SANTOS

**AVALIAÇÃO DA EFICIÊNCIA OPERACIONAL DOS
TERMINAIS INTERMODAIS DA CADEIA LOGÍSTICA DE
GRÃOS BRASILEIRA**

Esta dissertação foi julgada adequada para a obtenção do Grau de Mestre em Administração na área de concentração em Gestão do Agronegócio do Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Administração da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul e aprovada, em sua forma final, em 21 de março de 2012.

Prof. Dr. José Nilson Reinert
Coordenador do Curso

Apresentada à Comissão Examinadora composta pelos professores:

Prof. Dr. Renato Luiz Sproesser
Universidade Federal de Mato Grosso do Sul

Prof. Dr. Alberto de Barros Aguirre
Universidade Federal de Mato Grosso do Sul

Prof. Dr. Matheus Wemerson Gomes Pereira
Universidade Federal de Mato Grosso do Sul

Prof. Dr. Sérgio Ronaldo Granemann
Universidade de Brasília

*Dedico esse trabalho aos meus queridos pais,
Francisco e Maura, pelo incansável esforço
despendido na minha criação e educação ao
longo de toda minha vida.*

AGRADECIMENTOS

Quero agradecer, primeiramente, a Deus pelas bênçãos que foram derramadas sobre mim ao longo dessa jornada dos últimos dois anos, dando-me saúde, sabedoria e disposição para alcançar os meus objetivos.

Registro meus agradecimentos à UFMS por ter me disponibilizado ensino de qualidade desde a minha graduação. Logo, quero deixar minha gratidão, sem exceção, a todos os professores do Programa de Mestrado em Administração, aos funcionários e colegas de turma pela excelente convivência e troca de experiências durante esse período.

Sinto-me na obrigação de agradecer a todos os gerentes dos terminais intermodais, os quais abriram as portas de suas empresas para que o grupo de pesquisa coletasse as informações necessárias para o desenvolvimento desse estudo. Pelo financiamento desse projeto, agradeço ao CNPq, e pelo apoio financeiro pessoal, à CAPES.

Agradeço imensamente meu orientador, professor Renato Sproesser, pela confiança e responsabilidade depositada em mim durante todo o período do curso. Agradeço pelas orientações para a realização desse trabalho e também pelos conselhos que servirão para toda minha vida.

A toda minha família, em especial aos meus pais, que sempre fizeram de tudo por mim durante toda minha vida, principalmente quando se diz respeito aos estudos. Ao meu querido irmão, sempre companheiro, e a minha namorada, Aline Bacelar. Muito obrigado por tudo. Amo vocês!

Não posso deixar de agradecer também todos os meus amigos e colegas que contribuíram de alguma maneira para que eu pudesse completar esta etapa. Muito obrigado!

RESUMO

SANTOS, Alexandre Borges. **Avaliação da Eficiência Operacional dos Terminais Intermodais da Cadeia Logística de Grãos Brasileira**. 125 f. Dissertação (Mestrado em Administração) – Curso de Pós-Graduação em Administração, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campo Grande, 2012.

Orientador: Renato Luiz Sproesser, Dr.
Defesa: 21/03/2012

O sistema de transportes representa parte considerável dos custos do setor logístico como um todo. Para tanto, a intermodalidade surge como alternativa de redução de custos e, consequentemente, aumento da competitividade do agronegócio nacional. Sendo assim, o terminal intermodal é elo essencial para que ocorra o transbordo do grão de um modal para outro. Todavia, ganha relevância averiguar o desempenho operacional dos terminais intermodais da cadeia logística de grãos nacional com o intuito de identificar falhas e possíveis melhorias no sistema. Dessa maneira, os objetivos foram alcançados por meio de estudo multicaso, qualitativo, nos terminais que aceitaram responder o questionário semi-estruturado. A mensuração da eficiência operacional dos terminais foi feita por meio do modelo BCC orientado ao produto da técnica não paramétrica Análise Envoltória de Dados com a utilização de três insumos e um único produto. Foram encontrados cinco tipos de terminais intermodais na cadeia logística de grãos nacional e os resultados indicam baixa eficiência operacional, sendo possível aumentar, em média, 54,1% a produtividade do setor, sem que se faça qualquer tipo de investimentos na estrutura física e humana dos terminais. Cabe ressaltar que o trabalho limitou-se à mensuração da eficiência operacional, não levando em consideração aspectos financeiros. Todavia, os resultados dessa pesquisa inovadora, quanto ao seu escopo, podem servir de apoio à decisão para os gestores terminais, assim como para o Governo, na proposição de políticas públicas.

Palavras-chave: Agronegócio; Análise Envoltória de Dados; Intermodalidade.

ABSTRACT

SANTOS, Alexandre Borges. **Avaliação da Eficiência Operacional dos Terminais Intermodais da Cadeia Logística de Grãos Brasileira**. 125 f. Dissertação (Mestrado em Administração) – Curso de Pós-Graduação em Administração, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campo Grande, 2012.

The transport system represents a considerable part of the logistics sector costs. This way, the intermodality is an alternative to reduce costs and increase the competitiveness of the Brazilian agribusiness. Intermodal terminal is the essential link between two or more means of transport. Therefore, it becomes relevant to investigate the intermodal terminals operational performance of the national supply chain of grains and try to identify shortcomings and possible improvements in its system. The goals of this work were achieved by a multicase study, qualitative and quantitative, with those terminals that accepted to answer the semi-structured questionnaire. The operational efficiency measurement was made by the model BCC, product-oriented using the non-parametric technique Data Envelopment Analysis with three *inputs* and one single product. Five types of intermodal terminals were found in the national grain supply. The results indicate low operational efficiency, allowing an increase of 54.1%, an average, the productivity of the sector, without making any physical and human structure investments. This study was limited only to measure the operational efficiency, and non financial aspects were considered. Therefore, the results of innovative research, as to its scope, can be used as decision support by the terminals' managers, as well as the Brazilian Government, helping to propose public policies.

Key Words: Agribusiness; Intermodality; Data Envelopment Analysis - DEA

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1: Matriz de transporte de carga brasileiro.....	17
Figura 2: Escopo da logística empresarial.....	23
Figura 3: Comparação das características de serviços entre modalidades de transporte.....	29
Figura 4: Fluxograma do processo básico de transbordo	31
Figura 5: Combinação rodo-ferroviária.....	31
Figura 6: Combinação ferro-rodoviária.....	32
Figura 7: Combinação rodo-hidroviária	33
Figura 8: Combinação rodo-hidro-ferroviária	33
Figura 9: Combinação ferro-hidroviária.....	34
Figura 10: Configuração hidro-ferroviária	35
Figura 11: Enquadramento da análise de desempenho de terminais intermodais	38
Figura 12: Fronteira de produção e eficiência técnica.....	41
Figura 13: Produtividade, eficiência técnica e economia de escala	42
Figura 14: DEA - Fronteira de eficiência	45
Figura 15: Superfície de envelopamento com <i>input</i> orientado – Modelo CCR	48
Figura 16: Envelopamento com <i>output</i> orientado – Modelo CCR.....	49
Figura 17: Distribuição da produção de grãos no Brasil	68
Figura 18: Corredores logísticos agrícolas nacionais e o fluxo de escoamento	73
Figura 19: Terminal rodo-ferroviário	75
Figura 20: Terminal ferro-rodoviário	76
Figura 21: Terminal rodo-hidroviário.....	77
Figura 22: Terminal intermodal rodo-ferro-hidroviário	78
Figura 23: Terminal intermodal hidro-ferroviário.....	79
Figura 24: Distribuição da capacidade de recepção dos terminais intermodais	81
Figura 25: <i>Boxplot</i> da capacidade de recepção.....	82
Figura 26: Distribuição da capacidade nominal de expedição dos terminais intermodais.....	83
Figura 27: <i>Boxplot</i> da capacidade de expedição.....	84
Figura 28: Distribuição da capacidade estática dos terminais intermodais	85
Figura 29: <i>Boxplot</i> da capacidade estática de armazenagem.....	85
Figura 30: Avaliação da infraestrutura: visão dos gerentes.....	89
Figura 31: Tempo médio de atendimento do veículo na operação de transbordo	90
Figura 32: Distribuição da movimentação anual dos terminais intermodais.....	91
Figura 33: <i>Boxplot</i> da variável movimentação anual	92
Figura 34: Distribuição no número de funcionários dos terminais intermodais.....	95
Figura 35: <i>Boxplot</i> do número de funcionários	96
Figura 36: Metas de movimentação.....	106

Tabela 1: Variação percentual da área de cultivo e produtividade média de grãos no Brasil no..... período 2000-2010.....	13
Tabela 2: Distribuição percentual dos terminais intermodais da amostra	74
Tabela 3: Caracterização dos equipamentos de apoio ao transbordo dos terminais.....	86
Tabela 4: Mix de serviços oferecidos pelos terminais.....	93
Tabela 5: Serviços projetados para os próximos 5 anos	94
Tabela 6: Mão de obra: disponibilidade, qualificação, taxa de rotatividade e absenteísmo.....	97
Tabela 7: Escores de eficiência dos terminais intermodais pelo modelo BCC orientado ao..... produto.....	101
Tabela 8: Dispersão dos índices de eficiência	102
Tabela 9: Comparação entre os valores médios das variáveis do modelo.....	102
Tabela 10: Alvos ou metas dos terminais intermodais	104
Quadro 1: Uso de DEA em estudos de logística	54
Quadro 2: Programas computacionais de DEA.....	56
Quadro 3: Localização e combinação intermodal dos terminais entrevistados.....	61
Quadro 4: Variáveis da análise qualitativa	62
Quadro 5: variáveis para avaliação do desempenho.....	63
Quadro 6: Correlação entre as variáveis do modelo quantitativo.....	64
Quadro 7: Sistemas de informação e formas de integração com o cliente.....	99

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	12
1.2 PROBLEMÁTICA E JUSTIFICATIVA	16
1.3 OBJETIVOS.....	20
1.4 ESTRUTURA DO TRABALHO	20
2. REFERENCIAL TEÓRICO.....	22
2.1 LOGÍSTICA.....	22
2.1.1 Modais de transporte	24
2.1.2 Intermodalidade e combinações intermodais	29
2.2 DESEMPENHO	35
2.2.1 Modelo de Stern L., El-Ansary e Goldman <i>apud</i> Sogabe <i>et al.</i>	37
2.2.2 Produtividade e eficiência	40
2.3 ANÁLISE ENVOLTÓRIA DE DADOS – DEA.....	43
2.3.1 Modelo CCR.....	46
2.3.2 Modelo BCC.....	50
2.3.3 Aplicação de DEA em estudos de logística e transportes anteriores.....	51
2.3.4 Programas computacionais de DEA – <i>Softwares</i>	55
3. MÉTODO	57
3.1 MÉTODO QUALITATIVO-QUANTITATIVO (OU MISTO).....	57
3.2 PESQUISA EXPLORATÓRIA.....	58
3.3 PESQUISA INDUTIVA	59
3.4 ESTUDO MULTICASO.....	59
3.5 AMOSTRA DA PESQUISA	60
3.6 VARIÁVEIS DA PESQUISA.....	61
3.6.1 Variáveis da análise qualitativa descritiva.....	62
3.6.1 Variáveis da análise quantitativa	63
3.7 TÉCNICA DE COLETA DE DADOS.....	64
3.8 TÉCNICA DE ANÁLISE DOS DADOS.....	65
4. APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS	67
4.1 CARACTERIZAÇÃO DOS CORREDORES LOGÍSTICOS	67
4.1.1 Corredor logístico Sul.....	69
4.1.2 Corredor logístico Sudeste.....	70
4.1.3 Corredor logístico Centro-Oeste.....	70
4.1.4 Corredor logístico Nordeste.....	71
4.1.5 Corredor logístico Norte	72
4.2 CONFIGURAÇÃO DOS TERMINAIS INTERMODAIS	74
4.2.1 Terminal intermodal rodo-ferroviário	74
4.2.2 Terminal intermodal ferro-rodoviário	76
4.2.3 Terminal intermodal rodo-hidroviário.....	77
4.2.4. Terminal intermodal rodo-ferro-hidroviário.....	78
4.2.5 Terminal intermodal hidro-ferroviário	78
4.3 CARACTERIZAÇÃO DOS RECURSOS FÍSICOS, OPERACIONAIS E HUMANOS	79
4.3.1 Recursos físicos: capacidade de recepção, expedição e armazenagem dos terminais.....	80
4.3.2 Tempo médio de espera dos veículos e tempo médio de atendimento.....	89

4.3.3 Operações: movimentação anual e serviços oferecidos pelos terminais intermodais	91
4.3.4 Perfil dos recursos humanos dos terminais intermodais	95
4.3.5 Sistemas de informação e formas de interação com os clientes	98
4.4 AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO OPERACIONAL DOS TERMINAIS INTERMODAIS	100
4.4.1 Considerações sobre os terminais eficientes	102
4.4.2 Alvos ou metas de movimentação	104
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	107
REFERÊNCIAS.....	110
ANEXOS.....	120

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AHIPAR	Administração da Hidrovia do Paraguai
AHRANA	Administração da Hidrovia do Paraná
ALL	America Latina Logística
ANTAQ	Agência Nacional de Transportes Aquaviários
ANTT	Agência Nacional de Transportes Terrestres
CAPES	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
CEPEA	Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada
CNPq	Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico
CNT	Companhia Nacional do Transporte
CONAB	Companhia Nacional do Abastecimento
CRS	<i>Constant Returns to Scale</i> – Retornos Constantes de Escala
DEA	<i>Data Envelopment Analysis</i> – Análise Envoltória de Dados
DMU	<i>Decision Making Unit</i> – Unidade Tomadora de Decisão
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
MAPA	Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento
MCT	Ministério da Ciência e Tecnologia
OTM	Operador de Transporte Multimodal
PAC	Programa de Aceleração do Crescimento
PIB	Produto Interno Bruto
PND	Plano Nacional de Desenvolvimento
PNLT	Plano Nacional de Logística e Transporte
P&D&I	Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação
SIAD	Sistema de Apoio à Decisão
VRS	<i>Variable Returns to Scale</i> – Retornos Variáveis de Escala

1. INTRODUÇÃO

Desde o final dos anos de 1990, poucos países obtiveram crescimento representativo no comércio internacional do agronegócio quanto o Brasil. O país lidera a produção e exportação de vários produtos agropecuários. É o primeiro produtor e exportador de café, açúcar, etanol e suco de laranja. Além disso, lidera o *ranking* das vendas externas do complexo de soja (grão, farelo e óleo), que é o principal gerador de divisas cambiais. Além do mais, lidera o *ranking* de exportação de carne bovina e suína (MAPA, 2011).

Em 2009/10 foi colhida a maior safra do país: 149,2 milhões de toneladas de grãos dos 47,4 milhões de hectares cultivados (CONAB, 2011). De acordo com dados do Cepea (2011), o Produto Interno Bruto (PIB) da agricultura no ano de 2010 foi em torno de R\$ 53,3 bilhões. No que tange o agronegócio como um todo, o montante deste grande setor foi de 821 bilhões, o que representa 22,34% do PIB nacional gerado naquele ano.

É importante salientar que o termo agronegócio ou *agribusiness* é a soma de todas as operações na manufatura e distribuição de suplementos agrícolas, englobando desde a produção na fazenda, armazenagem, processamento e a distribuição de *commodities* e seus derivados (DAVIS e GOLDBERG, 1957).

Sendo assim, de janeiro a novembro de 2010, as exportações oriundas do segmento agroindustrial brasileiro somaram US\$ 70,3 bilhões, valor 17,7% superior ao volume comercializado no mesmo período de 2009 (MAPA, 2011).

Nas últimas décadas, a crescente produção de grãos brasileira é fruto de um esforço contínuo de uma série de fatores, contemplando desde a pesquisa de novas variedades de plantas, defensivos agrícolas, maquinários, manejo e eficiência dos produtores. Cabe ressaltar o apoio da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) que, em parceria com produtores, industriais e centros privados de pesquisa, tornou possível o cultivo de grãos, em especial a soja, no cerrado, região das novas fronteiras agrícolas nacionais (MAPA, 2011).

Outros dois fatores não menos importantes para este incremento da produção graneleira são: aumento da área destinada ao plantio e o aumento da produtividade por hectare como pode ser visto na tabela 1.

Tabela 1: Variação percentual da área de cultivo e produtividade média de grãos no Brasil no período 2000-2010

REGIÃO	Δ ÁREA DE CULTIVO	Δ PRODUTIVIDADE MÉDIA/ha
Norte	16.19%	56.79%
Nordeste	13.17%	40.72%
Centro-Oeste	66.81%	20.59%
Sudeste	-0.96%	56.81%
Sul	13.78%	52.11%
Brasil	25,28%	43.00%

Fonte: Adaptado de Conab (2011)

A produção nacional graneleira que era de 100,2 milhões de toneladas em 2000, passou para 149,2 milhões de toneladas em 2010, ou seja, houve um incremento de 48,9% na produção nacional (CONAB, 2011). Essas novas áreas agricultáveis estão situadas principalmente no centro-norte do país, com destaque para os estados de Rondônia, Mato Grosso, Pará, Tocantins e Bahia.

Diante do cenário atual, com o avanço da agricultura e da pecuária para áreas cada vez mais distantes, em torno de 3000 km dos grandes centros consumidores, das indústrias produtoras de insumos e dos principais portos de exportação, aumenta a demanda por serviços logísticos eficientes.

Independente do produto, da quantidade produzida e local de produção, é a logística que proporciona meios capazes de gerir o fluxo de materiais, serviços e informações necessárias para disponibilizar a mercadoria no tempo e local certo, gerando valor para o cliente (BALLOU, 2006; BERTAGLIA, 2006; BOWERSOX, CLOSS e COOPER, 2007; RAZOLLINI FILHO, 2011).

Razzolini Filho (2006) explica que as funções logísticas agregam valor temporal (produto certo na hora desejada) através da gestão adequada dos estoques, e valor de lugar (produto certo no local esperado) é gerado através das atividades de transportes. Ou seja, para conseguir atender

aos requisitos de especificidade e temporalidade é necessário que haja integração entre as funções logísticas.

De acordo com Bowersox, Closs e Cooper (2007) a logística

“envolve gerenciamento de processamento, inventário e transporte de pedidos, e a combinação entre armazenamento, manuseio de materiais e embalagem, tudo isso integrado através de uma rede de instalações. O objetivo da logística é o de apoiar compras, produção e necessidades operacionais da distribuição ao mercado.”

A estratégia de uma gestão integrada entre produtores e fornecedores tem ganhado cada vez mais destaque a medida que as empresas se internacionalizam. Sendo assim, à medida que as organizações expandem suas operações para âmbito global, a função da logística torna-se cada vez mais importante, uma vez que os custos, especialmente os de transporte, têm crescido na proporção total dos custos (BALLOU, 2006).

No que tange as exportações agrícolas, o sistema logístico passa ser uma das principais estratégias competitivas que as empresas nacionais podem adotar para aumentar seus níveis de eficiência perante aos concorrentes além de agregar maior valor ao produto transacionado (RIPOLL, 2010).

Segundo Novaes (2007), é a logística que dá condições reais ao consumidor de garantir a posse dos produtos no momento desejado. Todavia, é comum a ocorrência de casos em que o vendedor não consegue entregar o produto no prazo estipulado. As causas para o não cumprimento do acordo se devem as deficiências no sistema de informação, nas operações do depósito ou no transporte.

De acordo com Sogabe (2010), o transporte de grãos demanda serviços que atendam às características de conformidade para os alimentos, principalmente no que concerne à perecibilidade, à busca de menores custos e sempre atendendo às questões ambientais.

No entanto, sabe-se que a carência por investimentos no setor de transporte nacional aumenta à medida que se afasta das regiões mais desenvolvidas. Para o setor de grãos, Geipot (1997) propõe que para atender distâncias superiores a 1200 km, é indicado o modal hidroviário; para distâncias entre 500 a 1200 km, modal ferroviário; para distâncias inferiores a 500 km, o modal rodoviário é tido como o mais eficiente.

Partindo deste princípio, fica evidente que para atender as necessidades das regiões interioranas brasileiras, no que tange o escoamento da produção de *commodities*, os modais hidroviários e ferroviários seriam os mais apropriados. Entretanto, existem algumas limitações para ambos os modais, tais como: o primeiro carece de rios navegáveis e sofre altas pressões na para liberação de licenças ambientais para sua utilização; já o segundo necessita de grandes investimentos para melhorar e ampliar a malha férrea, uma vez que grande parcela deste modal foi construída no início do século passado.

Desta forma, como os dois modais citados anteriormente encontram alguns entraves para o desenvolvimento, o modal rodoviário acaba sendo a alternativa encontrada para suprir as deficiências dos demais modais. Porém, além de ser considerado o segundo modal mais caro, ficando atrás apenas do modal aeroviário, o modal rodoviário encontra-se em condição delicada.

De acordo com a pesquisa realizada pela Confederação Nacional do Transporte (CNT), 68,8% das rodovias federais e estaduais foram classificadas como estando em condições ruins ou péssimas (CNT, 2010). Essa situação afeta diretamente a qualidade e a segurança do fluxo das cargas.

Fica evidente que a matriz de transporte brasileira encontra-se em situação contrária ao que é recomendado, pois o transporte das cargas nacionais acaba sendo realizado em grande maioria (61,1%) pelo modal rodoviário, segundo mais caro entre os modais citados anteriormente (CNT, 2011). Isto gera perda de competitividade do produto brasileiro frente aos competidores estrangeiros.

À medida que a distância entre a região produtora e o consumidor final aumenta, nem sempre é possível obter ganhos competitivos com a utilização de um único modal. Para tanto uma rede integrada de transporte composta pela combinação entre os modais rodoviários, ferroviários e hidroviários, é essencial, uma vez que garante o acesso aos locais onde a demanda por bens acontece e ainda permite planejar o deslocamento da produção de forma a utilizar a combinação mais eficiente das modalidades de transporte disponíveis com um menor custo operacional (CNT, 2011).

Para que haja esta interligação entre os modais, a presença do terminal intermodal é essencial, pois é ele quem realiza o serviço de transbordo dos grãos de um modal para outro. Segundo Sogabe (2010), o serviço de transbordo é fundamental para a racionalização do sistema logístico brasileiro e este deve funcionar em sintonia com os demais modais existentes. O autor ainda completa que a movimentação eficiente de transbordo amplia a competitividade nacional no agronegócio, garantindo maiores margens tanto para o produtor rural quanto as empresas do setor.

1.2 PROBLEMÁTICA E JUSTIFICATIVA

Nos últimos anos, o Brasil tem se tornado referência mundial no que se refere à produtividade de várias culturas do agronegócio. Porém, mesmo que competitivo na produção, a falta de infraestrutura diminui as vantagens competitivas adquiridas à montante da cadeia produtiva.

Um dos setores que carece mais investimentos e que mais contribui para a perda da competitividade do setor agroindustrial nacional é a logística, em especial o transporte. De acordo com a CNT (2011), enquanto que nos Estados Unidos os custos logísticos atingiram 8,7% do Produto Interno Bruto no ano de 2008, no Brasil, naquele mesmo ano, esse montante atingiu 11,6% do PIB. Já o custo de transporte, que nos EUA representa 5,4% do custo logístico total, no Brasil esta parcela é representa 6,9% do PIB nacional.

Esses dados reforçam a necessidade de identificar alternativas para modificar o cenário atual, visando minimizar as deficiências encontradas no sistema logístico brasileiro. De acordo com Ballou (2010), um sistema logístico eficiente permite que uma região geográfica explore suas vantagens competitivas e aloque maior quantidade de esforços nos produtos que lhe são conferidos maiores ganhos, além de permitir a exportação desses produtos às outras regiões. O autor completa que o sistema logístico, quando eficiente, aumenta a competitividade dos produtos de um país.

Segundo o relatório emitido pelo Plano Nacional de Logística e Transportes - PNLT (2007), a matriz de transporte brasileira é altamente dependente do modal rodoviário como mostra a figura 1.

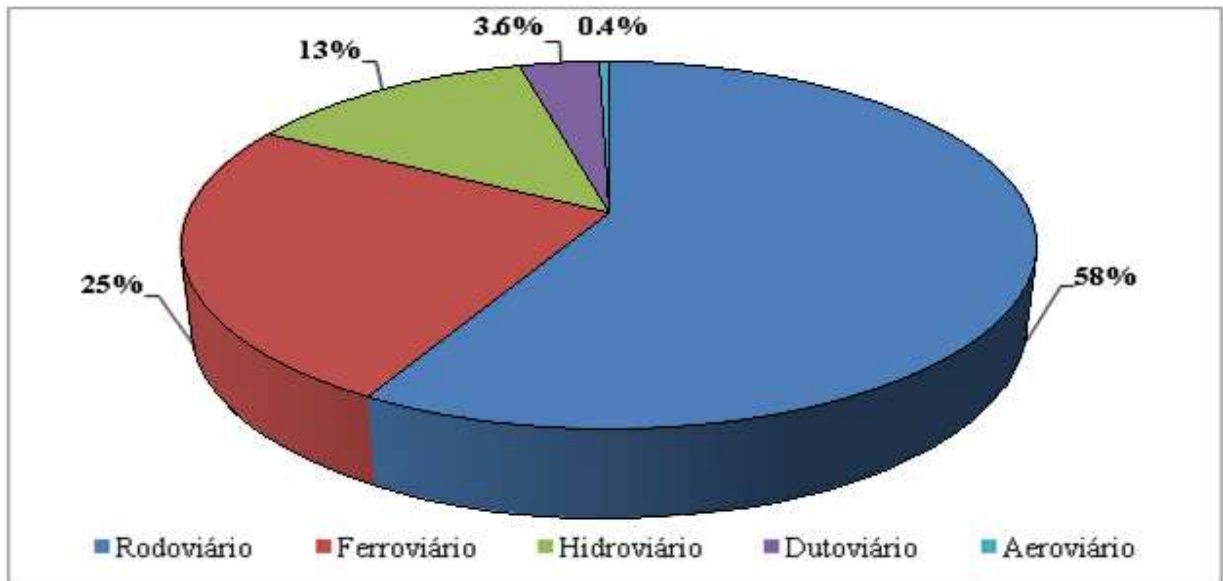


Figura 1: Matriz de transporte de carga brasileiro
 Fonte: Adaptado do PNLT (2007)

Pela dimensão continental que o Brasil apresenta, o ideal seria que a matriz de cargas brasileira fosse igual ou semelhante à dos Estados Unidos, representada por 32% rodoviário, 43% ferroviário e 25% hidroviário, ou a da Rússia 8%, 81% e 11% respectivamente. Para 2025, caso o planejamento seja seguido, a distribuição dos entre os modais estará da seguinte forma: rodoviário 33%, ferroviário 32%, aquaviário 29%, dutoviário 5% e aeroviário 1% (PNLT, 2007).

O balanceamento da matriz de transporte vem sendo acompanhado com atenção pelo Governo. Mudanças nesta área dependem de uma série de medidas institucionais e de aporte significativos de investimentos (TEIXEIRA, 2010). O Programa de Aceleração do Crescimento (PAC) possui um eixo específico para investimentos na área de transportes com o intuito de aumentar a malha viária nacional, além de promover melhorias do sistema como um todo. No entanto, mudanças significativas para a alteração do cenário atual não devem acontecer no curto prazo, haja vista a situação econômica que o país vem enfrentando, com indícios de inflação e cortes orçamentários.

Além da assimetria existente na matriz de transporte nacional, o sistema de armazenagem de grãos contribui negativamente para perda de competitividade do setor agroindustrial brasileiro. De acordo com os dados da Companhia Nacional de Abastecimento - CONAB (2011), o Brasil possui capacidade estática de armazenagem de grãos em torno de 138 milhões de toneladas, sendo que 22% deste total é de armazéns convencionais. Como a safra colhida em 2009/2010 foi

de 149,2 milhões de toneladas, isto confere um déficit de armazenagem em cerca 11 milhões de toneladas. Vale ressaltar que não foram considerados os excedentes de safras anteriores estocados nestes armazéns, o que significa dizer que o déficit pode ser maior que o mencionado anteriormente. A falta de armazéns acarreta uma série de fatores negativos para a logística de grãos nacional, tais como: demanda por escoamento rápido da safra, congestionamento das rodovias e, conseqüentemente, aumento no preço do transporte.

Alves (2005) afirma que, enquanto que nos Estados Unidos e Canadá, existem armazéns capazes de armazenar duas safras e meia, o Brasil armazena pouco mais de quatro quintos de sua produção anual. Portanto, de acordo com o cenário atual, Amaral e Silva Júnior (2005) propõem que o Brasil deveria ter uma capacidade de armazenagem suficiente para suprir, pelo menos, 1,2 vez sua safra para receber toda produção agrícola e ainda disponibilizar espaços para eventuais produtos importados.

A falta de armazéns força os produtores a escoarem toda sua produção logo após a colheita que, além de impedi-los de comercializar os produtos em períodos em que os preços estejam mais competitivos, gera aumento da demanda pelos serviços de transportes que, conseqüentemente, eleva seus preços. Ou seja, o produtor perde duas vezes: paga elevados preços por serviços essenciais e é forçado a comercializar seus produtos a preços baixos.

Como o preço das *commodities* é formado pelo mercado, a estratégia adotada pelos produtores rurais e pelas empresas agroindustriais do setor graneleiro é a de dominação pelos custos, não havendo outra forma de maximizar seus ganhos a não ser pelo aumento de escala e pela redução dos custos de produção.

Enquanto o sistema de transporte e armazenagem apresentam-se pouco estruturados, otimizar os recursos existentes é a opção que resta. Tendo em vista que o modal rodoviário é o segundo mais caro e, conseqüentemente, o que representa a maior parte dos custos do sistema logístico brasileiro, a intermodalidade surge como alternativa para diminuir os custos com transportes e, conseqüentemente, aumentar a competitividade das empresas agroindustriais brasileiras.

Assim sendo, o terminal intermodal, agente responsável pelo transbordo do grão de um modal para outro, passa a ser um ponto crucial para o aumento do desempenho operacional da cadeia

logística de grãos nacional. Mesmo sendo apenas um agente do sistema logístico, o baixo desempenho deste agente pode afetar diretamente todo o sistema de distribuição de grãos, comprometendo a competitividade do setor agroindustrial.

O desempenho de terminais intermodais da região Centro-Oeste já foi testado empiricamente. Sogabe (2010) mediu a eficiência relativa de 20 terminais da região e concluiu que os terminais que apresentam melhor desempenho são aqueles integrados verticalmente ou que agregam serviços diferenciados a sua operação. Notadamente, os terminais mais eficientes foram aqueles que possuíam amplo acesso ao modal ferroviário.

Sabendo dos grandes desafios que o agronegócio brasileiro tem enfrentado nos últimos anos e visando aumentar a competitividade do setor, foi lançado o edital CNPq/MCT – 18/2009 – P&D&I em Transportes; neste edital foi aprovado o projeto **Desempenho dos Terminais Multimodais da Cadeia Logística de Grãos**. Esta dissertação está inserida neste grande projeto que tem por objetivo investigar a eficiência operacional dos terminais multimodais localizados nos corredores de escoamento da safra agrícola nacional.

Além da importância para proposições de políticas públicas, este trabalho torna-se relevante, também, para o planejamento gerencial das empresas do setor de transporte de grãos nacional. Não menos importante, outros dois fatores completam a relevância do estudo: o ineditismo quanto ao do escopo de trabalho e contribuição para a ampliação da literatura existente.

Portanto, fica evidente que a logística de grãos nacional enfrenta alguns entraves que impedem o seu desenvolvimento e que a intermodalidade torna-se essencial para o aumento de ganhos no setor agrícola, sendo os terminais intermodais considerados pontos-chave para o aumento da competitividade e diminuição de custos com transporte.

Sendo assim, surge então o seguinte questionamento: Qual o nível da eficiência operacional dos terminais intermodais da cadeia logística de grãos nacional?

1.3 OBJETIVOS

Buscando contribuir com a adequação do sistema logístico nacional, o presente estudo tem por objetivo geral avaliar a eficiência operacional dos principais terminais intermodais da cadeia logística de grãos nacional.

Especificamente pretende-se:

- Caracterizar os recursos físicos e humanos dos terminais intermodais graneleiros nacionais;
- Mensurar os escores de eficiência dos terminais intermodais por meio da Análise Envoltória de Dados, classificando-os em eficientes e ineficientes;
- Contribuir à determinação de metas de movimentação necessárias para os terminais considerados ineficientes.

1.4 ESTRUTURA DO TRABALHO

O presente trabalho está dividido em cinco sessões, conforme explicação a seguir:

- **Capítulo 1:** introduz os conceitos de agronegócio, logística e terminais intermodais e sua baixa eficiência. Em seguida é apresentada a problemática da pesquisa, que posteriormente é justificada mediante aspectos econômicos e acadêmicos. Finalizando o capítulo, são apresentados os objetivos do trabalho.
- **Capítulo 2:** apresenta do referencial teórico do trabalho, o qual está dividido em três sessões. A primeira sessão trata sobre logística, os modais de transporte e a intermodalidade como fator gerador de competitividade do agronegócio nacional. Logo em seguida é apresentado o modelo de avaliação utilizado no estudo. A terceira sessão aborda a Análise Envoltória de Dados, técnica utilizada para medir o desempenho operacional dos terminais estudados.
- **Capítulo 3:** trata, especificamente, sobre o método e procedimentos metodológicos utilizados para alcançar os objetivos propostos pelo estudo. Inclui o detalhamento do tipo de pesquisa, definição da amostra, seleção das variáveis qualitativas e quantitativas utilizadas no modelo e técnicas de coleta e análise dos dados.

- **Capítulo 4:** apresenta e discute os resultados alcançados com a pesquisa. O capítulo está subdividido em quatro sessões, iniciando com a caracterização dos corredores logísticos nacionais. Em seguida são apresentadas as configurações de terminais intermodais encontrados ao longo da cadeia logística agrícola brasileira, seus recursos físicos, operacionais e humanos. Na sequência, são apresentados os resultados dos desempenhos operacionais.
- **Capítulo 5:** trata das considerações finais e conclusões do trabalho. Neste capítulo também são apresentadas também as limitações, sugestões para trabalhos futuros, assim como sugestões para o aumento da competitividade dos terminais intermodais.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

Neste capítulo são abordados os aspectos teóricos a serem utilizados para desenvolver este trabalho. Este capítulo é constituído por três seções, sendo elas: Logística, Desempenho e Análise Envoltória de Dados.

No que concerne à logística, são apresentados os principais conceitos, evolução, os modais de transporte utilizados para o transporte de grãos no Brasil e a intermodalidade. Quanto ao desempenho, também são apresentados os conceitos e o modelo utilizado para a realização da pesquisa. Na seção sobre Análise Envoltória de Dados, é apresentado o histórico da técnica, os dois modelos básicos e suas orientações e os principais trabalhos da área de logística.

2.1 LOGÍSTICA

Na sua origem, o conceito de Logística estava ligado basicamente às operações militares. De acordo com a estratégia adotada, os generais precisavam ter uma equipe específica que garantisse o fornecimento de munição, alimentos, equipamentos e socorro médico, na hora certa e no lugar certo, nos campos de batalha. A logística empresarial, assim como a militar, era tida como uma atividade sem muito destaque. Dentro das organizações empresariais, o setor era tratado como apenas um centro de custos, não havendo qualquer implicação estratégica (NOVAES, 2007).

Para Ballou (2010), a logística empresarial pode ser dividida em três eras:

- **Antes de 1950: os anos adormecidos** – não havia uma área específica dentro da empresa que tratava exclusivamente da logística; os serviços básicos da logística (transporte, armazenagem e processamento de pedidos) estavam inseridos dentro de áreas mais antigas, tais como: marketing, produção e finanças; havia conflito de objetivos e responsabilidades.
- **1950-1970: o período de desenvolvimento** – período representado pelo salto no desenvolvimento de teorias e prática da logística. Nesta época foi realizado um estudo para determinar o papel que o transporte aéreo poderia desempenhar na distribuição e sua viabilidade. O estudo revelou que aqueles os custos para a utilização daquele tipo de transporte era elevado para determinados segmentos e que para que se tornar viável, deveria ser diminuído. O trabalho tornou-se um grande argumento para o reagrupamento lógico das atividades empresariais no que concerne à distribuição de seus produtos. Alguns fatores

foram preponderantes para este avanço: alteração nos padrões e atitudes da demanda dos consumidores, pressão por custos das indústrias, avanços na tecnologia de computadores e influências do trato com a logística militar.

- **1970 e além: os anos de crescimento** – em 1970, a logística empresarial, ainda em princípio embrionário, tornou-se um campo da administração de empresas. Neste período, aumenta-se a competição mundial por ganhos de mercado e produção por bens manufaturas ao mesmo tempo em que aumenta a necessidade por matérias-primas. O aumento no preço do petróleo, causado pela crise de 1973, o aumento de inflação e a diminuição da produtividade instigaram o desenvolvimento da administração dos suprimentos. Hoje, a logística é entendida como a configuração tanto da administração de materiais como da distribuição física, como pode ser visto na figura 2.

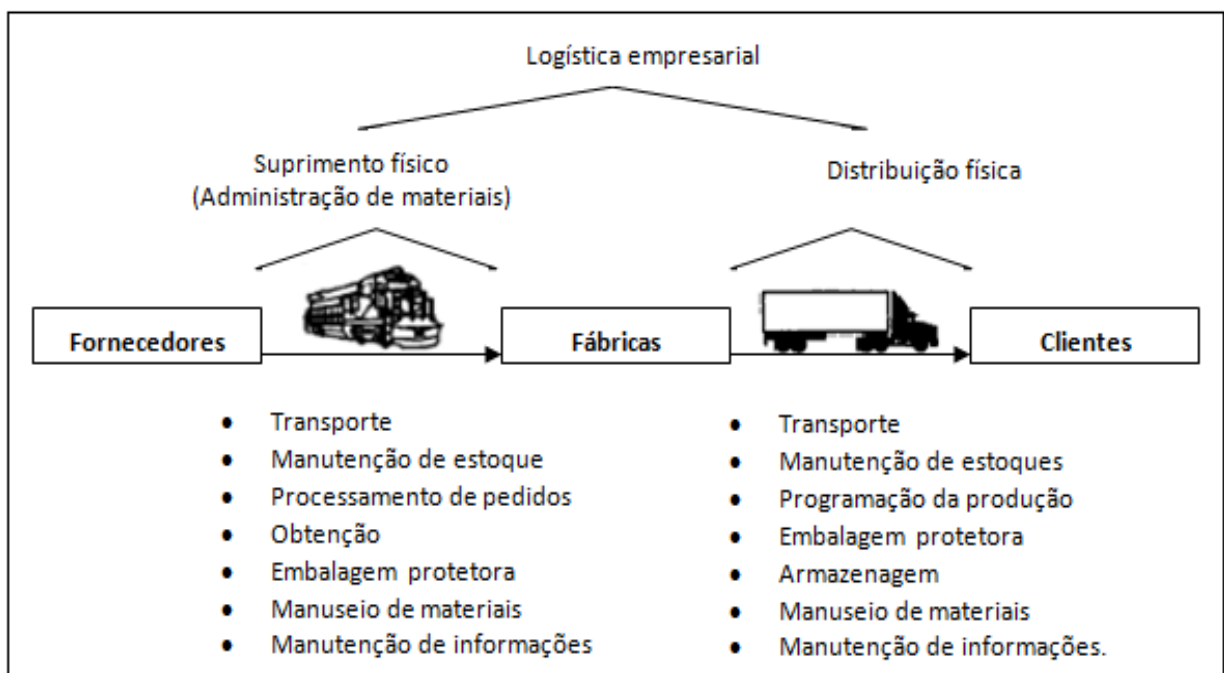


Figura 2: Escopo da logística empresarial
Fonte: Ballou (2010)

De acordo com Bertaglia (2006) a logística desempenha atividades muito mais específicas do que apenas do que estocar e distribuir produtos. Segundo o autor, a preocupação agora está em entregar os produtos no tempo certo, no local certo, na quantidade certa, minimizando os erros e maximizando a qualidade com o menor custo possível.

Para Christopher (2008), a logística é tida como

"o processo de gerenciamento estratégico da compra, do transporte e de armazenagem de matérias-primas, partes e produtos acabados (além dos fluxos de informação relacionados) por parte da organização e de seus canais de marketing, de tal modo que a lucratividade atual e futura sejam maximizadas mediante a entrega de encomendas com o menos custo associado."

Ballou (2010) afirma que as atividades de transporte, manutenção de estoques e processamento de pedidos são tidas como primárias ou atividades-chave para o alcance dos objetivos logísticos empresariais. Essas atividades são consideradas essenciais para a coordenação e o cumprimento da tarefa logística, além de representarem maior parcela do custo total do segmento.

O sistema logístico brasileiro encontra-se em um grande dilema. Por um lado, o setor produtivo vem modernizando para tentar reduzir custos e aumentar a satisfação dos clientes. Por outro lado, problemas estruturais existentes, principalmente na matriz de transporte, comprometem não só o desempenho dos agentes do setor, assim como o desenvolvimento econômico e social do país (FLEURY, 2006).

2.1.1 Modais de transporte

O primeiro planejamento geral da viação no Brasil foi elaborado em 1934, abrangendo os planejamentos rodoviários, ferroviários, fluviais e aeroviários e a coordenação dos quatro sistemas de transportes. Até esta data não havia planejamento de viação no país. Este planejamento foi revisto e ainda ampliado em 1946 por uma comissão organizada para essa finalidade, sendo posto em vigor em 1947 (CARVALHO, 1973).

A falta de planejamento quanto à ocupação e o desenvolvimento igualitário do território nacional ficam explícitos no primeiro plano diretor do transporte nacional. O plano contemplava de forma desigual as regiões brasileiras: volumosos investimentos seriam destinados na implantação de estradas e ferrovias nas proximidades dos grandes centros urbanos da época, deixando de lado as regiões interioranas do país. Porém, as regiões menos desenvolvidas naquela época, hoje são grandes produtoras de grãos e, conseqüentemente, as mais carentes por investimentos no setor de transportes.

A distribuição do produto físico pode ser realizada por uma série de modais. Wanke e Fleury (2006) apontam cinco modais de transporte de cargas, sendo eles: o modal rodoviário, ferroviário, aquaviário, dutoviário e o aeroviário. Cada um deles possui estruturas de custos e características operacionais específicas que os tornam mais adequados para determinados tipos de produtos e de operações.

Dentre os modais citados anteriormente, o transporte de grãos no Brasil é realizado, principalmente, pelos seguintes modais: rodoviário, ferroviário e hidroviário.

Modal Rodoviário

O transporte de carga rodoviário, feito predominantemente por caminhão, apresenta maior adaptação às variações da demanda, pois pode escolher o mercado que mais se adapta aos investimentos efetuados. Essa facilidade resulta na estabilidade do custo fixo por unidade transportada em relação ao volume de carga, que não é encontrada no modal ferroviário, por exemplo, em que os investimentos são efetuados para absorver determinados volumes, muitas vezes não atendidos (DALMÁS, 2008).

É o modal mais expressivo no transporte de cargas em países de pequena extensão ou em países que tem a matriz de transporte desbalanceada, conforme indicada por diversos pesquisadores. Suas características o tornam particularmente útil ao transporte de curtas distâncias de produtos acabados e semi-acabados. No entanto, muitos outros tipos de produtos, como os produtos agropecuários, utilizam este modal, seja para deslocamento porta a porta ou para deslocamento até pontos de ligação com outros modais de transporte (RIBEIRO e FERREIRA, 2002).

De acordo com Novaes (2007), grande parte da frota brasileira é de propriedade de autônomos, pessoas físicas que prestam serviço para embarcadores diversos e para empresas transportadoras. Dalmás (2008) afirma que o livre acesso à atividade de transporte rodoviário e também as facilidades de financiamento oferecidas pelo mercado financeiro para a aquisição de veículos e equipamentos, permitem aos autônomos a exploração desses serviços sem planejamento e controle adequados do capital investido, o que promove a fixação de tarifas menores do que o mercado suporta. Esse comportamento prejudica a rentabilidade do modal rodoviário e afeta o desempenho de outros modais concorrentes.

Segundo o mesmo autor, em 2007, o preço médio do frete rodoviário até cem quilômetros é de R\$ 0,21 por tonelada/quilômetro. Na faixa entre cem e quinhentos quilômetros, o preço cai para quase 30%. A partir de quinhentos quilômetros o preço médio do frete cai para R\$ 0,09 por tonelada/ quilômetro, variando em até dois centavos para as faixas acima de mil quilômetros.

Percebe-se a ocorrência de algumas diferenças na cobrança de fretes entre regiões e distâncias. Esse fenômeno pode existir devido à falta de planejamento e regulamentação para entradas e saídas na atividade, conforme mencionado anteriormente, o que provoca forte concorrência entre os transportadores, e que afeta o desempenho dos preços dos fretes. Outro fator relevante para essa oscilação é o estado precário das estradas em cada região, que exige maiores esforços em manutenção e conserto dos veículos (TEIXEIRA, 2010).

Este modal apresenta custos fixos baixos (rodovias estabelecidas e construídas com fundos públicos), porém seu custo variável é médio (combustível, manutenção, entre outros). Para Ribeiro e Ferreira (2002), as vantagens deste modal estão na possibilidade de transporte integrado porta à porta, e de maior flexibilidade de adequação aos tempos demandados, assim como frequência e disponibilidade dos serviços. Por outro lado, apresenta preços de frete mais elevados do que os modais ferroviário e hidroviário, sendo mais recomendado para mercadorias de alto valor ou perecíveis.

Modal Ferroviário

O transporte ferroviário pode ser definido como modo de transporte para cargas de grandes volumes, com valor unitário baixo, sem urgência de entrega, utilizando terminais de transbordo fixos. No Brasil, este modal é empregado, principalmente, no escoamento de produtos agrícolas e minerais do interior até os portos marítimos (BERTAGLIA, 2005).

Este modal de transporte liga normalmente países limítrofes. Não tem flexibilidade de percurso, por ficar restrito a um único caminho, e não é tão ágil quanto o transporte rodoviário. A participação do transporte ferroviário do Brasil com os países latino-americanos é ainda pequena, sendo a diferença de bitola é um dos maiores problemas encontrados no país (RIBEIRO e FERREIRA, 2002).

Ballou (2010) destaca ainda que baixa velocidade oferecida por este modal aliada a pequenas distâncias percorridas podem levar os vagões a permanecerem 88% do tempo sendo carregados e descarregados, locomovendo-se de um ponto a outro dentro do terminal, sendo classificado ou agregado, e até ficarem ociosos durante queda da demanda.

Por outro lado, o custo do frete ferroviário é mais vantajoso, se comparado com o modal rodoviário. O frete ferroviário tem base dois fatores: quilometragem percorrida e peso da mercadoria. Assim, pode ser calculado pela multiplicação da tarifa por tonelada ou metro cúbico, sendo utilizado aquele que gerar maior receita. Pode também ser aplicada uma taxa de estadia do vagão, cobrada por dia. Não é comum incidirem taxas de armazenagem, manuseio ou qualquer outra, sendo admitida a cobrança de taxa administrativa pelo transbordo (DEMARIA, 2004).

Segundo Dalmás (2008), o preço do frete rodoviário no ano de 2007, para distância de 493 quilômetros, é de R\$ 0,10, enquanto o frete ferroviário, para a distância equivalente, de 497 quilômetros, é de R\$ 0,07, o que significa 30% menor do que o rodoviário.

Modal Hidroviário

O transporte hidroviário é utilizado para o transporte de grãos líquidos, produtos químicos, areia, carvão, grãos e bens de alto valor em contêineres (operadores internacionais). De fato, é o modal que apresenta o mais baixo custo (RIBEIRO e FERREIRA, 2002).

No modal hidroviário, a principal sistemática do cálculo de frete é baseada na tonelada/quilômetro, ou seja, a tonelage transportada em relação à distância da viagem, podendo também o frete ser cobrado por unidade, no caso de transporte de contêineres. Os custos dos fretes são inferiores aos demais modais, comparando o mesmo tipo de mercadoria e o percurso, o que faz do transporte fluvial uma opção interessante, principalmente no mercado interno (DEMARIA, 2004).

Segundo Dalmás (2008), para distâncias acima de 600 quilômetros, a hidrovia apresenta o preço do frete, por tonelada/quilômetro, inferior em quase 56%, relativo ao preço médio do frete rodoviário, e em comparação com a ferrovia, verificou-se uma diferença de quase 17%. Enquanto um comboio transporta em uma única viagem 6.000 toneladas de carga, seriam necessários para a mesma quantidade quase três comboios no modal férreo ou 172 carretas nas rodovias. Somente

esta análise já explicaria o fato do frete hidroviário custar cerca de 30% do preço cobrado pelo rodoviário, segundo o mesmo autor.

Outro fator que explica a economicidade das hidrovias é o fato dessas necessitarem de menos intervenções para a sua instalação e manutenção e maior durabilidade da infraestrutura e dos equipamentos. Enquanto o custo médio para implantar uma hidrovia é de um dólar americano por quilômetro, para rodovias e ferrovias este custo médio sobe para US\$ 13,00 e US\$ 40,00 por quilômetro, respectivamente (ANTAQ, 2008).

Além de todas as vantagens apontadas, salienta-se que a vida útil das embarcações é em média de cinquenta anos, enquanto para vagões a média é de trinta e apenas dez anos para os caminhões, o que configura menores gastos com manutenção e reposição de veículos, segundo o mesmo autor.

Segundo Bertaglia (2006), as ferrovias e hidrovias competirão em certas áreas, sendo que a hidrovia possui uma melhor relação consumo de energia/tonelada transportada. Caixeta Filho *et al* (1998), completam que o transporte fluvial normalmente se caracteriza pela movimentação de cargas volumosas de baixo valor agregado, a baixas velocidades, sendo o mais indicado para movimentações em longas distâncias e apresentando o menor consumo de combustível.

Segundo Ojima e Rocha (2005), o desempenho de cada modal pode ser medido por meio das seguintes várias:

- **Velocidade:** tempo que o produto permanece em trânsito;
- **Consistência:** capacidade de atender com os prazos estabelecidos;
- **Capacidade:** possibilidade de transportar diferentes variedades e volumes de cargas;
- **Disponibilidade:** capilaridade disponível pelo modal;
- **Frequência:** frequência com que o modal pode operar.

Fleury *et al.* (2007) apresenta uma comparação entre os modais de transportes e os atributos de serviços. A figura 3 apresenta as características de serviços entre as modalidades de transporte utilizadas no escoamento de grãos nacional. Sogabe (2010) afirma que o desempenho de cada modal varia conforme o atributo analisado, e que a intermodalidade procura ajustar a melhor combinação dos atributos de cada modal à demanda de transporte das organizações.



Figura 3: Comparação das características de serviços entre modalidades de transporte
 Fonte: Fleury *et al.* (2007)

2.1.2 Intermodalidade e combinações intermodais

No Brasil, em 2004, os custos logísticos representavam 12,63% do PIB nacional, sendo que o custo de transporte foi de R\$ 133, 3 bilhões, ou seja, valor equivalente a 7,5% do PIB nacional. A estimativa é que o transporte represente 60% do custo logístico total. Nos Estados Unidos, os custos logísticos representam 8,19% do PIB, sendo que o transporte representa 5% (LIMA, 2006). Essa discrepância de valores pode ser explicada pela maior eficiência e integração entre os modais de transporte norte-americanos.

As *commodities*, como minério de ferro, cimento e grãos, são os produtos predominantemente transportados por mais de um tipo de modal. O fato de serem produtos de baixo valor agregado implica a existência de um sistema de transporte eficiente para que se tornem competitivos (NAZÁRIO, 2000).

A busca por redução nos custos logísticos e confiabilidade no serviço prestado tem se tornado cada vez mais frequentes no Brasil, consequentemente o uso de mais de um modal de transporte

surge como oportunidade para as empresas se tornarem mais competitivas, visto que o modal rodoviário predomina na matriz de transporte nacional, mesmo para produtos/trechos onde o mesmo não é considerado o mais competitivo (NAZÁRIO, 2000).

Nazário (2000) destaca também a diferença entre os termos intermodalidade e multimodalidade. Segundo o autor, embora os dois termos designem a mesma ação (transporte de cargas por mais de um tipo de modal), os termos apresentam peculiaridades distintas.

Quando o transporte de cargas é regido por um único contrato e utiliza dois ou mais modais de transporte, desde a origem até o destino final, e é executado sob responsabilidade de um Operador de Transporte Multimodal (OTM) passa a ser denominado transporte multimodal. No entanto, alguns entraves na Lei brasileira, principalmente na questão tributária, dificultam o aumento desta modalidade. Diante deste cenário, surge o termo transporte intermodal, que embora não seja reconhecido pela legislação brasileira, é muito utilizado em outros países (ANTT, 2012).

O transporte intermodal também consiste na combinação de mais de um modal de transporte, porém utiliza distintos contratos, de maneira unilateral, com diferentes empresas responsáveis pelo transporte da carga. Logo, a intermodalidade é tida como facilitadora da importação e exportação, uma vez que se aproveita o que cada modal de transporte tem de melhor, visando reduzir custos e aumentar o nível do serviço (BERTAGLIA, 2005). Sendo assim, neste trabalho utilizou-se o termo intermodalidade para se referir ao transporte realizado por mais de um modal.

Calabrezi (2005) destaca que cada modal possui vantagens e desvantagens quando utilizado individualmente. Entretanto, os aspectos negativos podem ser minimizados com a combinação entre dois ou mais modais de transportes. Todavia, para que esta integração seja realizada, é imprescindível a estrutura de apoio do terminal intermodal.

De acordo com Sogabe (2010), o transbordo da carga de um modal para outro demanda uma estrutura física adequada (terminal intermodal) para que a transferência seja feita da maneira mais eficiente possível. Etimologicamente, terminais correspondem a realidade funcional do fim de uma atividade e o início de outra.

É importante ressaltar que, embora para cada tipo de combinação intermodal exista um determinado tipo de terminal, a operação de transbordo de grãos segue um padrão, sem grandes variações entre os diferentes tipos de terminais.



Figura 4: Fluxograma do processo básico de transbordo
Fonte: Sogabe (2010)

Cabe ressaltar que o transbordo é uma operação complementar no transporte, a qual permite que a carga seja passada de um veículo para outro, desde a origem até o destino final (CALABREZI, 2005).

Ballou (2006) afirma que a prestação de serviços de transportes pode ser composta por dez combinações intermodais, sendo elas: aéro-dutoviária, ferro-aeroviária, ferro-hidroviária, ferro-dutoviária, hidro-aeroviária, hidro-dutoviária, rodo-aeroviária, rodo-dutoviária, rodo-hidroviária e rodo-ferroviária. O autor ressalta, todavia, que nem todas as combinações são viáveis ou tem boa aceitação de mercado. Ou seja, cada setor utilizará as combinações que mais lhe oferecer vantagens competitivas.

Combinação rodo-ferroviária

Segundo Calabrezi (2005), esta combinação une dois modais de características distintas: o modal rodoviário, rápido e flexível ao modal ferroviário, considerado lento, inflexível, porém capaz de transportar cargas de grandes volumes. Esta configuração pode ser melhor visualizada através da figura 5.

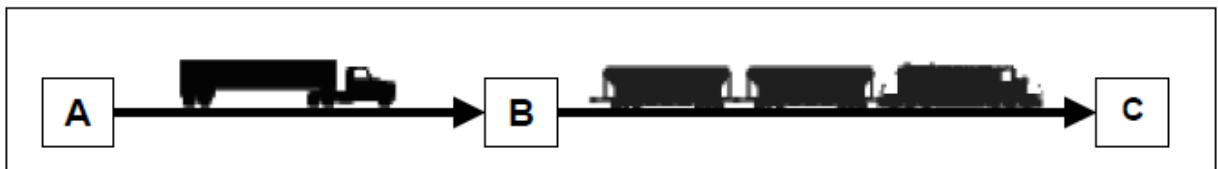


Figura 5: Combinação rodo-ferroviária.
Fonte: Calabrezi (2005)

Neste caso, o modal rodoviário atua como elo entre o produtor (A) e o terminal intermodal (B). Neste terminal é realizado o processo de transbordo para o modal ferroviário que segue até o terminal final (C).

No Brasil, este tipo de combinação é comum, especialmente para o escoamento de grãos. No entanto, Sogabe (2010) afirma que a velocidade média dos trens brasileiros, ainda baixa, gera atrasos na entrega ao cliente. Este problema poderia ser resolvido se fossem feitos investimentos no setor, no entanto, segundo os operadores logísticos, o modelo de concessão inviabiliza tal possibilidade.

Combinação ferro-rodoviário

Essa configuração intermodal integra o modal ferroviário ao modal rodoviário (figura 6). O produto sai de um terminal intermodal (A) e segue até o terminal intermediário (B) onde é feito o transbordo para o modal rodoviário. Pelo modal rodoviário, o produto segue para o cliente (C) ou para o terminal (D).

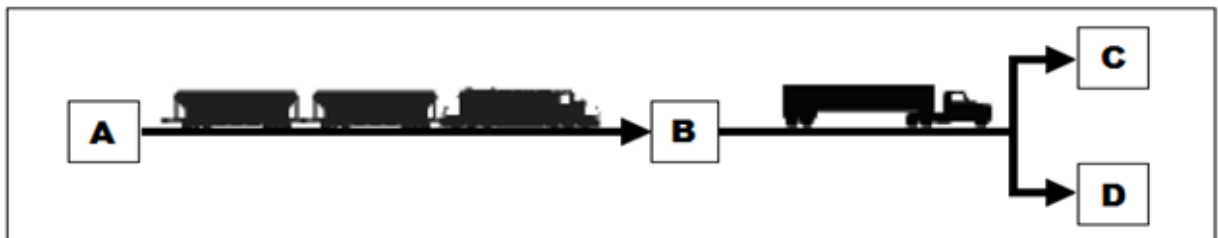


Figura 6: Combinação ferro-rodoviária
Fonte: Adaptado de Calabrezi (2005)

Combinação rodo-hidroviária

De acordo com Calabrezi (2005), essa configuração agrega a rapidez e flexibilidade do modal rodoviário com o alto volume e baixo custo do modal hidroviário. Neste caso, O grão é carregado na origem (A) e segue o fluxo pelo modal rodoviário até o terminal intermodal (B), onde é transbordado para o modal hidroviário que realiza o transporte por comboios de chatas a entrega no ponto (C) terminal final (C). A figura 7 apresenta o modelo para este tipo de combinação intermodal.

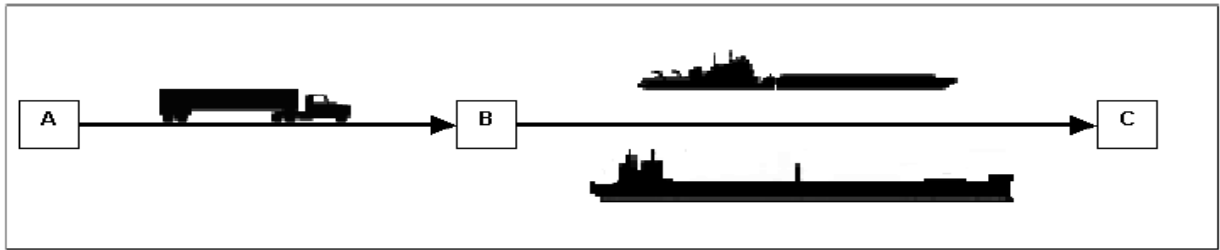


Figura 7: Combinação rodo-hidroviária
Fonte: Calabrezi (2005)

O transporte de grãos pelas hidrovias nacionais é pouco explorado, se considerado o potencial existente (SOGABE, 2010). A baixa navegabilidade das hidrovias se dá, principalmente, por entraves na legislação ambiental, dificultando a manutenção e impedindo a dragagem dos rios.

É importante evidenciar que a combinação entre o modal rodoviário e o modal aquaviário marítimo está sendo contemplada neste trabalho. Desta forma, o produto é coletado através do modal rodoviário na sua origem (A) e levado até o terminal intermodal/porto marítimo (B) onde é transbordado diretamente para navios que leva até o terminal final (C) em outro país.

Combinação rodo-ferro-hidroviário

Essa combinação consiste na participação do modal rodoviário, hidroviário e ferroviário para o transporte do mesmo produto desde a sua origem até o seu ponto de destino (CALABREZI, 2005). Conforme a figura 8, o produto é coletado em sua origem (A) pelo modal rodoviário e segue até o terminal (B), onde é transbordado para o modal hidroviário que segue viagem até o terminal (C), no qual o produto é transferido para o modal ferroviário e segue o fluxo até o ponto de destino (D).

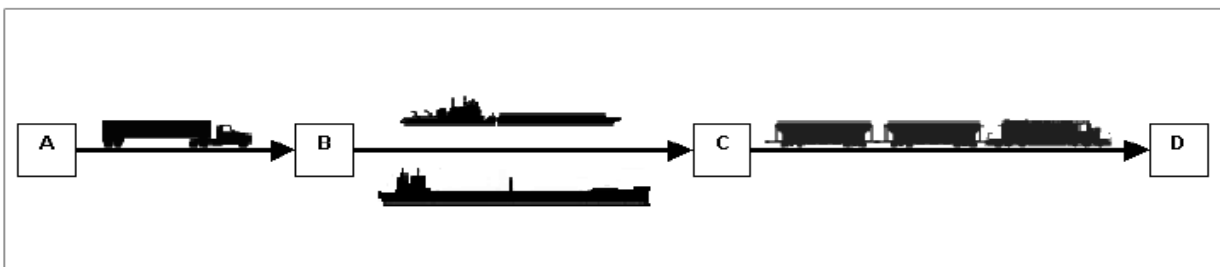


Figura 8: Combinação rodo-hidro-ferroviária
Fonte: Calabrezi (2005)

Combinação ferro-hidroviária

Essa configuração combina a utilização dos dois modais mais recomendados para transportes das *commodities* agrícolas, pois são capazes de movimentar grandes volumes a um baixo custo (CALABREZI, 2005; RIBEIRO e FERREIRA, 2002).

A figura 9 apresenta a configuração, na qual o produto é coletado pelo modal ferroviário em um terminal (A) e transporta-o até o terminal intermodal (B) que realiza novamente o transbordo, passando agora o produto para o comboio de barcas ou navio, modal aquaviário, que segue até o terminal final (C).

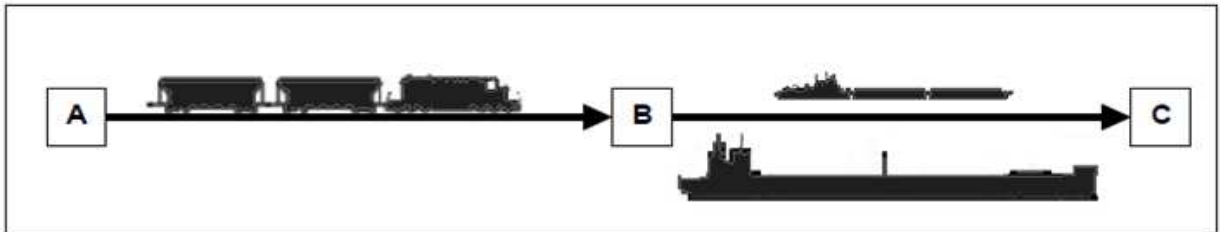


Figura 9: Combinação ferro-hidroviária
Fonte: Adaptado de Calabrezi (2005)

Esta combinação, embora pouco flexível e lenta, é a mais vantajosa em termos financeiros e, segundo Bertaglia (2005), a mais apropriada para o transporte de grãos do interior do país até o litoral, onde se encontram os portos de exportação.

Cominação hidro-ferroviária

Esta configuração utiliza a mesma combinação citada anteriormente, no entanto, o que as distinguem é o fluxo de produtos transacionados. De acordo com Calabrezi (2005), esta configuração é utilizada para escoamento de produtos agrícolas e seus derivados através da navegação fluvial, e posteriormente pelo transporte ferroviário. A figura 10 ilustra melhor este tipo de operação.

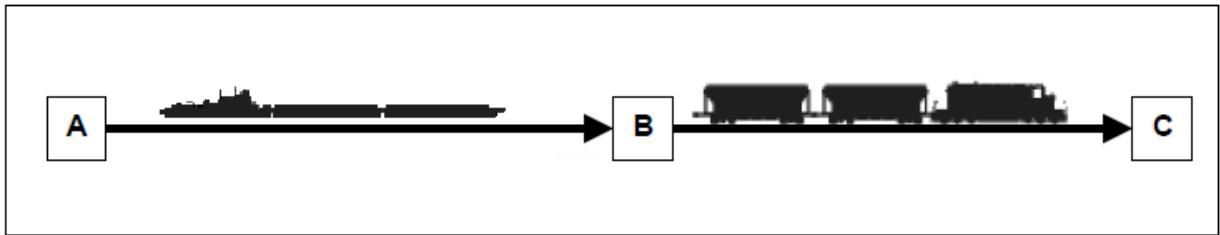


Figura 10: Configuração hidro-ferroviária
 Fonte: Adaptado de Calabrezi (2005)

Ao observar a figura, nota-se que o produto é coletado no terminal (A) por comboio de barcaças que seguem pelo modal aquaviário até o terminal (B) onde é transbordado para o modal ferroviário que segue até o terminal (C). Cabe evidenciar que esta combinação é exclusiva entre esses dois modais e segue esta ordem.

2.2 DESEMPENHO

O estudo do desempenho na área dos negócios deu um grande salto a partir da obra *Principles of Scientific Management* de Frederic Winslow Taylor no ano de 1911. Além de definir os quatro princípios fundamentais da administração científica (planejar, organizar, direcionar e controlar), sua obra abordou também os estudos dos tempos e movimentos e divisão do trabalho. Todos esses aspectos estavam voltados, principalmente, ao alcance de melhores desempenhos organizacionais.

O autor preocupava-se em elevar o nível de produtividade da organização com o menor custo. Para que isso ocorresse, era necessário realizar uma seleção minuciosa de funcionários, buscando os mais produtivos, assim como uma criteriosa padronização do processo produtivo. Ou seja, buscava-se maximizar os resultados (*outputs*) através da minimização dos insumos de produção (*inputs*).

De acordo com Benites (2005), o desempenho é

"o resultado das estratégias competitivas adotadas mediante o nível de concorrência vigente. Este desempenho pode ser analisado positivamente, quando as estratégias cumprem seu papel de garantir vantagem competitiva, como também, negativamente, quando as estratégias revelam-se incapazes de atender os objetivos propostos".

Sproesser (1998) afirma que o aumento do desempenho de uma indústria mostra-se como um dos objetivos de gestão mais importantes a serem alcançados. Isso implica, de um lado, por parte das empresas, o desenvolvimento de novas tecnologias e de métodos de gestão, assim como o desenvolvimento de novos mercados consumidores, e de outro lado, o desenvolvimento econômico do país e a melhoria do nível de vida da população.

Benites (2005) salienta que a forma mais adequada de saber se uma empresa está seguindo o que foi programado em seu planejamento estratégico, é mensurar sistematicamente o desempenho ao longo do tempo por meio de medidas de desempenho. As medidas de desempenho configuram-se como a melhor ferramenta estratégica para diagnosticar possíveis desarranjos de ordem gerencial e estratégica da empresa, e assim auxiliar no processo de tomada de decisão estratégica.

Segundo Razzolini Filho (2011), na área da logística, o processo de avaliação de desempenho tem despertado grande interesse em pesquisas não só nas universidades, mas também em empresas do segmento. Esse processo tem fundamental importância para o sucesso empresarial, sobretudo no que diz respeito à melhoria de serviços oferecidos aos clientes. O autor salienta que, a partir de certo momento, os serviços logísticos acabam se tornando muito parecidos, e que somente a avaliação de seus desempenhos possibilita alcançar diferencial.

As teorias de desempenho são tratadas em função de uma série de indicadores qualitativos e quantitativos, na qual a mensuração é feita por meio de procedimentos estruturados através de modelos genéricos, ou em casos mais refinados, são tratadas por modelos específicos aplicados a um setor, por meio de validações empíricas (BENITES, 2005).

Granemann e Rodriguez (2004) sugerem que o processo de avaliação de desempenho deve se iniciar com o estabelecimento de um conjunto de indicadores que possam traduzir o real panorama da organização e só em seguida deve ser realizado o processo de mensuração dos níveis de desempenho.

Williams (2002) complementa que a avaliação do desempenho deve evidenciar o estabelecimento de medidas capazes de informar aos gestores se as metas e objetivos definidos no planejamento estratégico estão, ou não, sendo atingidos.

Carre (1991) *apud* Sproesser (1998); Granemann e Rodriguez (2004) afirmam que o desempenho está ligado a idéia de comparabilidade, e somente pode ser medido em relação a um referencial, como os resultados anteriores da firma ou ainda os resultados médios da indústria na qual a firma está inserida.

Para tanto, a seção seguinte apresenta o modelo proposto para mensuração do desempenho dos terminais intermodais da cadeia logística de grãos nacional.

2.2.1 Modelo de Stern L., El-Ansary e Goldman *apud* Sogabe *et al.*

Sproesser (1999) utilizou o modelo proposto por Stern L., El-Aansary (1982) para medir o desempenho de firmas de varejo. Segundo o autor, a análise do desempenho coloca em evidência a necessidade de um exame detalhado de um certo número de firmas, tais como as que obtêm os melhores resultados financeiros ou as que detêm as maiores partes do mercado. Este exame permite a avaliação das variáveis estratégicas mais importantes e a compreensão de como elas devem ser manipuladas de forma a orientar as firmas para melhores desempenhos.

O autor comenta ainda que uma grande dificuldade em definir um modelo de desempenho está no estabelecimento de variáveis que sejam simples e que traduzam a realidade dos processos organizacionais. Além disso, existe a dificuldade de extrair essas variáveis e as situações que as geram dos atuais sistemas de informação.

Sproesser (1999) destaca que tais dificuldades são ainda mais acentuadas considerando a necessidade de medir o desempenho da atividade ao nível da indústria, assim como ao nível das firmas que a integram. De um lado, isso conduz a uma visualização do desempenho de maneira global, onde intervém, sobretudo, as variáveis macroeconômicas como principais fatores explicativos, e de outro lado, a visualização do desempenho específico à cada firma onde os fatores intrínsecos, sobretudo os de ordem estratégica, tomam uma importância predominante.

Segundo Sproesser (1999), a maioria dos trabalhos de pesquisas inerentes ao desempenho está relacionada a uma análise unidimensional, considerando apenas aspectos ligados à eficiência da indústria ou empresa. Entretanto, o desempenho não é medido unicamente em termos de eficiência como a produtividade e a rentabilidade. Para tanto, o autor sugere que sejam consideradas as dimensões de eficiência e igualdade no modelo de desempenho.

Desta forma, Sogabe *et al.* (2009), visando avaliar o desempenho dos terminais intermodais do corredor logístico Centro-Oeste, adequaram novamente o modelo proposto Stern L., El-Ansary (1982) e Goldman (1992) conforme ilustra o figura 11.

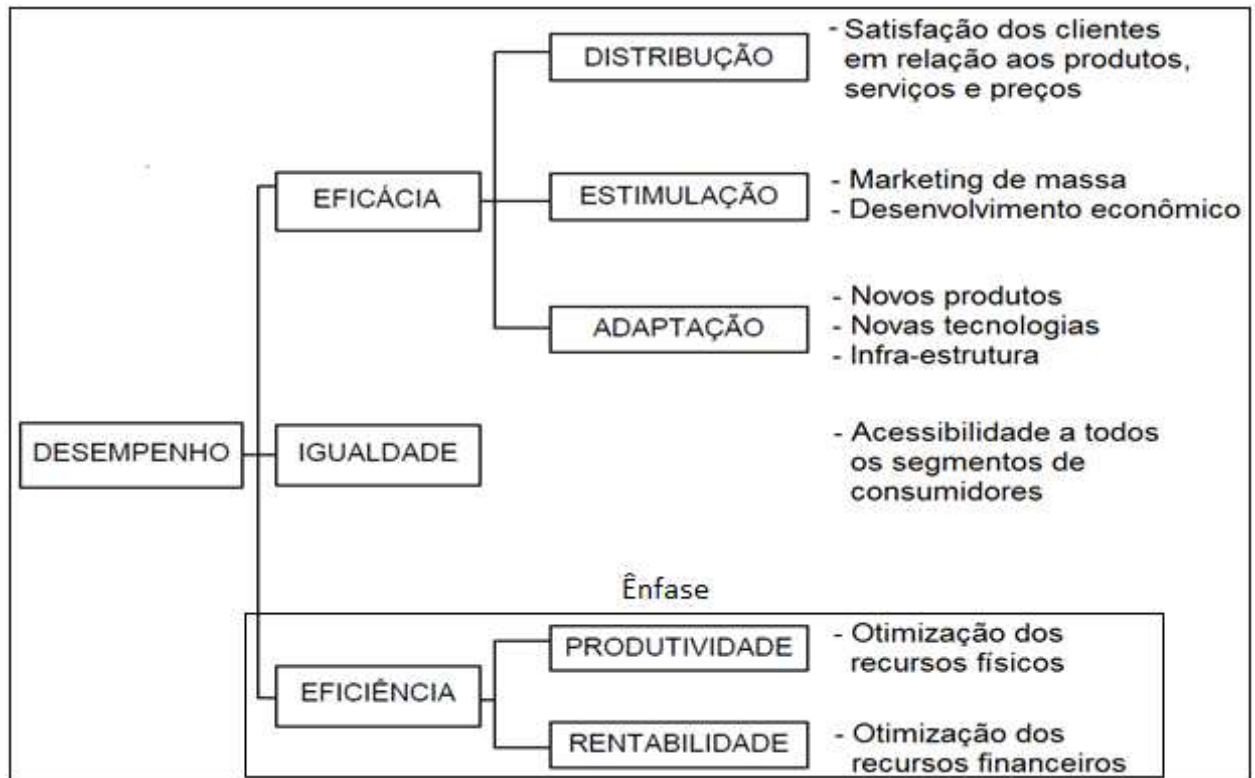


Figura 11: Enquadramento da análise de desempenho de terminais intermodais

Fonte: Sogabe *et al.* (2009). Adaptado de Stern L., El-Ansary (1982) e Goldman (1992)

Sogabe *et al.* (2009) concentraram-se na perspectiva de desempenho voltada a eficiência produtiva, ou seja, visando otimizar os recursos físicos disponíveis. A eficiência consiste na avaliação da relação entre os resultados obtidos pelo terminal e os recursos colocados à disposição para sua realização.

Sproesser (1999) entende que os critérios de análise de desempenho devem ser estabelecidos segundo as especificidades de cada sistema a ser avaliado. Essa análise deve ainda considerar a perspectiva de todos os agentes que compõe o ambiente analisado.

A produtividade é analisada em termos quantitativos utilizando a relação entre as entradas e saídas do sistema. Sendo assim, a produtividade de modo geral está associada à razão “*output/input*”, com o objetivo de otimizar os ativos físicos e a mão de obra contratada. A

eficiência também pode ser mensurada a partir da rentabilidade financeira e rentabilidade dos ativos físicos. Tais variáveis permitem a utilização de modelos matemáticos (SPROESSER, 1999).

A eficácia, por outro lado, está associada a variáveis de caráter qualitativo geralmente ligadas a percepção do consumidor e sua satisfação. A satisfação está associada, no caso do varejo, a distribuição dos produtos e as principais variáveis consideradas neste aspecto são os preços e os serviços. A estimulação é outro elemento da eficácia e as suas variáveis determinantes são o marketing de massa e o desenvolvimento econômico. Por fim, temos como último elemento, da eficácia, a adaptação diretamente ligada ao desenvolvimento de novos produtos, novas tecnologias e infraestrutura.

A equidade está associada à acessibilidade a todos os segmentos de consumidores. El-Ansary (2006) acrescenta que a equidade também pode ser mensurada em termos de distribuição de lucros ao longo das cadeias produtivas ou dos canais de distribuição.

Sproesser (1999) propõe que um modelo de produtividade deva levar em consideração os seguintes elementos:

- **Ambiente socioeconômico:** existem várias influências que condicionam: a demanda e a oferta dos bens e serviços; o desenvolvimento tecnológico e as leis de regulação.
- **Estrutura econômica da indústria:** está relacionado ao estabelecimento das relações mais ou menos vantajosas com clientes, fornecedores, concorrentes e prestadores de serviço em decorrência dos índices de concentração do mercado (concorrência perfeita, oligopólio, monopólio, etc.).
- **Firmas:** este elemento está ligado ao planejamento estratégico das organizações. As ações da organização podem se constituir em vantagens competitivas que vão influenciar diretamente a sua produtividade.

O presente estudo avaliou o desempenho dos terminais intermodais sob a ótica da eficiência produtiva.

2.2.2 Produtividade e eficiência

Os conceitos de eficiência e produtividade são essenciais para o entendimento da técnica matemática Análise Envoltória de Dados, por isso é necessário que se faça um embasamento teórico dessas duas definições, que porventura, ainda geram equívocos.

O termo produtividade, de acordo com Martins e Laugen (2005), foi utilizado pela primeira vez pelo economista francês Quesnay, em 1766, e só foi utilizado novamente em 1833, por outro economista francês chamado Littre. Entretanto, a definição dada por esses autores não era a mesma que a difundida na literatura atual.

Segundo Goldman (1992); Coelli, Rao e Battese (1997), a definição mais usual de produtividade é a relação entre produtos, recursos produzidos, e insumos, recursos empregados. Portanto, a produtividade pode ser representada da seguinte maneira:

$$\text{Produtividade} = \frac{\sum \text{Saídas}}{\sum \text{Entradas}}$$

Benites (2005) afirma que a definição de produtividade ainda não possui unanimidade entre a comunidade acadêmica. O autor afirma que conhecer o conceito e as medidas de produtividade é de suma importância para avaliar e medir os resultados obtidos seja na esfera de nação, sistema produtivo ou em nível de organização. Os problemas de mensuração de produtividade surgem no momento de se definir quais variáveis (*inputs*) devem ser levadas em consideração no cálculo da produtividade, ou seja, na definição de quais fatores influenciam mais diretamente no resultado do processo produtivo.

Neste contexto, a discussão acerca da maneira mais apropriada de extrair resultados satisfatórios através da relação *output/input* assume alto grau de relevância, não somente para as empresas, mas também, para a comunidade em geral, pois os reflexos sociais e econômicos da produtividade assumem proporções generalizadas (BENITES, 2005).

Já a o conceito de eficiência pode ser definido como uma medida relativa, na qual é feita uma comparação com o que foi produzido, dado uma quantidade de insumos disponíveis, com o que poderia ter sido produzido com os mesmo insumos disponível (MELLO *et al*, 2005).

O entendimento do conceito de eficiência pode ser facilitado conforme apresenta a figura 12.

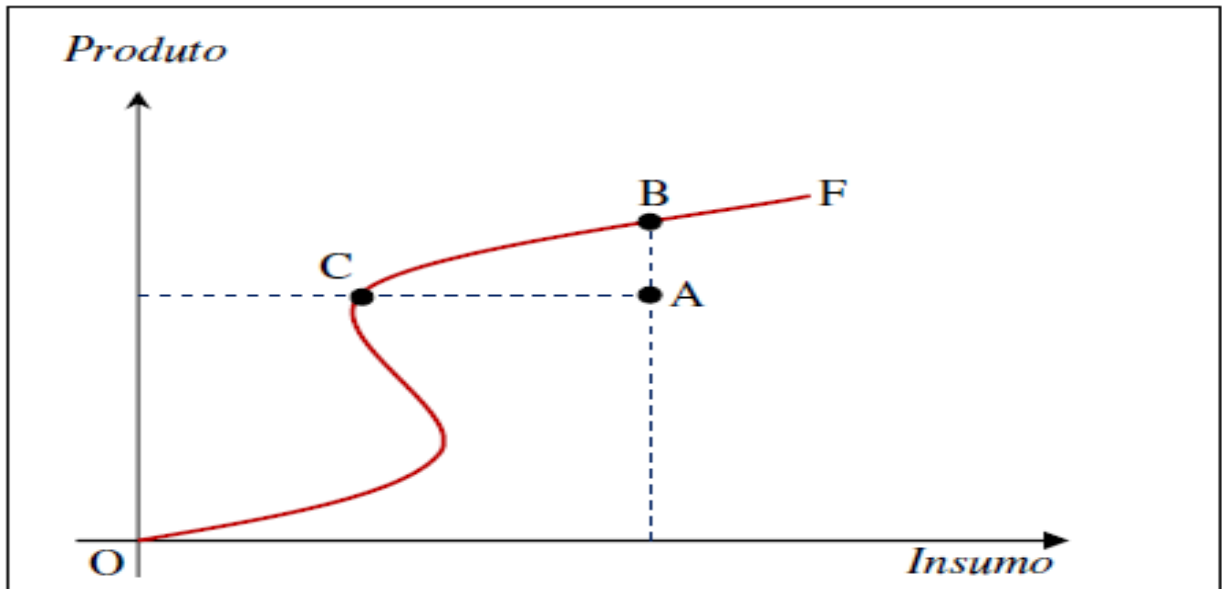


Figura 12: Fronteira de produção e eficiência técnica
Fonte: Araújo, 2008. Adaptado de Coelli, Rao e Battese (1997)

Na imagem, são apresentadas três combinações distintas de produção, considerando apenas um insumo e um produto. Conforme visualizado, serão consideradas eficientes tecnicamente as unidades produtivas que estiverem sobre a fronteira de produção (OF) e ineficientes as que se encontrarem abaixo da mesma.

Sendo assim, a unidade produtiva A é considerada ineficiente. No entanto, para se tornar eficiente tecnicamente, a unidade A deveria, mantendo a mesma quantidade de insumo, aumentar sua produção, até chegar à unidade B, ou manter a mesma capacidade produtiva, reduzindo a quantidade de insumo empregado no processo produtivo, deslocando-se até a unidade C.

Se traçadas linhas partindo do ponto de origem (O) ao encontro dos pontos (A, B e C), obtém-se, em cada reta, uma sucessão de pontos com a mesma produtividade (figura 13). A inclinação da reta representa a produtividade e é representada pela relação entre produto/insumo. À medida que aumenta a inclinação da reta, aumenta também a produtividade.

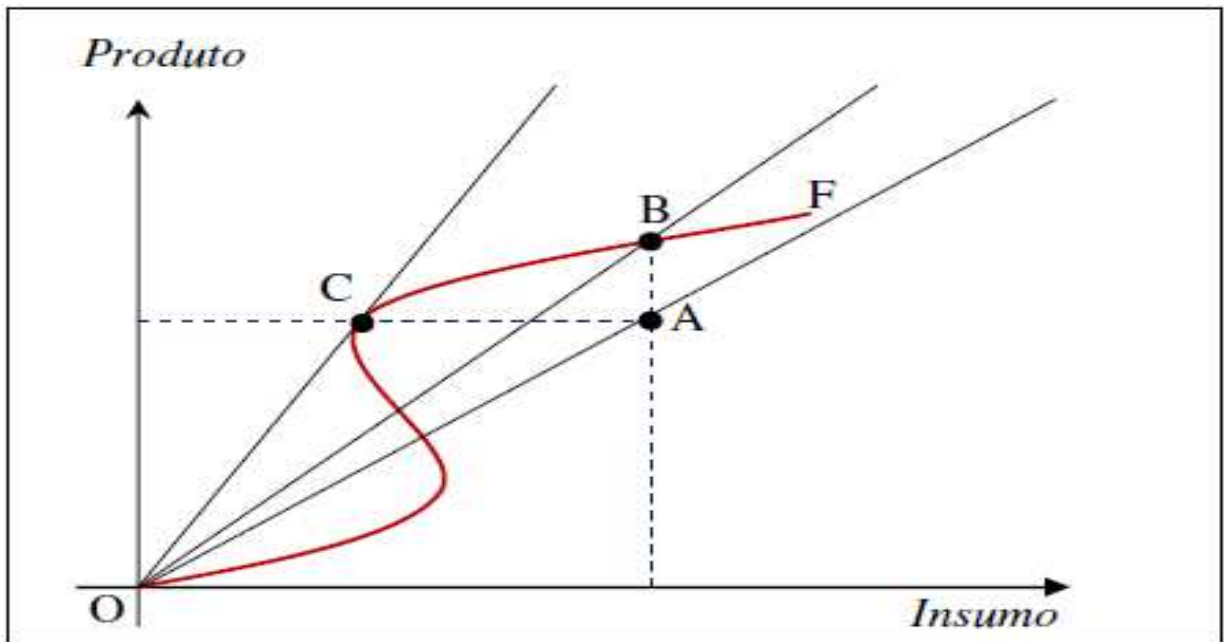


Figura 13: Produtividade, eficiência técnica e economia de escala
 Fonte: Araújo, 2008. Adaptado de Coelli, Rao e Battese (1997)

Nota-se, então, que a unidade produtiva A, além de ser ineficiente tecnicamente, apresenta menor produtividade. Já a unidade produtiva B, por estar situada na fronteira de produção (OF), pode ser considerada eficiente tecnicamente, porém apresenta menor produtividade do que a unidade C, que apresenta o ponto de escala ótimo, pois além de estar situado na fronteira de produção, apresenta maior produtividade possível.

Coelli, Rao e Battese (1997) afirmam que a eficiência seja abordada por duas dimensões: eficiência técnica e eficiência alocativa. O termo eficiência técnica deve ser utilizado quando se faz referência apenas às quantidades físicas de insumos e produtos, não considerando questões de custos ou lucros. Já a eficiência alocativa pode ser entendida como a combinação entre recursos físicos e financeiros.

A eficiência tratada neste estudo é de caráter técnico, uma vez que se utilizaram apenas recursos físicos e desconsiderados os recursos financeiros.

A seguir será apresentado o modelo utilizado para a análise da eficiência produtiva dos terminais intermodais da cadeia logística de grãos nacional.

2.3 ANÁLISE ENVOLTÓRIA DE DADOS – DEA²

A Análise Envoltória de Dados (*Data Envelopment Analysis*) tem como base embrionária a tese para obtenção do título de Ph.D de Edwardo Rhodes, apresentada à *Carnegie Mellon University* em 1978, sob orientação de W. W. Cooper. O objetivo principal do estudo era avaliar o desempenho de um programa de acompanhamento de estudantes carentes (principalmente negros e hispânicos) financiado pelo governo norte-americano. Partindo deste princípio, a pesquisa pretendia comparar o desempenho de escolas que participavam do programa com escolas que não participavam (CHARNES, COOPER e RHODES, 1978).

Ainda de acordo com autores, o desempenho das escolas analisadas foi avaliado utilizando a relação de múltiplos *outputs* e múltiplos *inputs*. Como exemplo de *output*, utilizou-se a variável “aumento da auto-estima da criança carente” (mensurada através de testes psicológicos) e como *input* “tempo gasto pela mãe em exercícios de leitura com crianças”.

Segundo Kassai (2002), a tentativa de estimar a eficiência técnica das escolas, utilizando vários *inputs* e vários *outputs*, resultou na criação do modelo CCR (abreviatura de Charnes, Cooper e Rhodes, sobrenome dos autores) de Análise Envoltória de Dados. O trabalho foi publicado em forma de artigo com o título “*Measuring the Efficiency of Decision Making Units*” em 1978 no *European Journal of Operations Research*.

Em 1984, com a publicação do artigo escrito por Banker, Charnes e Cooper, intitulado como “*Some Models for Estimating Technical and Scale Inefficiencies in Data Envelopment Analysis*” dá-se origem ao segundo modelo, conhecido como BCC, sendo, mais uma vez, um anagrama formado pelas iniciais dos sobrenomes dos autores (PIMENTEL, 2009).

O modelo da DEA permite, através da técnica de programação linear, trabalhar com várias medidas em um modelo único e integrado. Essas múltiplas medidas de desempenho referem-se aos *inputs* e *outputs*, considerados também como processos produtivos. (COOK e ZHU, 2008).

² **DEA** é a abreviação de *Data Envelopment Analysis* ou Análise Envoltória de Dados. O termo será utilizado ao longo do texto com o intuito de facilitar a leitura.

De acordo com Novaes (2007), cada elemento da amostra recebe a denominação DMU³. A utilização deste termo genérico, segundo o autor, facilita o entendimento, uma vez que, dependendo do problema estudado, os participantes podem ser empresas, organizações, departamentos e até mesmo pessoas físicas.

Genericamente, uma DMU é uma unidade responsável por converter *inputs* em *outputs* sendo que seu desempenho pode ser facilmente avaliado. Na área gerencial, o termo pode incluir bancos, lojas de departamento, supermercados, hospitais, escolas, bibliotecas públicas. Também pode ser utilizado no campo da engenharia, podendo ser encontrado em diversas maneiras, desde aviões até seus componentes: como suas turbinas (COOPER, SEIFORD e TONE, 2007).

Para Novaes (2007), cada DMU procura otimizar sua eficiência da forma mais conveniente, escolhendo os melhores pesos para seus insumos e produto. Entretanto, para que haja uma padronização dos pesos entre os elementos da amostra, a Análise Envoltória de Dados utiliza-se do modelo de programação linear. Havendo N DMUs no conjunto amostral, a DEA resolverá N problemas separados de programação linear (NOVAES, 2007).

Kassai (2002) completa o entendimento sobre DMU, afirmando que a seleção deste deve seguir alguns pré-requisitos, sendo eles:

- a) as unidades em análise devem ser comparáveis;
- b) devem atuar sobre as mesmas condições;
- c) os fatores (insumos e produtos) devem ser os mesmos para cada unidade, diferindo apenas na intensidade ou magnitude.

Segundo Cook e Zhu (2008), a partir da identificação das empresas ou DMUs consideradas 100% eficientes, é gerada a fronteira de eficiência. Esta fronteira de eficiência consiste no conjunto de DMUs que apresentam os melhores desempenhos relativos. Os autores ainda afirmam que a DEA fornece as seguintes informações:

- a) Identifica os escores de eficiência para cada DMU;

³ **DMU** é a abreviação de *Decision Making Unit* ou Unidade Decisória. O termo será utilizado ao longo do texto, visando facilitar a leitura. Cada terminal intermodal é considerado uma DMU.

- b) Identifica um grupo de referência de eficiência ou grupo de pares para cada unidade ineficiente;
- c) Aponta quantos *inputs* devem ser diminuídos ou quantos *outputs* devem ser aumentados para cada DMU ineficiente torne-se eficiente.

A figura 14 mostra o comportamento da DEA em relação a regressão linear. A DEA, técnica não paramétrica, fornece a melhor prática entre as DMUs analisadas, gerando desempenhos relativos, enquanto a regressão linear, abordagem paramétrica, trabalha com a média do comportamento das DMUs observadas (COOK e ZHU, 2008; MIRANDA, 2008).

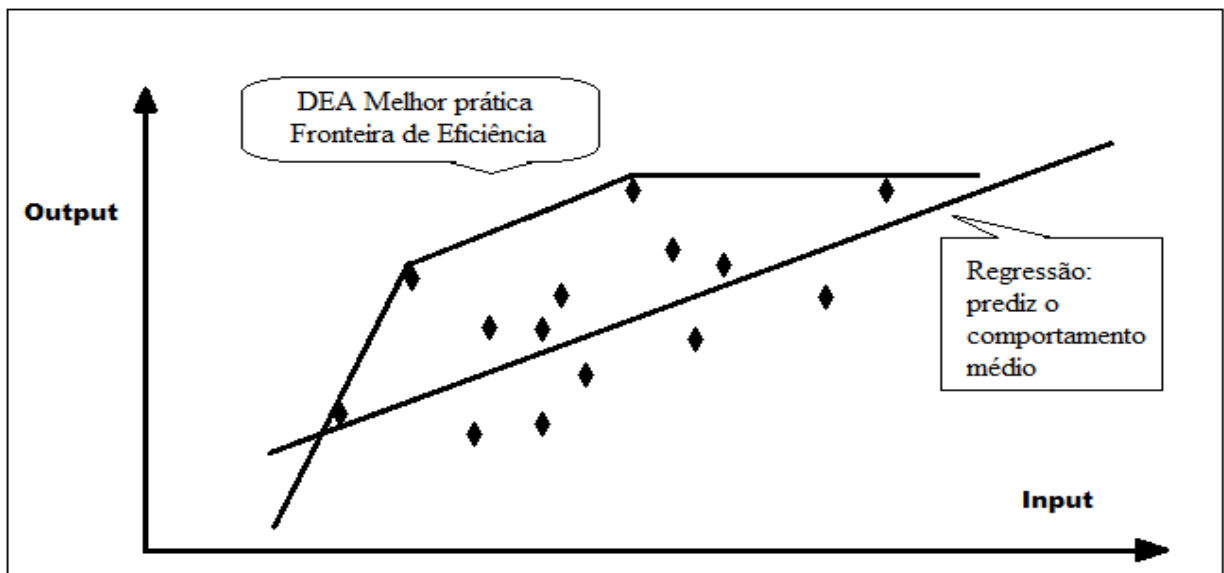


Figura 14: DEA - Fronteira de eficiência
Fonte: Cook e Zhu (2008)

Sendo assim, a Análise Envoltória de Dados, de acordo com Sherman e Zhu (2006) *apud* Cook e Zhu (2008), torna-se uma ferramenta excelente para o estudo de desempenho e aumento da produtividade de negócios.

Analisando ainda a figura 14, percebe-se que a técnica DEA trabalha com o envelopamento das DMUs, gerando uma fronteira de eficiência com as melhores práticas encontradas, enquanto a regressão linear trabalha com o comportamento médio das variáveis.

Em seguida são apresentados os dois modelos básicos de DEA e suas respectivas orientações.

2.3.1 Modelo CCR

O modelo CCR, como comentando anteriormente, foi criado pelos autores Charnes, Cooper e Rhodes em 1978. Este modelo, diferente dos demais existentes na época, possibilitou o trabalho com vários *inputs* e vários *outputs*. Para Kassai (2002), o modelo permite uma avaliação da eficiência relativa global além de identificar as fontes de estimativas de montantes das ineficiências identificadas.

Ferreira e Gomes (2009) sugerem outras duas nomenclaturas que também podem ser encontradas na literatura: CRS (*consant return to scale*) ou RCS (rendimentos constantes de escala). No modelo de rendimentos constantes de escala (CCR), a produção varia proporcionalmente à variação dos insumos ou vice-versa. Este modelo determina a eficiência técnica pela otimização da divisão entre a soma ponderada dos *outputs* e a soma ponderada dos *inputs*.

Em DEA, o modelo CCR apresenta duas possibilidades de orientação: “ao consumo” e “ao produto”. O modelo proposto em 1978 por Charnes, Cooper e Rhodes tem orientação ao produto. Esta modelagem busca minimizar o consumo de insumos mantendo o mesmo nível de produto. A formulação é vista no seguinte formato:

$$\text{Maximizar } h_k = \sum_{r=1}^s u_r y_{rk} \quad (2.1)$$

sujeito a

$$\sum_{r=1}^m u_r y_{rj} - \sum_{i=1}^n v_i x_{ij} \leq 0 \quad (2.2)$$

$$\sum_{i=1}^n v_i x_{ik} = 1 \quad (2.3)$$

$$u_r, v_i \geq 0 \quad (2.4)$$

y = produtos ; x = insumos ; u, v = pesos

$r = 1, \dots, m$; $i = 1, \dots, n$; $j = 1, \dots, N$

Kassai (2002) explica que a primeira restrição (eq. 2.2) pode ser definida como o resultado da DMU, pois é a subtração entre o somatório das quantidades produzidas multiplicadas pelos pesos (preços) dos *outputs* ($\sum_{r=1}^m u_r y_{rj}$) e o somatório da multiplicação dos *inputs* consumidos pelos seus pesos ($\sum_{i=1}^n v_i x_{ij}$), estando limitado 0. Portanto, para esta primeira restrição, as empresas que obtiverem o resultado 0 serão consideradas eficientes.

Já na segunda restrição (eq. 2.3), o somatório do produto das quantidades consumidas de recursos pelos seus pesos específicos para a empresa k ($\sum_{i=1}^n v_i x_{ij}$) é igual a 1. Desta forma, a empresa k que for considerada eficiente, h_k será igual a 1, o máximo resultado possível. Caso este indicador for inferior a 1, esta DMU será considerada ineficiente.

Segundo Novaes (2007), após feita a padronização dos pesos utilizando a programação linear, gera-se a empresa ou grupo de empresas eficientes. As empresas que forem consideradas 100% eficientes estarão sobre a fronteira de eficiência e obterão resultado igual a 1.

A figura 15 ilustra o comportamento do modelo CCR orientado ao insumo (*input*). Ou seja, pretende-se minimizar o consumo de *inputs* não alterando os *outputs*.

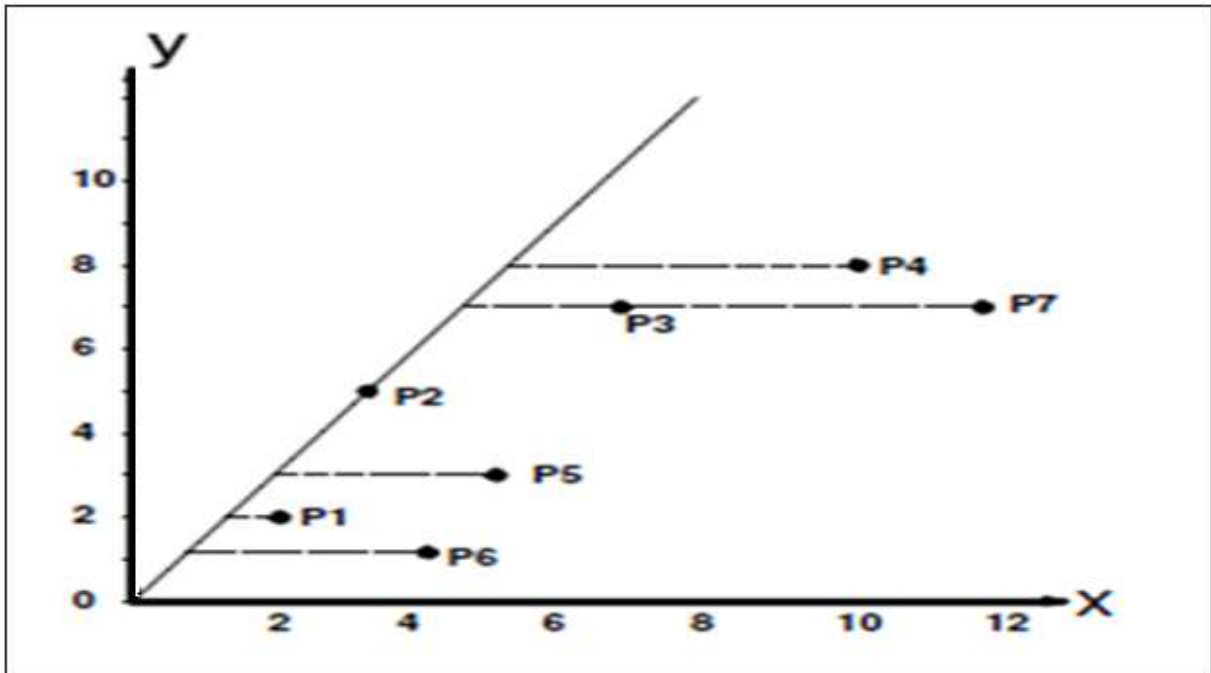


Figura 15: Superfície de envoltamento com *input* orientado – Modelo CCR
Fonte: Miranda (2008)

Na imagem, apenas a DMU P2 é considerada 100% eficiente, pois é a única que se encontra na fronteira linha de fronteira de eficiência. Para que as demais DMUs se tornem eficientes, elas devem diminuir o consumo de *inputs* até chegarem a fronteira de eficiência, mantendo os *outputs* fixos.

Assim como o modelo pode ser sua orientação ao insumo, este pode ser também orientado ao produto. Desta forma, o modelo apresenta a seguinte formulação:

$$\text{Minimizar } h_k = \sum_{i=1}^n v_i x_{ik} \quad (2.5)$$

sujeito a

$$\sum_{r=1}^m u_r y_{rj} - \sum_{i=1}^n v_i x_{ij} \leq 0 \quad (2.6)$$

$$\sum_{r=1}^m u_r y_{rk} = 1 \quad (2.7)$$

$$u_r, v_i \geq 0 \quad (2.8)$$

$y = \text{produtos} ; x = \text{insumos} ; u, v = \text{pesos}$

$r = 1, \dots, m ; i = 1, \dots, n ; j = 1, \dots, N$

O objetivo desta modelagem objetiva a maximização do nível de produção (*outputs*) utilizando no máximo o consumo de insumos (*inputs*) existentes. Segundo Kassai (2002), os dois modelos são equivalentes e ambos pressupõem retornos constantes de escala.

A figura 16 mostra um exemplo da utilização do modelo CCR orientado ao produto.

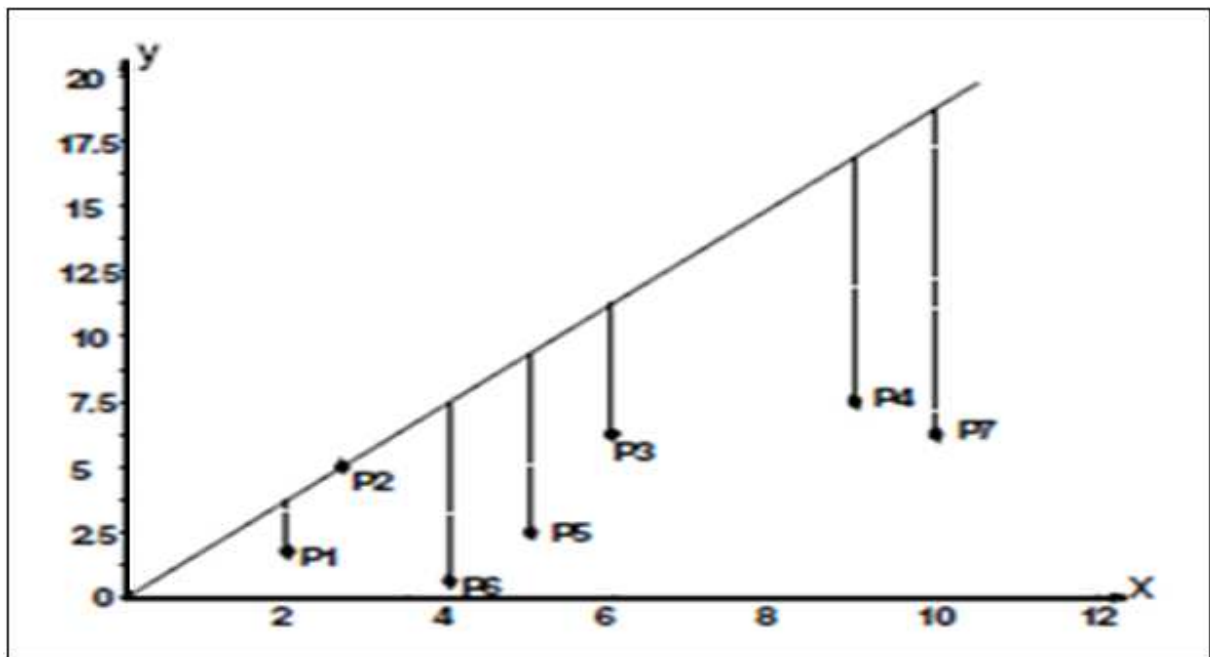


Figura 16: Envolvimento com *output* orientado – Modelo CCR
Fonte: Miranda (2008)

Da mesma forma que na orientação anterior, apenas o elemento que se encontra na linha da fronteira de eficiência (DMU P2) é considerado eficiente. Para as demais DMUs se tornarem eficientes, devem manter os seus *inputs* fixos e aumentar seus *outputs*.

2.3.2 Modelo BCC

O modelo BCC, em Análise Envoltória de Dados, foi criado em 1984 por Banker, Charnes e Cooper. Este modelo, diferentemente do modelo CCR, apresenta retornos variáveis de escala.

Assim como no modelo CCR em DEA, o modelo BCC possibilita trabalhar com dois tipos de orientação: ao consumo e ao produto. A formulação matemática do modelo BCC orientado ao consumo é apresentada da seguinte maneira:

$$\text{Maximizar } \sum_{r=1}^m u_r y_{rj} - u_k, \quad (2.9)$$

sujeito a

$$\sum_{i=1}^n v_i x_{ik} = 1 \quad (2.10)$$

$$\sum_{r=1}^m u_r y_{rj} - \sum_{i=1}^n v_i x_{ij} - u_k \leq 0 \quad (2.11)$$

$$u_r, v_i \geq 0 \quad (2.12)$$

$y = \text{produtos} ; x = \text{insumos} ; u, v = \text{pesos}$

$r = 1, \dots, m ; i = 1, \dots, n ; j = 1, \dots, N$

Nota-se que é introduzida a variável u_k que representa os retornos variáveis de escala. Essa variável não deve atender a restrição de positividade, ou seja, pode assumir valores negativos (KASSAI, 2002).

Já a formulação matemática do modelo BCC com orientação ao produto é:

$$\text{Minimizar } \sum_{r=1}^m u_r y_{rj} + v_k, \quad (2.13)$$

sujeito a

$$\sum_{r=1}^m u_r y_{rk} = 1 \quad (2.14)$$

$$\sum_{r=1}^m u_r y_{rj} - \sum_{i=1}^n v_i x_{ij} - v_k \leq 0 \quad (2.15)$$

$$u_r, v_i \geq 0 \quad (2.16)$$

$y = \text{produtos} ; x = \text{insumos} ; u, v = \text{pesos}$

$r = 1, \dots, m ; i = 1, \dots, n ; j = 1, \dots, N$

Neste caso, percebe-se a presença da variável v_k , que representa a possibilidade de retornos variáveis de escala, podendo assumir valores negativos ou positivos.

De acordo com Belloni (2000) *apud* Kassai (2002), o modelo BCC, através dos retornos de escala variáveis, possibilita que a produtividade máxima varie em função da escala de produção. Este modelo permite, portanto, a utilização de DMUs de portes distintos.

Para o presente estudo, este modelo básico de DEA é o mais adequado, uma vez que os terminais intermodais da cadeia logística de grãos nacional apresentam dimensões distintas, tanto na estrutura física quanto nas movimentações.

2.3.3 Aplicação de DEA em estudos anteriores de logística e transporte

A utilização da técnica matemática DEA ganhou destaque por volta dos anos 1990, com diversos trabalhos publicados em periódicos internacionais, tentando dar suporte a problemas encontrados em diversos setores da economia, dentre eles o setor de transportes e logística, incluindo aplicações militares, serviços de ônibus escolares e avaliação de tráfego aéreo (NANCI *et al.*, 2004).

Liu, Liu e Cheng (2005) afirmam que, possivelmente, o primeiro estudo de DEA relacionado a portos e terminais foi publicado por Roll e Hayuth (1993). Os autores utilizaram exemplos hipotéticos de 20 portos para gerar uma simulação de resultados.

No caso do Brasil, os estudos de problemas logísticos por meio de DEA surgiram em meados dos anos 2000, também com grande foco no transporte aeroviário, analisando a eficiência de sua infraestrutura e das companhias aéreas que compõem este modal. Estudos com outras unidades de análise como o sistema de transporte urbano de cidades e a atividade de distribuição de organizações são ainda mais recentes, apontando o avanço da metodologia DEA na análise empírica de problemas logísticos no contexto nacional (DIAS *et al.*, 2010).

Foram encontrados apenas dois trabalhos de DEA focados, especificamente, em terminais intermodais brasileiros de grãos. Ambos os estudos trabalharam com terminais do corredor logístico Centro-Oeste, sendo Sogabe (2010) medindo a eficiência de diversos tipos de terminais intermodais e Teixeira (2010) avaliando a eficiência dos terminais intermodais servidos, exclusivamente, pelo modal hidroviário.

Este estudo pretende fomentar a discussão e ampliar a literatura atual sobre o assunto. O quadro 1 relaciona alguns estudos recentes da área logística que utilizaram a técnica DEA.

Título do Trabalho / Foco da Análise	Autor(es)	Modelo	Orientação	Input(s)	Output(s)
Avaliação da eficiência de operadores logísticos na distribuição domiciliar de jornais / Operadores Logísticos	Nanci <i>et al.</i> (2004)	CCR	Input	- Entregadores - Reclamações diárias	- Jornais entregues - Pontos de entrega
Medindo a eficiência relativa das operações dos terminais de contêineres do Mercosul / Terminais Portuários	Rios (2006)	CCR e BCC	Não Especificado	- N° de guindastes - N° de berços - Área do terminal - N° de funcionários - N° de equipamentos	- TEU - Prancha média de movimentação de contêineres por hora
Abordagem integrada para avaliação da performance de operações de distribuição urbana usando a metodologia DEA / Operadores Logísticos	Oliveira Jr e Leal (2006)	Não Especificado	Não Especificado	- Custo de entrega por caixa	- Fator de recarga - Ocupação do veículo na entrega - Utilização da frota - "Drop-Size" - N° visitas por veículo
Determinantes da eficiência de companhias aéreas brasileiras / Transporte aeroviário	Sampaio e Mello (2006)	BCC	Produto	- N° de empregados da companhia - Consumo de combustível (l/ano) - Custo operacional da companhia	- Passageiros transportados - Receitas - % de utilização de assentos
Análise da eficiência dos aeroportos internacionais brasileiros / Transporte aeroviário	Almeida, Mariano e Rebelatto (2007)	BCC	Produto	- Área do pátio - Capacidade dos terminais - N° de posições de estacionamento	- N° de passageiros movimentados - Movimentação de carga
Measuring the technical Efficiency of Airports in Latin America / Transporte aeroviário	Peralman e Serebrisky (2010)	CCR e BBC	Produto	- Empregados - N° de pistas para pouso e decolagem - Passarela de embarque e desembarque	- N° passageiros - Carga movimentada (t) - N° de voos

Desempenho dos terminais hidroviários do corredor logístico Centro-Oeste: um estudo de multi-casos / Terminais Intermodais	Teixeira (2006)	Não Especificado	Não Especificado	- N° de funcionários - N° de tombadores - N° de tulas de expedição - Capacidade de armazenagem (t) - Capacidade efetiva de expedição	- Utilização real do terminal (t/ano)
Caracterização do desempenho operacional em terminais intermodais de escoamento de grãos: um estudo multicaso no corredor Centro-Oeste / Terminais Intermodais	Sogabe (2010)	Não Especificado	Não Especificado	- Capacidade de armazenagem - Capacidade de recepção nominal - N° de tombadores - N° de Funcionários	- Movimentação anual - Faturamento médio estimado
Aplicação de análise envoltória de dados (DEA) para medir a eficiência em portos brasileiros / Terminais Portuários	Acosta, Silva e Lima (2011)	BCC	Produto	- Extensão do cais - Profundidade do canal - Área de armazenagem	- Movimentação geral

Quadro 1: Uso de DEA em estudos de logística e transporte

Fonte: Elaborado pelo autor.

2.3.4 Programas computacionais de DEA – *Softwares*

Nos últimos anos, com o aumento de trabalhos visando calcular a eficiência de unidades produtivas por meio da Análise Envoltória de Dados, diversos pacotes computacionais têm sido desenvolvidos com o propósito de minimizar o tempo de cálculo dos dados e determinar os escores de eficiência das DMUs (ANGULO-MEZA, *et al.* 2005; ARAÚJO, 2008).

Entretanto, embora desenvolvimentos teóricos tenham sido introduzidos nos *softwares* de resolução de DEA, freqüentemente são observados distintos resultados entre diferentes programas computacionais, principalmente nos modelos básicos (CCR e BCC). Esses pacotes têm fornecido, na grande maioria dos casos, os índices de eficiência das *DMUs*, os *benchmarks* para as variáveis ineficientes, os alvos, deixando de lado os pesos das variáveis, que podem ser úteis para desenvolvimentos teóricos posteriores (ANGULO-MEZA *et al.*, 2005).

No quadro 2, são apresentados alguns *softwares* destinados a solucionar problemas por meio da técnica DEA.

<i>Software</i>	Modelos DEA	Características
Frontier Analyst	Modelos CCR e BCC	Boa interface gráfica. Não disponibiliza os pesos. Inserção de dados através do excel. <i>Software Comercial</i>
WARWICK DEA	Modelos CCR e BCC. Modelos com variáveis exógenas, restrição aos pesos, supereficiência, variáveis não discriminatórias para BCC	Restrição de pesos apenas pelo método de AR tipo I, o <i>software</i> requer a inserção dos dados na formato ASCII. <i>Software Comercial</i>
DEAFrontier/DEA Excel Solver	Modelos CCR e BCC, orientação para produto ou insumo	Utiliza o Solver do Excel e não possui limite de número de DMUs. <i>Software Comercial</i>
IDEAS 6.1	Modelos CCR, BCC, Aditivo e Multiplicativo, supereficiência, variáveis não discriminatórias e categóricas, restrição aos pesos pelo método (AR tipo I)	Inserção de dados apenas pelo <i>software</i> . <i>Software Comercial</i>
EMS	Modelos CCR e BCC, Supereficiência, Variáveis não discriminatórias, Restrição aos pesos,	Restrição de pesos apenas pelo método de AR I. Inserção de dados por meio do Excel ou ASCII. Calcula índices <i>Malmquist</i> . <i>Software Livre</i>

DEAP	Modelos CCR e BCC. Modelos de eficiência alocativa e global índice <i>Malmquist</i>	Interface com Windows. Calcula o <i>Malmquist index</i> . Não permite a restrição de pesos. <i>Software Livre</i>
SIAD V3.0	Modelos CCR e BCC, orientação para produto ou insumo, fronteira invertida, restrição de pesos	Restrição de pesos pelos métodos AR e pesos virtuais. Inserção de dados apenas pelo <i>software</i> ou ASCII. Não disponibiliza gráficos. <i>Software Livre</i>

Quadro 2: Programas computacionais de DEA

Fonte: Adaptado de Angulo-Meza *et al.* (2005)

O programa escolhido para medir o desempenho dos terminais intermodais da cadeia logística de grãos nacional foi o SIAD V3.0. Esta ferramenta foi escolhida por possuir as opções de modelos básicos de DEA (CCR e BCC), por disponibilizar as duas orientações (Insumo e Produto), por possuir interface amigável.

3. MÉTODO

O estudo científico é caracterizado por ter procedimentos rigorosos que, guiado por um objetivo maior, busca discernir a verdade. Desta forma, visando responder os objetivos e compreender melhor o objeto de estudo, este trabalho foi conduzido através dos seguintes parâmetros propostos por Collis e Hussey (2005): quanto ao processo, é uma pesquisa de cunho qualitativo-quantitativo; quanto aos objetivos, caracteriza-se como um estudo exploratório; quanto à lógica de estudo, possui caráter indutivo.

A estratégia de pesquisa adotada caracteriza-se como um estudo multicaso com amostragem não probabilística por conveniência. A coleta de dados se deu através de questionário estruturado do tipo *survey*. Cabe ressaltar que para analisar a eficiência operacional dos terminais intermodais brasileiros, utilizou-se a técnica matemática não paramétrica de Análise por Envoltória de Dados. O método escolhido para a análise dos dados foi de retornos variáveis de escala, conhecido também como BCC ou VRS, com orientação ao produto.

3.1 MÉTODO QUALITATIVO-QUANTITATIVO (OU MISTO)

Durante boa parte do século XX, o campo das pesquisas sociais e comportamentais foi dominado, praticamente, pelo método qualitativo. Já por volta de 1980 e 1990, o método qualitativo emergiu fortemente, sendo vista como uma reação ao método quantitativo.

A pesquisa de método qualitativo-quantitativo, ou misto, é relativamente nova na área de ciências humanas e sociais e está se expandindo cada vez mais. Essa técnica se desenvolveu com o intuito de reunir dados qualitativos e quantitativos em um mesmo estudo e tem como objetivo expandir o entendimento do assunto fazendo o cruzamento de informações de um método com outro (CRESWELL, 2007).

Para Malhotra (2001), a pesquisa qualitativa proporciona melhor visão e compreensão do contexto do problema, enquanto a pesquisa quantitativa visa quantificar os dados e aplica alguma forma de análise estatística. O autor ainda salienta que esses dois tipos de pesquisas podem ser complementares, ou seja, pode-se usar a pesquisa qualitativa para explicar os dados obtidos pela pesquisa quantitativa.

Sendo assim, para compor a parte de caracterização da pesquisa, foi utilizada a técnica qualitativa descritiva. Já para a medir o desempenho dos terminais intermodais da cadeia logística de grãos, utilizou-se o abordagem quantitativa através da técnica matemática DEA.

3.2 PESQUISA EXPLORATÓRIA

Para Collis e Hussey (2005), a pesquisa exploratória é utilizada quando há poucos ou nenhum estudo anterior para se buscar informação e tem como objetivo procurar e gerar padrões, idéias ou hipóteses. O foco deste tipo de pesquisa é obter maior quantidade de informações possíveis quanto ao assunto, criando familiaridade ao pesquisador para que sejam feitas investigações mais rigorosas em estágios posteriores.

Malhotra (2001) complementa que a pesquisa exploratória pode ser utilizada para qualquer das finalidades abaixo:

- Formular ou definir um problema com maior precisão;
- Identificar formas alternativas de ação;
- Formular hipóteses;
- Separar variáveis e relações-chave para exames posterior;
- Obter critérios para desenvolver uma abordagem do problema em estudo;
- Estabelecer prioridades para pesquisas posteriores.

Para Vergara (2007), a pesquisa exploratória ou

“investigação exploratória, que não deve ser confundida como leitura exploratória, é realizada em área na qual há pouco conhecimento acumulado e sistematizado. Por sua natureza de sondagem, não comporta hipóteses que, todavia, poderão surgir durante ou ao final da pesquisa”.

Tendo em vista que existem poucos estudos voltados para avaliação do desempenho de terminais de transbordo da logística de grãos brasileira, a escolha pela pesquisa exploratória é a mais indicada para este trabalho, pois além de contribuir com a escassa literatura existente, foram gerados padrões de desempenho que serão corroborados ou refutados futuramente.

3.3 PESQUISA INDUTIVA

Diante de um grande universo, seria praticamente impossível ao pesquisador estudar todos os elementos inseridos no contexto. Dessa forma, se existem características comuns entre esses elementos, a escolha de parte desse material leva a resultados que permitem generalizar para o todo, ou seja, parte de fenômenos particulares ou menos gerais, satisfatoriamente constatados, para chegar à conclusão ou à lei geral (CORDEIRO, 1999).

Para Köche (2008), a indução “atribui ao universal um predicado constatado aos casos particulares, ampliando as conclusões do particular para o geral, do conhecido para o desconhecido”.

Alguns filósofos acreditam que o método indutivo é importante tanto para o conhecimento comum quanto para o conhecimento científico. Sendo assim, a pesquisa indutiva consiste em estabelecer uma verdade universal ou uma proposição geral com base em uma amostra retirada de um universo de dados maior, ou seja, o raciocínio parte do particular para o geral (CORDEIRO, 1999).

Para tanto, este estudo foi conduzido sob a ótica indutiva, pois a partir da análise do desempenho operacional de uma amostra retirada de um universo maior, foram inferidas proposições para os demais terminais intermodais brasileiros.

3.4 ESTUDO MULTICASO

Como técnica de procedimento, a estratégia adotada para esta pesquisa é o estudo multicaso, ou estudo de caso. De acordo com Yin (1989), o método de estudo de casos, mesmo sendo um procedimento de pesquisa de caráter qualitativo, é possível também a utilização de evidências quantitativas, contribuindo para uma melhor aplicabilidade do método.

Yin (2001) ainda complementa que o estudo de caso pode ser utilizado em diversas áreas, dentre elas: política, ciência política, administração pública, estudos organizacionais, gerenciais, administração empresarial, ciência administrativa, trabalho social, entre outras.

Segundo Lazzarini (1997), o estudo de caso surge como sendo “um método de pesquisa hábil e sensível em analisar o fenômeno dentro de seu contexto mais amplo, em situações onde esta inserção traga reais benefícios à pesquisa”.

3.5 AMOSTRA DA PESQUISA

Amostra é um subgrupo de uma população escolhido para participação do estudo (MALHOTRA, 2001). Cordeiro (1999) propõe dois tipos de amostra: a probabilística, estipulada através de métodos estatísticos; e a não probabilística, a qual não é delimitada por métodos estatísticos.

No presente estudo, adotou-se a amostragem não probabilística por conveniência. A escolha por esse método se deu pela restrição de recursos financeiros, tempo demandado para coleta de dados e principalmente pela disponibilidade de acesso aos terminais intermodais de grãos.

A coleta dos dados primários foi realizada com gerentes de 32 terminais intermodais, localizados ao longo dos cinco corredores logísticos nacionais. É importante ressaltar que a amostra contempla diferentes tipos de terminais, sendo eles: rodo-ferroviários, ferro-rodoviários, rodo-hidroviários, rodo-ferro-aquaviários e hidro-ferroviários. Alguns terminais portuários foram contemplados na amostra da pesquisa, pois utilizam os mesmos insumos e produzem os mesmos produtos.

Segundo Malhotra (2001), em casos de estudos de natureza exploratória, como este, o tamanho da amostra pode ser reduzido, no entanto, à medida que se deseja alcançar informações mais precisas, cresce também o tamanho da amostra.

O quadro 3 apresenta a localização e a configuração intermodal existente dos terminais pesquisados. Cabe ressaltar que, para preservar a identidade das empresas, foi atribuída uma numeração de 1 a 32.

Terminal	Cidade	Estado	Terminal	Cidade	Estado
1	Cáceres	MT	17	Porto Franco	MA
2	Cáceres	MT	18	Porto Franco	MA
3	Alto Taquari	MT	19	São Luís	MA
4	Alto Araguaia	MT	20	Salvador	BA
5	Campo Grande	MS	21	Uberlândia	MG
6	São Simão	GO	22	Uberaba	MG
7	São Simão	GO	23	Uberlândia	MG
8	Maracaju	MS	24	Uberaba	MG
9	Rio Grande	RS	25	Araguari	MG
10	Estrela	RS	26	Vitória	ES
11	Guarapuava	PR	27	Pederneiras	SP
12	São Francisco do Sul	SC	28	Sumaré	SP
13	Paranaguá	PR	29	Uberlândia	MG
14	Paranaguá	PR	30	Porto Velho	RO
15	Passo Fundo	RS	31	Porto Nacional	TO
16	Porto Franco	MA	32	Porto Nacional	TO

Quadro 3: Localização e combinação intermodal dos terminais entrevistados

Fonte: Elaborado pelo autor.

Os dados de movimentação dos terminais 1 e 2, localizados na Hidrovia Paraguai-Paraná, referem-se ao ano de 2008, período em que foi transbordado soja e milho pela última vez nesses terminais. Já os terminais 31 e 32, embora não sejam intermodais, também foram considerados na amostra do trabalho por existir uma previsão de integração com o ferroviário no médio prazo. Os demais terminais estão com suas atividades normalizadas e operaram normalmente no período compreendido na pesquisa.

3.6 VARIÁVEIS DA PESQUISA

Este tópico encontra-se dividido em duas seções: a seção 3.6.1 apresenta as variáveis da parte qualitativa descritiva do trabalho, buscando maior detalhamento das características dos terminais brasileiros de transbordo de grãos, enquanto a seção 3.6.2 elenca as variáveis utilizadas na parte quantitativa do estudo, a qual será tratada por meio da técnica não paramétrica Análise Envoltória de Dados.

3.6.1 Variáveis da análise qualitativa descritiva

Antes de medir os desempenhos operacionais dos terminais intermodais da cadeia logística nacional de grãos, julgou-se necessário caracterizá-los mediante uma análise qualitativa descritiva.

Como um dos objetivos deste estudo propõe caracterizar os terminais intermodais da cadeia logística nacional de grãos, faz-se necessário, antes de medir seus desempenhos operacionais, apresentar as principais características encontradas no setor.

Vergara (2000) afirma que em uma análise descritiva, o principal objetivo é expor determinadas características de uma população ou fenômeno, além de estabelecer correlações entre variáveis e definir sua natureza. O autor ressalta que este tipo de pesquisa não visa explicar fenômenos que descreve, embora sirva de base para tal explicação.

No quadro 4 são apresentadas as variáveis inerentes aos terminais intermodais que posteriormente serão analisadas nas discussões dos resultados.

Sistemas de informação	Sproesser, 1999
Mix de serviços	
Novos serviços	Garvin, 1992
Tempo da operação	
Tempo médio de fila de caminhões	
Movimentação anual	Ballou, 2006; Corrêa e Corrêa, 2007; Martins e Laugen, 2005; Moreira, 1991; Razzolini Filho, 2006; Slack, Chambers e Jhonston, 2002
Capacidade de recepção	
Número de balanças de recepção	
Tipo e capacidade de armazenamento	
Medidores de temperatura e umidade	
Capacidade de expedição	
Número de tulas/bicas de embarque	
Número de funcionários	
Condições de operação do terminal	
Formas de interação com clientes	

Quadro 4: Variáveis da análise qualitativa

Fonte: Adaptado de Sogabe (2010)

3.6.1 Variáveis da análise quantitativa

Como já mencionado anteriormente, a avaliação do desempenho operacional dos terminais intermodais será medida através da técnica matemática não paramétrica DEA. O primeiro procedimento adotado para a seleção das variáveis utilizadas no modelo foi o levantamento de dados bibliográfico e coleta de informações com agentes do setor, buscando identificar as variáveis que mais poderiam impactar no desempenho operacional dos terminais intermodais.

Num segundo momento, após identificadas as principais variáveis para este estudo, foram selecionadas aquelas comuns a qualquer tipo de terminal intermodal (quadro 5). É importante salientar que, embora os terminais possam apresentar partes de suas estruturas físicas distintas, eles podem ser comparados em DEA, uma vez que utilizam insumos e produtos semelhantes.

<i>Input(s)</i>	<i>Output</i>
Capacidade de recepção (t/h) Capacidade de expedição (t/h) Número de funcionários (un.)	Movimentação anual (t)

Quadro 5: variáveis para avaliação do desempenho
 Fonte: Elaborado pelo autor.

- **Input 1 (Capacidade de recepção):** é a capacidade máxima de grãos (toneladas) que o terminal suporta receber no período de 1 hora.
- **Input 2 (Capacidade de expedição):** é a capacidade máxima de grãos (toneladas) que o terminal suporta expedir no período de 1 hora. Os equipamentos que fornecem esta medida são: tulha, bica ou carregador de navios.
- **Input 3 (Número de funcionários):** quantidade de funcionários destinada, especificamente, à operação de transbordo e da área administrativa do terminal. Esta variável é medida em unidade.
- **Output 1 (Movimentação anual):** quantidade de grãos (toneladas) que o terminal movimentou durante os últimos 12 meses a partir do momento em que o questionário foi aplicado.

As variáveis do modelo foram validadas através do teste de correlação de *Pearson* (quadro 6). Segundo Araújo (2008), a análise de correlação entre as variáveis é importante, pois busca

relações de causa e efeito entre as variáveis, sejam elas *inputs* ou *outputs*. Em caso de alto grau de correlação entre algumas das variáveis, estas deveriam ser retiradas do modelo, uma vez que tenderiam a explicar eventos semelhantes.

Rios (2005), em seu estudo que visava avaliar a eficiência dos terminais de contêineres do Mercosul, validou as variáveis de seu modelo com nível máximo de 70% de correlação. O mesmo critério foi adotado para o presente trabalho.

O quadro 6 apresenta a correlação entre as variáveis a serem utilizadas na análise quantitativa do estudo.

	Capacidade de recepção	Capacidade de expedição	Número de funcionários	Movimentação anual
Capacidade de recepção	1			
Capacidade de expedição	0,658	1		
Número de funcionários	0,550	0,697	1	
Movimentação anual	0,591	0,579	0,586	1

Quadro 6: Correlação entre as variáveis do modelo quantitativo

Fonte: Elaborado pelo autor a partir dos dados da pesquisa.

As quatro variáveis selecionadas apresentaram correlação inferior a 0,70, portanto não foi necessário excluir ou substituir nenhuma variável.

3.7 TÉCNICA DE COLETA DE DADOS

Segundo Vergara (2007), o leitor deve ser informado sobre os meios de obtenção de dados para responder aos problemas estabelecidos. Sendo assim, a técnica utilizada neste estudo foi a entrevista com aplicação de questionário semi-estruturado do tipo *survey* (Anexo I).

Segundo Lakatos e Marconi (1991), esta técnica oferece todas as perspectivas possíveis para que o entrevistado alcance a liberdade e a espontaneidade necessárias, enriquecendo a pesquisa. As questões foram delineadas com base em questões apoiadas em teorias que interessam à pesquisa.

Essa técnica é utilizada em casos que não se consegue obter informações que não foram encontradas em fontes de dados secundários, mas que podem ser informadas por algum agente do setor estudado. Esses dados serão utilizados como opiniões, estudos de fatos e casos (CERVO, BERVIAN e SILVA, 2007).

As entrevistas foram realizadas *in loco* nos 32 terminais citados anteriormente. Essa delimitação deve-se, especialmente, ao fato desses agentes possuírem uma visão sistêmica da dinâmica do setor que estão inseridos.

Buscando minimizar as diferenças entre os dados coletados, as entrevistas foram realizadas entre os meses de agosto e novembro de 2011. A escolha por aplicar os questionários neste período se deu pelo fato da maioria dos terminais estarem operando no período de entressafra, ou seja, período em que há baixa movimentação de grãos nas empresas.

Segundo Hair Jr *et al* (2005); Marconi e Lakatos (2008); Vergara (2007), uma entrevista deve seguir alguns parâmetros para que seja eficaz. Sendo assim, as entrevistas deste estudo seguiram os seguintes parâmetros:

- Planejamento e estruturação da entrevista;
- Contato prévio para definir horário e local mais conveniente para a entrevista;
- Definição de uma técnica de registro das informações;
- Transcrição dos dados e análise dos resultados.

Os autores sugerem a realização de um pré-teste para validar a presença das questões inseridas no questionário, encontrar problemas de interpretação e, conseqüentemente, fazer os ajustes necessários. O pré-teste foi realizado com o gerente do terminal 5, meses antes de iniciar a coleta de dados e contribuiu com a adequação de algumas variáveis do questionário.

3.8 TÉCNICA DE ANÁLISE DOS DADOS

Visando alcançar o objetivo geral da pesquisa, a análise dos dados deste estudo está dividida em duas fases: análise qualitativa dos dados, alcançando o primeiro objetivo específico; e análise quantitativa dos dados, alcançando, assim, ao segundo e terceiro objetivos específicos.

A parte qualitativa do estudo foi feita por meio de uma análise descritiva, apresentando dados numéricos e gráficos das principais características e atividades. Marconi e Lakatos (2008) denominam essa descrição de medidas de posição ou parâmetros de posição, buscando a redução dos dados, sem a perda de informação. De acordo com as autoras, as principais técnicas de descrição são: média, mediana, valor mínimo, valor máximo.

Números absolutos podem ser poucos significativos, de difícil compreensão e comparação. Isso demanda uma transformação dos valores absolutos para relativos como razão, proporção, percentagem e taxas (MARCONI e LAKATOS, 2008). Para complementar o detalhamento e facilitar a compreensão dos dados, utilizou-se valores mínimos, máximos, 1º Quartil e 3ª Quartil.

A análise quantitativa foi feita por meio da técnica matemática não paramétrica, Análise Envoltória de Dados – DEA. Essa técnica permitiu avaliar a eficiência operacional relativa dos terminais intermodais graneleiros nacionais, mensurando seus índices de eficiência e gerando as metas, ou movimentações, necessárias para cada DMU considerada ineficiente.

4. APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS

Este capítulo traz os resultados obtidos ao longo da pesquisa. Especificamente, apresenta-se o recorte atual dos corredores logísticos de escoamento de grãos (soja e milho) , assim como as principais vias utilizadas, as principais cidades produtoras e onde o transbordo é realizado e os principais destinos dos grãos.

Posteriormente é feita a caracterização dos 32 terminais intermodais considerados na amostra e, por fim, apresentada a análise de seus desempenhos relativos, distinguindo-os em eficientes e ineficientes.

4.1 CARACTERIZAÇÃO DOS CORREDORES LOGÍSTICOS

Em 2010, a produção nacional de soja, milho e trigo, totalizou aproximadamente 130 milhões de toneladas. Este montante representou 86,6% de todos os cereais, leguminosas e oleaginosas colhidos no país naquele ano (IBGE, 2012). Segundo a EMBRAPA (2012), a produção de soja, até meados dos anos 1980, concentrava-se principalmente na região Sul do país e somente na década de 1990, com o avanço do plantio para regiões de cerrado, que a região Centro-Oeste ganhou representatividade no setor. A produção do milho, não muito diferente da soja, também está concentrada nas regiões Sul, Sudeste e Centro-Oeste, onde são cultivados cerca de 90% da produção nacional (DUARTE *et al*, 2006; IBGE, 2012).

As mesorregiões com produção superior a 500 mil toneladas corresponderam por 93% dos grãos colhidos na safra de 2010 (IBGE, 2012) e a medida que esta produção se expande para o interior do país, reforça-se a idéia de que o sistema logístico precisa estar bem estruturado para proporcionar competitividade ao setor. A figura 17 ilustra a distribuição da produção nacional de grãos, com destaque para a mesorregião norte de Mato Grosso (18 milhões de toneladas) e noroeste do Rio Grande do Sul (12 milhões de toneladas), seguidas das regiões sudeste de Mato Grosso, sul de Goiás, sudoeste de Mato Grosso do Sul e oeste e norte central do Paraná que, se somadas, totalizam aproximadamente 33 milhões de toneladas.

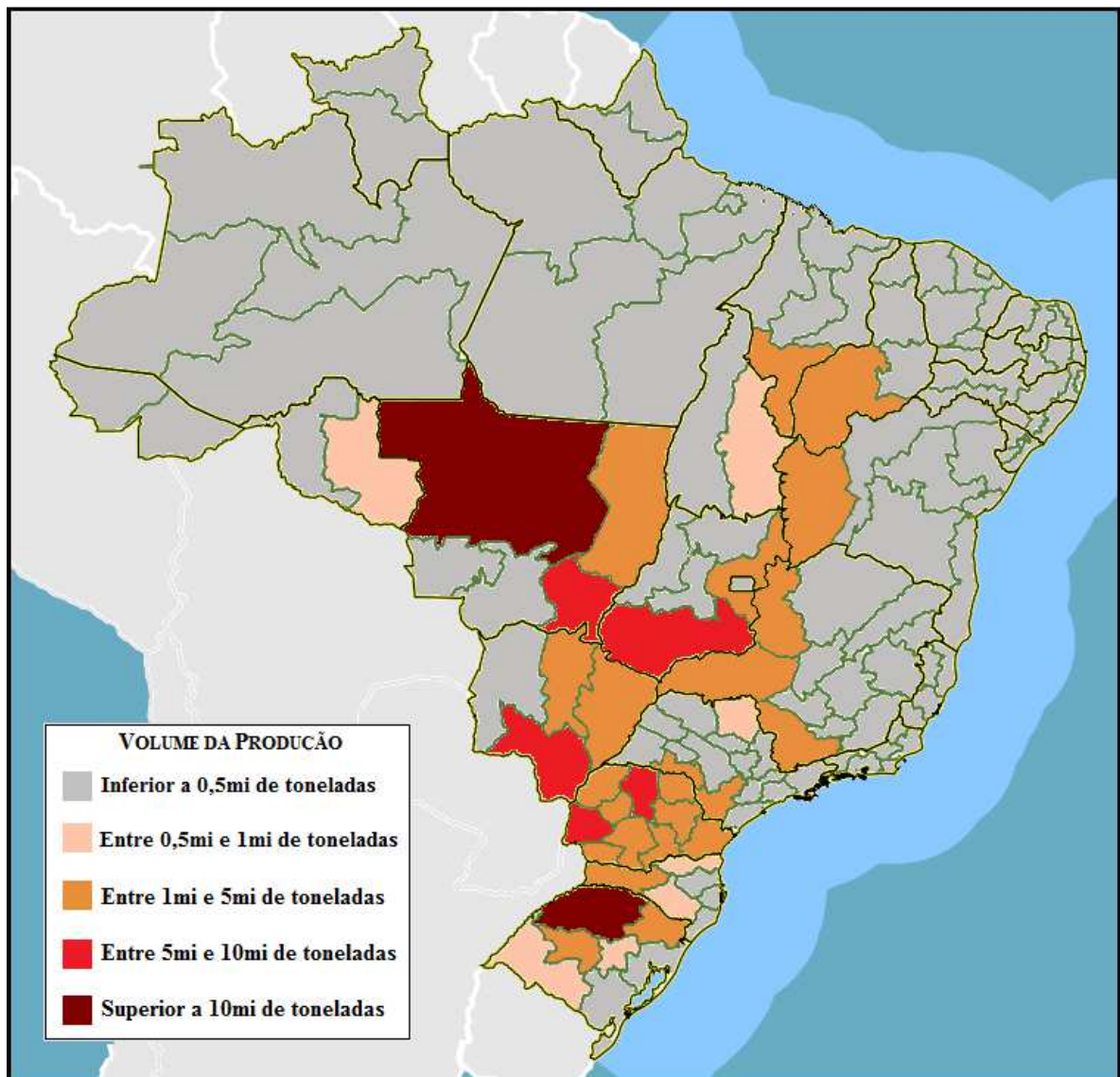


Figura 17: Distribuição da produção de grãos no Brasil
 Fonte: Adaptado de IBGE (2012)

Independente da cultura, a produção necessita ser escoada através de um ou mais de um modal de transporte até chegarem ao mercado consumidor final, seja no mercado interno ou externo. A combinação de sistemas de transportes e serviços complementares para o escoamento de produtos formam os corredores logísticos.

Segundo Barat (1972) *apud* Martins e Lemos (2006), corredores de transportes caracterizam-se como segmentos dos sistemas de transporte, interligando áreas ou localidades, onde existe demanda por transporte para viabilizar o fluxo de produtos.

No Brasil, este conceito vem sendo utilizado como ferramenta de planejamento de transporte desde os Planos Nacionais de Desenvolvimento (PNDs) durante os anos de 1970. Naquela época, a implantação de corredores nos projetos de desenvolvimento estava relacionada a um conjunto de projetos necessários para integrar as zonas de produção aos terminais de embarque (MARTINS e LEMOS, 2006).

Para Boske e Cuttino (2003) *apud* Martins e Lemos (2006), o conceito de corredores evoluiu de simples vias de transporte para uma algo mais sistêmico, contemplando também as cadeias de suprimentos em seu entorno. Ou seja, os fluxos de comércio encontram sistemas de transporte aptos a suportar movimentação de bens, de serviços e de pessoas, mas precisam ser amparados por serviços de suportes tais como mercados de trabalho e de capital, infraestrutura comercial, sistemas de armazenamento e distribuição, sistema regulatório, integração tecnológica, espaços de produção e disseminação de ciência e tecnologia, sistemas de transportes complementares e condições de acessibilidade aos mercados locais, regionais e externos.

A seguir são descritos os corredores logísticos agrícolas nacionais para o abastecimento do mercado interno e externo, conforme consta na literatura existente e informações coletadas com agentes do setor durante a coleta de dados.

4.1.1 Corredor logístico Sul

Região onde se encontram as áreas tradicionais de produção de grãos e com distâncias relativamente próximas às indústrias esmagadoras e aos portos de exportação. Segundo IBGE (2012), esta região produziu cerca de 54 milhões de toneladas de grãos (soja, milho e trigo), ou seja, 36% da produção nacional.

As principais rodovias de escoamento dos produtos agrícolas oriundos do Estado do Paraná são a BR-376 e a BR-277, ligando os grandes centros produtores do meio-oeste do Estado ao porto marítimo de Paranaguá/PR. Já no Rio Grande do Sul, a BR-386 e BR-153 ligam as grandes áreas produtoras ao porto marítimo de Rio Grande/RS (OJIMA, 2004). Segundo dados da pesquisa, o porto marítimo de São Francisco do Sul/SC tem desempenhado papel importante no escoamento de grãos da região, apresentando a segunda maior movimentação (em toneladas) entre os sete terminais entrevistados. A rodovia de acesso ao terminal é a BR-280 além da ferrovia.

A região disponibiliza também a possibilidade de escoar parte da produção graneleira pela ferrovia sob concessão da América Latina Logística Malha Sul - ALL. A ferrovia abrange os Estados do Rio Grande do Sul, Santa Catarina, Paraná e parte de São Paulo, totalizando 7.304 km de extensão. Um trecho menor (248 km), sob concessão da FERROESTE, completa a malha ferroviária da região, ligando a cidade de Cascavel/PR a Guarapuava/PR (ANTT, 2012).

Ojima (2004) salienta que ainda existe a opção rodo-hidroviária com a hidrovia Jacuí-Lagoa dos Patos, que interliga os centros produtores até o Terminal Hidroviário de Estrela, passando pela Lagoa dos Patos e chegando ao porto marítimo de Rio Grande/RS.

A região apresenta terminais rodo-ferroviários em várias cidades, possibilitando a realização de intermodalidade.

4.1.2 Corredor logístico Sudeste

A região conta com uma densa malha rodoviária, entre elas a BR-050 que liga o Triângulo-Mineiro a São Paulo. Com privatizações ocorridas neste setor, investimentos estão sendo direcionados à melhoria da pavimentação e ampliação da malha rodoviária existente (OJIMA, 2006).

Na região, o transporte de cargas agrícolas também pode ser feito através modal ferroviário. Operada por quatro concessionárias (Ferrovia ALL - Malha Paulista, Ferrovia Centro-Atlântica, MRS Logística, EFVM - Estrada de Ferro Vitória a Minas), a malha ferroviária abrange praticamente toda a região, sendo possível coletar grãos no oeste do Estado de São Paulo e Minas Gerais, levando-os até os portos marítimos de Santos, no Estado de São Paulo, e Tubarão, na cidade de Vitória/ES (ANTT, 2012).

A hidrovia Tietê-Paraná, com extensão de 1.020 km navegáveis, é constituída pelos rios Paraná, Tietê e Paranaíba e passa pelos Estados de Goiás, Minas Gerais, Mato Grosso do Sul, São Paulo e Paraná. A hidrovia é um importante canal de escoamento de soja, milho, farelo, açúcar e areia da Região Sudeste e Centro-Oeste (AHRANA, 2011). Este tipo de transporte, assim como o ferroviário, compõe duas importantes opções para a realização da intermodalidade na região.

4.1.3 Corredor logístico Centro-Oeste

Ao caracterizar este corredor logístico, Sogabe (2009) afirma que as mesorregiões Oeste, Norte e Centro do Estado do Paraná estão sob a área de influência do corredor, por isso as considera como parte do mesmo. Segundo o autor, esta região cresce em importância, uma vez que representa aproximadamente 57% do volume total de soja produzido no país.

As principais rodovias de escoamento da safra de soja, e consequentemente milho, são a BR-163, principal via de escoamento de grãos da região que segue desde Santarém/PA até o porto marítimo de Paranaguá/PR, e a BR-364 que interliga sul de Mato Grosso ao sul de Goiás. Como parte da reorientação do escoamento da região, foram concluídos o prolongamento e a pavimentação das rodovias BR-070 e BR-174 (CONAB, 2007; OJIMA, 2006).

Como opção ferroviária, a região dispõe das seguintes concessionárias: NOVOESTE - ALL, ligando o oeste de Mato Grosso do Sul ao leste de São Paulo, próximo ao porto de Santos/SP; FERRONORTE - ALL, trecho que se conecta à FERROBAN ao entrar no Estado de São Paulo e dá acesso ao porto de Santos-SP, passando pela FERROBAN - ALL; e Ferrovia Centro-Atlântica (FCA), interligando o leste de Goiás ao porto de Vitória/ES (ANTT, 2012; OJIMA, 2006; MARTINS e LEMOS, 2006).

Para o transporte hidroviário, tem-se a hidrovía Tietê-Paraná, já citada anteriormente no corredor logístico Sudeste, e também a hidrovía Paraguai-Paraná, que vai desde Cáceres/MT até Nova Palmira, no Uruguai (AHIPAR, 2012). Segundo o gerente do terminal de Cáceres, desde 2008 não se escoia soja e milho brasileiro pela hidrovía. De acordo com o gerente do terminal, os principais produtos transportados hoje são o malte e o minério de ferro.

Cabe ressaltar que, por não possuir acesso direto aos portos marítimos de exportação, a estrutura deste corredor logístico não se restringe ao três Estados pertencentes à região, ou seja, ultrapassa os limites da divisão geopolítica nacional (SOGABE, 2009).

4.1.4 Corredor logístico Nordeste

Para o escoamento da safra do oeste baiano, maior pólo produtor de grãos da região, tem-se como melhor opção a BR-242, que liga a cidade de Barreiras/BA até o porto de Cotegipe em Salvador/BA. Segundo o representante deste porto, praticamente toda soja produzida no

Extremo-Oeste baiano tem sido escoada pelo terminal e não mais pelo porto de Ilhéus/BA como propôs Ojima (2006).

Para os grãos produzidos no sul do Maranhão, sul do Piauí e leste do Tocantins, o escoamento até o porto de Itaqui, em São Luís/MA, pode ser realizado através da BR-135, principal rodovia de acesso ao porto (OJIMA, 2006). O transporte ferroviário na região é realizado pela ferrovia Norte-Sul, sob concessão da VALEC, e pela ferrovia Estrada de Ferro Carajás, sob concessão da Companhia Vale do Rio Doce, que também dão acesso ao porto de Itaqui. Na cidade de Porto-Franco/MA, elo entre os modais rodoviário e ferroviário, estão instalados cinco terminais de transbordo de grãos. O porto de Cotegipe, em Salvador/BA, não tem acesso ferroviário, restando o modal rodoviário como única opção de transporte.

Não há relatos de movimentação de soja e milho na Hidrovia do Rio São Francisco nos últimos anos. Segundo operador de uma empresa ligada ao transporte na hidrovia, o principal produto transportado pelo rio é o caroço de algodão. De acordo com ele, o rio apresenta grande potencial de navegação, porém pouco explorado devido a falta de dragagem e quantidade reduzida de barcas disponibilizadas para o transporte de produtos.

4.1.5 Corredor logístico Norte

Com cerca de 2,9 milhões de toneladas, é a região menos representativa na produção de grãos. A BR-364, rodovia que dá acesso a cidade de Porto Velho/RO, é a principal via de escoamento dos grãos produzidos no Estado de Rondônia e parte da produção do norte de Mato Grosso. A produção do Estado de Roraima, ainda em fase experimental, é escoada pela BR-174 até a cidade de Manaus/AM (OJIMA, 2006).

Grãos provenientes do noroeste de Mato Grosso e sul de Rondônia têm sido escoados pelo Rio Madeira, percorrendo o trecho que vai de Porto Velho/RO até Itacoatiara/AM em comboio de barcas. Em Itacoatiara/AM, os grãos são transbordados para navios, que seguem pelo Rio Amazonas até chegarem ao Oceano Atlântico com destino à Europa ou Ásia (HERMASA, 2012; OJIMA, 2006).

O transporte ferroviário na região restringe-se à movimentação de minério de ferro da cidade de Carajás/PA até o porto de Itaqui, São Luís/MA, e não há relatos de movimentação de grãos por este tipo de modal.

A figura 18 apresenta os corredores logísticos agrícolas nacionais e o fluxo de escoamento. Cabe ressaltar que podem ocorrer variações em torno da malha viária apresentada em virtude da localidade da região produtora ou em função da estratégia adotada pelo operador logístico.

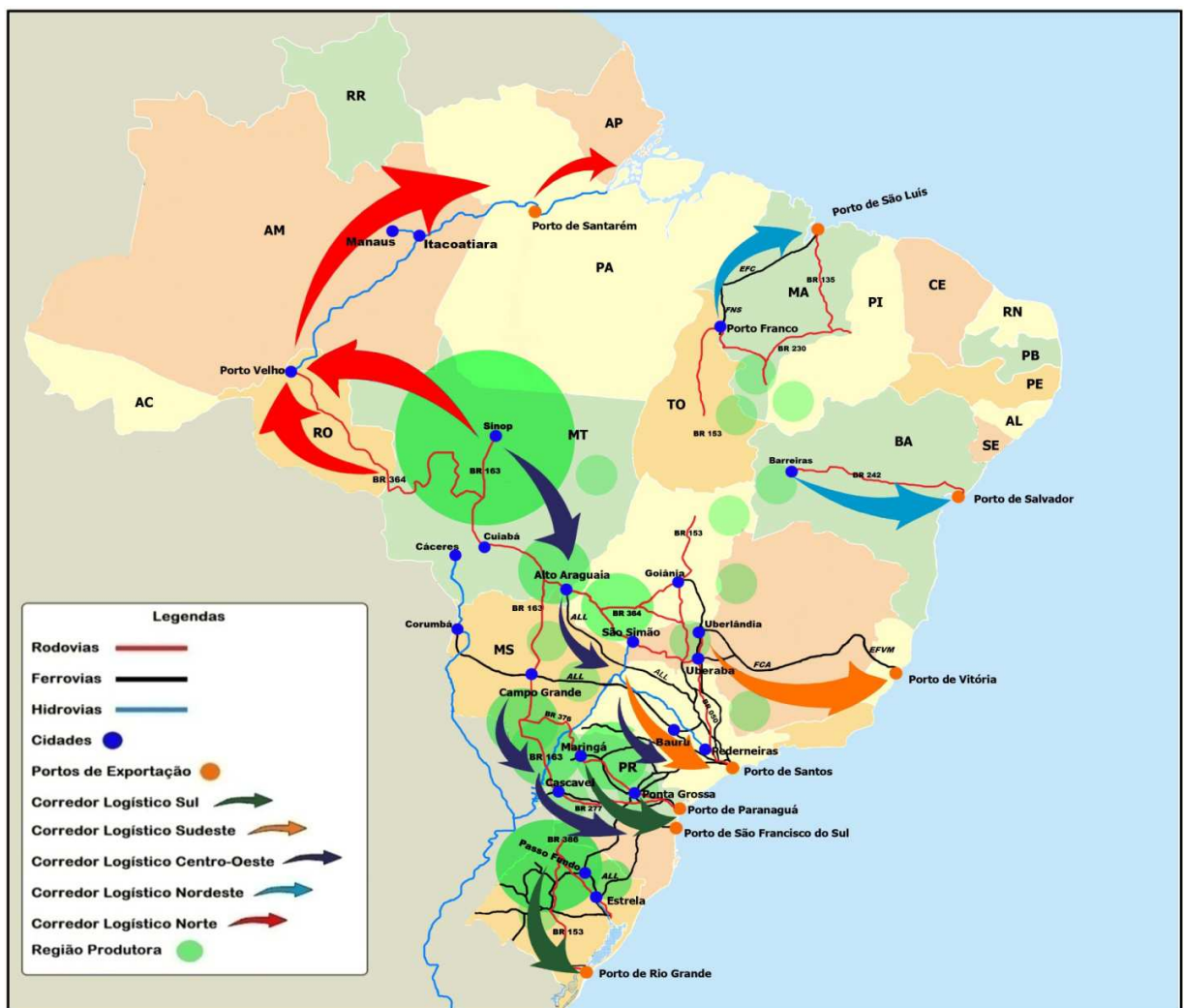


Figura 18: Corredores logísticos agrícolas nacionais e o fluxo de escoamento
Fonte: Adaptado de Ojima (2006)

4.2 CONFIGURAÇÃO DOS TERMINAIS INTERMODAIS

Em função das combinações intermodais encontradas ao longo da cadeia logística de grãos nacional, a pesquisa revelou a existência de cinco diferentes tipos de terminais intermodais, sendo eles: rodo-ferroviário, ferro-rodoviário, rodo-hidroviário, rodo-ferro-hidroviário e hidro-ferroviário.

Cabe ressaltar que o critério adotado para a classificação do terminal foi o fluxo de mercadoria em direção ao consumidor final. Por exemplo, se o fluxo de transbordo do terminal for maior do modal rodoviário para o modal ferroviário, este terminal foi considerado rodo-ferroviário; se o fluxo for inverso, este foi considerado ferro-rodoviário.

Analisando a tabela 2, nota-se que 97% dos terminais intermodais têm acesso ao modal rodoviário. Essa informação corrobora com Sogabe (2009), que afirma que o modal rodoviário é o principal integrador entre um modal e outro. Esse dado também reforça a informação de que o modal rodoviário é o mais utilizado e desenvolvido no país (DALMÁS, 2008; ANTT, 2012).

Tabela 2: Distribuição percentual dos terminais intermodais da amostra

Configuração do Terminal	Representatividade
Rodo-ferroviária	50%
Rodo-hidroviário	20%
Rodo-ferro-hidroviário	20%
Ferro-rodoviário	7%
Hidro-ferroviário	3%

Fonte: Elaborado pelo autor a partir dos dados da pesquisa.

4.2.1 Terminal intermodal rodo-ferroviário

Quando encontrado o modal rodoviário seguido do modal ferroviário, o terminal intermodal é classificado com terminal rodo-ferroviário. O processo de transbordo para esse tipo de terminal segue o padrão proposto por Sogabe (2010), no qual o produto é recebido, classificado, descarregado, armazenado e carregado em outro modal. Porém, a operação pode ser melhor visualizada conforme apresenta a figura 19.

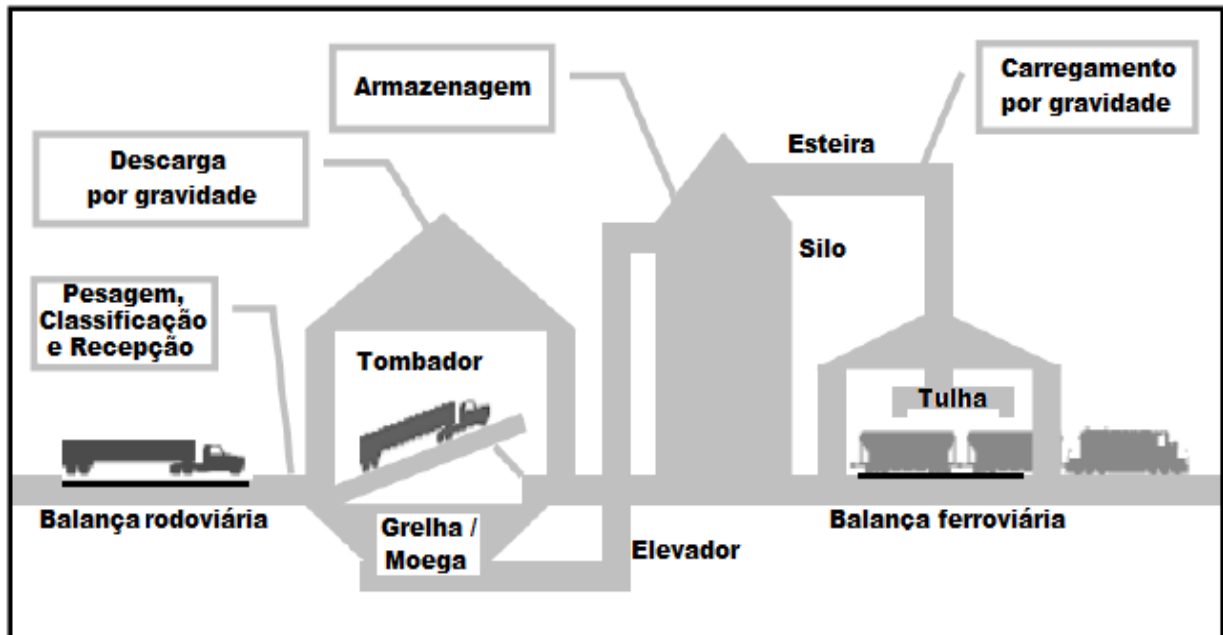


Figura 19: Terminal rodo-ferroviário
 Fonte: Adaptado de Calabrezi (2005)

Para agilizar a operação de descarga dos grãos, alguns terminais utilizam tombadores hidráulicos. Este equipamento inclina o veículo a um ângulo de aproximadamente 45°, facilitando o escoamento da carga (CALABREZI, 2005). Há casos em que os terminais oferecem o serviço de limpeza e secagem de grãos juntamente com o transbordo.

Esse tipo de operação é aplicado, por exemplo, na coleta de grãos em armazéns por meio de caminhões no interior de MT que seguem até o terminal intermodal da cidade de Alto Araguaia/MT. Este terminal realiza o transbordo dos grãos para o modal ferroviário, sob concessão da ALL, que seguem até o terminal portuário de Santos/SP.

Essa configuração de terminal compôs 50% da amostra da pesquisa e foi representada pelos terminais 3, 4, 5 e 8, na região Centro-Oeste; pelos terminais 11 e 15, na região Sul; terminais 16, 17 e 18, na região Nordeste; e terminais 21, 22, 23, 24, 25 e 29, na região Sudeste. De acordo com agentes do setor logístico da região Norte, não há terminais rodo-ferro na região que movimenta grãos agrícolas.

4.2.2 Terminal intermodal ferro-rodoviário

O elo entre o modal ferroviário e rodoviário foi classificado, no presente estudo, como terminal intermodal ferro-rodoviário (figura 20). Sua estrutura de recepção é limitada ao modal ferroviário, assim como a expedição é restrita ao modal rodoviário.

Para agilizar a operação de descarga de produtos pelo modal ferroviário, segundo Ballou (1999) *apud* Calabrezi (2005), normalmente utiliza-se tombador de vagões (maquina que gira o vagão 180° para despejar os grãos na grelha/moega) ou faz-se a transferência diretamente para o próximo modal através de uma mangueira a vácuo.

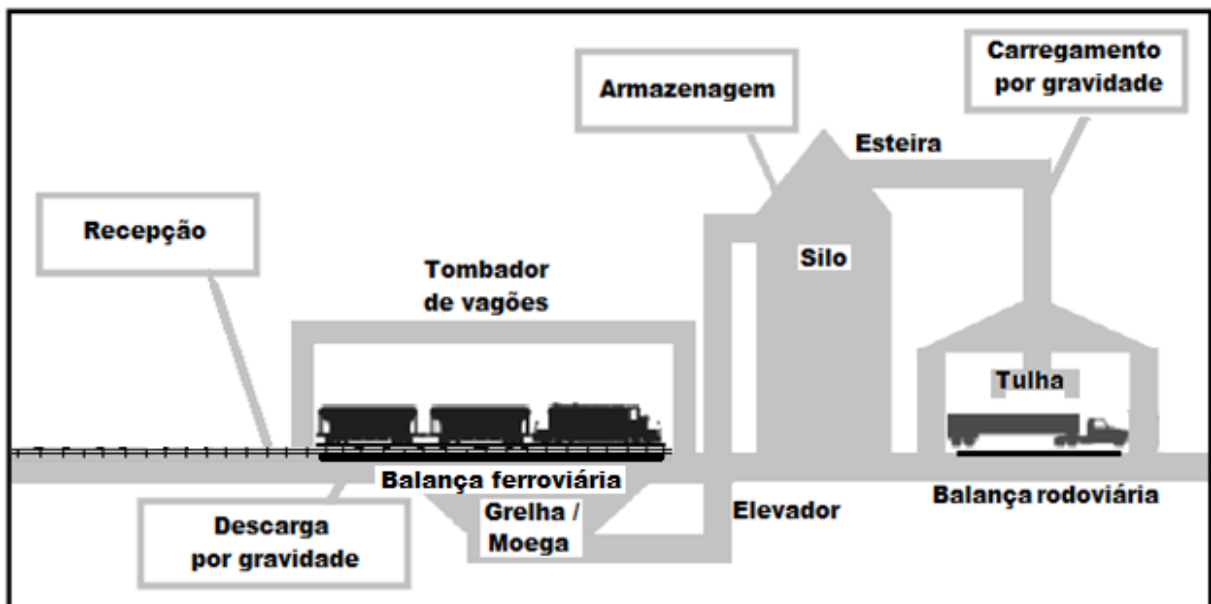


Figura 20: Terminal ferro-rodoviário
Fonte: Elaborado pelo autor

Essa configuração de terminal representou 7% da amostra e foi composta pelos terminais 13, localizado na cidade de Paranaguá/PR, e 28, na cidade de Sumaré/SP. A baixa incidência desse tipo de terminal pode ser explicada pelo fato de servirem como desafoadores do tráfego da ferrovia.

4.2.3 Terminal intermodal rodo-hidroviário

O terminal intermodal que realiza a conexão entre o modal rodoviário e hidroviário foi classificado neste estudo como rodo-hidroviário. A figura 21 apresenta a configuração simplificada do mesmo.

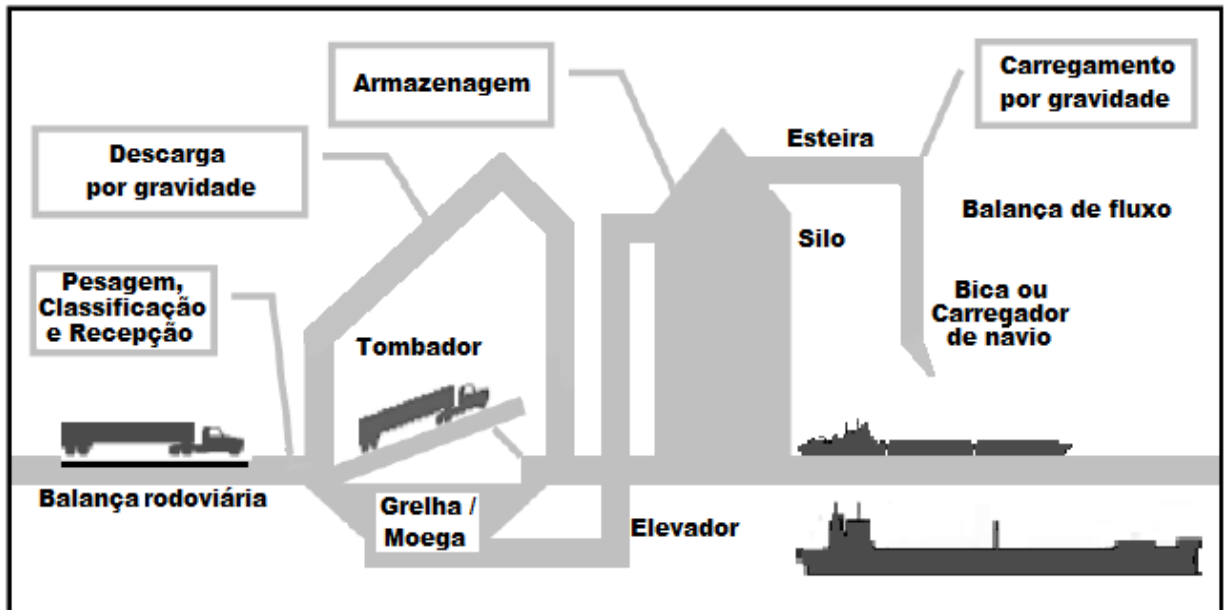


Figura 21: Terminal rodo-hidroviário

Fonte: Elaborado pelo autor

Essa configuração de terminal representou 20% da amostra da pesquisa, sendo composta pelos terminais 1, 2 (localizados na margem do rio Paraguai, em cidade de Cáceres/MT), terminais 6 e 7 (localizados na margem do rio Paranaíba, em São Simão/GO), terminal 20 (porto marítimo de Cotegipe, em Salvador/BA) e terminal 30, localizado na margem do rio Madeira na cidade de Porto Velho/RO.

A operação desse tipo de terminal é exclusiva para o recebimento de grãos pelo modal rodoviário e expedição pelo modal hidroviário. Nota-se que o equipamento final do processo é denominado Bica, quando a expedição dos grãos é feita para barcas em rios, e Carregador de navio, quando expedidos para navios de grande porte, normalmente para fins de exportação. A pesagem dos grãos é feita por balanças de fluxo, instaladas ao longo da esteira entre o silo de armazenagem e o equipamento de expedição final. Cabe ressaltar que a profundidade do calado do rio ou berço de atracação limita a quantidade a ser embarcada.

4.2.4. Terminal intermodal rodo-ferro-hidroviário

Essa configuração de terminal é encontrada quando há o encontro do modal rodoviário, ferroviário e hidroviário. Para o caso de grãos sólidos, este terminal possui estrutura capaz de receber produtos do modal rodoviário e ferroviário e expedir pelo modal hidroviário, através de comboios de barcaças ou navios, conforme visualizado na figura 22.

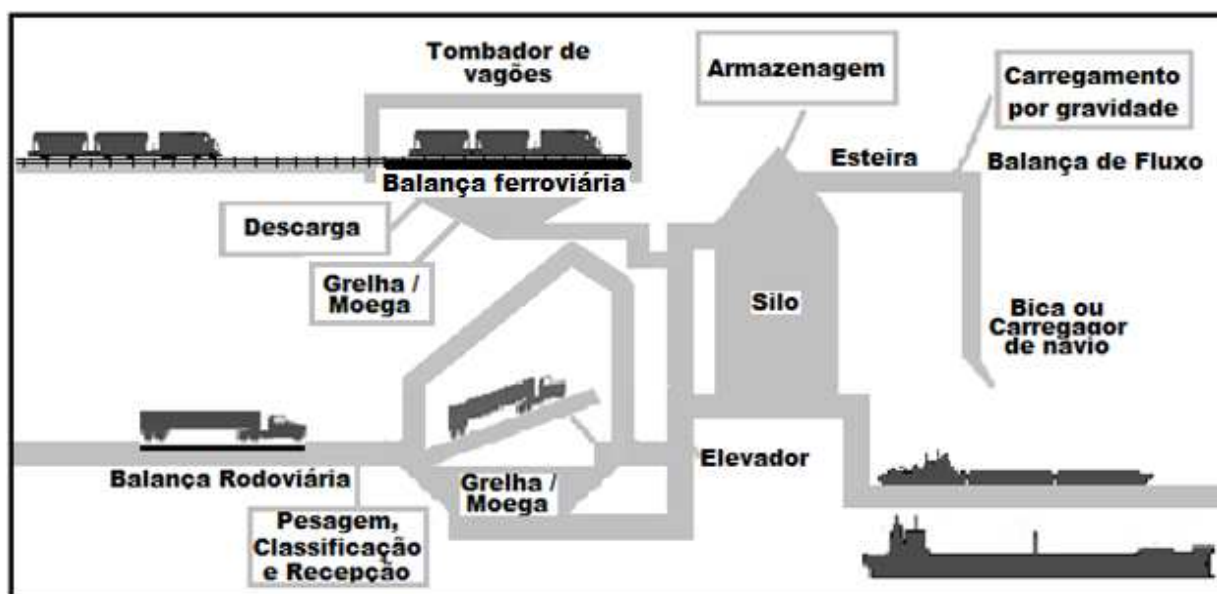


Figura 22: Terminal intermodal rodo-ferro-hidroviário

Fonte: Elaborado pelo autor

Os terminais rodo-ferro-hidroviários (9, 12, 14, 19 e 26) localizados em cidades litorâneas e terminal 10, localizado na cidade de Estrela/RS, representam 17% dos terminais graneleiros da amostra. Com a possibilidade de receberem grãos tanto pelo modal rodoviário quanto pelo ferroviário, esses terminais, embora representem 20% do total de terminais intermodais, movimentaram cerca de 13,9 milhões de toneladas de grãos. Esta grande movimentação pode ser explicada pelo fato desses terminais também serem, na grande maioria, portos marítimos de exportação, ou seja, são pontos para onde a produção tende a convergir.

4.2.5 Terminal intermodal hidro-ferroviário

Foi classificado como hidro-ferroviário o terminal intermodal elo entre o modal hidroviário e o modal ferroviário sem qualquer e não tem acesso a nenhum outro tipo de modal. Esse tipo de terminal apresenta, basicamente, a estrutura ilustrada na figura 23.

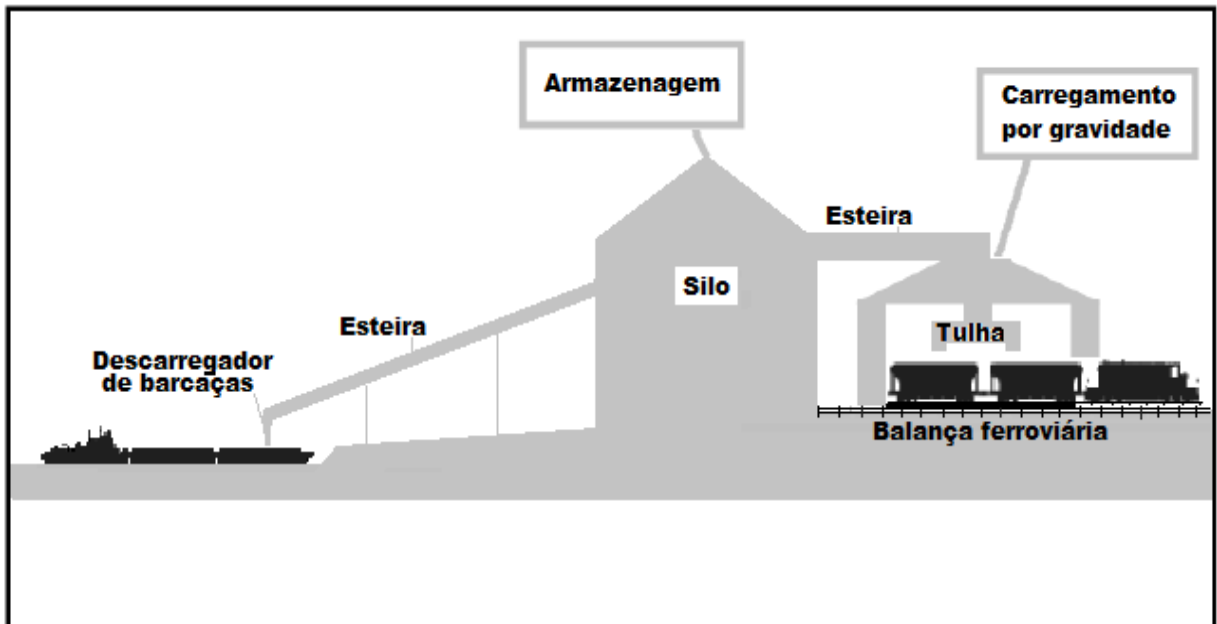


Figura 23: Terminal intermodal hidro-ferroviário
 Fonte: Elaborado pelo autor

Esta categoria representou 3% do total de terminais de transbordo de grãos da pesquisa e foi a que apresentou menor movimentação entre todas as configurações encontradas. Esse tipo de operação foi encontrada no terminal 27, localizado na cidade de Pederneiras/SP, o qual recebe grãos do terminal 6, localizado na cidade de São Simão/GO. Conforme apresentado na figura acima, os grãos são retirados/sugados das barcaças por meio do descarregador de barcaças e posteriormente depositados nos silos. Após a chegada do trem, os grãos são transferidos para o modal ferroviário.

4.3 CARACTERIZAÇÃO DOS RECURSOS FÍSICOS, OPERACIONAIS E HUMANOS

Esta seção apresenta o panorama atual dos terminais no que tange a seus recursos físicos, operacionais e humanos.

Em algumas análises pode haver uma quantidade inferior aos 32 terminais em virtude do agente entrevistado não saber a resposta ou por não estar autorizado a fornecer a informação solicitada.

4.3.1 Recursos físicos: capacidade de recepção, expedição e armazenagem dos terminais

A escolha em caracterizar essas variáveis se deu pelo fato destas serem consideradas pelos operadores dos terminais como variáveis limitantes da operação de transbordo. Notou-se que, na maioria dos terminais graneleiros, a capacidade de recepção de grãos (t/h) é inferior a capacidade de expedição (t/h).

De acordo com Sogabe (2010), esta diferença pode ser explicada pelo fato dos operadores dos terminais tentarem maximizar a operação de transbordo e reduzir o tempo de permanência dos vagões e barcaças no terminal.

É importante observar que, à medida que aumenta a diferença entre a capacidade de recepção e expedição, aumenta também a necessidade do terminal oferecer, além do serviço de transbordo, uma estrutura de armazenagem capaz de suprir o abastecimento de caminhões, vagões, barcaças ou navios, impedindo interrupções na operação de transbordo.

A figura 24 apresenta a distribuição da capacidade de recepção dos terminais intermodais amostrados. Cabe ressaltar que o equipamento que limita a quantidade a ser recebida é o elevador que retira os grãos da moega, levando-os até o silo de armazenagem.

Ao observar a figura 24, nota-se que a maioria dos terminais apresenta capacidade de recepção inferior a 500t/h. Já o terminal intermodal 9 apresentou uma capacidade de recepção de 2.500t/h, valor superior a 5 vezes a média da variável (475t/h).

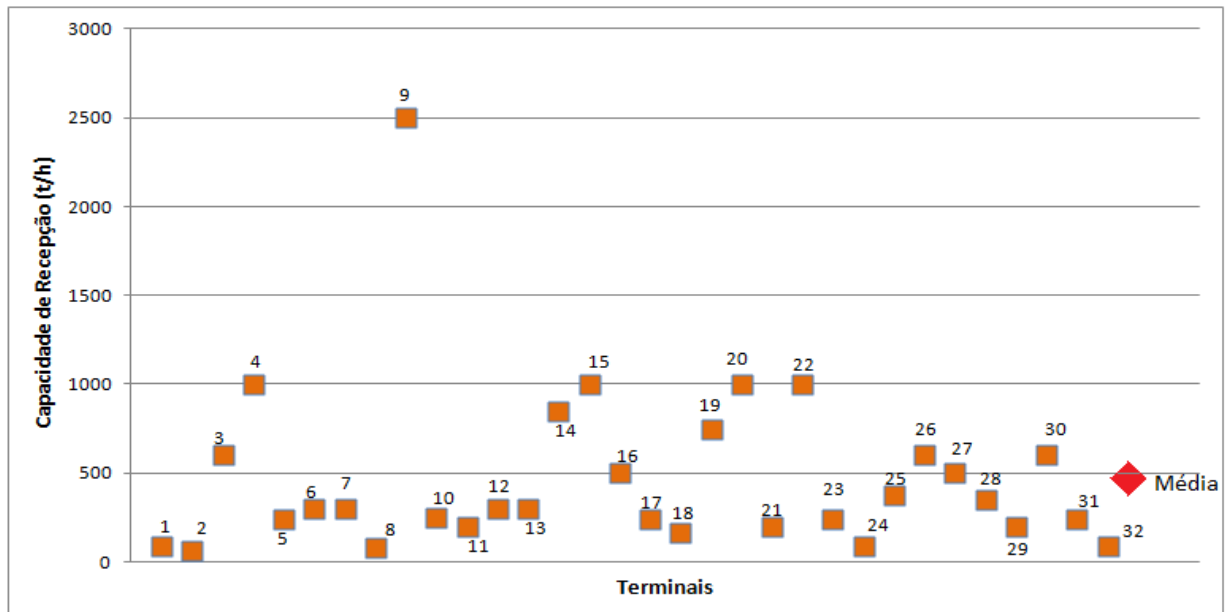


Figura 24: Distribuição da capacidade de recepção dos terminais intermodais
 Fonte: Elaborado pelo autor a partir dos dados da pesquisa.

Cinco terminais apresentaram capacidade de recepção inferior a 100t/h. Os terminais 1 e 2, que tiveram suas operações de transbordo de grãos (soja e milho) encerradas em 2008, apresentaram uma capacidade de recepção de 90t/h e 60t/h, respectivamente. O baixo valor atribuído a esta variável pode ser explicado pela falta de investimento na modernização dos terminais, uma vez que já não havia interesse em operar este tipo de grãos. Já os terminais 8 e 24, com capacidade de recepção de 80t/h e 90t/h, respectivamente, e o terminal 32, com 90t/h, apresentam baixa capacidade de recepção por ter como principal negócio a armazenagem e não o transbordo.

Os terminais 4, 9, 15, 20 e 22, os quais apresentaram maiores capacidades de recepção, também foram os terminais que apresentaram o maior número de tombadores sobre as grelhas de descarga de grãos, corroborando a informação de Calabrezi (2005), que afirma que esses equipamentos maximizam a eficiência de recebimento de grãos nos terminais.

A discrepância entre os dados pode ser melhor visualizada através do *boxplot* da figura 25. Os valores mínimos e máximos para esta variável são 60t/h e 1.000t/h, respectivamente. Ainda observando a figura 25, constata-se que o terminal 9, por apresentar capacidade de recepção muito superior a média (475t/h) e mediana (300t/h), foi considerado um *outlier*. Outra

informação importante é que 50% dos terminais intermodais possuem capacidade de recepção de até 300t/h.

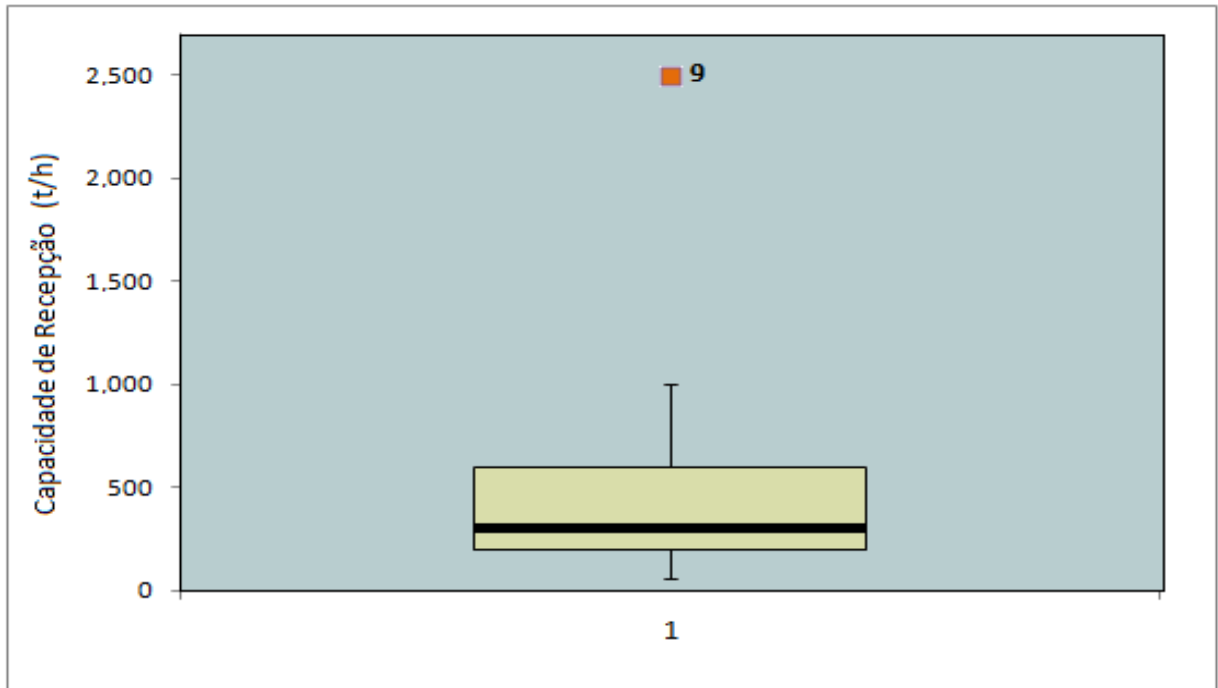


Figura 25: Boxplot da capacidade de recepção
Fonte: Elaborado pelo autor a partir dos dados da pesquisa.

Por outro lado, a capacidade de expedição também pode impactar na eficiência dos terminais. Segundo Sogabe (2010), o operador deve adequar sua estrutura de expedição para reduzir o tempo e o custo do transbordo. Atrasos no transbordo para o modal ferroviário podem impactar na programação do tráfego na ferrovia, assim como no transbordo para o modal hidroviário podem incorrer no aumento dos custos com o pagamento de diárias extras para a permanência da embarcação próxima ao terminal.

O equipamento que limita esta variável é denominado Tulha, para terminais que expedem para o modal rodoviário ou ferroviário, e Bica/Carregador de navios, para terminais que expedem para o modal hidroviário. A medida desta variável é também apresentada em toneladas/hora.

Nota-se, ao observar a figura 26, que os terminais intermodais apresentaram capacidade de recepção concentrada até 1.000t/h e a média do setor foi de 819t/h. Se comparada a figura 24 com a figura 26, percebe-se que os terminais 8, 21, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29 e 31 possuem capacidade de recepção igual a capacidade de expedição.

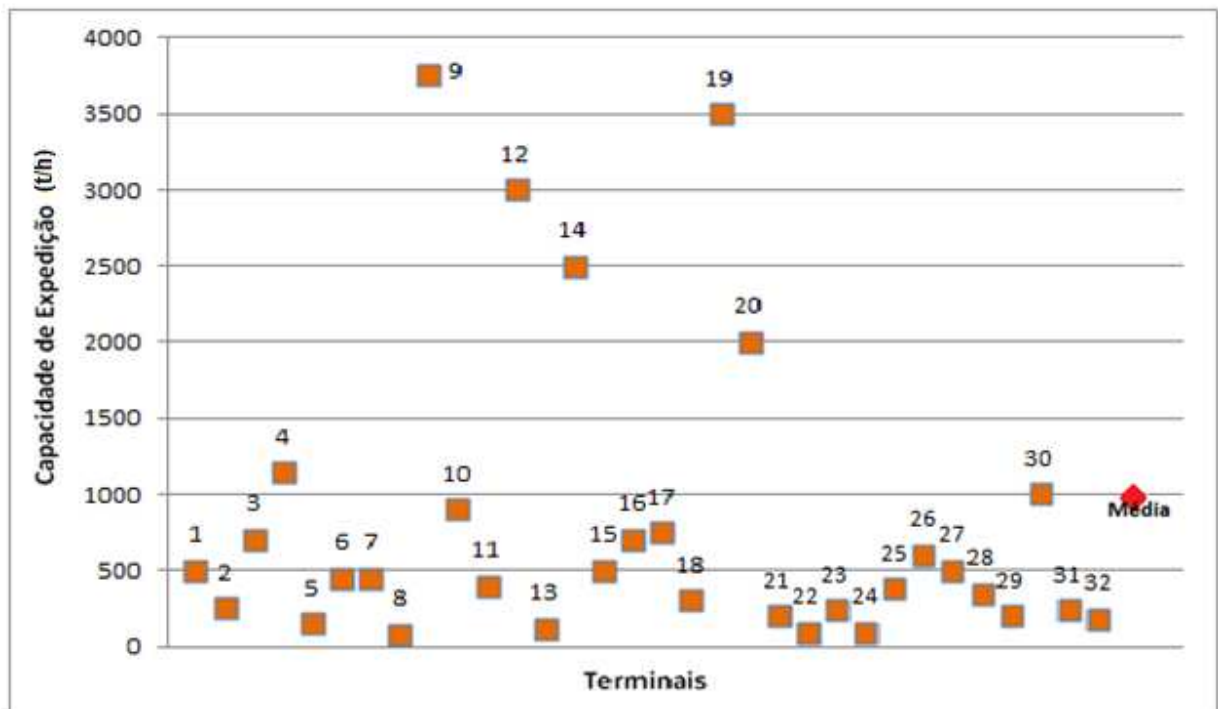


Figura 26: Distribuição da capacidade nominal de expedição dos terminais intermodais
 Fonte: Elaborado pelo autor a partir dos dados da pesquisa.

Chamam a atenção os terminais 9, 12, 14, 19 e 20, por apresentarem capacidade de expedição muito acima da média do setor. Essa característica pode ser explicada pelo fato desses terminais serem portos de exportação e necessitarem de estrutura capaz carregar grandes embarcações, como navios cargueiros. Segundo o representante do terminal 20, para carregar navios com capacidade de 55 mil toneladas de soja naquele terminal, leva-se, em média, em três dias. O gestor ressaltou a importância da elevada capacidade de expedição para minimizar atrasos no cronograma de embarcação do terminal, além da questão do alto custo para manter navios na fila de esperar até atracar no terminal.

O terminal 4, embora não seja um terminal portuário, possuiu alta capacidade de expedição por ser o terminal rodo-ferroviário que mais movimentou grãos no período da pesquisa. O terminal 30, com capacidade de expedição de 1.000t/h, necessita de alta capacidade de expedição para carregar comboios de barcaças que, de acordo com Calabrezi (2005), podem chegar até 18.000 toneladas na hidrovia do rio Madeira. A figura 27 apresenta a dispersão da variável capacidade de expedição dos terminais intermodais.

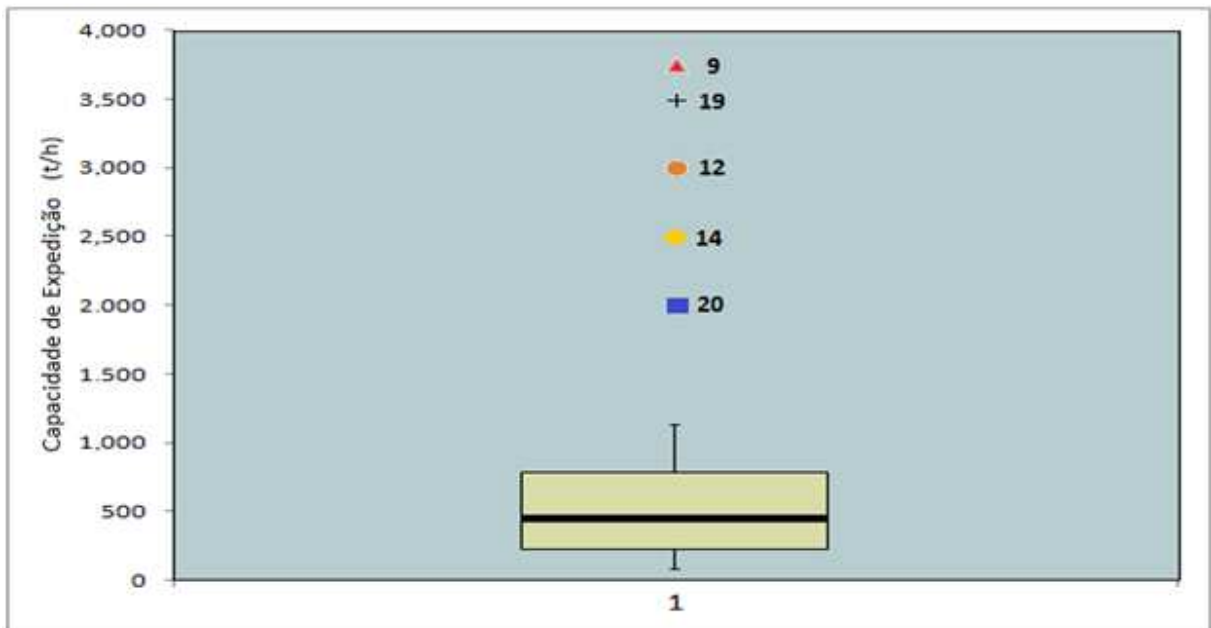


Figura 27: Boxplot da capacidade de expedição
 Fonte: Elaborado pelo autor a partir dos dados da pesquisa.

Se comparada a média (819t/h) com a mediana (450t/h), percebe-se que há uma certa discrepância nos dados desta variável. Esta diferença de porte varia de acordo com a necessidade e dimensão do terminal. É possível visualizar também que 50% dos terminais possuem capacidade de expedição igual ou inferior a 450t/h.

A seguir é apresentada a capacidade de armazenagem dos terminais intermodais (figura 28).

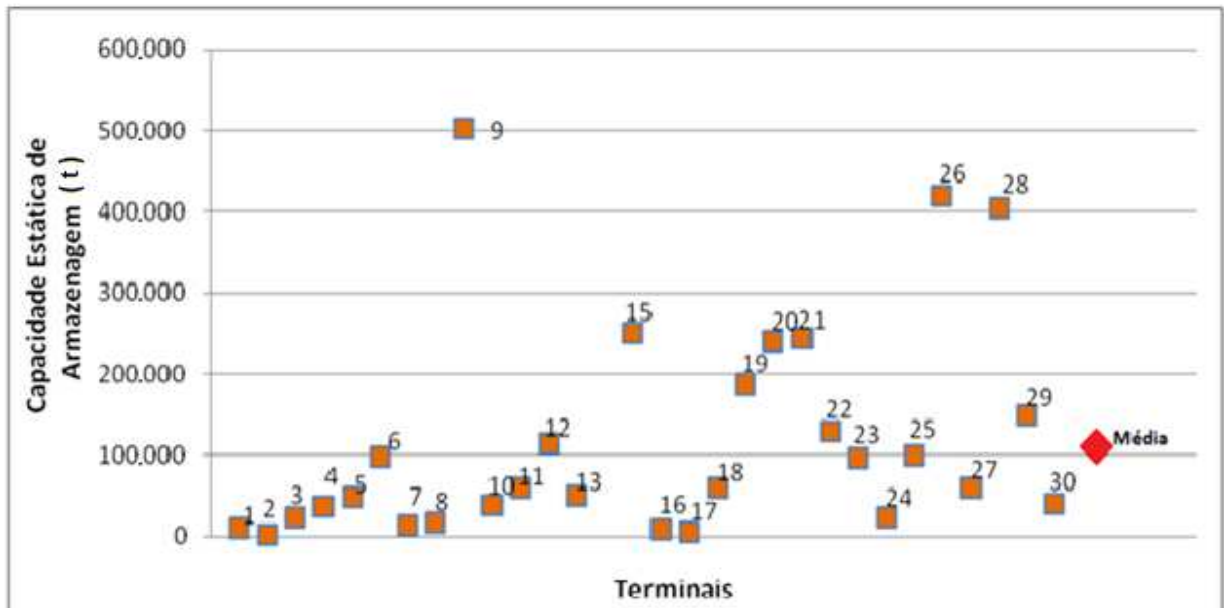


Figura 28: Distribuição da capacidade estática dos terminais intermodais
 Fonte: Elaborado pelo autor a partir dos dados da pesquisa.

A capacidade estática dos terminais também apresentou variação significativa, indo de 2.700t (terminal 2) até 502.000t (terminal 9), conforme apresenta a figura 29. A média da capacidade estática de armazenagem do setor foi em torno de 118.000t.

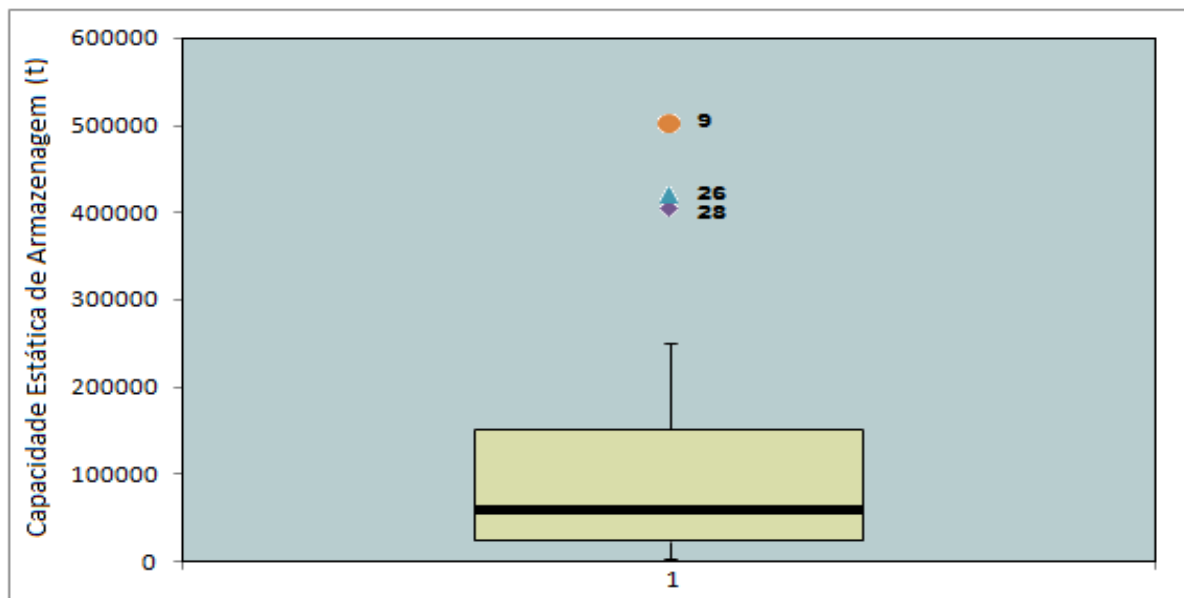


Figura 29: Boxplot da capacidade estática de armazenagem
 Fonte: Elaborado pelo autor a partir dos dados da pesquisa.

Se comparado a média (118.000t) com a mediana (60.000t), assim como os valores de mínimo (2.700t) e máximo (502.000t), percebe-se uma grande dispersão dos dados. Percebe-se, também, que 50% dos terminais apresentaram capacidade estática de armazenagem igual ou inferior a 60.000t.

Os terminais que apresentaram maior capacidade estática de armazenagem foram principalmente os terminais intermodais portuários 9, 19, 20 e 26. Essa elevada capacidade de armazenamento se dá pela necessidade de possuir sempre uma grande quantidade de grãos para poder abastecer grandes navios cargueiros.

Outros tipos terminais podem apresentar grande capacidade de armazenamento em seu pátio, conforme os terminais 15, 21 e 28. De acordo com os gerentes desses terminais, a armazenagem é o principal *business* das empresas, superior até a atividade do transbordo.

De acordo com Sogabe (2010), as capacidades de recepção, expedição e armazenagem são os fatores que mais influenciam na operação de transbordo, no entanto, estas são compostas por equipamentos/processos de apoio, conforme apresentados na tabela 3 abaixo.

Tabela 3: Caracterização dos equipamentos de apoio ao transbordo dos terminais

Terminal	Nº de balanças de recepção	Nº de moegas	Nº de Tombadores	Nº células de segregação	Termometria de armazenagem	Nº de Bicas/Tulhas de expedição	Nº de balanças de expedição	Movimentação anual
1	1	1	1	2	Temperatura e umidade	*	1	240.000
2	1	1	1	1	*	*	1	64.800
3	2	2	2	3	*	1	1	1.470.000
4	2	4	4		*	3	3	7.560.000
5	1	6	*	17	Temperatura	2	1	34.200
6	5	2	2	9	Temperatura	1	1	466.955
7	6	2	1	2	Temperatura	1	1	150.000
8	1	4	*	8	Temperatura	2	1	13.000
9	11	13	6		Temperatura	3	3	5.000.000
10	1	2	1	39	Temperatura	6	2	145.000
11	1	3	*	31	Temperatura	3	1	50.000
12	3	2	2	6	*	*	*	3.700.000
13	6	3	*	5	*	3	4	900.000
14	5	3	*	56	*	*	8	1.742.000
15	2	12	12	34	Temperatura e umidade	5	1	400.000

16	1	1	1	2	Temperatura	1	1	300.000
17	1	2	1	1	Temperatura	1	1	120.000
18	2	2	1	1	Temperatura	1	1	350.000
19	2	2	2	7	Temperatura	1	1	2.500.000
20	4	4	4	2	Temperatura	1	1	1.200.000
21	3	11	*	42	Temperatura	2	2	244.000
22	1	5	*	2	Temperatura e umidade	2	1	93.000
23	2	3	1	4	Temperatura e umidade	6	1	1.500.000
24	1	2	*	11	Temperatura	4	1	34.013
25	3	4	2	6	Temperatura	1	2	924.000
26	2	2	*	20	*	*	1	4.672.528
27	*	1	*	3	*	1	*	466.955
28	6	4	2	21	Temperatura	6	2	80.000
29	4	7	1	2	Temperatura e umidade	4	*	500.000
30	2	3	3	4	*	*	*	2.500.000
31	1	2	*	2	Temperatura e umidade	1	1	40.000
32	1	2	1		*	1	1	60.000

* - Não possuiu ou não foi informado

Fonte: Elaborado pelo autor a partir dos dados da pesquisa.

Ao analisar a tabela acima, percebe-se que o número de balanças de recepção é igual ou superior ao número de balanças de expedição, exceto nos terminais 4, 10 e 15. Essa característica se deve ao fato da maioria dos terminais transbordarem grãos de um modal que apresente capacidade baixa para um modal que apresente capacidade elevada. Por exemplo, o terminal 6 (rodo-hidroviário) necessita de 5 balanças rodoviárias para receber grãos de carretas com média de 40t, e apenas 1 balança de expedição (balança de fluxo) para expedir os grãos em comboio de barcaças que comportam até 6.000t. De acordo com o gerente do terminal 27, o terminal não necessita de balanças de recepção, uma vez que as barcaças que são descarregadas são pesadas no terminal 6.

Já o número de tombadores é, obrigatoriamente, igual ou inferior ao número de moegas. Tombadores agilizam o processo de descarregamento dos grãos de carretas ou vagões, reduzindo o tempo da operação pela metade, comparada com aqueles terminais que não disponibilizam deste equipamento. Contatou-se que os terminais que apresentam maior quantidade de tombadores, também apresentam maior capacidade de recepção.

O número de células de segregação é a quantidade de divisões que os armazéns apresentam. Os terminais 10, 11, 15 e 21 apresentaram 39, 31, 34 e 42 células de segregação, respectivamente. Não há correlação significativa entre esta variável e a capacidade de armazenagem do terminal.

Os equipamentos de termometria são os equipamentos de medição de temperatura e umidade dos grãos dentro dos armazéns. Percebe-se, ao visualizar a tabela 3, que medidores de temperatura são mais comuns do que medidores de umidade. Apenas os terminais 1, 15, 22, 23, 29 e 31 possuem medidores de umidade juntamente com medidores de temperatura em seus armazéns. Segundo o gerente do terminal 5, a medição da umidade do grão é feita na hora de classificá-lo, por isso não há necessidade de monitorar esta característica. Já a temperatura deve ser medida constantemente, uma vez que é comum a formação de bolsões de calor dentro do silo.

As tulhas ou bica de expedição são os equipamentos por onde os grãos são expedidos. Estes equipamentos limitam, não somente o número de produtos, como também a quantidade de grãos a ser expedida pelo terminal. Os terminais que transbordam grãos para o modal hidroviário não necessitam de várias bicas ou carregadores de navios, uma vez que estes equipamentos são capazes de movimentar grandes quantidades de grãos. Fato corroborado pelos terminais 9, 12, 13, 19, 20 e 30 que têm capacidade de expedição de 3.750t/h, 3.000t/h, 3.500t/h, 2.000t/h, 1.000t/h, respectivamente. Já o terminal 28, embora conte com 6 tulhas de expedição, é capaz de expedir apenas 350t/h.

A análise da infraestrutura dos terminais foi avaliada, também, perante a visão dos gerentes dos terminais e foi medida numa escala de péssima, ruim, regular, boa e ótima. A figura 30 apresenta a avaliação geral deste atributo.

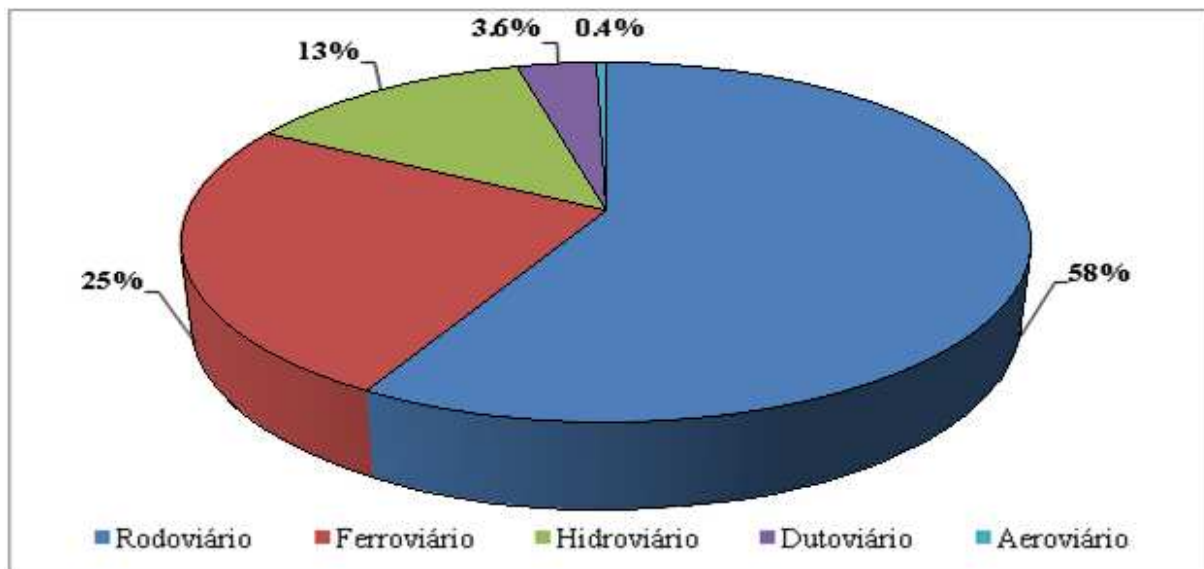


Figura 30: Avaliação da infraestrutura: visão dos gerentes

Fonte: Elaborado pelo autor a partir dos dados da pesquisa.

Percebe-se que há certo conforto pelos gerentes dos terminais em relação à infraestrutura, pois 87% dos entrevistados consideram ter uma estrutura ótima ou boa. Já os 13% restantes consideram ter uma estrutura regular ou ruim. Os gerentes desses terminais afirmaram que há necessidade de reformas para melhorar a qualidade do serviço prestado.

4.3.2 Tempo médio de espera dos veículos e tempo médio de atendimento

Foi encontrada grande dificuldade em conseguir informações precisas quanto a variável "tempo médio de espera". De acordo com os gerentes dos terminais entrevistados, o tempo médio que um caminhão permanece na fila até ser liberado para descarregar seu produto varia de acordo com o período da safra ou entressafra.

Um caso interessante foi encontrado no terminal portuário 20, localizado na cidade de Salvador/BA. De acordo com o gerente do terminal, não são formadas filas no entorno do terminal em período algum do ano. Para solucionar o problema, foi feita uma parceria com um posto de combustível, localizado na cidade de Feira de Santana/BA, aproximadamente 115km do porto, onde é feita uma triagem de caminhões/carretas. No recinto, há também refeitório, banheiros e segurança a disposição do caminhoneiro. Ainda de acordo com o gerente, esta prática deveria ser copiada pelos demais portos e terminais brasileiros, evitando ou minimizando o congestionamento das rodovias.

Em virtude da grande dispersão dos dados encontrados nesta variável, não foi possível estimar o tempo médio de espera dos veículos na fila até receber a ordem de descarga. Segundo Sogabe (2010), o tempo médio de espera para os terminais da região Centro-Oeste é de cerca de 10 horas e 20 minutos, podendo triplicar no período da safra.

A variável tempo médio de atendimento, que remete ao tempo que o caminhão/carreta permanece dentro do terminal, desde a classificação do grão até o final da descarga, pode ser medida com maior precisão. A figura 31 apresenta o tempo, em minutos, que esta operação leva para ser realizada.

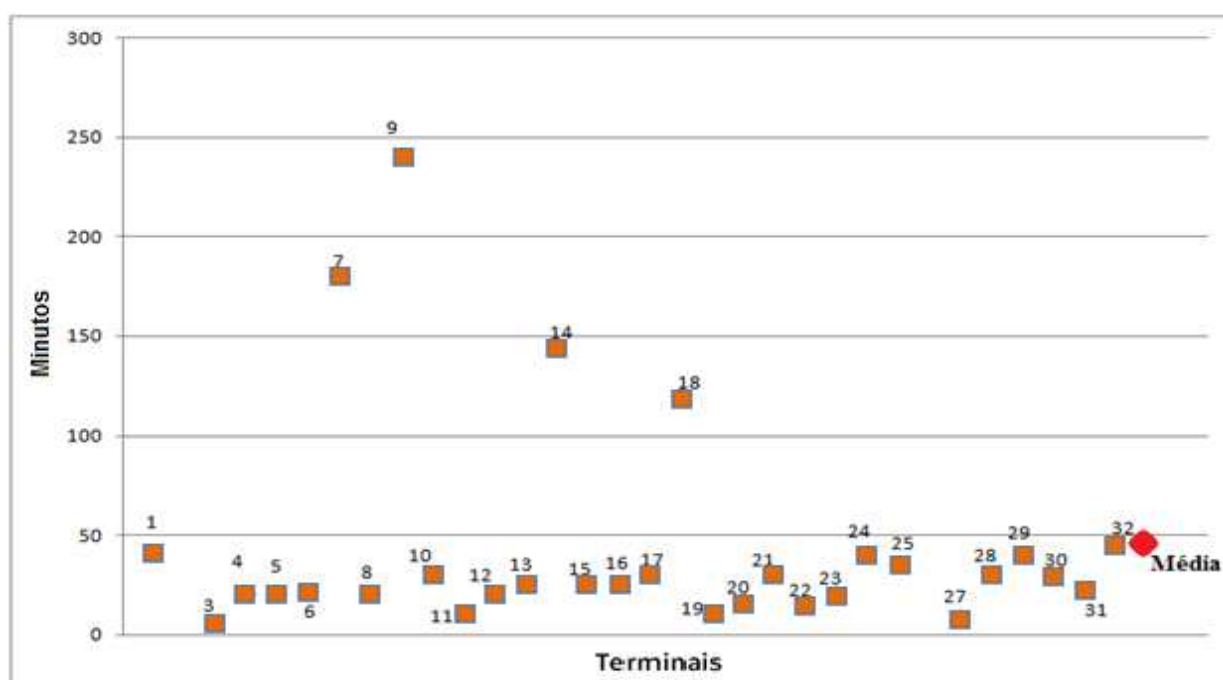


Figura 31: Tempo médio de atendimento do veículo na operação de transbordo

Fonte: Elaborado pelo autor a partir dos dados da pesquisa.

Percebe-se, ao analisar a figura 31, que em 87% dos terminais, o tempo médio de atendimento do veículo na operação de transbordo é igual ou inferior a média do setor, que é de aproximadamente 45 minutos. De acordo com gerentes dos terminais entrevistados, não há variação significativa entre o tempo de atendimento dos veículos no período de safra e entressafra.

4.3.3 Operações: movimentação anual e serviços oferecidos pelos terminais intermodais

Os terminais intermodais da cadeia logística de grãos nacional apresentaram uma grande variação na quantidade anual movimentada (figura 32). O terminal com menor movimentação anual foi o terminal 8, com apenas 13.000t transbordadas. O gerente do terminal relatou que, por ser um terminal público, seu principal negócio é o armazenamento, por isso não há necessidade de se movimentar grandes quantidades. Já o terminal 4, com 7.560.000t, foi o que apresentou maior volume movimentado. É o terminal rodo-ferroviário mais próximo da grande fronteira agrícola do Centro-Oeste brasileiro e pertence a mesma empresa que possui a concessão da ferrovia. O gerente do terminal afirmou que são carregados 500 vagões, com capacidade média de 70t, diariamente.

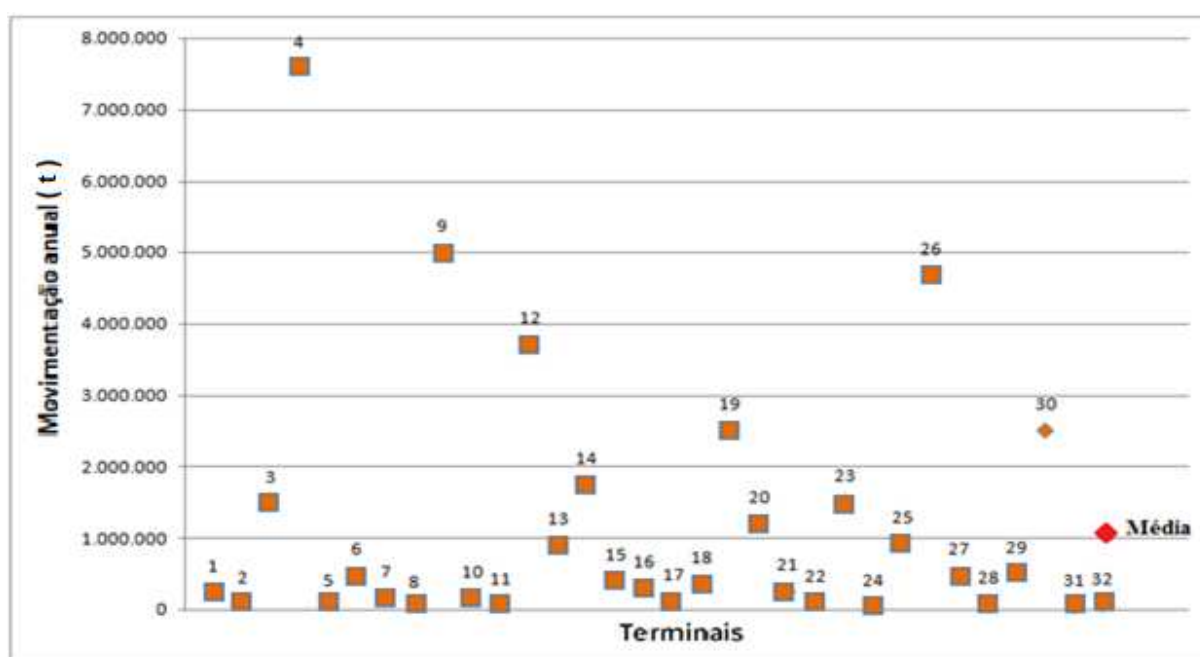


Figura 32: Distribuição da movimentação anual dos terminais intermodais

Fonte: Elaborado pelo autor a partir dos dados da pesquisa.

De acordo com Caldeirinha e Felício (2011), a localização e as características da região onde terminais portuários estão instalados influenciam diretamente na dimensão (porte) e infraestrutura da unidade. Esta afirmação pode explicar, também, a alta movimentação dos terminais 3, 4, 9, 12, 14, 19, 20, 23, 26 e 30. Esses terminais, ou são portos marítimos de exportação, local para onde a produção tende a convergir, ou são terminais localizados próximos a grandes áreas agricultáveis.

O volume médio transbordado pelos terminais foi 1.172.514t, porém este valor não representa a realidade do setor, uma vez que 50% dos terminais apresentam movimentação igual ou inferior a 375.000t, conforme pode ser visto na figura 33.

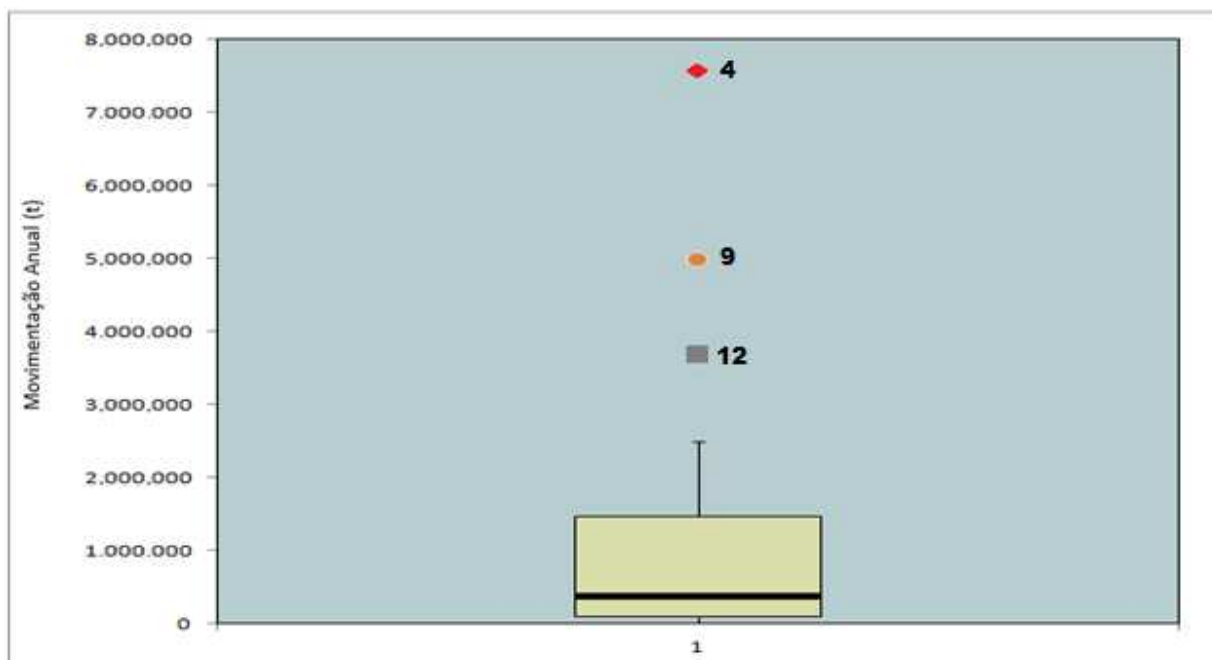


Figura 33: Boxplot da variável movimentação anual
Fonte: Elaborado pelo autor a partir dos dados da pesquisa.

Alguns terminais, além do transbordo, oferecem outros serviços que complementam o processamento e o escoamento dos grãos. Os serviços mais comuns ofertados pelos terminais são: pré-limpeza, limpeza, secagem, expurgo⁴, armazenagem, segregação, *blend*⁵ e serviços aduaneiros.

Em seguida, na tabela 4, são apresentados os serviços oferecidos pelos 32 terminais entrevistados.

⁴ **Expurgo** é a operação que visa eliminar insetos que se encontram nos produtos armazenados com a aplicação de defensivos agrícolas (GALLO *et al.*, 2002).

⁵ **Blend** é o procedimento de mistura de grãos de qualidades diferentes com o objetivo de manter o padrão mínimo necessário para comercializá-los (CARVALHO, 1998).

Tabela 4: Mix de serviços oferecidos pelos terminais

Serviços oferecidos	Terminais	Representatividade
Armazenagem	Todos	100%
Pré-limpeza	5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 15, 17, 18, 21, 22, 23, 24, 29, 31 e 32	53%
Limpeza	5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 15, 17, 18, 21, 22, 23, 24, 26 e 29	50%
Secagem	5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 15, 17, 18, 19, 21, 22, 23, 24, 29, 31 e 32	56%
Expurgo	5, 6, 7, 8, 10, 11, 15, 18, 21, 22, 23, 24, 27, 28 e 30	46%
<i>Blend</i>	3, 4, 6, 7, 11, 15, 17, 18, 23, 24, 26, 27 e 28	40%
Segregação	3, 6, 11, 14, 15, 23, 24, 28, 29 e 30	31%
Serviços Aduaneiros	1, 2, 19 e 20	12%

Fonte: Elaborado pelo autor a partir dos dados da pesquisa.

Nota-se, a partir da visualização da tabela 4, que 100% dos terminais amostrados na pesquisa disponibilizam os serviços de armazenagem aos clientes. Sendo assim, pode-se afirmar que o armazenamento é uma função de apoio essencial para o serviço de transbordo. No entanto, segundo o gerente do terminal 4, o qual apresentou maior movimentação dentre os 32 terminais, afirmou que não há interesse da empresa em fazer investimentos em armazéns, uma vez que seu principal serviço é o transbordo e não armazenagem.

Os serviços de pré-limpeza e limpeza são oferecidos por 53% e 50% dos terminais, respectivamente. Estes serviços são prestados quando os grãos recebidos encontram-se com muitas impurezas, principalmente folhagens, que ao passarem pelo processo de secagem podem ser incendiados. 80% dos terminais públicos disponibilizam ambos os serviços.

O serviço de secagem é realizado por 56% dos casos e tem como objetivo diminuir a porcentagem de umidade do grão, até que ele alcance 13%, padrão técnico mínimo necessário para ser armazenado e comercializado. Segundo o gerente do terminal 5, caso sejam armazenados grãos com umidade superior a 13% e o armazém não dispor de um sistema de arejamento e ventilação adequado, podem ocorrer problemas de ardência nos grãos e, conseqüentemente, perdas. Assim como também não é vantagem para o terminal comercializar grãos com umidade muito abaixo do padrão exigido, uma vez que estariam perdendo volume da carga. Os mesmo terminais públicos que oferecem serviços de pré-limpeza e limpeza também oferecem o serviço de secagem.

O serviço de expurgo é oferecido por cerca de 47% dos terminais entrevistados. Este processo é indicado para casos em que os grãos chegam infestados por insetos ou são armazenados por longos períodos. Esta característica de serviço é mais comum aos terminais públicos.

O processo de *blend* é menos comum aos terminais intermodais, pois cerca de 40% dos terminais oferecem este serviço. Percebe-se, ao analisar a tabela 4, que apenas 1 terminal portuário (terminal 26) oferece esse serviço. Ou seja, os grãos recebidos pelos terminais portuários, normalmente, são recebidos no padrão mínimo exigido para ser exportado.

Os serviços aduaneiros e de segregação foram os menos encontrados entre os terminais da amostra, cerca de 12% e 31%, respectivamente. Os terminais 6 e 18 apresentam, também, fábricas de esmagamento de grãos em suas instalações.

Os gerentes foram questionados, também, se há previsão de oferecimento de novos serviços ou expansão dos já existentes para os próximos 5 anos. Os gerentes de 13 terminais, ou 40% da amostra, responderam que há previsão de pelo menos 1 novo serviço ou ampliação de um já existente. O detalhamento desta variável pode ser melhor visualizado através da tabela 5.

Tabela 5: Serviços projetados para os próximos 5 anos

Serviços projetados	Terminais	Representatividade
Transbordo	11, 25, 29 e 31	12%
Armazenagem	9, 11, 14, 25, 29 e 32	18%
Pré-limpeza	11, 18, 25, 29 e 32	15%
Limpeza	11 e 29	6%
Secagem	11, 25, 29 e 32	12%
Expurgo	11	3%
<i>Blend</i>	11 e 29	6%
Segregação	11, 14, 17 e 29	12%

Fonte: Elaborado pelo autor a partir dos dados da pesquisa.

O gerente do terminal 18 informou que além do serviço de pré-limpeza, também realizará refino de óleo produzido na esmagadora da empresa.

4.3.4 Perfil dos recursos humanos dos terminais intermodais

Foi constatado que o porte e o número de serviços oferecidos pelo terminal determinam a quantidade de funcionários da empresa. Sogabe (2010) afirma que caso um terminal possua planta de esmagamento de soja em suas instalações, o número de funcionários pode ser muito superior a terminais que só oferecem o serviço de transbordo. Esse fato é corroborado pelo terminal 6, que possui cerca de 300 funcionários no total, porém apenas 35 estão envolvidos no processo de transbordo, sendo os demais envolvidos na operação de esmagamento.

A figura 34 apresenta a distribuição da média ponderada do número de funcionários dos últimos 12 meses dos terminais envolvidos. Foram contemplados, exclusivamente, os funcionários envolvidos na operação de transbordo somados aos do departamento administrativo.

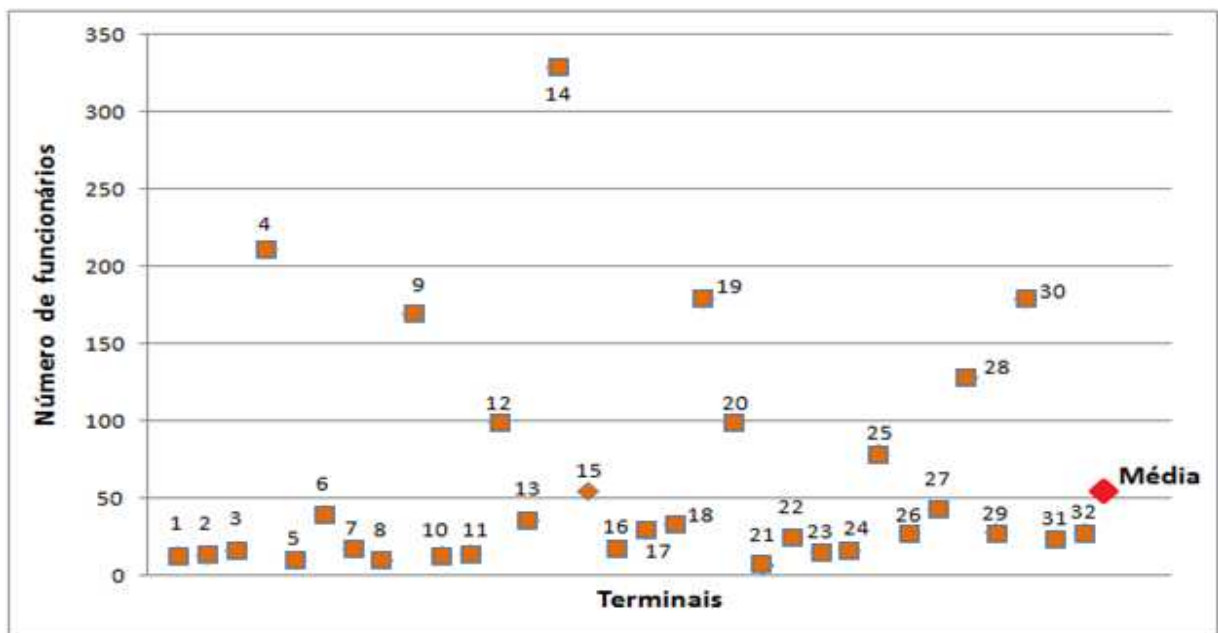


Figura 34: Distribuição no número de funcionários dos terminais intermodais

Fonte: Elaborado pelo autor a partir dos dados da pesquisa.

Ao analisar a figura 34, percebe-se que 22 terminais têm o número de funcionários inferior a 50 e que a média do setor foi de 63 empregados por terminais. A dispersão dos dados pode ser melhor visualizada através da figura 35 abaixo.

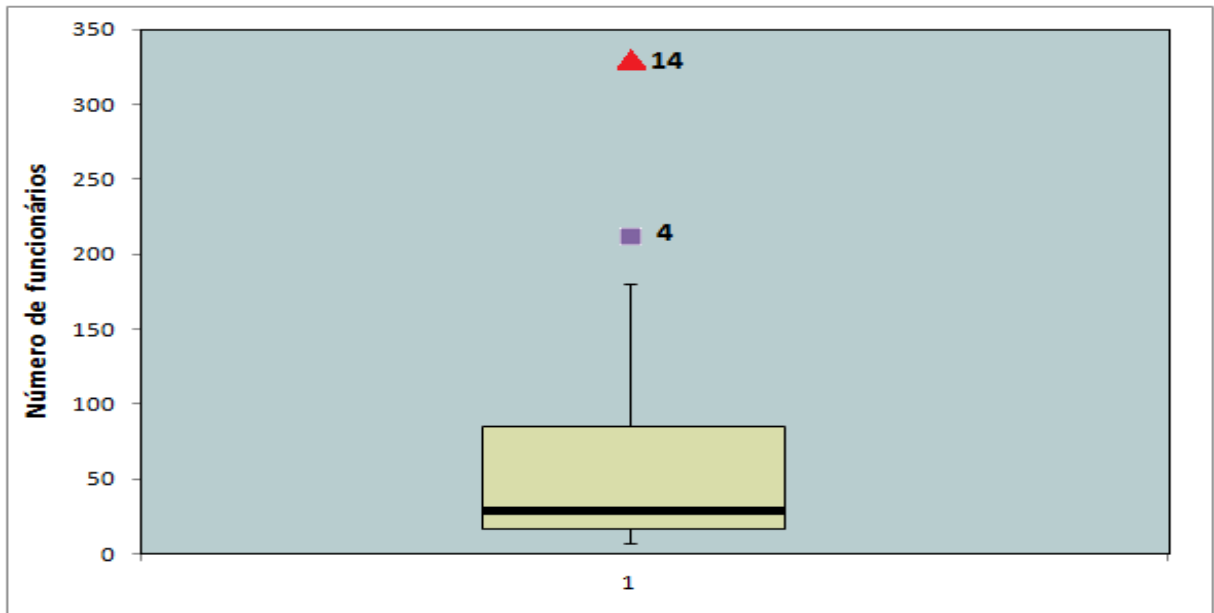


Figura 35: *Boxplot* do número de funcionários

Fonte: Elaborado pelo autor a partir dos dados da pesquisa.

Analisando a figura acima, constata-se que a variável número de funcionários também apresenta uma grande dispersão nos dados, uma vez que o valor mínimo e máximo encontrado foi 7 (terminal 21) e 180 funcionários (terminal 19 e 30), respectivamente. O terminal 4, com 212 funcionários, e o 14, com 330 funcionários, foram considerados *outliers*, por apresentarem valores muito superiores em relação aos demais terminais.

Com a figura 35, percebe-se também que 50% dos terminais possuem até, no máximo, 29 funcionários, que é o valor da mediana. E à medida que aumenta o número de funcionários, diminui a concentração de terminais, deixando evidente a heterogeneidade para esta variável.

Sogabe (2010) afirma que há escassez de mão de obra especializada e treinada no setor, além de existir, também, uma alta rotatividade de funcionários nos terminais da região Centro-Oeste.

Assim sendo, os gerentes foram questionados se o terminal terceiriza da mão de obra operacional; qual a disponibilidade e qualificação da mão no mercado; qual a taxa de rotatividade e o grau de absenteísmo. A tabela 6 apresenta os resultados encontrados para essas variáveis.

Tabela 6: Mão de obra: disponibilidade, qualificação, taxa de rotatividade e absenteísmo

Terminal	Terceiriza mão de obra	Disponibilidade de mão de obra	Qualificação da mão de obra	Taxa de rotatividade	Grau de absenteísmo
1	Sim	Baixa	Baixa	Baixa	Baixo
2	Sim	Baixa	Baixa	Baixa	Baixo
3	Sim	Baixa	Baixa	Média	Baixo
4	Sim	Baixa	Média	Baixa	Baixo
5	Sim	Baixa	Baixa	Baixa	Baixo
6	Sim	Baixa	Média	Média	Baixo
7	Sim	Baixa	Baixa	Baixa	Baixo
8	Não	Média	Média	Baixa	Baixo
9	Sim	Baixa	Baixa	Média	Baixo
10	Sim	*	*	Média	Médio
11	Sim	Média	Alta	Baixa	Alto
12	Sim	*	*	Baixa	Médio
13	Sim	*	*	*	*
14	Sim	*	*	*	*
15	Sim	Média	Baixa	Baixa	Baixo
16	Sim	Média	Média	Baixa	Baixo
17	Não	Baixa	Baixa	Baixa	Baixo
18	Sim	Alta	Baixa	Média	Baixo
19	Sim	Média	Média	Baixa	Baixo
20	Sim	Média	Baixa	Baixa	Baixo
21	Sim	Média	Baixa	Alta	Médio
22	Sim	Média	Média	Baixa	Baixo
23	Não	Baixa	Média	Média	Baixo
24	Sim	Baixa	Baixa	Baixa	Baixo
25	Não	Baixa	Baixa	Média	Médio
26	Sim	Baixa	Média	Baixa	Baixo
27	Sim	Média	Baixa	Média	Baixo
28	Sim	Baixa	Baixa	Alta	Alto
29	Sim	Média	Média	Baixa	Baixo
30	Sim	Baixa	Baixa	Baixa	Alto
31	Sim	Baixa	Baixa	Baixa	Baixo
32	Sim	Baixa	Baixa	Alta	Baixo

* - Não informado

Fonte: Elaborado pelo autor a partir dos dados da pesquisa.

A terceirização de funcionários do nível operacional é recorrente em 87% dos terminais intermodais, sendo o período da safra o pico das contratações. A disponibilidade e qualificação de mão de obra para este setor foi considerada, em aproximadamente 95% dos casos, baixa ou

média, corroborando Sogabe (2010). Para suprir a falta de qualificação dos empregados, 96% dos terminais disponibilizam treinamento para os cargos operacionais.

Por outro lado, no contexto nacional, a taxa de rotatividade foi considerada baixa ou média em 90% dos terminais, contrapondo Sogabe (2010). O grau de absenteísmo do setor é considerado baixo por 76% dos terminais, médio por 14% e alto por 10% restante dos terminais.

4.3.5 Sistemas de informação e formas de interação com os clientes

Com o objetivo de verificar qual o nível de integração de informações na própria empresa e o ambiente em que está inserida, contatou-se que 87% dos terminais intermodais da cadeia logística de grãos brasileira têm um sistema integrado com a matriz e apenas 21% disponibilizam um sistema conectado ao cliente, possibilitando o monitoramento da carga, por exemplo. Dos 7 terminais que apresentaram sistema conectado ao cliente, apenas 2 são terminais públicos (terminal 1 e 14), o que demonstra maior preocupação do setor privado em manter os clientes informados.

De acordo com os gerentes dos terminais que apresentam conexão com o modal rodoviário, apenas 8 possuem sistema conectado a este modal. Dos 24 terminais que têm conexão com o modal ferroviário, 33% deles apresentam sistema conectado ao modal. Os terminais 3, 4 e 13, que são de propriedade da empresa que tem a concessão da ferrovia na região Centro-Sul do país, possuem sistema de informação integrado com o modal ferroviário.

Dos 12 terminais que possuem integração com o modal hidroviário, apenas 5 possuem sistema de integração com o modal hidroviário. Já o terminal que opera na hidrovia do rio Madeira possui sistema integrado com a hidrovia.

O quadro 7 apresenta o detalhamento dos sistemas de informação e as formas de integração com os clientes praticadas pelos terminais intermodais da cadeia logística de grãos nacional.

Terminal	Sistema de Informação	Formas de interação com o cliente
1	Conectado à matriz, ao cliente e ao modal rodoviário	Visita aos clientes
2	Conectado à matriz, ao cliente, ao modal rodoviário e hidroviário	Visita aos clientes
3	Conectado à matriz e ao modal ferroviário	Contato telefônico, visita aos clientes, <i>folders</i> , <i>e-mail</i> e <i>site</i> da empresa
4	Conectado à matriz e ao modal ferroviário	Contato telefônico, visita aos clientes, <i>folders</i> , <i>e-mail</i> , <i>site</i> da empresa e revista especializada
5	Conectado à matriz	Contato telefônico, <i>folders</i> , <i>e-mail</i> e <i>site</i> da empresa
6	Conectado à matriz e ao cliente	Contato telefônico, visita aos clientes, <i>folders</i> , <i>e-mail</i> , <i>site</i> da empresa e revista especializada
7	Conectado à matriz e ao modal hidroviário	Contato telefônico e visita aos clientes
8	Conectado à matriz	Contato telefônico, <i>e-mail</i> e <i>site</i> da empresa
9	Conectado à matriz	Contato telefônico, visita aos clientes, <i>folders</i> e <i>site</i> da empresa
10	Conectado à matriz, ao modal rodoviário, ferroviário e hidroviário	Contato telefônico, visita aos clientes, <i>e-mail</i> , <i>site</i> da empresa e revista especializada
11	Conectado à matriz, ao modal rodoviário e ferroviário	Contato telefônico, visita aos clientes, <i>e-mail</i> e <i>site</i> da empresa
12	Conectado à matriz	*
13	Conectado à matriz e ao ferroviário	Contato telefônico, visita aos clientes e <i>e-mail</i>
14	Conectado à matriz, ao cliente, ao modal rodoviário e ferroviário	Contato telefônico, <i>e-mail</i> e <i>site</i> da empresa
15	Conectado à matriz, ao cliente, ao modal rodoviário e ferroviário	Contato telefônico, visita aos clientes, <i>e-mail</i> e <i>site</i> da empresa
16	*	Contato telefônico e <i>e-mail</i>
17	Conectado à matriz	Contato telefônico e <i>e-mail</i>
18	*	Contato telefônico, visita aos clientes, <i>folders</i> , <i>e-mail</i> e <i>site</i> da empresa
19	Conectado à matriz e ao modal ferroviário	Contato telefônico, visita aos clientes, <i>e-mail</i> e <i>site</i> da empresa
20	Conectado à matriz	Contato telefônico, visita aos clientes e <i>e-mail</i>
21	Conectado à matriz	<i>Folders</i> e <i>site</i> da empresa
22	*	<i>Folders</i> e <i>site</i> da empresa
23	Conectado à matriz	Contato telefônico, visita aos clientes, <i>folders</i> , <i>e-mail</i> e <i>site</i> da empresa
24	Conectado à matriz e ao modal rodoviário	Contato telefônico, visita aos clientes, <i>folders</i> e <i>site</i> da empresa
25	Conectado à matriz, ao modal rodoviário e ferroviário	Contato telefônico, visita aos clientes, <i>e-mail</i> e <i>site</i> da empresa
26	Conectado à matriz	Contato telefônico, visita aos clientes, <i>e-mail</i> e <i>site</i> da empresa
27	Conectado à matriz	Contato telefônico, visita aos clientes e <i>site</i> da empresa
28	Conectado à matriz	Contato telefônico e <i>site</i> da empresa
29	Conectado à matriz, ao cliente e ao modal rodoviário	Visita aos clientes
30	Conectado à matriz e ao cliente	*
31	Conectado à matriz	Contato telefônico, <i>folders</i> e <i>e-mail</i>

32	Conectado à matriz	Contato telefônico, <i>folders</i> , <i>site</i> da empresa e revista especializada
----	--------------------	---

* - Não possui ou não foi informado

Quadro 7: Sistemas de informação e formas de integração com o cliente

Fonte: Elaborado pelo autor a partir dos dados da pesquisa.

Nota-se que a principal forma de integração com os clientes adotada pelos terminais é o contato telefônico (75% dos terminais), que pode ser explicado pelo rápido acesso e baixo custo. A segunda modalidade mais adotada são *sites* da empresas (65%), seguida por visitas aos clientes (62%). 59% dos terminais utilizam *e-mail* como forma de comunicação com seus clientes e 37% utilizam *folders*. A opção menos utilizada são revistas especializadas pelo setor, apenas 12% dos terminais optam por este meio de comunicação.

4.4 AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO OPERACIONAL DOS TERMINAIS INTERMODAIS

Esta seção apresenta os resultados da eficiência operacional relativa dos 32 terminais intermodais amostrados. Cabe ressaltar que foram considerados no estudo diversos tipos de terminais, incluindo os portuários que movimentam grãos (soja, milho ou trigo).

O modelo utilizado para medir o desempenho proposto por Stern L., El-Aansary (1982) e Goldman (1992) adaptado por Sogabe (2009) permite avaliar os terminais intermodais em três dimensões: eficácia, equidade e eficiência. Sendo assim, o modelo voltado à avaliação do desempenho por meio da eficiência produtiva se encaixa perfeitamente com a técnica matemática DEA.

O modelo foi constituído por três *inputs*/insumos (capacidade de recepção, capacidade de expedição e número de funcionários) e um único *output*/produto (movimentação anual). Os resultados foram obtidos através do modelo básico de DEA, com retornos variáveis de escala (BCC ou VRS) e orientação a maximização do produto (movimentação anual) dos 32 terminais intermodais da cadeia logística de grãos nacional. É importante salientar que a orientação BCC possibilita trabalhar com amostras heterogêneas como no presente caso.

Os escores de eficiência gerados por este modelo encontram-se na tabela 7.

Tabela 7: Escores de eficiência dos terminais intermodais pelo modelo BCC orientado ao produto

Terminal	Capacidade de Recepção (t/h)	Capacidade de Expedição (t/h)	Número de Funcionários (un.)	Movimentação Anual (t)	Eficiência
1	90	500	14	240.000	83,5%
2	60	250	14	64.800	100,0%
3	600	700	23	1.470.000	59,7%
4	1.000	1.140	190	7.560.000	100,0%
5	240	150	10	34.200	9,4%
6	300	450	40	466.955	21,8%
7	300	450	18	150.000	7,3%
8	80	80	10	13.000	100,0%
9	2.500	3.750	180	5.000.000	72,4%
10	250	900	14	145.000	10,7%
11	200	400	15	50.000	4,3%
12	300	3.000	100	3.700.000	100,0%
13	300	120	36	900.000	100,0%
14	850	2.500	330	1.742.000	25,8%
15	1.000	500	55	400.000	10,2%
16	500	700	18	300.000	11,1%
17	240	750	30	120.000	6,5%
18	160	300	34	350.000	38,6%
19	750	3.500	238	2.500.000	40,4%
20	1.000	2.000	110	1.200.000	20,6%
21	200	200	7	244.000	100,0%
22	1.000	90	25	93.000	39,6%
23	240	240	16	1.500.000	100,0%
24	90	90	17	34.013	33,0%
25	375	380	80	924.000	34,3%
26	600	600	27	4.672.528	100,0%
27	500	500	43	466.955	12,3%
28	350	350	128	80.000	3,2%
29	200	200	28	500.000	44,3%
30	600	1.000	180	2.500.000	51,6%
31	240	240	24	40.000	2,6%
32	90	180	29	60.000	27,4%

Fonte: Elaborado pelo autor a partir dos dados da pesquisa.

O modelo apresentou 8 terminais eficientes, ou seja 25% do total da amostra, sendo eles: terminal 2, 4, 8, 12, 13, 21, 23 e 26. Dos terminais eficientes, 5 são terminais privados e 3 terminais públicos. Portanto, apenas os 8 terminais citados anteriormente conseguiram maximizar a estrutura física e humana disponíveis, atingindo eficiência 100%. Dos terminais considerados ineficientes, apenas 4 apresentaram índice de eficiência acima da média.

Tabela 8: Dispersão dos índices de eficiência

Média	45,9%
Mediana	36,5%
1º Quartil	10,8%
3º Quartil	95,8%

Fonte: Elaborado pelo autor a partir dos dados da pesquisa.

Nota-se que há grande variação de nível de eficiência entre os terminais analisados. Percebe-se também que metade dos terminais apresenta índice de eficiência até 36,5%, que é o valor da mediana. 8 terminais (terminais 5, 7, 10, 11, 15, 17, 28 e 31) apresentaram eficiência até 10,8%, índice que deve ser visto como preocupante por parte desses terminais.

Através dos dados gerados, também pode se inferir que, na média, o setor teria capacidade de aumentar seu desempenho em 54,1% sem que se façam investimentos na estrutura física e humana dos terminais.

Fazendo uma comparação entre os valores médios das variáveis consideradas no modelo, constatou-se que houve diferenças significativas entre os valores dos terminais eficientes e ineficientes, conforme mostra a tabela 9.

Tabela 9: Comparação entre os valores médios das variáveis do modelo

	Capacidade de recepção (t/h)	Capacidade de expedição (t/h)	Número de funcionários (un.)	Movimentação anual (t)
Terminais eficientes	347,50	703,75	52,75	2.331.791
Terminais ineficientes	517,71	857,50	66,63	786.122

Fonte: Elaborado pelo autor a partir dos dados da pesquisa.

Analisando a tabela 9, percebe-se que a média das variáveis *inputs* dos terminais eficientes são inferiores aos dos terminais ineficientes. Já a média da variável *output* dos terminais eficientes apresentou valor quase três vezes superior aos terminais ineficientes. Portanto, fica evidente que os terminais eficientes conseguem transbordar um volume elevado de grãos com uma estrutura física, na média, inferior a dos terminais ineficientes.

4.4.1 Considerações sobre os terminais eficientes

- **Terminal 2:** privado, é servido pelos modais rodoviário e hidroviário e está localizado na cidade de Cáceres/MT. Embora o terminal tenha apresentado a segunda menor movimentação

dentre os terminais eficientes, o fato de o terminal possuir estrutura física pequena e poucos funcionários levaram o terminal a ser considerado eficiente. Cabe ressaltar que o último ano de transbordo de grãos agrícolas nesse terminal foi 2008, no entanto, caso o terminal volte a operar esse tipo de produto, ele saberá qual a quantidade necessária para ser considerado 100% eficiente.

- **Terminal 4:** privado, rodo-ferroviário, localizado na cidade de Alto Araguaia/MT. A estrutura física de grande porte e a grande quantidade de funcionários. O alto desempenho alcançado pelo terminal pode ser explicado pela proximidade com a maior região produtora do país (Norte do MT) e por ser de propriedade da mesma empresa que possui concessão da ferrovia. De acordo com o gerente entrevistado, o terminal tem operado em nível máximo, tanto que possui meta diária de vagões a serem despachados.
- **Terminal 8:** público, rodo-ferroviário, localizado na cidade de Campo Grande/MS. Terminal com a menor estrutura física e movimentação anual da amostra. O gerente informou que o principal negócio do terminal é a armazenagem, servindo como estoques públicos do governo.
- **Terminal 12:** público, servido pelos modais rodoviário, ferroviário e hidroviário, está localizado na cidade de São Francisco do Sul/SC. A capacidade de recepção inferior a média do setor aliada com a segunda maior movimentação da região puxa o terminal para a fronteira de eficiência. É o único terminal portuário da região do país considerado 100% eficiente.
- **Terminal 13:** privado, servido pelos modais ferroviário e rodoviário, o terminal está localizado na cidade de Paranaguá/PR. Embora não tenha conexão direta com o porto marítimo da cidade, o terminal serve como ponto de desafogamento da linha ferroviária, segundo o gerente do terminal. O terminal é de posse da mesma empresa do terminal 4, demonstrando boa gestão de planejamento da dimensão de seus terminais.
- **Terminal 21:** público, rodo-ferroviário, está localizado na cidade de Uberlândia/MG. O terminal alcançou a máxima eficiência relativa, pois movimentou quantidade considerável de grãos nos últimos 12 meses com uma capacidade física e humana abaixo da média do setor. O gerente desse terminal afirmou, assim o terminal 8, que embora o terminal realize o serviço de transbordo, o principal seu negócio é a armazenagem.

- **Terminal 23:** privado, rodo-ferroviário, também localizado na cidade de Uberlândia/MG. Com uma estrutura física e humana abaixo da média nacional, e uma movimentação acima da média do setor, levaram o terminal alcançar eficiência de 100%.
- **Terminal 26:** privado, portuário, localizado na cidade de Vitória/ES. O terminal é servido pelos modais rodoviário, ferroviário e hidroviário. Com capacidade de recepção pouco acima da média e capacidade de expedição e número de funcionários abaixo da média do setor, o terminal apresentou a terceira maior movimentação entre toda a amostra, levando o terminal à máxima eficiência relativa.

4.4.2 Alvos ou metas de movimentação

O modelo adotado pressupõe manter os *inputs* inalterados, maximizando o *output*. No caso do presente estudo, buscou-se maximizar a movimentação anual de transbordo (*output*), mantendo a mesma capacidade de recepção, capacidade de expedição e número de funcionários. A tabela 10 apresenta os valores das variáveis e suas respectivas metas de movimentação.

Tabela 10: Alvos ou metas dos terminais intermodais

Terminal	Eficiência (%)	Capacidade de Recepção (t/h)	Capacidade de Expedição (t/h)	Número de Funcionários (un.)	Movimentação Anual (t)	Meta/Alvo
1	83,5	90	500	14	240.000	287.321
2	100,0	60	250	14	64.800	64.800
3	59,7	600	700	23	1.470.000	2.458.264
4	100,0	1.000	1.140	190	7.560.000	7.560.000
5	9,4	240	150	10	34.200	361.164
6	21,8	300	450	40	466.955	2.139.870
7	7,3	300	450	18	150.000	2.035.948
8	100,0	80	80	10	13.000	13.000
9	72,4	2.500	3.750	180	5.000.000	6.904.465
10	10,7	250	900	14	145.000	1.346.345
11	4,3	200	400	15	50.000	1.153.268
12	100,0	300	3.000	100	3.700.000	3.700.000
13	100,0	300	120	36	900.000	900.000
14	25,8	850	2.500	330	1.742.000	6.732.857
15	10,2	1.000	500	55	400.000	3.886.584
16	11,1	500	700	18	300.000	2.679.690
17	6,5	240	750	30	120.000	1.831.552
18	38,6	160	300	34	350.000	906.304
19	40,4	750	3.500	238	2.500.000	6.181.428
20	20,6	1.000	2.000	110	1.200.000	5.811.908

21	100,0	200	200	7	244.000	244.000
22	39,6	1.000	90	25	93.000	234.750
23	100,0	240	240	16	1.500.000	1.500.000
24	33,0	90	90	17	34.013	105.937
25	34,3	375	380	80	924.000	2.693.673
26	100,0	600	600	27	4.672.528	4.672.528
27	12,3	500	500	43	466.955	3.791.270
28	3,2	350	350	128	80.000	2.469.383
29	44,3	200	200	28	500.000	1.128.250
30	51,6	600	1.000	180	2.500.000	4.842.663
31	2,6	240	240	24	40.000	1.500.000
32	27,4	90	180	29	60.000	218.520

Fonte: Elaborado pelo autor a partir dos dados da pesquisa.

Os terminais considerados eficientes apresentam como meta a sua própria movimentação, enquanto os terminais ineficientes apresentam necessidade de aumentar sua capacidade de transbordo até que se alcance o nível de 100% de eficiência.

A diferença entre o que foi movimentado nos últimos 12 meses e a meta gerada pelo modelo matemático variou de 47.321t, terminal 1, a 4.990.857t, terminal 14. A figura 36 apresenta as possibilidades de metas geradas pelo modelo.

No entanto, é necessário deixar claro que podem existir situações em que dificilmente o alvo proposto será alcançado, visto que variáveis externas ao terminal, como a sua localização, por exemplo, podem influenciar diretamente na capacidade na movimentação do terminal. Quanto maior a estrutura física e humana disponibilizada nos terminais, maior a movimentação esperada.

Por outro lado, se considerarmos que com a mesma estrutura também é possível movimentar outros tipos de graneis sólidos (não considerados nesse estudo), as diferenças entre eficiência dos terminais ineficientes para os eficientes pode ser minimizada.

A redução dos insumos não se aplica a estas variáveis, uma vez que as variáveis capacidade de recepção e capacidade de expedição são fixas, portanto trabalhou-se, essencialmente, com a elevação do produto.

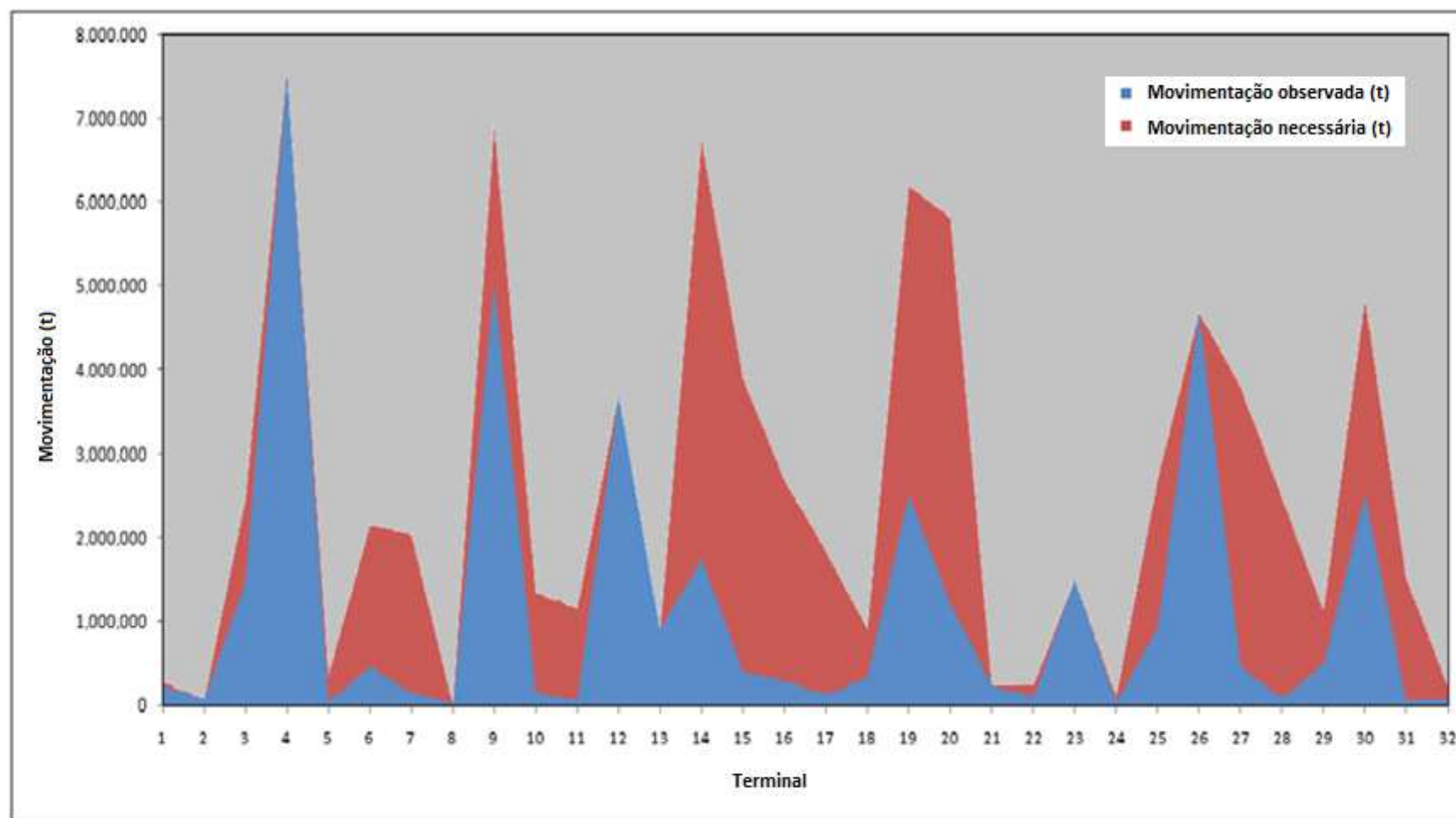


Figura 36: Metas de movimentação

Fonte: Elaborado pelo autor a partir dos dados da pesquisa.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Inicialmente, cabe relatar que informações qualitativas e quantitativas de alguns segmentos do agronegócio brasileiro ainda são de difícil acesso, sendo o setor intermodal um deles. Para tanto, a análise qualitativa descritiva desse estudo permitiu apresentar o panorama atual dos terminais intermodais da cadeia logística de grãos nacional, dando ênfase aos recursos físicos, operacionais e humanos. Outra contribuição importante, proporcionada a partir da análise descritiva, foi o mapeamento da localização de boa parte dos terminais intermodais da cadeia logística de grãos brasileira, uma vez que poucos estudos abordaram o assunto anteriormente, como Sogabe (2010) e Teixeira (2010).

Perante análise dos dados, ficou evidente que há grande heterogeneidade quanto às dimensões/portes das cinco estruturas distintas de terminais presentes na cadeia logística agrícola nacional. A apresentação dos corredores logísticos agrícolas possibilitou afirmar que o Brasil apresenta grande potencial para o transporte intermodal, o qual pode ser ampliado conforme sejam feitos investimentos na construção de ferrovias, assim como na adequação em hidrovias, tornando-as navegáveis. O fato é percebido em duas novas importantes fronteiras agrícolas do país (Norte de MT e Extremo Oeste da BA), as quais não apresentam modais de transportes alternativos ao rodoviário para o escoamento dos grãos produzidos em suas respectivas regiões.

Por outro lado, entende-se que o modelo proposto por Stern L., El-Ansary (1982) e Goldman (1992) adaptado por Sogabe (2010), complementado com a técnica matemática Análise Envoltória de Dados (DEA), mostrou-se apropriado para avaliar o desempenho dos terminais intermodais. A técnica possibilitou a mensuração dos escores de eficiência dos terminais, classificando-os em eficientes e ineficientes, além de contribuir com a determinação de metas/alvos para alcance da fronteira de eficiência.

Com o modelo BCC orientado ao produto da DEA foi possível identificar 8 terminais 100% eficientes, sendo 5 privados e 3 públicos, dos 32 que compuseram a amostra. Essa informação sugere que 75% dos terminais amostrados no estudo possuem estrutura física e humana capazes de ampliar sua capacidade de transbordo. Coincidentemente, os terminais 100% eficientes encontram-se localizados nas regiões Centro-Oeste, Sudeste e Sul, locais onde a agricultura é mais desenvolvida e a malha ferroviária são mais desenvolvidas.

O desempenho médio operacional encontrado no setor foi de 45,9%. Isso significa que, considerando os *inputs* disponíveis (capacidade de recepção, capacidade de expedição e número de funcionários), o setor de terminais intermodais de grãos agrícolas possui uma subprodutividade média de 54,1%. Ou seja, no mesmo período (12 meses), os terminais intermodais teriam a capacidade de aumentar sua eficiência técnica operacional, em média, 54,1% sem qualquer investimento em estrutura física e de pessoal. Essa folga no nível de eficiência existente se deve à baixa movimentação de transbordo na maioria dos terminais analisados. Fato que é comprovado com o alto índice de ociosidade existente no setor, principalmente no período de entressafra.

Dos 32 terminais amostrados, 20 terminais apresentaram eficiência operacional abaixo da média do setor, que já pode ser considerada baixa. 16 terminais apresentaram desempenho igual ou inferior a 36,5% (mediana), sendo que 8 apresentaram nível de eficiência inferior a 10,8% (1º quartil). Esses terminais merecem atenção especial de seus gerentes. Os baixos índices de eficiência, assim como as baixas movimentações em alguns terminais, podem estar sendo afetados pela concorrência direta com o transporte rodoviário que, segundo Kussano (2010), pode ser vantajoso em algumas situações.

As metas geradas pelo modelo indicam a quantidade de grãos necessária para o terminal ser considerado eficiente, mantendo os insumos inalterados. Dos terminais ineficientes, o terminal 1 necessita aumentar o volume transbordado em apenas 19,7% (menor variação proporcional), já o terminal 31, com nível de eficiência relativa operacional 2,6%, deve aumentar sua movimentação em 3.650% para se tornar eficiente. Problemas de contexto externo às decisões dos terminais podem afetar sua produtividade, portanto as metas geradas, em alguns casos, não serão alcançadas. No entanto, já servem de alerta para seus dirigentes como ferramenta para tomada de decisão.

Considerando o modelo de concessão das ferrovias e o baixo investimento direcionado ao modal hidroviário no país nos últimos anos, fica evidente que não há previsão de grandes mudanças do cenário atual no curto e médio prazo. Portanto, acredita-se que o baixo nível de eficiência seja realidade para os demais terminais intermodais da cadeia logística de grãos brasileira.

O presente trabalho limitou-se em avaliar o desempenho dos terminais intermodais por meio da eficiência técnica operacional com as variáveis que foram disponibilizadas pelos agentes entrevistados. O *output* considerado no modelo restringiu-se apenas às movimentações de soja, milho e trigo, não incorporando outros produtos. Dificuldade na obtenção de dados junto aos agentes entrevistados reduziu a margem de escolha das variáveis inseridas no modelo. Certamente, a inserção de variáveis financeiras ao modelo poderia complementar e espelhar com mais lealdade a real eficiência operacional dos terminais analisados. No entanto, estas informações não foram disponibilizadas durante a coleta de dados.

Para estudos futuros, sugere-se a continuidade dessa pesquisa, ajustando o modelo DEA com restrições de pesos das variáveis consideradas no modelo utilizado. Outra sugestão pertinente é que se considere como *output* todos os produtos transbordados pelos terminais, tais como outros produtos agrícolas e minérios. Inserção de variáveis financeiras no modelo sugerido no presente trabalho, tais como gastos com funcionários, energia (*inputs*), assim como o faturamento anual (*output*), poderia aprofundar a discussão das variáveis que impactam no desempenho técnico operacional de terminais intermodais.

O estudo demonstrou que há capacidade ociosa no setor estudado e, portanto, cabe aos gestores das empresas, por meio de estudos e pesquisas, dimensionar da forma mais precisa o tamanho das estruturas e equipamentos instalados, maximizando a utilização dos ativos do terminal. Torna-se imprescindível um estudo conciso de localização de onde o terminal deve ser instalado, uma vez que esta variável impactará diretamente na quantidade de grãos que pode ser movimentada pelo terminal durante o período de safra e entressafra da região, evitando ou diminuindo o nível de ociosidade da empresa. A instalação de equipamentos modernos e mais eficientes tende a possibilitar um serviço de transbordo mais rápido, sem perdas e quebras de grãos, e consequentemente mais eficiente.

Por outro lado, cabe também ao Governo e autoridades pertinentes aumentar a quantidade de investimentos no setor de transporte nacional, ampliando e melhorando condições das estradas, ferrovias e hidrovias. Este conjunto de medidas públicas e privadas tende a aumentar o desempenho de terminais intermodais e, por conseguinte, aumentar a competitividade do agronegócio nacional como um todo.

REFERÊNCIAS

ACOSTA, C. M. M; SILVA, A. M. V. A. da; LIMA, M. L. P. Aplicação de análise envoltória de dados (DEA) para medir eficiência em portos brasileiros, *Revista de Literatura dos Transportes*, V. 5, N. 4, 2011.

AHIPAR - Administração da Hidrovia do Paraguai. Disponível em: <<http://www.ahipar.gov.br/?s=hidrovia>>. Acesso: 16 dez. 2012.

AHRANA - Administração da Hidrovia do Paraná. Disponível em <<http://www.ahrana.gov.br/>>. Acesso em: 15 dez. 2011.

ALMEIDA, M. R.; MARIANO, E. B.; REBELATTO, D. A. N. Análise de eficiência de aeroportos internacionais brasileiros. *Revista Produção Online*, v. 7, p. 9-26, 2008.

ALVES, A. G. M. P. Armazenagem de Grãos no Paraná: Diagnóstico da Situação Atual. Curitiba: BRDE, abr. 2005. 37 p. Disponível em: <http://www.brde.com.br/estudos_e_pub/Armazenagem%20de%20Gr%C3%A3os%20no%20Paran%C3%A1.pdf>. Acesso em: 20 out. 2010.

AMARAL, D. D.; SILVA JÚNIOR, M. A. de; Armazenagem Agrícola no Brasil. Brasília: Companhia Nacional de Abastecimento - CONAB, 2005. 48 p. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/conabweb/download/nupin/armazenagem_agricola.pdf>. Acesso em: 23 out. 2010.

ANGULO-MEZA, L; BIONDI NETO, L; MELLO, J. C. C. B S; GOMES, E. G, 2005. ISYDS – Integrated System for Decision Support (SIAD – Sistema Integrado de Apoio à Decisão): A *Software Package for Data Envelopment Analysis Model*. *Pesquisa Operacional*, v.25, n.3, p.493-503, 2005.

ANTAQ - AGÊNCIA NACIONAL DE TRANSPORTES AQUAVIÁRIOS. Relatório das Hidrovias Brasileiras: um novo tempo para as hidrovias, Brasília, 2008. Disponível em mídia CD-ROM. Acesso em 24 mar 2011.

ANTT - AGÊNCIA NACIONAL DE TRANSPORTES TERRESTRES. Transporte Multimodal de Cargas, 2012. Disponível em: < http://www.antt.gov.br/carga/multimodal/TransporteMultimodal_otm.asp>. Acesso em: 20 jan. 2012.

ARAÚJO, C. E. F. Análise de eficiência nos custos operacionais de rotas do transporte escolar rural. Dissertação de Mestrado, Publicação T.DM - 002A/2008, Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, Brasília, 2008. 135p.

BALLOU, R. H. Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos / Logística Empresarial. 5ª ed. Porto Alegre: Bookman. 616p. 2006.

_____. Logística empresarial: transporte, administração de materiais e distribuição física. São Paulo: Atlas, 2010.

BARAT, J. Corredores de transportes e desenvolvimento regional. Pesquisa e planejamento econômico, 2(2), p. 301-338, dez. 1972

BELLONI, J. A. Uma metodologia de avaliação da eficiência produtiva de universidades federais brasileiras. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 246p. 2000.

BENITES, A. T. Medida de Produtividade para o Varejo Alimentar Brasileiro. Campo Grande: Departamento de Economia e Administração, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, 2005, 125 p. Dissertação (Mestrado) .

BERTAGLIA, P. R. Logística e Gerenciamento da cadeia de abastecimento. São Paulo: Saraiva, 2005.

_____. Logística e gerenciamento da cadeia de abastecimento. 1 ed. São Paulo: Saraiva, 2006.

BOSKE, L. B.; CUTTINO, J. Measuring the Economic and Transportation Impacts of Maritime-related Trade, Maritime Economics & Logistics, no. 5, , p. 133-157, 2003.

BOWERSOX, D. J.; CLOSS, D. J.; COOPER, M. B. Gestão da Cadeia de Suprimentos e Logística. Rio de Janeiro: Elsevier, 2007.

CAIXETA FILHO, J.V. et. al; Competitividade no Agribusiness: a Questão do Transporte no Contexto Logístico, Relatório Técnico, Piracicaba, 1998, Disponível em: <http://www.fundacaofia.com.br/pensa/pdf/relatorios/ipea/vol_vi_logisticapartea.pdf>, acesso em 15 ago. 2010.

CALABREZI, S. R. S.. Mutimodalidade para o transporte de cargas: identificação de problemas em terminais visando à integração dos modais aéreo e rodoviário. Campinas: UEC, 2005.

CALDEIRINHA, V. R.; FELICIO, J. A. CEGE - Centre for Management Studies, ISEG. School of Economics and Management. March 27th, 2011.

CARRE, D. Les performances: concepts, formes et niveaux d’appréhension. in__ ARENA, R. et alli. “Traité d’économie industrielle.”, Chapitre Six. Economica, 2ème éd., Paris, 1991.

CARVALHO, M. P. Curso de Estradas. Rio de Janeiro: Editora Científica. 510p. 1973.

CARVALHO, V. D. Cafeicultura empresarial: produtividade e qualidade. Lavras: UFLA/FAEPE, 1998.

CEPEA - Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada. Indicadores de Preços – PIB do Agronegócio – Dados de 1994 a 2010. Disponível em: <<http://cepea.esalq.usp.br/>>. Acesso em 01 maio 2011.

CERVO, A. L.; BERVIAN, P. A.; SILVA, R. Metodologia científica. 6. ed São Paulo: Prentice Hall, 2007.

CHARNES, A.; COOPER, W.W.; RHODES, E. Measuring the Efficiency of Decision Making Units. European Journal Of Operational Research, 2, 429-444, 1978.

CHRISTOPHER, M. Logística e Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos: criando redes que agregam valor. 2ª ed. São Paulo: Cengage Learning, 2008.

CNT – Confederação Nacional do Transporte. Pesquisa CNT de Rodovias 2010: relatório gerencial – Brasília: CNT: SEST: SENAT, 2010. Disponível em: <<http://sistemacnt.org.br/pesquisacntrodovias/2010/arquivos/pdf/Gerencial.pdf>>. Acesso em: 02 maio 2011.

CNT – Confederação Nacional do Transporte. Plano CNT de Transporte e Logística 2011. Disponível em < <http://www.cnt.org.br/Imagens%20CNT/PDFs%20CNT/Plano%20CNT%20de%20Log%C3%ADstica/PlanoCNTdeLog2011.pdf>>. Acesso em 03 maio 2011.

COELLI, T.; RAO, D. S. P.; BATTESE, G. E. (1997). An introduction to efficiency and productivity analysis. London: Kluwer Academic Publishers. 275p.

COLLIS, J.; HUSSEY, R. Pesquisa em Administração: Um guia prático para alunos de graduação e pós-graduação. 2ª Ed. Porto Alegre: Bookmann, 2005.

CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. Acompanhamento de safra brasileira: grãos, oitavo levantamento, maio 2011 – Brasília: Conab, 2011. Disponível em: <www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/11_05_10_16_55_59_boletim_maio..pdf>. Acesso em 04 de maio 2011.

COOK, W. D.; ZHU, J. Data Envelopment Analysis: modeling operational processes and measuring productivity. Binding: Paperback, 262p, 2008.

COOPER, W. W.; SEIFORD, L. M.; TONE, K. Data envelopment analysis: a comprehensive text with models, applications, references and DEA-solver *software*. New York: Springer, 2007.

CORDEIRO, D. Ciência, pesquisa e trabalho científico: uma abordagem metodológica. 2ª ed. rev. aument. – Goiânia: Ed. UCG, 1999.

CORRÊA, H. L. e CORRÊA. C.A. Administração de produções e operações: manufatura e serviços: uma abordagem estratégica. 2ª Ed. São Paulo: Atlas, 2007.

CRESWELL, J.W. Projeto de Pesquisa: Método qualitativo, quantitativo e misto. 2ª Ed. Porto Alegre: Arimed, 2007.

DALMÁS, P. S. R. S. A Logística de Transporte Agrícola Multimodal da Região Oeste Paranaense. Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Regional e Agronegócio da Universidade Estadual do Oeste do Paraná. Toledo, 2008.

DAVIS, J. H.; GOLDBERG, R. A. A concept of agribusiness. Boston: Division of Research. Graduate School of Business, Administration. Harvard University, 1957.

DEMARIA, M. O Operador de Transporte Multimodal como Fator de Otimização da Logística. Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2004.

DIAS, C. G; LABEGALINI, L; MARTINS, R. S; GOMES; A. P. Análise da eficiência da logística aeroportuária no Brasil. Revista de Economia e Administração, v.9, n.3, 271-293p, jul./set. 2010.

EL-ANSARY, A.I.; Marketing strategy: taxonomy and frameworks. *European Business Review*. Vol. 18 No. 4, 2006. p. 266-293.

EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. 2012. Disponível em: <<http://www.cnpso.embrapa.br/>>. Acesso em 10 jan. 2012.

FERREIRA, C. M. C.; GOMES, A. P., Introdução à Análise Envoltória de Dados: Teoria, Modelos e Aplicações. Viçosa, MG: Editora UFV, 2009.

FLEURY, P. F. Os gargalos da infraestrutura logística no Brasil. In: *Economia Brasileira na Encruzilhada* 1ª ed. Rio de Janeiro : Editora FGV, 2006. 292p.

FLEURY, P.F.; WANKE, P.; FIGUEIREDO, K. F.; Org. Logística Empresarial: A perspectiva brasileira. Coleção Coppead de Administração. Centro de Estudos em Logística – CEL. São Paulo. 1ª Ed. 9ª reimpr. Atlas, 2007.

GALLO, D., NAKANO, O.; SILVEIRA NETO, R.P.L.; CARVALHO, G.C.; BAPTISTA, BERTI FILHO, E.; PARRA, J.R.P.; ZUCCHI, R.A.; ALVES, S.B.; VENDRAMIN, J.D.; MARCHINI, L.C.; LOPES, J.R.S.; OMOTO, C. Entomologia agrícola. Piracicaba, FEALQ, 2002.

GARVIN, D. A. Gerenciando a qualidade: a visão estratégica e competitiva. Rio de Janeiro: Qualitymark, 1992.

GEIPOT. Empresa Brasileira de Planejamento de Transportes. Corredores de transporte: proposta de ações para adequação da infraestrutura e para racionalização de transporte de grãos agrícolas. Brasília: Ministério dos Transportes/GEIPOT, 1997.

GOLDMAN, A. Evaluating the performance of the japanese distribution system. *Journal of Retailing*, vol 68, nº1, spring 1992, pp. 11-39.

GRANEMANN, S. R.; RODRIGUEZ, C. M. T. (2004) Monitoramento do desempenho logístico em cadeia de suprimentos de hortaliças: um estudo de caso. In: FIGUEREDO, A.; PRESCOTT, E.; MELO, M. F. de. Integração entre a produção familiar e o mercado varejista: uma proposta. Brasília: Universa.

HAIR JR, J. F.; BABIN, B.; MONEY, A. H.; SAMOUEL, P. Fundamentos de métodos de pesquisa em administração. Porto Alegre: Bookman, 2005.

HERMASA – GRUPO ANDRÉ MAGGI. Disponível em: <http://www.grupoandremaggi.com.br/?page_id=1964>. Acesso em: 12 jan. 2012.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Banco de Dados Agregados. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/>>. Acesso em 15 jan. 2012.

KASSAI, S. Utilização da Análise por Envoltória de Dados (DEA) na Análise de Demonstrações Contábeis. Tese de Doutorado. Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade. São Paulo: Universidade de São Paulo, 2002.

KUSSANO, M. R. Proposta de modelo de estrutura do custo logístico do escoamento da soja brasileira para o mercado externo: o caso do Mato Grosso. São Carlos : UFSCar, 2010. 93 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de São Carlos, 2010.

KÖCHE, J. C. Fundamentos de metodologia científica: teoria da ciência e iniciação à pesquisa. 25ª ed. – Petrópolis, RJ : Vozes, 2008.

LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. A. Fundamentos de metodologia científica. São Paulo: Atlas, 270 p. 1991.

LAZZARINI, S.G. Estudos de caso para fins de pesquisa: aplicabilidade e limitações do método. In: FARINA, E.M.M.Q. (Coord.) Estudos de Casos em Agribusiness: focalizando as seguintes empresas, Moinho Pacífico, Illycafé, Cocamar, Sadia, Iochpe-Maxion, Norpac. São Paulo, Pioneira, p. 10-23, 1997.

LIMA, M. P. Custos logísticos na economia brasileira. Centro de Estudos Logísticos do COPPEAD. Rio de Janeiro: UERJ, 2006.

LIU, B.L.; LIU, W.L; CHENG, C.P. Efficiency Analysis of Container Terminals in China: an Application of DEA Approach. Institute of Transportation Economics. Nankai University, Tianjin, China, 2005.

MALHOTRA, N. K. Pesquisa de marketing: uma orientação aplicada. 3ª Ed. Porto Alegre: Bookman, 2001.

MAPA.Ministério da Agricultura, pecuária e Abastecimento. 2011. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br>> Acesso em: 01 de maio 2011.

MARCONI, M. A.; LAKATOS, E. M. Técnicas de Pesquisa: planejamento e execução de pesquisas, amostragens e técnicas de pesquisa, elaboração, análise e interpretação de dados. 7ª Ed. São Paulo: Atlas, 2008. 277 pags.

MARTINS, R. S.; LEMOS, M. B. Corredor centro-leste: sistemas de transporte de Minas Gerais na perspectivas dos eixos de desenvolvimento e integração. Belo Horizonte: UFMG/Cedeplar, 2006.

MARTINS. P. G.; LAUGENI. F.P. Administração da Produção. 2ª Ed. São Paulo: Saraiva, 2005.

MELLO, J.C.C.B.S.; ANGULO-MEZA, L.; GOMES, E.G.; NETO, L.B. Curso de Análise de Envoltória de Dados. XXXVII Simpósio Brasileiro de Pesquisa Operacional, 2005.

MIRANDA, A. C. O desafio da construção de referências de qualidade para os sistemas de ensino: uma avaliação com o uso de análise envoltória de dados - DEA. 2008. 290p. Tese (Doutorado em Educação), Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), Campinas, SP, 2008.

MOREIRA, D. A.; Administração da Produção e Operações. São Paulo: Pioneira, 1993.619p., 1993.

NANCI, L.C.; AZEVEDO, S.M.; SOARES DE MELLO, J.C.C.B. Estudo da Eficiência de Empresas Distribuidoras de Jornais Usando Análise Envoltória de Dados. Produto & Produção, 7(3), 27-35, 2004.

NAZÁRIO, P. Intermodalidade: Importância para a logística e estágio atual no Brasil. In: FLEURY, P. F.; WANKE, P.; FIGUEIREDO, K. F. Logística empresarial: a perspectiva brasileira. São Paulo: Atlas, p. 242-252, 2000.

NOVAES, A. G.; Logística e gerenciamento da cadeia de distribuição. Rio de Janeiro: Elsevier, 2007.

OJIMA, A. L. R. O. Análise da movimentação logística e competitividade da soja brasileira: uma aplicação de um modelo de equilíbrio espacial de programação quadrática. Dissertação

(mestrado) - Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Elétrica e de Computação, 2004.

_____. Perfil da logística de transporte de soja no Brasil. Informações Econômicas. Instituto de Economia Agrícola, São Paulo, v. 36, n. 1, p. 17-25, 2006.

OJIMA, A. L. R.O.; ROCHA, M. B. Desempenho logístico e inserção econômica do agronegócio da soja: as transformações no escoamento da safra. In: XLIII CONGRESSO DA SOBER “Instituições, Eficiência, Gestão e Contratos no Sistema Agroindustrial”. Ribeirão Preto, 24 a 27 de Julho de 2005.

OLIVEIRA JUNIOR, P.M ; LEAL, J. E. . Abordagem Integrada para Avaliação da Performance de operações de Distribuição Urbana Usando a Metodologia DEA. In: XX ANPET - Congresso de Ensino e Pesquisa em Transportes, 2006, Brasília. XX ANPET - Congresso de Ensino e Pesquisa em Transportes. Rio de Janeiro : ANPET, 2006. v. 2. p. 1485-1496.

PERELMAN, S.; SEREBRISKY, T, "Measuring the technical efficiency of airports in Latin America," Policy Research Working Paper Series 5339, The World Bank, 2010.

PIMENTEL, J. C. S. Eficiência tributária: um estudo do desempenho das regiões da Receita Federal do Brasil na arrecadação de impostos de renda entre 1995 e 2006. Dissertação de Mestrado em Administração de Organizações. FEARP USP, Ribeirão Preto, 2009.

PNLT – Plano Nacional de Logística e Transporte. Relatório Executivo. Brasília : Ministério dos Transportes/Ministério da Defesa, Abril, 2007.

RAZOLLINI FILHO, E. Logística: evolução na administração – desempenho e flexibilidade. Curitiba: Juruá, 2006.

RIBEIRO, P.C.C.; FERREIRA, K.A.. Logística e Transporte: uma descrição sobre modais de transporte e plano brasileiro. XXII Encontro Nacional de Engenharia de Produção. Curitiba. 2002.

RIOS, R. L. Medindo a eficiência relativa das operações dos terminais de contêineres do Mercosul. Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Administração da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2005.

RIPOLL, F. G. Proposta de uma análise logística no agronegócio como fator competitivo para a distribuição e comercialização da soja em grão no Estado do Mato Grosso. Brasília: Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília, 2009, 164p.

ROLL, Y; HAYUTH, Y. Port Performance Comparison Applying Data Envelopment Analysis (DEA), *Maritime Policy and Management*, 20(2), 153-161, 1993.

SAMPAIO, B.;Melo, A. S. “Determinantes da Eficiencia de Companhias Aereas Brasileiras.” XX Congresso de Pesquisa e Ensino em Transportes - XX ANPET, Brasilia, Brasil. Panorama Nacional da Pesquisa em Transportes 2006. v. I, p. 227-239, 2006

SHERMAN, H; ZHU, D. J. "Benchmarking with Quality-adjusted DEA (Q-DEA) to Seek Lower-Cost High Quality Service: Evidence from a U.S. Bank Application." *Annals of Operations Research*, Autumn V. 145, pp 301 – 319, 2006.

SLACK, N.; CHAMBERS,S.; JOHNSTON, R. - Administração da Produção: Atlas, 2ª edição de 2002.

SOARES DE MELLO, J.C.C.B, GOMES, E.G., ANGULO-MEZA, L., BIONDI NETO, L., SANT’ANNA, A.P., “Fronteiras DEA Difusas”, *Investigação Operacional*, v. 25., n. 1, 2005.

SOGABE, V. P.; Caracterização do desempenho operacional em terminais intermodais de escoamento de grãos: um estudo multicaso no corredor centro-oeste. 2010. 122 f – Dissertação (Mestrado em Administração) - Departamento de Economia e Administração, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campo Grande, 2010.

SOGABE, V. P.; SILVA, J. N.; SPROESSER, R. L.; SERRA, C. S.; MELLO, R. C. Produtividade em terminais logísticos intermodais de escoamento da safra agrícola do Centro-Oeste: um estudo multicaso. XLVII Congresso da SOBER. Porto Alegre, 2009.

SPROESSER, R. L. Um modelo de produtividade para o varejo: O caso do varejo de alimentos. In: *Varejo Competitivo*. Ed. São Paulo,: Atlas, v.3. 1999.

STERN, L.W.; El ANSARY, A.I. "Marketing channels". 2th ed. NJ : Prentice Hall, 1982.

TEIXEIRA, P. E. F. Desempenho de Terminais Hidroviários do Corredor Logístico Centro-Oeste: um estudo de multi-casos. 2010. 132f. Dissertação (Mestrado em Administração) –

Departamento de Economia e Administração, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campo Grande, 2010.

VERGARA, S. C. Projetos e relatórios de pesquisa em administração. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2000.

_____. Projetos e Relatórios de Pesquisa em Administração. 9 ed. São Paulo: Atlas, 2007.

WANKE, P.; FLEURY P. F. Transporte de cargas no Brasil: estudo exploratório das principais variáveis relacionadas aos diferentes modais e às suas estruturas de custos. In: NEGRI, J. A.; KUBOTA, L. C. (Orgs). Estrutura e dinâmica do setor de serviços no Brasil. Cap. 12. Brasília, 2006. p. 409-464. Disponível em: <http://www.ipea.gov.br/sites/000/livros/estruturadinamica/capitulo%2012_transporte.pdf>. Acesso em 02 mar. 2011.

WILLIAMS, K. New developments in performance management. Strategic Finance. April, 2002.

YIN, Robert K. - Case Study Research - Design and Methods. Sage Publications Inc., USA, 1989.

_____. Estudo de caso – planejamento e métodos. (2Ed.). Porto Alegre: Bookman. 2001.

ANEXOS

**ANTES DA ENTREVISTA, CERTIFICAR QUE A OPERAÇÃO É PREDOMINANTEMENTE DE GRÃOS/FERTILIZANTES
(PELO MENOS 80% DOS PRODUTOS ARMAZENADOS E MOVIMENTADOS)**

Nome do Terminal: _____	Cidade _____	Tel. _____
Entrevistado: _____	Função _____	
e-mail _____		
Características das operações intermodais (<i>podem ser marcadas diversas opções</i>)	☐ Rodo-ferroviário ☐ Rodo-aquaviário ☐ Aqua-rodoviário ☐ Rodo-ferro-aqua	☐ Ferro-rodoviário ☐ Ferro-aquaviário ☐ Aqua-ferroviário
Serviços oferecidos no terminal (<i>podem ser marcadas diversas opções</i>)	☐ Pré-limpeza ☐ Transbordo ☐ Expurgo ☐ Armazenagem ☐ Serv. aduaneiro	☐ Limpeza ☐ Secagem ☐ Blend ☐ Segregação (transg/org) ☐ outros. Espec. _____
Serviços projetados para serem oferecidos no terminal no prazo de 5 anos (<i>podem ser marcadas diversas opções</i>) ex: Pré-limpeza, Limpeza, Transbordo, Secagem, Expurgo, Blend, Armazenagem, Segregação (transg/org, etc.), esmagamento, integração com outros modais, etc.	☐ Pré-limpeza ☐ Transbordo ☐ Expurgo ☐ Armazenagem ☐ Integração com outros modais	☐ Limpeza ☐ Secagem ☐ Blend ☐ Segregação (transg/org) ☐ outros. Espec. _____
Dias de operação por ano	_____ dias	
Período de safra e entressafra na região (meses do ano)	Safra: de _____ a _____ Entressafra de _____ a _____	
Horas de operação por dia	Safra: _____ horas Entressafra: _____ horas	
Quantidade de grãos movimentada nos últimos 12 meses, ex. de abril/2010 a março/2011. Toneladas (total) = safra (t) + entressafra (t)	Safra: _____ toneladas (total) Entressafra: _____ t.	
Tempo médio de atendimento de um caminhão – (análise e liberação da carga, desembarque da carga e saída do veículo)	Safra: _____ horas Entressafra: _____ horas	
Capacidade instalada de recepção – desembarque (nominal)	_____ toneladas/h	
Número de balanças	Rodo _____ balanças Ferro _____ balanças	
Capacidade operacional das balanças	Fluxo (hidro) _____ balanças	
Número de tombadores	_____ veículos por hora	
Capacidade operacional dos tombadores	_____ tombadores	
Número de moegas	_____ toneladas/h	
Capacidade operacional das moegas (total)	_____ moegas	
Capacidade estática (instalada) de armazenagem	_____ toneladas	
Qual o tempo médio de armazenagem dos produtos	_____ dias	
Taxa média anual de ocupação – armazenagem	_____ % Safra: _____ % Entressafra: _____ %	
Número de células de segregação (silos, armazéns, etc.)	_____ células	
Quantas células de armazenagem têm medidores	de temperatura: _____ células de umidade: _____ células	
Capacidade operacional de expedição	_____ toneladas/h	
Capacidade operacional de expedição	_____ caminhões/dia, de capacid. média de _____ ton. cada _____ vagões/dia, de capacid. média de _____ ton. cada _____ barcaças/dia, de capacid. média de _____ ton. cada	
Tempo médio de espera dos veículos carregados para liberação da documentação	Safra: _____ horas Entressafra: _____ horas	
Número de tulhas de expedição	_____ tulhas	
Nº de linhas férreas de manobra. Extensão total das linhas (km)	_____ linhas, perfazendo _____ km	
Número de atracadouros (dolphins)	_____ atracadouros	
Qual o preço médio de transbordo? (R\$/t)	sem serviços aduaneiros _____ com serviços aduaneiros _____	
Qual o preço médio de armazenagem? (R\$/t)	R\$ _____ t.	
Como o Sr. avalia as condições da sua infraestrutura	☐ Péssima ☐ Ruim ☐ Boa ☐ Ótima ☐ Regular	
Quanto à execução da manutenção	☐ próprio ☐ por terceiros ☐ caminhões ☐ carros passeio/utilitários ☐ trator convencional ☐ trator pá carregadeira ☐ outros. Especificar _____	
O terminal tem frota de veículos? (número de veículos)		
Sistemas de informação	☐ conectado à matriz ☐ conectado ao cliente ☐ conectado ao modal Se sim, qual? ☐ modal rodoviário ☐ modal ferroviário ☐ modal hidroviário	

Qual o volume (%) da operação de grãos a serem movimentados contratados previamente à safra? (ex: com ADM, Bunge, Cargill)	_____ %.
QUALIDADE A empresa possui Departamento de Gerência de Qualidade?	() S () N N° de func. envolvidos diretamente em qualidade no terminal
Quais os fatores críticos que determinam a qualidade em terminais ? (notas de 1 a 10) 1 para nada importante a 10 para extremamente importante	() Infra-estrutura instalada () Qualificação de mão-de-obra () Controle dos processos () Condições de armazenagem () Controle de perdas financeiramente mensuráveis dos produtos () Operacionalidade (a capacidade em atender a demanda)
Atribua uma nota de 1 a 10 para a tua empresa, aos fatores críticos de qualidade 1 para péssimo a 10 para excelente	() Infra-estrutura instalada e disponibilizada () Qualificação de mão-de-obra () Controle dos processos () Condições de armazenagem () Controle de perdas financeiramente mensuráveis dos produtos () Operacionalidade (a capacidade em atender a demanda)
Quais destas ferramentas de qualidade são cotidianamente utilizadas pela empresa? Outra. Especificar: _____ _____ _____	() Folha de Inspeção - Facilitar e Organizar a Coleta de dados () Controle Estatístico de Processo - Garantia da estabilidade e a melhoria contínua de um processo () Total Quality Control : estabelecer a qualidade envolvendo toda a organização () PZD : Padronização de Processo e eliminação de re-trabalho () ISO 9000 () MIP : Procedimentos caso alguma praga invada o estabelecimento () BPF : procedimentos de monitoração, ação corretiva, verificação e registros () IPPO : regras p/prevenir, eliminar ou detectar perigo produtos alimentícios () APPC : garantir a segurança de alimentos, assegurando a inocuidade () QFD : Os processos foram desenhados para atender os consumidores () RT : rastreamento e identificação do produto desde a entrada
RH	
Número de funcionários envolvidos (próprios e terceiros) na operação de transbordo, incluindo pessoal administrativo	Safra: próprios: _____ Safra :terceiros: _____ Entressafra: próprios: _____ Entressafra: terc.: _____
Qual o custo operacional (salários+ consumo+ outros) anual do departamento de RH + terceirizados?	R\$ _____
Taxa de rotatividade <i>turnover</i>	() Alto () Médio () Baixo
Grau de absentismo	() Alto () Médio () Baixo
Qual o grau de disponibilidade de MDO no mercado	() Alto () Médio () Baixo
Qual o grau de qualificação de MDO no mercado	() Alto () Médio () Baixo
Os métodos de trabalho constam em manuais operacionais	() Sim () Não
Existem descrições de cargos/funções?	() Sim () Não
Flexibilidade de trabalhadores em exercer funções diversas	() Alto () Médio () Baixo
Programa de treinamento de funcionários na empresa	() Sim () Não
Qual função demanda mais treinamento?	_____
QUESTÕES SISTÊMICAS E DO NEGÓCIO	
Como o sr. avalia o efeitos dos seguintes ambientes? (nota 1 nada importante a nota 5 extremamente import.)	Ambiente econômico _____ Ambiente legal _____ Ambiente político _____ Meio ambiente _____ Ambiente tecnológico _____ Ambiente competitivo _____
Existe um planejamento comercial formal? Quem participa?	() Sim () Não
Qual o percentual do faturamento é feito com	Grandes clientes (<i>trades</i> , etc.) _____ % Médios clientes (cerealistas, corretoras, etc.) _____ % Pequenos clientes (produtores, etc.) _____ %
O sr. tem contratos comerciais de longo prazo?	() Sim () Não Para qual período?
Qual sua principal característica perante o mercado (pode assinalar mais de uma alternativa)	() Preço () Respeito aos prazos estabelecidos () Qualidade () Segregação dos produtos () Crédito ao cliente () Relacionamento () Outros. Especificar _____
Como seu preço é formado? (pode assinalar mais de uma alternativa)	() Custo () Concorrência entre os terminais () Valor percebido para o cliente () Taxa de ocupação/ociosidade () Outros. Especificar _____
Por algum motivo o sr. deixa de atender: (pode assinalar mais de uma alternativa)	() Grandes clientes Por que? _____ () Médios clientes Por que? _____ () Pequenos clientes Por que? _____
Quais as formas de comunicação dos serviços oferecidos? (pode assinalar mais de uma alternativa)	() contato telefônico () <i>news letter - e-mail</i> () visitas aos clientes () <i>site</i> da empresa () <i>folders</i> - mala direta () revistas especializadas () Outros. Especificar _____

Relacionamento com clientes (Mecanismos de Socialização)

Pensando no relacionamento e contatos mantidos com seus principais clientes, atribua uma nota de 1 a 5 para as seguintes afirmações. Considerando: 1 – nunca 2 – raramente 3 – em aproximadamente metade dos casos 4 – com frequência 5 – sempre

Afirmação	Nota (1 a 5)
Existe interação próxima com meus clientes	
Existe respeito mútuo no relacionamento com esses clientes	
Existe confiança mútua no relacionamento com esses clientes	
Quando um acordo é firmado está seguros que cumpriremos o que foi firmado	
Há designação de uma pessoa exclusiva para atender ao cliente (report matricial) pode melhorar o relacionamento com nossos clientes	
O desenvolvimento de trabalhos em conjunto pode melhorar o relacionamento com esses clientes	
A criação de times multifuncionais (entre cliente e fornecedor) pode melhorar o relacionamento com esses clientes	
A forma de comunicação estabelecida é adequada para a compreensão que a empresa e os clientes têm do negócio	
Ter acesso antecipado a dúvidas ou problemas do cliente pode melhorar os negócios	
Visitas frequentes e/ou conversas informais com os clientes pode melhorar a compreensão dos negócios	
Nestes relacionamentos as partes trabalham em conjunto na resolução de problemas	
O desenvolvimento de conferências e/ou eventos sociais junto aos clientes pode melhorar o relacionamento com esses clientes	
O desenvolvimento de produtos melhorou nos últimos 2-3 anos, como resultado do relacionamento com os principais clientes.	
Os processos internos melhoraram nos últimos 2-3 anos, como resultado do relacionamento com os principais clientes.	
Os prazos de entrega melhoraram nos últimos 2-3 anos, como resultado do relacionamento com os principais clientes.	
A empresa consegue controlar melhor os custos nos últimos 2-3 anos, como resultado do relacionamento com os principais clientes.	
A empresa consegue reduzir riscos e oportunismos nos últimos 2-3 anos, como resultado do relacionamento com os principais clientes.	
A empresa consegue melhorar qualidade dos serviços nos últimos 2-3 anos, como resultado do relacionamento com os principais clientes.	

Formas Típicas de Contratação dos Clientes

Pensando nos contatos mantidos com seus principais clientes, quais as **formas típicas de contratação** dos seus serviços? Marque com X

Característica do contrato	Serviços					
	Pré Limpeza	Limpeza	Transbordo	Secagem	Expurgo	Blend
Contratos pontuais (tipo spot) para fornecimentos de serviços isolados e esporádicos						
Contratos de longo prazo						
Existência de penalidades ou bônus associado a prazo e qualidade						
Mecanismos pré-negociados de ajustes de preços						
Contrato de fornecimento exclusivo / exigência contratual de reserva de capacidade						
Outra: _____						

Competitividade

Para cada fator de desempenho apresentado, avalie o grau de competitividade dos seus principais serviços, **em comparação aos principais concorrentes**, atribuindo uma nota de 1 a 5. Marque um x na resposta mais adequada.

Fator de Desempenho	1	2	3	4	5
	Nada competitivo	Pouco competitivo	Igual aos principais concorrentes	Muito competitivo	Extremamente competitivo
Disponibilidade para realizar o serviço					
Procedimentos de atendimento					
Preço (final, incluindo impostos)					
Capacitação tecnológica					
Prazo e confiabilidade na realização do serviço					
Facilidade de obter certificação					
Política de relacionamento com o cliente					
Qualidade do serviço					
Condições de financiamento					
Acessibilidade					
Informações sobre o serviço prestado					
Rastreabilidade do serviço					
Custo de mão de obra					
Custos de outros insumos					
Garantia do serviço					
Procedimentos de atendimento a reclamações e solução de problemas					
Qualificação da mão de obra					

ambiente		Sim	Não
O terminal possui procedimentos formais para recebimento, registro e resposta às demandas abaixo relacionadas?			
Saúde e segurança no trabalho (por exemplo: doenças em trabalhadores, insalubridade e periculosidade, acidentes, equipamentos de proteção, treinamento inadequado no uso de máquinas com força motriz própria, etc)			
Meio ambiente (por exemplo: poluição de recursos hídricos, aumento de níveis de ruído, poluição do ar por fumaça e odores indesejáveis, etc)			
Procedimentos relativos aos danos as instalações e perda de vidas humanas	☐ Relatório de incêndios e de explosões ☐ Existência de equipe de primeiros socorros ☐ Existência de equipe de resgate e rescaldo		
Impacto visual (apreciação do entrevistador)	☐ Limpeza e conservação de instalações e áreas do terminal adequadas ☐ Existência de cartazes causadores de poluição visual no entorno do terminal		
Contaminação do solo	☐ Existência de tratamento dos resíduos de oficinas de manutenção de equipamentos ☐ Relatório de vazamentos de tanques de armazenamento ou de combustíveis		
Conflitos nos acessos viários	☐ Relatório de acidentes de trânsito nas vias do entorno ☐ Existência de congestionamentos e problemas de capacidade nas vias do entorno ☐ Existência de estacionamento adequado no terminal ou área destinada para esse fim no entorno do terminal ☐ Impactos negativos no pavimento e na infra-estrutura viária ☐ Adequada sinalização viária relacionada com o terminal		
Mudanças no comportamento sociocultural da comunidade	☐ Existência de formas de integração com a comunidade ☐ Implantação de ações de benefício social na comunidade ☐ Execução de práticas ambientais, reciclagem, campanhas educativas		
O terminal possui uma política ambiental documentada, aprovada pela direção e amplamente divulgada às partes interessadas?	☐ Sim ☐ Não		
Quais são os padrões mínimos de gestão ambiental (níveis de poluição, ruídos e odores, entre outros) estabelecidos no terminal?	☐ Não há padrão mínimo formalmente estabelecido para a gestão ambiental do terminal. ☐ Atende às normas legais estabelecidas (cumpre a legislação). ☐ É superior às normas legais e está associado à redução de custos ou geração de receitas para o terminal. Neste caso, cite ao menos uma prática adotada: _____ ☐ É superior às normas legais e prevê melhoria contínua baseada em prevenção à poluição e/ou produção mais limpa. Neste caso, cite ao menos uma prática adotada: _____		
O terminal possui algum dos itens abaixo relacionados que vise o aumento da qualidade ambiental na logística e gestão da frota? (Assinale quantas forem necessárias)	Sistema de Monitoramento de emissões de gases de efeito-estufa*	Política de redução ou compensatória de emissões de gases de efeito-estufa*	Nenhum
Para a frota própria ou locada que é operada pela própria organização.			
Para a frota própria, locada e frota de terceiros (operada por terceiros) que prestam serviços de transporte.			
Para a frota própria, locada e frota de terceiros (operada por terceiros) que prestam serviços de transporte, assim como todos os serviços de logística associados (incluindo processos de armazenagem).			

*Gases de efeito-estufa: São gases como o gás carbônico (CO₂) ou equivalentes, resultantes da queima de combustíveis fósseis (gasolina, diesel, etc).

Governança	
Qual a estrutura de propriedade do terminal multimodal?	() privada () pública
Qual a participação % dos principais produtos transacionados no terminal?	Soja _____% Milho _____% Outros _____%
Considerando o perfil de cliente, qual a participação % em termos de quantidade e de montante financeiro dos contratos de prestação de serviço estabelecidos por esse terminal?	Empresas de comerc. e proces. de grãos Qt _____% R\$ _____% Empresas de logística/ transporte Qt _____% R\$ _____% Empresa de insumos agropecuários Qt _____% R\$ _____% Produtores rurais Qt _____% R\$ _____% Outros Qt _____% R\$ _____%
Para o tipo de contrato mais representativo	
Qual o % das operações que são contratadas formalmente (documentos formais redigidos e assinados entre as partes)?	_____%
Qual o tempo médio de duração do contrato?	_____ meses
Os contratos são padronizados?	() Sim Não ()
Qual a frequência da transação objeto do contrato?	() diária () quinzenal () mensal () semestral () anual
Quais as principais responsabilidades das partes envolvidas?	Contratante: _____ Contratada: _____ _____
Foram feitos investimentos para a adequação/operacionalização para atender ao contrato?	() Sim () Não Se sim, quais? _____
Quem fez o investimento e qual o % do valor total do investimento?	() contratante _____% () contratada _____%
Existem indicadores e metas para avaliar o desempenho da prestação de serviço?	() Sim () Não Se sim, quais? _____ Se não, como é supervisionada a execução dos contratos? _____ _____
Em caso de rompimento contratual, quem arbitra o conflito?	_____ _____
Já houve casos de rompimento contratual?	() Sim () Não Se sim, qual a razão do conflito? _____ _____ _____
Existe algum tipo de seguro contratual?	() Sim () Não Se sim, qual tipo de seguro?
Existem mecanismos de incentivo para melhorar a prestação de serviço (ex: incentivos para maior agilidade, qualidade, pontualidade, etc.)?	() Sim () Não Se sim, quais? _____ _____
Quais atributos de produto/processo são utilizados para a operacionalização do contrato?	_____
Qual o prazo padrão de pagamento?	() a vista (na entrega do produto) () a prazo (após a verificação do serviço efetuado) Se a prazo, qual o prazo médio concedido? _____ dias