

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
ESCOLA DE ENGENHARIA DE SÃO CARLOS
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

**O TRANSPORTE FERROVIÁRIO EM OPERAÇÕES
MULTIMODAIS**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

Raquel Tojeiro Campos

Orientador: Prof. Marcel Andreotti Musetti

São Carlos
2011

RAQUEL TOJEIRO CAMPOS

**O TRANSPORTE FERROVIÁRIO EM OPERAÇÕES
MULTIMODAIS**

Trabalho de conclusão de curso apresentado à Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo, como parte dos requisitos para obtenção de título de Graduação em Engenharia de Produção Mecânica.

Área de concentração: Logística

Orientador: Prof. Marcel Andreotti Musetti

São Carlos
2011

LISTA DE SIGLAS

ALL: AMÉRICA LATINA LOGÍSTICA

ANTF: ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS TRANSPORTADORES FERROVIÁRIOS

ANTT: AGÊNCIA NACIONAL DE TRANSPORTES TERRESTRES

CD: CENTRO DE DISTRIBUIÇÃO

CNT: CONFEDERAÇÃO NACIONAL DO TRANSPORTE

COFC: *CONTAINER ON FLAT CAR*

CTMC: CONHECIMENTO DE TRANSPORTE MULTIMODAL DE CARGAS

DIF: DIRETORIA DE INFRAESTRUTURA FERROVIÁRIA

DNIT: DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES

DST: *DOUBLE-STACK TRAIN*

FEPASA: FERROVIA PAULISTA S.A.

ICMS: IMPOSTO SOBRE CIRCULAÇÃO DE MERCADORIAS

PIB: PRODUTO INTERNO BRUTO

OTM: OPERADOR DE TRANSPORTE MULTIMODAL

RFFSA: REDE FERROVIÁRIA FEDERAL S.A.

SIRFE: SISTEMA INTERMODAL RODOFERROVIÁRIO

TEP: TONELADAS EQUIVALENTES DE PETRÓLEO

TKU: TONELADAS POR QUILOMETRO ÚTIL

TOFC: *TRAILER ON FLAT CAR*

TU: TONELADAS ÚTEIS

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1: MAPA FERROVIÁRIO BRASILEIRO	25
FIGURA 2: FROTA DE MATERIAL RODANTE EM ATIVIDADE (POR UNIDADE).....	26
FIGURA 3: PRODUÇÃO FERROVIÁRIA (MILHÕES DE TKU).....	27
FIGURA 4: MOVIMENTAÇÃO DE CARGA TRANSPORTADA PELAS FERROVIAS	28
FIGURA 5: CADEIA PRODUTIVA	31
FIGURA 6: TRIÂNGULO DO PLANEJAMENTO LOGÍSTICO.....	33
FIGURA 7: DISTRIBUIÇÃO DA INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES NAS REGIÕES DO BRASIL...37	
FIGURA 8: REDE MULTIMODAL DE TRANSPORTES BRASILEIRA.....	45
FIGURA 9: DIFERENÇA ENTRE TRANSPORTE INTER E MULTIMODAL	47
FIGURA 10: MARKET-SHARE DA FERROVIA (1999 – 2001)	51
FIGURA 11: TOFC (<i>TRAILER ON FLAT CAR</i>) OU <i>PIGGYBACK</i>	52
FIGURA 12: COFC (<i>CONTAINER ON FLAT CAR</i>).....	53
FIGURA 13: DST (<i>DOUBLE-STACK TRAIN</i>).....	54
FIGURA 14: <i>ROADRAIL</i>	55
FIGURA 15: CARGA DE LEITE PALETIZADO	59
FIGURA 16: SITUAÇÃO ANTERIOR - TRANSPORTE RODOVIÁRIO.....	59
FIGURA 17: VAGÃO FECHADO.....	60
FIGURA 18: CONTÊINER	61
FIGURA 19: <i>ROADRAILER</i>	62
FIGURA 20: SOLUÇÃO MULTIMODAL PARA O TRANSPORTE DA CARGA.....	64

LISTA DE TABELAS

TABELA 1: EXTENSÃO DAS MALHAS EXISTENTES NO SISTEMA FERROVIÁRIO NACIONAL (KM)...	23
TABELA 2: CARACTERÍSTICAS OPERACIONAIS POR CADA MODAL DE TRANSPORTE	38
TABELA 3: VANTAGENS E DESVANTAGENS DOS MODAIS DE TRANSPORTE	40

RESUMO

CAMPOS, R. T. **O transporte ferroviário em operações multimodais.** (Trabalho de Conclusão de Curso) – Escola de Engenharia de São Carlos, USP, 2011, São Carlos, SP, Brasil.

Apesar de todas às entraves ao seu desenvolvimento no país, o transporte ferroviário brasileiro vem apresentando considerável aumento na representatividade do transporte de cargas nacional, e se revela fortemente competitivo quando se trata de grandes volumes de cargas a longas distâncias. De um modo geral, o transporte representa a maior parcela dos custos logísticos de uma empresa e, portanto, o sistema de transporte deve ser escolhido eficientemente, a fim de proporcionar elevados ganhos econômicos. Nesse sentido, a integração de mais de uma modalidade de transporte (multimodalidade) surge como uma alternativa ao transporte de cargas brasileiro, combinando as vantagens competitivas de diferentes modais num sistema único de transporte.

Palavras-chave: modal ferroviário, logística, transporte multimodal.

ABSTRACT

CAMPOS, R. T. **Rail transport in multimodal operations**. (Trabalho de Conclusão de Curso) – Escola de Engenharia de São Carlos, USP, 2011, São Carlos, SP, Brasil.

Despite all the barriers to its development in the country, the Brazilian rail has demonstrated considerable growth in the representativeness of the national freight transport, and proves highly competitive when it deals with large volumes of freight over long distances. In general, the transport represents the largest share of the logistics costs of a company, because of that, the transport system should be chosen efficiently to provide huge economic gains. Thereby, the integration of more than one mode of transport (multimodal) appears as an alternative to freight transport in Brazil, combining the competitive advantages of different modes into a single transport system.

Key words: railraod, logistics, multimodal transport.

SUMÁRIO

Lista de Siglas	3
Lista de Figuras	4
Lista de Tabelas	5
Resumo	6
Abstract	7
Capítulo 1 – Introdução Justificada	9
1.1. Objetivos do Estudo.....	14
1.2. Metodologia	14
1.3. Organização do Trabalho	14
Capítulo 2 – O Sistema Ferroviário	16
2.1. Contextualização do Sistema Ferroviário Nacional.....	18
2.1.1. Histórico das Ferrovias no Brasil	19
2.1.2. O Atual Sistema Ferroviário Brasileiro	22
2.1.3. Dificuldades Enfrentadas pela Malha Ferroviária Brasileira	28
Capítulo 3 – Logística e Transportes	31
3.1. Breve Caracterização dos Modais de Transporte Brasileiros	34
3.2. Escolha do Modal de Transporte Adequado	41
Capítulo 4 – Integração das Modalidades	43
4.1. Transporte Intermodal x Transporte Multimodal	46
4.2. Vantagens do Transporte Multimodal	48
4.3. Transporte Multimodal Ferroviário	48
4.4. Tecnologias do Transporte Multimodal Ferroviário	51
4.5. Barreiras para o Transporte Multimodal no Brasil	55
Capítulo 5 – Caso Exemplo	58
5.1. Contextualização do Caso	58
5.2. Desenvolvimento do Projeto	60
5.3. Resultados do Caso.....	65
Conclusões	66
Referências Bibliográficas	68

CAPÍTULO 1 – INTRODUÇÃO JUSTIFICADA

A malha ferroviária nacional surgiu como uma reação à economia agroexportadora brasileira, com o objetivo de atender às demandas regionais de produção de *commodities* para exportação. O sistema ferroviário enfrentou momentos de deterioração, principalmente no período pós Segunda Guerra Mundial, esbarrando na falta de investimentos. Contudo, desde 1996, quando iniciou o processo de desestatização, novos investimentos permitiram o incremento da produção ferroviária brasileira, chegando até os dias de hoje em uma situação mais favorável. A Confederação Nacional do Transporte (CNT) divulgou em seu estudo “Pesquisa Ferroviária” (2009), que atualmente, 25% da produção nacional são transportados pelas estradas de ferro.

O modal ferroviário tem como características importantes a alta competitividade de transporte para grandes volumes e a longas distâncias, além de ser seguro, econômico e pouco poluente. Murgel¹ (1998 *apud* FIORONI; MARCELO, 2007, p. 16) utiliza essas vantagens para justificar os altos investimentos dessa modalidade de transporte no que tange a infraestrutura, equipamentos, e mão-de-obra, uma vez que as economias advindas de sua capacidade de movimentação são compensatórias. Por fim, outra constatação acerca das características deste modal é evidenciada por Porto² (1992 *apud* FIORONI; MARCELO, 2007, p. 17) ao salientar que “[...] o transporte geral de cargas pelo modal ferroviário se apresenta como sendo o ideal para países de grande extensão territorial.”, o que se revela na grande atuação desse modal de transporte nos países como Estados Unidos, Canadá, China e Rússia.

Apesar de todas as vantagens apresentadas, o Brasil ainda se coloca como um pobre utilizador do transporte ferroviário. Por ser um país de grande extensão territorial (8.514.876,599 Km², de acordo com o IBGE, 2002), os 25% da produção nacional

¹ MURGEL, L. M. F. **Modelo para formação de Composições Ferroviárias**. São Paulo, 1998, 171 p. Tese (Mestrado em Engenharia) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 1998.

² PORTO, T. G. **Do planejamento à Implementação de projeto de modernização ferroviária, um processo condicionado pelo fator técnico-especializado**. São Paulo, 1992. Tese (Doutorado em Engenharia) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 1992.

transportada pelas ferrovias ainda refletem sua baixa representatividade no cenário de transportes brasileiro. A própria história da construção das ferrovias no Brasil, sem planejamento prévio, justifica o atraso dessa modalidade de transporte no país. Dentre outros fatores, Barat³ (1991 *apud* FICI; RICARDO, PETRILLO, 2007, p. 85) destaca:

As empresas ferroviárias nasceram e obtiveram um desenvolvimento em direções isoladas de forma improvisada, quase sempre para interligar uma área de produção até um porto de exportação, porém, seguiam lógicas diferenciadas, não apresentando condições de fazer conexões com os mercados de diferentes regiões do território nacional.

O sistema de malhas ferroviárias brasileiras, dessa forma, contribui muito pouco para a ligação das diversas regiões produtoras do país, na medida em que surgiu com o único objetivo de atender às demandas regionais de produção de *commodities* para exportação, contradizendo Peixoto⁴ (1977 *apud* FICI; RICARDO, PETRILLO, 2007, p.81) ao referir-se à promoção de circulação por todo o território nacional como a função principal de um sistema de transporte.

Como consequência, um sistema de transporte eficiente proporciona elevados ganhos econômicos. Conforme Branco (2007, p.14), “Dentre os mecanismos para aumentar a competitividade dos produtos nacionais no mercado mundial e, conseqüentemente, estimular a conquista de novos mercados, a implantação de um sistema logístico eficaz é, incontestavelmente, uma das melhores estratégias”. Entretanto, a Confederação Nacional dos Transportes (CNT) apresentou em 2011 o “Plano de Logística e Transporte 2011”, no qual revela que “[...] os custos logísticos no Brasil, estimados para o ano de 2008, atingiram um valor equivalente a 11,6% do Produto Interno Bruto (PIB) daquele ano, ou seja, R\$ 349,00 bilhões. O item de maior representatividade foi o transporte, com 6,9% do PIB, equivalente a R\$ 207,00 bilhões” (CNT, 2011, p. 14). Por outro lado, nos Estados Unidos, em 2008, os custos logísticos

³ BARAT, J. **Transporte e Industrialização no Brasil no Período 1885 - 1985**. Rio de Janeiro: Biblioteca do Exército, 1991, v. 279, p. 107-127.

⁴ PEIXOTO, J. P. **Os transportes no atual desenvolvimento do Brasil**. Rio de Janeiro: Biblioteca do Exército, 1977, v. 147, p. 15 - 19.

atingiram o valor de 8,7% do valor do PIB norte-americano, isto é, o equivalente a R\$ 2,3 trilhões, e o custo de transporte representou 5,4% do custo logístico total.

Branco (2007, p. 15) menciona que, com certa euforia, vêm sendo anunciadas mudanças de comportamento no transporte de cargas brasileiro, principalmente no que se refere à utilização do modal ferroviário, o que influencia diretamente o custo logístico das operações. Como exemplo, o autor destaca o escoamento da produção agrícola do Brasil:

É importante destacar que o escoamento da produção das áreas de fronteiras agrícolas no Brasil percorre longas distâncias até chegar ao destino final, normalmente na carroceria dos caminhões. Sabendo que o custo de transporte a longas distâncias através do modal ferroviário chega a ser 30% mais baixo que o modal rodoviário, é bastante evidente que o uso do transporte ferroviário para a movimentação da produção local resultará na diminuição dos custos logísticos, sobretudo no caso da soja, principal *commodity* agrícola do país.

Na medida em que o transporte ferroviário retoma espaço e contribui para uma maior participação no transporte de cargas nacional, há uma melhor racionalidade na configuração do transporte brasileiro de carga. Além da melhoria e modernização do sistema proporcionado pelos investimentos, houve também uma recuperação de cargas antes transportadas por outros modais, assim como uma segmentação para cargas mais nobres, tal como contêineres (“Pesquisa Ferroviária”, CNT, 2009, p. 10).

A configuração racional do transporte de carga brasileiro, com a retomada do modal ferroviário, não somente contribui para o próprio sistema ferroviário, como também beneficia a alternativa ao transporte de carga que prevê uma maior integração das várias modalidades existentes. Nesse aspecto, destacam-se as modalidades de transporte multimodal e intermodal. De acordo com o Portal SAC Armazenagem (2011), “A multimodalidade e a intermodalidade são operações que se realizam pela utilização de mais de um modal de transporte. Isto quer dizer, transportar uma mercadoria do seu ponto de origem até a entrega no destino final por modalidades diferentes”. A diferença entre as duas modalidades de transportes é caracterizada, portanto, por Nunes (2007, p. 3) ao referir-se:

Na operação de transporte através da multimodalidade, o expedidor da carga, seja este o próprio dono ou alguém a seu mando, irá recorrer apenas a um operador, diferentemente do que ocorre nas operações intermodais, onde o expedidor recorre a vários operadores no mercado para a formação de sua cadeia de transporte.

A participação das ferrovias como uma alternativa no transporte multimodal, vem ganhando força conforme os investimentos das concessionárias e das empresas são injetados no setor. Dentre os modais de transporte, a ferrovia se mostra uma alternativa em potencial, para melhorar o sistema de carga no Brasil. Segundo notícia publicada em seu portal pela ITRI Rodoferroviária, em oito de agosto de 2011:

Mesmo com a grande perda de competitividade no século 20, aos poucos o modal ferroviário vem sendo utilizado como uma alternativa na intermodalidade. No mundo de hoje, torna-se imprescindível que as empresas disponibilizem seus produtos (desde a matéria-prima até o produto final) para seus clientes de maneira rápida e adequada [...]. O transporte ferroviário ainda é pouco utilizado no que se refere a cargas em geral, decorrente da falta de investimentos no setor, entretanto, após as privatizações ocorridas em 1996, o serviço passou a ter um melhor desempenho, porque as concessionárias investiram cerca de R\$ 6 bilhões, destinados à qualidade operacional do sistema, capacitação de pessoal, novas tecnologias e equipamentos, que resultaram em maior participação das ferrovias na movimentação de cargas no País, passando para 24% contra 19% que detinha o setor em 1999.

Após as concessões ferroviárias para a iniciativa privada, em 1996, o Brasil tem mostrado resultados importantes acerca do fortalecimento do modal ferroviário devido ao grande volume de recursos privados investido. De acordo com a “Pesquisa Ferroviária” realizada pela CNT (2009), “Esta avaliação é verificada em termos de ampliação da capacidade de movimentação, do melhor desempenho operacional, da redução do número de acidentes e da maior integração com outras modalidades de transporte”.

A nova alternativa de transporte multimodal, com envolvimento do transporte ferroviário, entra em cena no sistema de transportes brasileiros, à medida que investimentos realizados no setor ferroviário pelas concessionárias de prestação de serviços vêm promovendo, além do seu próprio crescimento, maiores parcerias com clientes e operadores logísticos. Como consequência, cria-se um ambiente favorável ao investimento em terminais intermodais, material rodante, equipamentos de movimentação e transbordo, proporcionando uma maior criatividade para essas operações dentro da cadeia logística, e favorecendo a integração dos modos de transporte (CNT, 2009).

Valendo-se do parágrafo anterior, a Vale, segunda maior mineradora do mundo, anunciou em 13 de abril de 2010, um investimento de R\$ 60 milhões no desenvolvimento de novas tecnologias para ferrovias de carga pesada (estradas de ferro Vitória a Minas e Carajás) e operações portuárias (GUIA MARÍTIMO, 2010). Também a Rumo Logística, empresa do grupo Cosan, apresentou em 28 de junho de 2011 um projeto de investimento de R\$ 1,3 bilhão que pretende mudar o modal de transporte de açúcar de rodoviário para ferroviário, além de outras atuações em multimodalidade (RUMO LOGÍSTICA, 2011). Da mesma forma, em acordo anunciado em 10 de fevereiro de 2011 com a ALL - América Latina Logística – a empresa Eldorado Brasil, fabricante de celulose, anuncia o transporte (pela ALL) de mais da metade da celulose que será produzida pela empresa na nova fábrica de Três Lagoas (MS) até o Porto de Santos (SP), prevendo a movimentação multimodal de 800 mil toneladas por ano de celulose, com investimentos de cerca de R\$ 300 milhões em material rodante, melhoria de via, além da construção de terminais de transbordo em Aparecida do Taboado - MS, e Santos - SP (PORTOS E NAVIOS, 2011).

A motivação para realização dessa pesquisa surgiu, portanto, a partir da visualização e constatações acerca do panorama favorável ao desenvolvimento do modal ferroviário nacional e sua participação na integração com outros modais.

1.1. OBJETIVOS DO ESTUDO

Valendo-se de que o sistema ferroviário brasileiro busca retomar sua participação no transporte de cargas do país, este trabalho visa mostrar a relevância do modal de transporte ferroviário, destacando alternativas de integração com outras modalidades de transporte (multi e intermodalidade).

Por fim, o estudo traz a descrição de um caso exemplo vivenciado por um Operador Logístico, com o objetivo de ilustrar os benefícios gerados pela adoção da multimodalidade de transporte de caixas de leite.

1.2. METODOLOGIA

Este estudo baseia-se em uma revisão bibliográfica suportada por fontes de pesquisas tais como: sites na *internet*, livros, revistas e trabalhos acadêmicos. Por último, é apresentado um caso exemplo cedido por um operador logístico como aplicação prática dos conceitos levantados na bibliografia.

1.3. ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO

Este trabalho está organizado em cinco capítulos distintos, que foram sucintamente descritos nos tópicos abaixo:

» Capítulo 1 – Introdução

Neste capítulo, é feita uma breve contextualização do sistema ferroviário brasileiro e sua alternativa multimodal. Nesse primeiro tópico também são apresentados o objetivo do estudo, assim como a metodologia para a realização deste trabalho.

» **Capítulo 2 – O Sistema Ferroviário**

Este capítulo contempla uma apresentação do Sistema Ferroviário de transporte, descrevendo suas principais características e suas desvantagens competitivas perante outros modais de transporte. Em particular, para o caso brasileiro, o capítulo apresenta um estudo sobre o histórico do sistema ferroviário, desde a inauguração da primeira estrada de ferro nacional em 1854, até chegar ao panorama atual, após privatização das malhas ferroviárias em 1996. Destaca ainda alguns empecilhos enfrentado pelas malhas brasileiras que barram seu desenvolvimento pleno no país.

» **Capítulo 3 – Logística e Transporte**

Este tópico da revisão bibliográfica tem por objetivo esclarecer a importância das decisões logísticas de transporte. Traz ainda uma breve descrição dos sistemas de transporte brasileiro e destaca a importância da estratégia logística ao selecionar a modalidade de transporte para suas operações.

» **Capítulo 4 – Integração das Modalidades**

Neste capítulo encontram-se reunidas informações acerca da alternativa multimodal para o transporte de carga. Mais especificamente, discorre sobre a diferença entre as nomenclaturas do transporte integrado; relaciona algumas vantagens apresentadas por essa multimodalidade; apresenta também as mais praticadas tecnologias envolvidas no transporte multimodal ferroviário; e, por fim, revela algumas das barreiras para a expansão dessa alternativa de transporte de carga no país.

» **Capítulo 5 – Caso Exemplo**

O último capítulo contempla um estudo de caso a respeito de soluções projetadas por meio de um sistema de transporte integrado de cargas, demonstrando os benefícios trazidos pela multimodalidade desse transporte.

CAPÍTULO 2 – O SISTEMA FERROVIÁRIO

No Glossário Ferroviário da Associação Nacional dos Transportadores Ferroviários (ANTF, 2011) uma ferrovia é definida como: “Sistema de transporte sobre trilhos, constituído de via férrea e outras instalações fixas, material rodante, equipamento de tráfego e tudo mais necessário à condução segura e eficiente de passageiros e carga.” Uma ferrovia (ou Estrada de Ferro) é composta por dois componentes principais:

- » **Itens móveis:** engloba o material circulante, ou seja, aquele que se move. Nessa categoria enquadram-se as locomotivas, veículos que transportam passageiros (carros), veículos que transportam cargas (vagões);
- » **Itens fixos:** por sua vez, englobam a estrutura física fixa necessária para o funcionamento da ferrovia. São eles: trilhos, estações, instalações de transporte de mercadorias, viadutos, túneis.

Ronald Ballou (2006) descreve a ferrovia como um transportador de longo curso e um movimentador lento de matérias-primas - carvão, madeira, produtos químicos – e de produtos manufaturados de baixo valor – alimentos, papel, produtos da madeira.

Segundo Passarini⁵ (1999 *apud* FICI; RICARDO, 2007, p. 94) o modal ferroviário apresenta sua grande capacidade de transportar um elevado volume de carga a grandes distâncias como característica principal, e afirma também ser um sistema com custos unitários reduzidos para as movimentações que englobem grandes quantidades de carga. Em se tratando dos custos de utilização da ferrovia, Takahashi *et al.*⁶ (2001 *apud* SILVA; VITOR, 2005, p. 22) destacam que as ferrovias, quando bem operadas e planejadas, caracterizam-se como uma boa alternativa ao transporte de grandes quantidades de carga, por apresentarem custos fixos altos, porém, baixos custos variáveis.

⁵ PASSARINI, A. F. L. **O setor de transporte no Brasil: Um estudo comparativo.** USP – FEA, Resumo IV SemeAd. 1999, 12 p.

⁶ TAKAHASHI, L. S.; SILVA, T. F.; CAIXETA FILHO, J. V. **Aspectos logísticos da importação da cultura do alho no Brasil.** Revista Teoria e Evidencia Econômica, v. 9, n. 17, PP. 123-141.

Como esclarecido pelos autores, o modal ferroviário tem como característica importante a alta competitividade de transporte para grandes volumes e a longas distâncias, sendo o mais adequado para a movimentação de cargas a granel (como grãos e minérios).

Somados às características apresentadas anteriormente, diferentes autores tais como Ballou (2006), Kruger⁷ (2003 *apud* SILVA; VITOR, 2005, p. 22) e Barat (2007) relacionam uma diversidade de serviços oferecidos pelo modal de transporte ferroviário, assim como algumas outras vantagens trazidas por essa modalidade:

- » Grande variedade de mercadorias movimentadas, desde lotes a granel até produtos refrigeradores e automóveis, que exigem equipamentos especiais, inclusive contêineres;
- » Possui capacidade para transportar grandes volumes de carga, através da alocação de vários vagões à locomotiva;
- » Oferecimento de serviço expresso, quando necessário para garantir a entrega da carga dentro de certo período acordado;
- » Modalidade de transporte beneficiada pela inexistência de grandes congestionamentos, por possuir estradas bem definidas e exclusivas para a modalidade;
- » Privilégio de várias paradas, permitindo o carregamento parcial e descarregamento entre os pontos de origem e de destino;
- » Permite tanto a coleta, quanto a entrega de mercadorias;
- » Apresenta alternativas para diversificação e redespacho, que permitem circuito de roteirização e mudanças no destino final de um embarque enquanto em percurso;
- » Transporte de menor consumo energético. No Brasil, sua representatividade é de apenas 0,3% do consumo nacional de energia, equivalentes a 0,8 mil Toneladas Equivalentes de Petróleo (TEP), como publicado no Balanço Energético Nacional, realizado pela Empresa de Pesquisa Energética (2010);
- » Conseqüentemente, os impactos ambientais são menores, ou seja, a poluição do ar ocasionada pela queima de combustível é menor do que os outros modais;

⁷ KRUGER, M. A. **Sistemática de avaliação da viabilidade de empresas de transporte ferroviário de cargas.** Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis – SC, 2003.

- » Maior segurança no transporte, como evidenciado pela Associação Nacional dos Transportadores Ferroviários (ANTF), que registrou 951 acidentes em 2009, sendo a maioria deles causados por terceiros.

Entretanto, o modal ferroviário também possui seus inconvenientes que, se não minimizados corretamente, fazem com que esta modalidade perca competitividade perante outros modais, como também, podem inviabilizar sua utilização. Fioroni (2007) lista algumas dessas desvantagens.

- » Baixa flexibilidade de tráfego, ou seja, procedimentos de ultrapassagem e cruzamento entre trens são muito mais complexos do que nos modais rodoviários ou fluviais, por exemplo. Isso exige razoável esforço de planejamento das rotas a serem seguidas pelos trens;
- » Inflexibilidade de percurso, uma vez que o material rodante anda sobre os trilhos, construídos no chão, dessa forma, o transporte da matéria-prima ou produto acabado necessariamente obedece ao caminho das estradas de ferro, restringindo os possíveis percursos;
- » Rigidez nos horários, havendo necessidade de programar corretamente o recebimento ou despacho de produtos juntamente com os horários dos trens, implicando baixa flexibilidade;
- » Necessidade de realizar a operação de transbordo, uma vez que a ferrovia não permite o transporte “ponto-a-ponto”;
- » Limitações de capilaridade: o modal ferroviário está limitado ao atendimento de clientes que se concentrem próximos à linha férrea, dependendo do transbordo para outros modais caso o cliente se encontre distante da linha;
- » Altos custos de material rodante (locomotivas e vagões), assim como altos custos de manutenção, tanto da infraestrutura, como do próprio material rodante.

2.1. CONTEXTUALIZAÇÃO DO SISTEMA FERROVIÁRIO NACIONAL

A ferrovia brasileira foi inaugurada pelo Imperador Dom Pedro II em 30 de abril de 1854, com 14,5 Km de extensão, ligando a Baía de Guanabara a Serra da Estrela, no Rio de Janeiro. Contudo, foi em meados do século XIX que elas começaram, de

fato, a ser construídas. Atualmente o Brasil conta com 29.817 quilômetros de ferrovias em operação, o que lhe permite ocupar a posição de 11ª maior malha ferroviária do mundo (BARAT, 2007).

2.1.1. HISTÓRICO DAS FERROVIAS NO BRASIL

O Brasil agiu como pioneiro em questões que dizem respeito à construção de estradas de ferro. De acordo com o Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT), há registros da adoção de políticas de incentivos à implementação deste modal no ano de 1828, no qual a construção das estradas de ferro no país foi autorizada pelo Governo Imperial, com o objetivo de interligar as diversas regiões do país, apenas três anos depois de o engenheiro inglês George Stephenson (1781 – 1848) construir a primeira linha férrea, entre as duas cidades inglesas de Stockton e Darlington, em 1825. Entretanto, mesmo com o incentivo do Governo Imperial, as empresas não manifestaram interesse por descreditarem em um retorno lucrativo o suficiente que valesse tamanhos investimentos. Conseqüentemente, o transporte terrestre de mercadorias dos locais de produção até os portos continuou a ser realizado por animais (mulas e burros).

Após algumas concessões fracassadas, somente em 30 de abril de 1854 o então empreendedor brasileiro Irineu Evangelista de Souza (1813-1889), mais tarde conhecido como, Visconde de Mauá, inaugura em presença de D. Pedro II, a Estrada de Ferro Mauá, ligando o Porto de Mauá até Fragoso (RJ), um trecho de 14,5 km percorridos em aproximadamente 23 minutos.

A expansão ferroviária foi impulsionada pelo crescimento da economia exportadora de produtos primários, dando origem a um sistema férreo de estradas que ligavam as regiões de produção no interior do país aos portos no litoral (BARAT; JOSEF, 1978). No ano de 1873, o Brasil era dotado com mais de mil quilômetros de ferrovias. Seu aumento foi tão expressivo que no ano de 1889, período da Proclamação da República, já existiam cerca de dez mil quilômetros de ferrovias, um número dez vezes maior que o registrado em 1873.

Entretanto, foi no início do século XX que se deu o grande desenvolvimento das ferrovias brasileiras, financiado, principalmente, por capitais ingleses (BRANCO, 2007). De acordo com o histórico do DNIT, ao se celebrar o 1º Centenário da Independência do Brasil, em 1922, existia no país um sistema ferroviário com, aproximadamente, 29.000 km de extensão, cerca de 2.000 locomotivas a vapor e 30.000 vagões em tráfego.

Entretanto, as ferrovias brasileiras, cujo objetivo era atender as demandas regionais de produção agrícola para exportação, foram vítimas de um crescimento desorientado. “Os sistemas ferroviários nacionais, por conseguinte, devido à origem dos seus traçados, contribuíram pouco para a unificação dos mercados e integração da fronteira agrícola em expansão [...]” (BARAT, 1978, p. 23). Essa expansão desenfreada trouxe alguns problemas para o sistema brasileiro de malhas ferroviárias que perduram até os dias atuais.

Brasileiro *et al.* (2001) descrevem como características peculiares à malha ferroviária nacional longos traçados e curvas e rampas acentuadas resultado da falta de planejamento e regulamentação apropriada. Branco (2007) destaca também o fato de que a integração das pequenas e dispersas ferrovias é agravada pela heterogeneidade das bitolas adotadas, o que dificulta ainda mais a integração da malha ferroviária nacional e impede o tráfego e a movimentação de cargas a longas distâncias.

Em síntese, poder-se-ia afirmar que, embora durante a Primeira República tenha havido de forma indiscutível uma forte expansão ferroviária, sendo a estrada de ferro o modo dominante, não se pode dizer que houve uma política ferroviária coerente, bem definida, seguindo grandes diretrizes. Planos e projetos eram raros. Observe-se que as ferrovias eram construídas com bitolas de variados tamanhos, dificultando sobremaneira as integrações futuras. Elas obedeciam mais à lógica de seguir os caminhos do açúcar e do café, caminhos tortuosos e pouco propícios à economia de custos. Na maioria das vezes, eram caminhos isolados, sem nenhuma integração entre si e/ou com outros modais, estando longe de formarem uma malha integrada a nível nacional (BRASILEIRO *et al.*, 2001, p. 174).

Josef Barat (1978) acrescenta aos problemas relacionados à falta de planejamento da malha ferroviária brasileira, os altos custos de construção de ferrovias e os períodos longos de maturação do investimento ferroviários. Somados, esses fatores foram, portanto, determinísticos para que o país adotasse a rodovia como modal de destaque para a consolidação do mercado nacional, em contribuição para a deterioração contínua do sistema ferroviário.

Na tentativa de evitar a falência de muitas companhias ferroviárias e recuperar o transporte ferroviário nacional, o governo do Estado decidiu por estatizá-las. “As estradas de ferro, que ainda funcionavam sob forma de concessão e de propriedade privada, foram encapadas pelo setor público.” (BARAT, 1978, p.24). Dessa forma, as decisões se centralizam na Rede Ferroviária Federal S.A. (RFFSA), após sua criação em 1957, resultado da aglutinação de quase duas dezenas de ferrovias controladas pelo governo federal, de acordo com a ANTF (Associação Nacional dos Transportadores Ferroviários).

Uma decisão parecida foi tomada pelo governo do estado de São Paulo, no início da década de 70, que decidiu pela unificação em uma só empresa, das cinco estradas de ferro de sua propriedade - Companhia Paulista de Estradas de Ferro, Estrada de Ferro Sorocabana, Estradas de Ferro Araraquara, Companhia Mogiana de Estrada de Ferro e Estrada de Ferro São Paulo-Minas. A partir dessa junção, origina-se a FEPASA – Ferrovia Paulista S.A., para gerir, aproximadamente, 5.000 km de vias férreas (DNIT, 2011).

Apesar dos esforços, ao contrário do que era esperado pela União, as ferrovias da RFFSA e da FEPASA foram afetadas de forma dramática, apresentando vários desequilíbrios financeiros quando os investimentos reduziram-se substancialmente (BARAT, 1978). “Tanto as ferrovias pertencentes a RFFSA com a FEPASA passaram por um processo de acelerada deterioração em função da escassez de recursos tanto para operação quanto para manutenção, o que ocasionou expressiva perda de mercado para o modal rodoviário.” (BATISTA, 2006, p. 1).

Impossibilitado de gerar os recursos necessários para continuar financiando os investimentos, o Governo Federal decide, então colocar em prática ações voltadas à

concessão de serviços públicos de transporte de carga à iniciativa privada. A edição comemorativa da Revista Ferroviária⁸, abril de 2004, “150 Anos de Ferrovia no Brasil”, da ANTF (2004 *apud* SANTOS; SÍLVIO, 2005, p. 10) relata o esgotamento do modelo ferroviário brasileiro que culminou na privatização de estradas de ferro, através da concessão da operação:

Fechamos o ciclo, portanto. Mais um. O que surgiu privado no século XIX, que foi encampado pela primeira vez com a República, que voltou aos concessionários no início do século XX, que foi encampada novamente por Vargas é agora devolvido ao setor privado com os leilões da Bolsa do Rio de Janeiro.

Como citado, a desestatização da RFFSA foi efetivada por meio de leilões públicos, conforme definido nos editais de licitação de sete malhas da empresa. Finalmente, em 1988 o processo de desestatização das malhas da RFFSA foi dado como finalizado quando as malhas da FEPASA (incorporadas anteriormente à RFFSA pelo Decreto nº 2.502, em 18/02/98) foram a leilão.

O processo de privatização das ferrovias não surtiu efeito imediato, pelo menos nos três primeiros anos após os leilões. Todavia, um aquecimento do setor ferroviário voltou a ser percebido em 2001, quando os investimentos injetados pelas concessionárias começaram a dar resultados (BRANCO, 2007). De acordo com a ANTF, entre 1997 a 2010, os investimentos das empresas do setor somaram um total de R\$25,15 bilhões. Entretanto, eles não se restringiram apenas à iniciativa privada: a União colaborou com um total de 1,25 bilhão de reais, no período de 1997 a 2010 (ANTF, 2011).

2.1.2. O ATUAL SISTEMA FERROVIÁRIO BRASILEIRO

Como demonstrado, o sistema ferroviário brasileiro encontra-se atualmente em um momento favorável. “Os constantes e progressivos investimentos nesse setor

⁸ REVISTA FERROVIÁRIA. **150 Anos de Ferrovia no Brasil**. Associação Nacional dos Transportadores Ferroviários. Disponível em: < <http://www.antf.org.br>>. Acesso em: 15 jun. 2011.

tendem a elevar o potencial de atração de novos clientes e de ampliação de sua importância nos transportes brasileiros” (DNIT, 2011).

De acordo com a Pesquisa Ferroviária 2009, realizada pela Confederação Nacional do Transporte (CNT, 2009), atualmente a malha ferroviária brasileira em operação tem exatamente 29.817 quilômetros de extensão, dos quais 28.066 km são operados por empresas privadas, por meio de onze concessões, como demonstrado na tabela 1, a seguir. Em síntese, o sistema ferroviário nacional corresponde com 25% da matriz de transporte no país, de acordo com Cynthia Castro, em reportagem para revista “CNT Transporte Atual” (n. 173, 2010).

TABELA 1: EXTENSÃO DAS MALHAS EXISTENTES NO SISTEMA FERROVIÁRIO NACIONAL (KM)

Ferrovias	Bitolas			
	Larga	Métrica	Mista	TOTAL
ALL Malha Sul S.A	.	7.293	11	7.304
ALL Malha Oeste S.A (antiga Novoeste)	.	1.945	.	1.945
ALL Malha Paulista S.A (antiga Ferrpban)	1.463	243	283	1.989
ALL Malha Norte S.A (antiga Ferronorte)	500	.	.	500
Ferrovia Centro-Atlântica S. A - FCA	.	7.910	156	8.066
MRS Logística S.A	1.632	.	42	1.674
Ferrovia Tereza Cristina S. A - FTC	.	164	.	164
EFVM - Estrada de Ferro Vitória Minas	.	905	.	905
EFC - Estrada de Ferro Carajás	892	.	.	892
Transnordestina Logística S.A (antiga CFN)	.	4.189	18	4.207
FERROESTE - Estrada de Ferro Paraná Oeste	.	248	.	248
Ferrovia Norte Sul	420	.	.	420
Subtotal	4.907	22.928	510	28.314
Trombetas/Jarí/Corcovado/Supervia/Campos do Jordão	520	102	.	622
Amapá/CBTU/CPTM/Trensurb/CENTRAL/METRO RJ SP	456	425	.	881
Subtotal	976	527	.	1.503
TOTAL	5.883	23.273	510	29.817

FONTE: CNT (2009)

As características do sistema ferroviário nacional são bem marcantes e determinadas por fatos históricos, econômicos e geográficos. Pode-se destacar como principal delas a interligação de áreas de produção agrícola e exploração mineral, no interior do país com os portos ou pontos de exportação de mercadorias, no litoral. As mercadorias mais freqüentemente transportadas pelas malhas ferroviárias no Brasil são: minérios de ferro, produtos siderúrgicos, cimento e cal, carvão/coque, soja e derivados, outros produtos agrícolas, adubos e fertilizantes, extração vegetal e celulose, combustíveis e derivados de petróleo, contêineres (ANTT, 2011).

A mesma pesquisa (Pesquisa Ferroviária 2009, CNT) indica que as maiores concentrações de linhas férreas do país situam-se nos estados do Rio Grande do Sul, São Paulo, Minas Gerais e Rio de Janeiro, como ilustrado na figura 1, que detalha o sistema ferroviário do Brasil.



FIGURA 1: MAPA FERROVIÁRIO BRASILEIRO

Fonte: ANTF (2011)

Os investimentos nas malhas ferroviárias brasileiras refletem também um aumento na capacidade de material rodante, constituído de equipamentos para a formação das composições ferroviárias. Segundo o “Balanço sobre o Transporte Ferroviário de Cargas de 2010”, apresentado em Brasília, em fevereiro de 2011, pela

ANTF, o país contabilizava em 2010 um total de 99.565 vagões de carga e 3.070 locomotivas (figura 2), o que representa um crescimento de 128,2% de 1997 a 2010.



FIGURA 2: FROTA DE MATERIAL RODANTE EM ATIVIDADE (POR UNIDADE)

Fonte: ANTF (2011)

Todos estes investimentos e recursos injetados no sistema ferroviário do Brasil promoveram um aumento da produção ferroviária nacional. A produção ferroviária de qualquer país é medida em TKU (tonelada por quilômetro útil), ou seja, equivalente ao transporte de uma tonelada de carga à distância de 1 km. Segundo o mesmo balanço, este aumento da produção ferroviária brasileira é de 103%, comparando o realizado em 1997 com 2010 (ANTF, 2010). Esses dados são comprovados pela figura 3, a seguir.

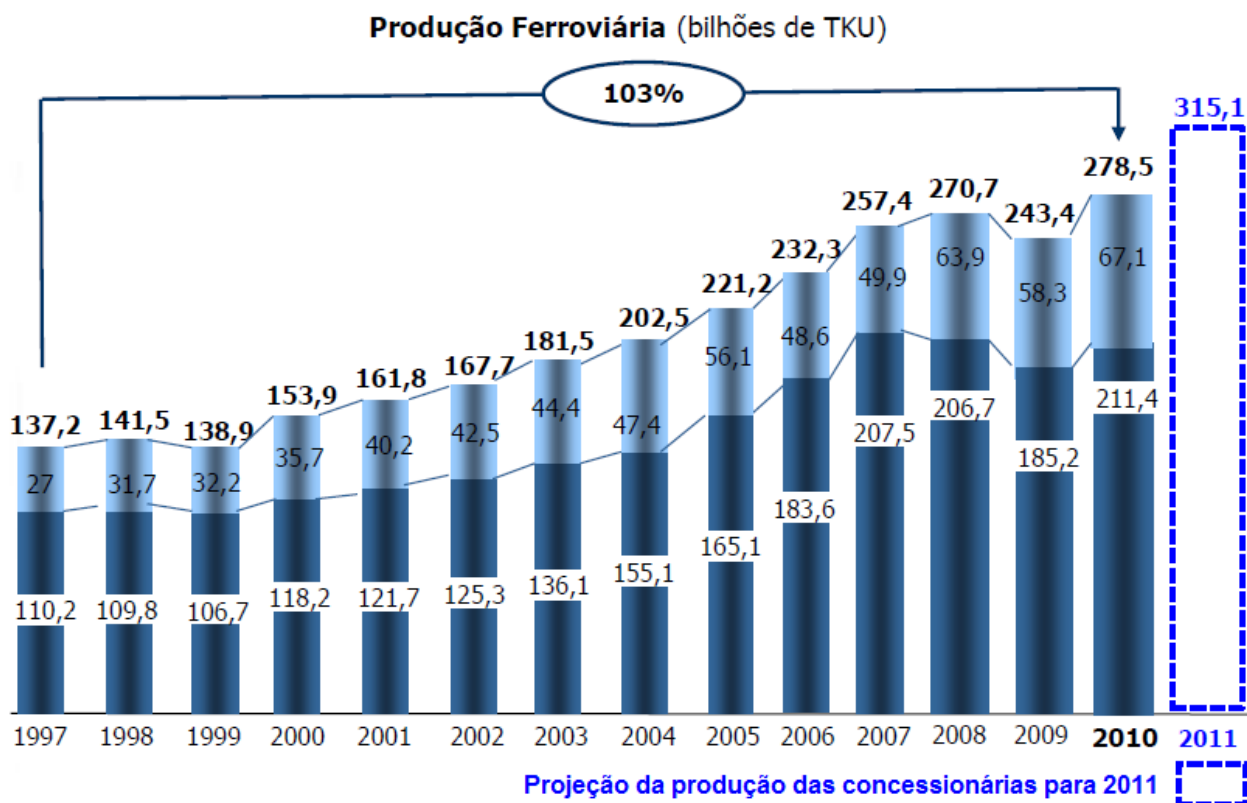


FIGURA 3: PRODUÇÃO FERROVIÁRIA (MILHÕES DE TKU)

Fonte: ANTF (2011)

Conseqüentemente, o aumento de 103% na produção ferroviária nacional acarreta a maior movimentação de cargas pelas ferrovias. Em números, este aumento corresponde a 85,6%, entre os anos de 1997 e 2010, como ilustrado pela figura 4, chegando a 470 milhões de toneladas úteis (TU) transportadas nas malhas (ANTF, 2011).

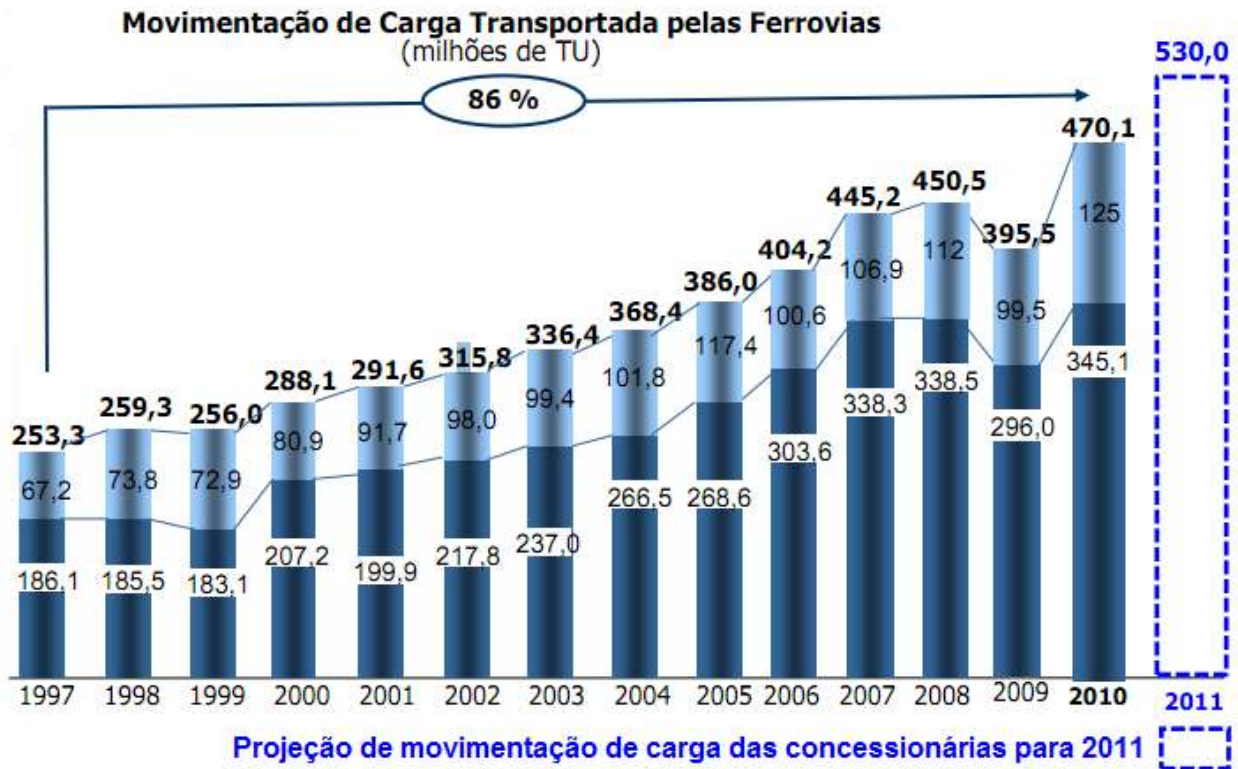


FIGURA 4: MOVIMENTAÇÃO DE CARGA TRANSPORTADA PELAS FERROVIAS

Fonte: ANTF (2011)

Contudo, apesar das contínuas melhorias no setor ferroviário nacional ao longo dos últimos anos, Pires (2002), em artigo publicado pelo “Instituto de Logística e Supply Chain”, afirma que a representatividade do sistema ferroviário brasileiro na matriz de transportes do país – 25% - é muito inferior à registrada por outros países de dimensões continentais, como China (37%), EUA (44%) e Rússia (60%). E completa ressaltando que “este grau de utilização para o transporte de carga coloca o Brasil na companhia de diversos países europeus, como França e Alemanha que possuem uma extensão territorial significativamente menor que a nossa”.

2.1.3. DIFICULDADES ENFRENTADAS PELA MALHA FERROVIÁRIA BRASILEIRA

Embora todos os financiamentos injetados no sistema ferroviário nacional após o início das privatizações em 1996 tenham gerado números positivos no setor, o

desempenho operacional do sistema ainda precisa de muitos refinamentos para atingir níveis satisfatórios.

A começar pela velocidade dos trens de carga. A “Pesquisa Ferroviária” realizada pela CNT (2009) verificou que o deslocamento das composições nas ferrovias nacionais é extremamente lento, já que a velocidade máxima permitida em parte da malha é abaixo de 50 km/h. Valendo-se desta constatação, complementa:

Em função da baixa velocidade, o serviço ferroviário lento não atende às necessidades dos clientes que exigem tempos curtos de deslocamentos. Por outro lado, as concessionárias necessitam alocar uma frota maior, devido aos tempos de ciclo longos, além de diminuir a capacidade da linha, pelo maior tempo de bloqueio da via. Esse problema está diretamente associado aos traçados e construções antigas, com características técnicas restritas e pontos crônicos de estrangulamento denominados gargalos na infraestrutura, principalmente em áreas urbanas, onde ocorrem conflitos do tráfego ferroviário com veículos e pedestres (CNT, 2009, p. 24).

Outro ponto levantado faz referência à característica das estradas de ferro brasileiras que são relativamente pequenas, dispersas e de traçado longo e sinuoso comparado às rodovias. Por outro lado, o poder competitivo de uma ferrovia aumenta quanto maior for a distância percorrida. Conclui-se, dessa forma, que a ferrovia brasileira torna-se mais competitiva nos pequenos e médios trajetos do que propriamente nos longos (CNT, 2009).

O simples aumento das linhas ferroviárias do país esbarra na dificuldade para a circulação das ferrovias nos grandes centros urbanos, nas passagens de nível críticas (cruzamento rodo-ferroviário) e nos trechos onde a ferrovia foi invadida (faixa de domínio⁹).

⁹ A invasão da Faixa de Domínio é descrita como: “As principais cidades brasileiras surgiram e se consolidaram ao longo de linhas férreas [...]. Atualmente as cidades estão com seus equipamentos sociais e infraestrutura urbana saturadas, ocasionando as invasões de áreas públicas em busca de moradia, atingindo áreas de domínio das áreas de transporte, previstas em textos legais e, sobretudo,

Há ainda a questão do frete ferroviário. Basicamente, calcula-se o frete através da multiplicação da distância (km) pelas tarifas de referência homologadas pela ANTT, para cada concessão e por tipo de mercadoria, em termos de peso (R\$/tonelada), volume (R\$/m³) ou unidade de contêiner (R\$/contêiner). A Diretoria de Infraestrutura Ferroviária (DIF) considera que o frete cobrado pelas operadoras nas ferrovias é cerca de 50% mais barato em relação ao transporte rodoviário, representando uma boa alternativa para o transporte de cargas grandes. Todavia, essa prática não se concretiza como esclarece a “Pesquisa Ferroviária” da CNT (2009):

No caso de transporte ferroviário, em geral, não existe competição direta entre as empresas uma vez que cada linha possui um trajeto específico que atende uma determinada região produtora. Além disso, os fretes ferroviários para diversos eixos de transporte no Brasil possuem competitividade para as distâncias médias e curtas, [...]. Um dos principais motivos associados é o baixo valor do frete rodoviário, inclusive para longas distâncias, [...]. Assim, a prerrogativa do transporte ferroviário, de ser competitivo para longas distâncias, na prática, acaba não se concretizando.

Por fim, além das dificuldades anteriormente citadas, Barat (2007) destaca ainda algumas barreiras para o desenvolvimento pleno das ferrovias no Brasil. São elas:

- » Idade média elevada, obsolescência e oferta insuficiente das locomotivas e vagões;
- » Reduzida integração operacional entre concessionárias;
- » O estado ainda precário da conservação das malhas concedidas;
- » Utilização compartilhada das linhas para passageiros e carga em algumas regiões;
- » Elevado custo de capital para investimentos em infraestruturas, sistemas e material rodante de tração, para fazer frente à obsolescência;
- » Os problemas com tráfego mútuo, por falta de regulamentação adequada;
- » Dificuldade de integração das malhas regionais em decorrência da diferença de bitolas.

comprometendo questões de segurança para operadores e moradores.” (Pesquisa Ferroviária, CNT, 2009, p. 103)

CAPÍTULO 3 – LOGÍSTICA E TRANSPORTES

A cadeia produtiva de uma empresa engloba os processos de obtenção de matéria-prima, produção, comercialização e, por fim, o consumo do produto final. Nesse contexto, a logística representa o processo de planejamento, operação e controle do fluxo de produtos, por meio do uso intenso de informações, de modo a oferecer a exata quantidade de mercadorias a custos mínimos nos locais e períodos definidos (CNT, 2011).



FIGURA 5: CADEIA PRODUTIVA

Fonte: CNT (2011, p.13)

Ballou (2006, p. 27), de forma simplificada, complementa a explicação anterior acerca da logística e a cadeia produtiva da seguinte forma:

Logística é o processo de planejamento, implementação e controle do fluxo eficiente e eficaz de mercadorias, serviços e das informações relativas desde o ponto de origem até o ponto de consumo com o propósito de atender às exigências dos clientes.

O autor sintetiza a importância da logística para uma organização na medida em que este diz respeito à criação de valor, tanto para clientes e fornecedores da empresa, assim como para seus acionistas (BALLOU, 2006).

Dessa forma, é estratégico para uma organização que o planejamento logístico seja realizado da melhor forma possível, ou seja, de modo a retornar-lhe os melhores resultados financeiros. Sua importância para os setores produtivos reflete-se na necessidade de serviços de transporte e armazenagem adequados, visando o aumento da produtividade e a redução do custo unitário de produção (CURY, 2004).

Passarini¹⁰ (1999 *apud* FICI; RICARDO, 2007, p. 94) relaciona o crescimento da demanda por serviços logísticos diretamente com o crescimento da economia. Da mesma forma que o desenvolvimento da economia estimula uma maior procura pelos serviços logísticos, o próprio desenvolvimento logístico pode gerar vantagens competitivas (no que se refere ao preço final dos produtos), gerando crescimento econômico. E completa:

A troca de mercadorias se intensifica e se realiza através de distâncias cada vez maiores, devido à ampliação dos mercados continentais e mundiais, pois, atualmente não há mais mercados locais. As mudanças na indústria mundial têm gerado novos padrões de produção e um novo tipo de organização dos processos industriais, com maior deslocamento físico dos projetos industriais, exigindo maior movimentação de equipamentos e produtos cada vez mais eficientes e baratos.

Ciente da importância de uma boa estratégia logística como geradora de competitividade, se faz necessário o desenvolvimento de um bom planejamento logístico. Ballou (2006) cita quatro áreas-problema onde o planejamento logístico deve atuar: níveis de serviço ao cliente, localização das instalações, decisões de estoque e decisões de transportes, como ilustrado na figura 6 a seguir.

¹⁰ PASSARINI, A. F. L. **O setor de transporte no Brasil: Um estudo comparativo.** USP – FEA, Resumo IV SemeAd. 1999, 12 p.



FIGURA 6: TRIÂNGULO DO PLANEJAMENTO LOGÍSTICO

FONTE: ADAPTADO DE BALLOU (2006, P. 45)

Uma das principais funções logísticas é o transporte. Como ilustrado no Triângulo do Planejamento, ele possui um papel fundamental no desempenho de vários requisitos de serviço ao cliente; além de representar, na maioria das vezes, a maior parcela dos custos logísticos das organizações, equivalente, em média, a 60% (FLEURY *et al.*, 2000).

Das quatro áreas destacadas, o transporte representa, em média, a maior parte do custo logístico total das empresas. De acordo com o “Plano de Logística e Transporte 2011”, elaborado pela CNT (2011, p. 14), “[...] os custos logísticos no Brasil, estimados para o ano de 2008, atingiram um valor equivalente a 11,6% do Produto Interno Bruto (PIB) daquele ano, ou seja, R\$ 349,00 bilhões. O item de maior representatividade foi o transporte, com 6,9% do PIB, equivalente a R\$ 207,00 bilhões”. A título de comparação, nos Estados Unidos da América, em 2008, os custos logísticos atingiram o valor de 8,7% do valor do PIB norte-americano, isto é, o equivalente a R\$ 2,3 trilhões, e o custo de transporte representou 5,4% do custo logístico total (CNT, 2011).

O Brasil apresenta muitos problemas logísticos e a precariedade da infraestrutura dos transportes faz com que o país não consiga acompanhar o ritmo dos avanços da agroindústria, o que gera entraves ao desenvolvimento econômico e também na competitividade dos diferentes modais de transporte (FICI, 2007, p. 98).

No mesmo documento elaborado pela CNT (2011, p. 14), com a ocorrência de um sistema logístico de transporte ineficiente, observa-se que:

- » Nos setores econômicos produtivos, as ineficiências agregam custos, aumentando o preço final do produto a ser comercializado;
- » A população economicamente ativa, responsável pelo consumo de produtos, arca com essa ineficiência logística em razão dos custos embutidos nos valores dos bens consumidos;
- » Para o meio ambiente, os custos da ineficiência da malha de transporte acarretam altos índices de emissão de poluentes;
- » A sociedade brasileira perde como um todo, pois a ineficiência acarreta uma baixa competitividade dos produtos brasileiros no mercado externo e, conseqüentemente, há uma menor geração de divisas;
- » Além disso, observam-se as dificuldades na integração física entre cidades de diferentes estados e até mesmo com os países vizinhos, bem como a queda no nível do serviço oferecido à população em geral, que precisa utilizar serviços de transporte.

As principais funções do transporte na logística estão ligadas basicamente às dimensões de tempo e utilidade de lugar. [...] Mesmo com o avanço de tecnologias que permitem a troca de informações tempo real. O transporte continua sendo fundamental para que seja atingido o objetivo logístico, que é o produto certo, na quantidade certa, na hora certa, no lugar certo ao menor custo possível (FLEURY *et al.*, 2000).

3.1. BREVE CARACTERIZAÇÃO DOS MODAIS DE TRANSPORTE BRASILEIROS

O sistema de transportes de um país tem como função primordial promover a circulação em todas as partes do território nacional, interligando os diferentes centros de produção e consumo para atender as necessidades da população e das empresas. Como conseqüência, esse sistema assegura o desenvolvimento econômico da região ou país no qual está inserido (FICI, 2007).

Em seguida, apresenta-se um panorama geral da estrutura de transportes brasileira, a partir de considerações trazidas pelos autores Barat (2007) e Nunes (2007), com algumas atualizações retiradas do “Plano de Logística e Transporte” (CNT, 2011):

» **Estrutura Rodoviária**

Extensão de 1.580.809 quilômetros (a terceira maior malha rodoviária do mundo), com apenas 13,4% da extensão total pavimentadas. O transporte rodoviário detém a maior participação na matriz de transporte de carga no Brasil, equivalente a 61,1%.

As políticas de estímulo ao transporte rodoviário, no caso brasileiro, vieram acompanhadas de uma drástica redução dos investimentos nas outras modalidades de transporte. Este comportamento acarretou um desequilíbrio na matriz de transporte de carga brasileira, ocasionando uma participação preponderante do modal rodoviário no transporte da produção interna. (BRANCO, 2007, p. 31).

» **Estrutura Ferroviária**

No Brasil, o transporte ferroviário é utilizado principalmente no deslocamento de grandes toneladas de produtos homogêneos, ao longo de grandes distâncias. A malha ferroviária brasileira possui 29.817 quilômetros de extensão (a 11^a maior malha ferroviária do mundo), transportando 395,5 milhões de toneladas úteis transportadas em 2009. Participa com 25% da matriz de transporte de cargas no Brasil.

» **Estrutura Aérea**

Totalizam 67 aeroportos principais, dos quais, 32 possuem terminais de processamento de cargas aéreas. O modal tem uma participação de 0,4% na matriz de transporte de carga brasileira. Em 2009, a carga transportada pelo setor atingiu 1,1 milhão de toneladas, em vôos nacionais como também em internacionais.

No Brasil, embora os aeroportos sejam dos poucos segmentos da infraestrutura que não sofreram um processo de degradação física e operacional – pelo contrário, se expandiram e se modernizaram – e a indústria aeronáutica tenha se fortalecido, as empresas aéreas sofreram sucessivas crises sistêmicas. Os efeitos da abertura e as mudanças nos padrões de mercado e da competitividade repercutiram fortemente sobre as empresas. Assumiram a liderança no mercado interno aquelas que conseguiram atuar em novos nichos e manter seus níveis de produtividade e eficiência empresarial (BARAT, 2007, p. 71)

» **Estrutura Portuária**

O sistema aquaviário, através dos portos, desempenha um papel importante como elo entre os modos terrestre e marítimo, contribuindo estrategicamente para a integração regional no transporte de mercadorias.

Uma das possibilidades de transporte aquaviário é o transporte marítimo. Há cerca de 7.500 km de vias marítimas e conta com uma estrutura que totaliza 45 portos organizados em 131 terminais de uso privativo.

» **Estrutura de Hidrovias**

A segunda via de transporte aquaviário do país é a hidrovia. Conta com aproximadamente 44 mil quilômetros de rios, dos quais 29 mil são naturalmente navegáveis, dos quais apenas 20% são utilizados.

[...] a vocação das hidrovias brasileiras é o transporte de *commodities*, como grãos, minérios e insumos (como fertilizantes e combustíveis, entre outros), o que facilita a formação de pólos comerciais e industriais localizados às suas margens, atuando de forma integrada com os demais modais que venham a complementar o transporte fluvial (CNT, 2009, p. 8).

» Estrutura Dutoviária

A utilização do transporte dutoviário é um pouco limitada no Brasil. São três seus subsistemas: mineroduto, gasoduto e oleoduto. A movimentação por dutos é bastante lenta, mas, em contrapartida, o transporte opera 24 horas por dia, durante os sete dias da semana.

Um panorama geral da distribuição da infraestrutura básica de transporte brasileira está ilustrado na figura 7, de acordo com cada uma das cinco grandes regiões geográficas do país.

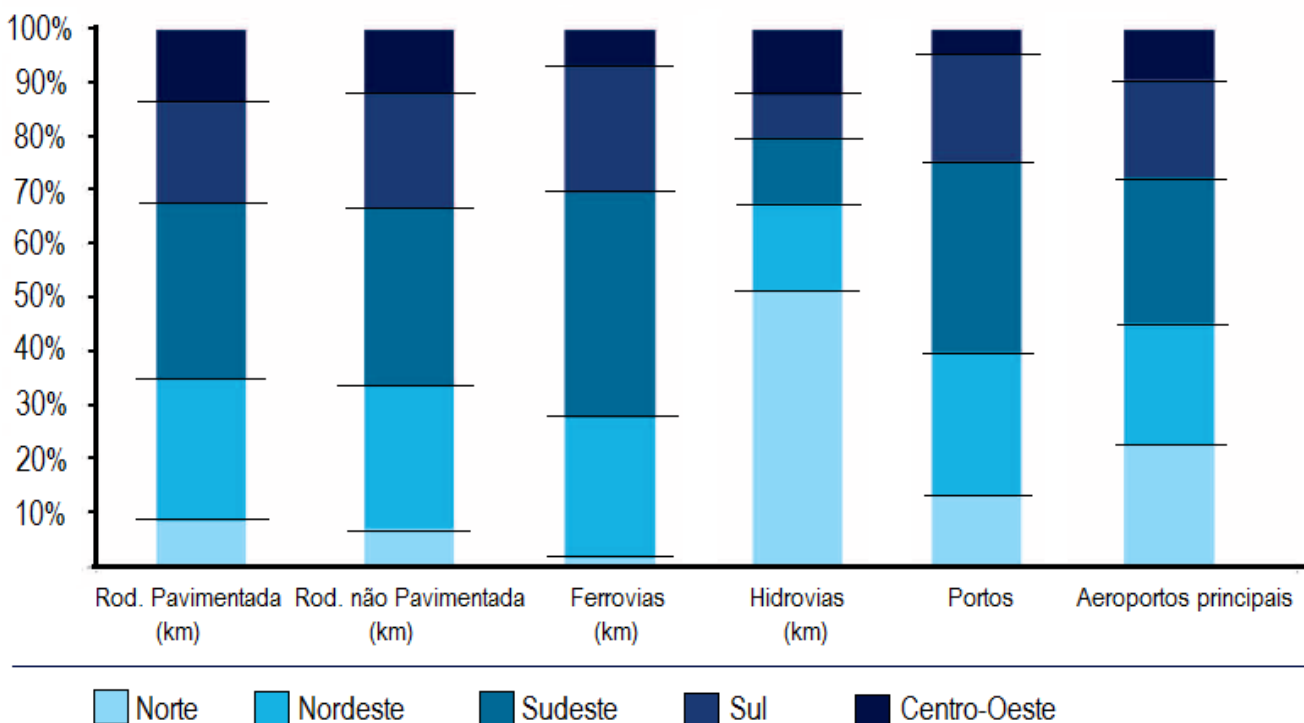


FIGURA 7: DISTRIBUIÇÃO DA INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES NAS REGIÕES DO BRASIL

FONTE: CNT (2011)

Uma simples caracterização dos modais de transporte é apresentada por Nazário *et al.*¹¹ (2000 *apud* OLIVEIRA; ANA MARIA, 2005, p. 40), ao relacionar algumas qualidades operacionais aos cinco modais de transporte básicos (ferroviário, rodoviário, aquaviário, dutoviário e o aéreo). De um modo ilustrativo, essas características foram classificadas na tabela 2 a seguir, de maneira ordinal, ou seja, quanto menor o valor apontado, melhor caracteriza-se o modal na operação estudada.

TABELA 2: CARACTERÍSTICAS OPERACIONAIS POR CADA MODAL DE TRANSPORTE

Características Operacionais	Ferroviário	Rodoviário	Aquaviário	Dutoviário	Aéreo
Velocidade	3	2	4	5	1
Disponibilidade	2	1	4	5	3
Confiabilidade	3	2	4	1	5
Capacidade	2	3	1	5	4
Frequencia	4	2	5	1	3
Resultado	14	10	18	17	16

Fonte: OLIVEIRA, A. M. (2005)

Como esclarecimento, os atributos relacionados na tabela 2 são definidos da seguinte maneira:

- » Velocidade refere-se ao tempo que a carga permanece no percurso;
- » Disponibilidade é a flexibilidade do transporte em atender ponta a ponta;
- » Confiabilidade é o nível da capacidade do modal de atender às programações de entrega esperadas;
- » Capacidade indica a possibilidade de atender diferentes tipos e tamanhos de carga;
- » Freqüência está relacionada à quantidade de movimentações programadas.

Uma relação sumarizada sobre as vantagens e desvantagens de cada modal de transporte é apresentada por Carvalho (2002) e está ilustrada na tabela 3, a seguir.

¹¹ NAZÁRIO, P. *et al.* **O papel do transporte na estratégia logística.** 2004.

TABELA 3: VANTAGENS E DESVANTAGENS DOS MODAIS DE TRANSPORTE

Modal	Vantagens	Desvantagens
<p>Rodoviário</p> 	<p>Manuseamento mais simples (cargas menores) Grande competitividade em distâncias curtas/médias Elevado grau de adaptação Baixo investimento para o operador Rápido e eficaz Grande cobertura geográfica</p>	<p>Aumento do preço com a distância Espaço limitado Sujeito às condições atmosféricas Sujeito ao trânsito Sujeito à regulamentação (circulação, horários)</p>
<p>Ferroviário</p> 	<p>Ideal para grandes quantidades de carga Baixo custo para grandes distâncias Ideal para produtos de baixo valor agregado Pouco afetado pelo tráfego e condições atmosféricas Pouco poluente</p>	<p>Serviços e horários pouco flexíveis Elevados custos de manutenção Grande dependência de outros transportes Pouco flexível</p>
<p>Aéreo</p> 	<p>Bom para situações de emergência a larga distância Bom para mercadoria de elevado valor, grandes distâncias Boa confiabilidade e frequência entre cidades Velocidade de transporte</p>	<p>Mais lento do que rodoviário para pequenas distâncias Elevado custo para grande parte dos produtos Pouco flexível, pois trabalha terminal a terminal</p>
<p>Hidroviário</p> 	<p>Competitivo para produtos de muito baixo custo</p>	<p>Velocidade reduzida Limitados a zonas com orla marítima ou rios navegáveis Muito pouco flexível</p>
<p>Dutoviário</p> 	<p>Longa vida útil Pouca manutenção Baixa mão-de-obra Rápido Funciona ponto a ponto</p>	<p>Não se adapta a muitos tipos de produtos Investimento inicial elevado</p>

FONTE: ADAPTADO DE CARVALHO (2002)

Valendo-se das informações acerca das modalidades de transporte do país, Oliveira (2005, p. 42) sintetiza genericamente as vantagens de cada uma delas em:

[...] o transporte rodoviário é bastante flexível, permitindo o atendimento “porta-a-porta”, [...]; o transporte ferroviário tem altos custos fixos e baixos custos variáveis, além de ser pouco flexível. Já o fluvial, tende a movimentar cargas de menor valor agregado, a longas distâncias e a baixa velocidade e tem o menor consumo de combustível dentre as modalidades apresentadas. Os autores destacam ainda que as modalidades ferroviária e hidroviária devem estar sempre conjugadas a outras modalidades para que a origem e o destino sejam atingidos.

3.2. ESCOLHA DO MODAL DE TRANSPORTE APROPRIADO

Rodrigues¹² (2001 *apud* CURY, M. V. Q.; OLIVEIRA, R. L. M. 2004, p. 1123) descreve a atividade da escolha do modal de transporte da seguinte forma:

A escolha modal no transporte de cargas pode ser definida como a atividade de planejamento de transportes que determina qual modo (ou modos) deve ser utilizado durante o transporte de insumos e bens acabados, sendo necessária a definição das características pertinentes ao processo de movimentação das cargas. Na escolha do modal devem-se considerar diversas variáveis qualitativas e quantitativas intervenientes nesse processo, tais como as características de mercado, a infraestrutura de transporte e as tecnologias disponíveis.

Utilizando-se dessa mesma linha de raciocínio, Ballou (2001, p. 155) enfoca a diversidade de fatores envolvidos na escolha da modalidade de transporte: “A escolha de um modal de transporte ou do serviço oferecido dentro do modal de transporte depende de uma variedade de características do serviço, variando da velocidade à assistência na solução de problemas.”

¹² RODRIGUES, P. R. A. **Introdução dos Sistemas de Transporte no Brasil e à Logística Internacional**. São Paulo: Ed. Aduaneiras, 2001.

Em contrapartida à complexidade desta escolha, uma vez bem feita, ela gera vantagens competitivas para a empresa em seu ambiente de negócios. Valendo-se do cenário nos quais diferentes modos de transporte são disponibilizados, Vitor Silva (2005) lembra que, independente da alternativa escolhida pela empresa para transportar sua carga, ela deve concentrar seus esforços de forma a minimizar os custos generalizados de transporte e prover um serviço rápido e eficiente. Alguns dos fatores que influenciam diretamente a escolha do modal estão listados a seguir:

- » Custo do transporte;
- » Custo de estoque;
- » Valor agregado da carga;
- » Tempos de viagem;
- » Confiabilidade no modo de transporte;
- » Acessibilidade do modo;
- » Probabilidade de perdas e danos à carga;
- » Necessidade de embalagens especiais;
- » Apelos sócio-ambientais; dentre outros.

Como citado anteriormente, a seleção da modalidade mais adequada ao transporte de um determinado produto é baseada em um numeroso conjunto de fatores e nem sempre significa o transporte de menor custo. Um exemplo é descrito por Branco (2007, p. 35):

Na contramão dos argumentos apresentados, é bastante freqüente no Brasil o transporte de cargas de baixo valor agregado percorrendo longas distâncias nas carrocerias de caminhões. Em decorrências da tímida oferta de transporte ferroviário e hidroviário no país e da expansão das fronteiras agrícolas [...], grande parte da produção acaba sendo escoada através das rodovias, tendo que vencer grandes distâncias nas carrocerias dos caminhões.

A estratégia empresarial deve englobar uma boa estratégia logística de transportes que garanta a efetividade do processo de escolha modal no transporte de cargas, favorecendo a obtenção de resultados que minimizem os custos, aumentem a competitividade e mantenham o nível de serviço prestado ao cliente.

CAPÍTULO 4 – INTEGRAÇÃO DAS MODALIDADES

É sabido que a gestão logística de transportes é um fator preponderante para o ganho de competitividade nos mercados. Ao longo dos tempos, inovações tecnológicas proporcionaram reduções de tempo e de custos das viagens, principalmente entre regiões produtoras e consumidoras, evidenciadas no mundo globalizado (NUNES, 2007).

Os transportes são meios de facilitação, e quanto maior forem as facilidades para uma mesma distância geográfica, menor será a distância econômica, isto significa, que a distância geográfica e as condições dos transportes determinam o distanciamento econômico entre as regiões do território (GALVÃO¹³, 1996 *apud* FICI; RICARDO, 2007, p. 83).

Por outro lado, as exigências logísticas e de distribuição vêm interferindo na tradicional demanda por transportes. Borges (2005), em referência vários autores, explica que, a distribuição não se comporta apenas como uma variável dependente do processo econômico, mas, mais profundamente é responsável pela modelagem da produção, o que a torna uma indutora na demanda pelo transporte de carga.

Na tentativa de suprir a demanda por transporte através de uma política inteligente de gestão logística, uma alternativa operacional identificada no tempo foi o uso de mais de um modo de transporte de forma integrada. A vantagem principal, portanto, encontra-se na oportunidade de utilizar os atributos inerentes a cada modal de forma conjunta (BRANCO, 2007).

Trata-se da utilização de dois ou mais modais na movimentação de mercadorias e a ideia de que é vantajoso se valer das complementaridades entre os modais – e de suas especializações – para reduzir custos, tempos de imobilização, perdas e avarias no manuseio, assim como incrementar a qualidade e integrar as diversas etapas do transporte num gerenciamento sistêmico (BARAT; JOSEF, 2007, p. 23)

¹³ GALVÃO, O.J de A. **Desenvolvimento dos Transportes e Integração Regional do Brasil – Uma Integração Histórica.** In: Planejamento e Políticas Públicas, n.13, jun. 1996, p. 184-211.

Como condição para a utilização combinada dos vários meios de transporte define-se a unitização da carga, que se explica pelo agrupamento de vários volumes menores em um único volume maior, com a finalidade de facilitar sua movimentação, armazenagem e transporte. Atualmente, esse processo evoluiu da paletização (uso de páletes) para a “containerização”, possibilitando a mecanização das operações de transbordo e controle computadorizado de carga. As facilidades promovidas pela integração dos modais marcam, portanto, a evolução do sistema *pier-to-pier* para o sistema *door-to-door* (NUNES, 2007).

No cenário brasileiro, Branco (2007, p. 41) é otimista ao afirmar que “A intermodalidade é um instrumento com grande potencial para minimizar os efeitos negativos gerados pela distorção da matriz de transportes brasileira.”

O mapa da rede multimodal de transportes brasileira está ilustrado no figura 8.



FIGURA 8: REDE MULTIMODAL DE TRANSPORTES BRASILEIRA

FONTE: ANTT (2002)

Dessa forma, a escolha pela integração dos diferentes modos de transporte pressupõe novos limites de mercado para as empresas de navegação, aéreo e terrestre, permitindo aos exportadores penetrar em mercados não-tradicionais, e aos importadores recorrer a novas fontes de suprimento.

4.1. TRANSPORTE INTERMODAL X TRANSPORTE MULTIMODAL

Diferentes terminologias referentes ao uso de modais integrados de transporte surgiram para definir respectivas particularidades de cada sistema adotado. Uma confusão maior se faz, portanto, entre as definições de transporte intermodal e transporte multimodal. De encontro com as definições apresentadas no tópico anterior acerca do transporte integrado, a intermodalidade e a multimodalidade são operações que se realizam pela utilização de mais de um modal de transporte; ou seja, transportar uma mercadoria do seu ponto de origem até a entrega por modalidades diferentes.

O transporte multimodal, entretanto, foi definido pela Lei 9.611, em 19 de fevereiro de 1998, e contempla a definição retirada do portal da Agência Nacional de Transportes Terrestres (ANTT):

Transporte Multimodal de Cargas é aquele que, regido por um único contrato, utiliza duas ou mais modalidades de transporte, desde a origem até o destino, e é executado sob a responsabilidade única de um Operador de Transporte Multimodal – OTM.

A Lei nº 9.611/98 traz também o conceito de Operador de Transporte Multimodal definindo-o como a pessoa jurídica contratada e responsável por fazer o transporte multimodal da carga desde sua origem até seu destino, por meios próprios ou de terceiros, podendo ou não ser o próprio transportador. Em maiores detalhes, é permitido a ele realizar também serviços de coleta, unitização, desunitização, movimentação, armazenagem e entrega da carga ao destinatário, bem como a realização dos serviços correlatos que forem contratados entre a origem e o destino, inclusive os de consolidação e desconsolidação documental de cargas (ANTT, 2011).

Dessa forma, na multimodalidade, o OTM emite apenas um documento de transporte, que cobre o trajeto total da carga, do seu ponto de origem até o ponto de destino. Portanto, cabe a ele a responsabilidade total pela carga sob sua custódia, como também, algumas outras relacionadas no portal da ANTT:

- » Execução do contrato multimodal;
- » Prejuízos resultantes de perda, por danos ou avaria às cargas sob sua custódia;
- » Prejuízos decorrentes de atraso em sua entrega, quando houver prazo acordado;
- » Ações ou omissões de seus empregados, agentes, terceiros contratados ou subcontratados para execução dos serviços de Transporte Multimodal;

Por outro lado, o transporte intermodal recebe inúmeras diferentes definições, algumas mais restritas, outras um pouco mais abrangentes, ou até mesmo, se coloca como sinônimo de transporte multimodal. Neste estudo, portanto, adota-se para o transporte intermodal, a definição estabelecida por Almendáriz (2007, p. 19) que corrobora a definição estabelecida pela ANTT, a qual estipula que “A intermodalidade caracteriza-se pela emissão individual de documentos de transporte para cada modal, bem como pela divisão de responsabilidade entre os transportadores.”

A figura 9 a seguir ilustra a diferença entre essas duas modalidades de transporte integrado.

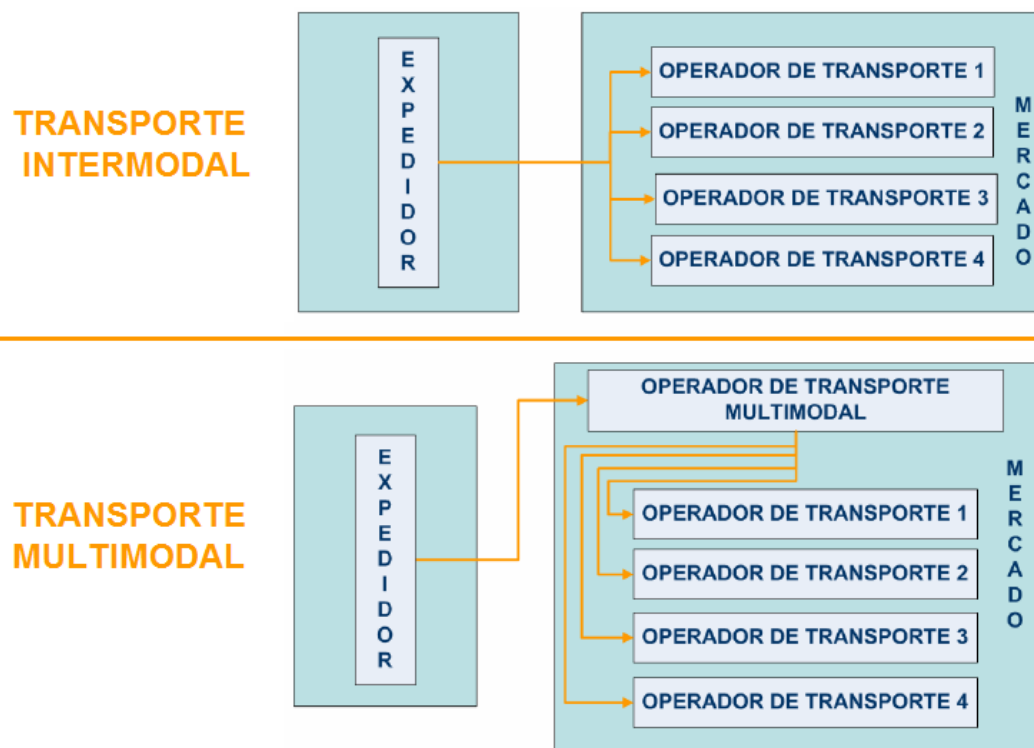


FIGURA 9: DIFERENÇA ENTRE TRANSPORTE INTER E MULTIMODAL

FONTE: NUNES (2007, P. 4)

4.2. VANTAGENS DO TRANSPORTE MULTIMODAL

Valendo-se de que as empresas direcionaram à logística dos transportes um papel importantíssimo em meio às tendências de globalização, a opção multimodal de transporte de carga oferece a elas um melhor aproveitamento de cada modo de transporte, buscando uma complementaridade entre estes, obtendo como consequência, vantagens seja em tempo, custo, consumo energético ou menor impacto ambiental (ALMENDÁRIZ, 2007).

Estes parâmetros de custo, tempo, qualidade e etc. determinam a combinação dos vários modais de transporte tradicionais. O grande benefício encontra-se em gerir a combinação que usufrui das vantagens competitivas de cada modal isoladamente, tais quais velocidade, confiabilidade, segurança, flexibilidade (BARAT, 2007).

De forma sucinta, o portal da ANTT (2011) relaciona ainda, algumas outras vantagens pontuais trazidas com a utilização do transporte multimodal. São elas:

- » Melhor utilização da capacidade disponível da matriz de transporte;
- » Utilização de combinações de modais mais eficientes energeticamente;
- » Melhor utilização da tecnologia de informação;
- » Ganhos no processo, considerando todas as operações entre origem e destino, já que no serviço porta-a-porta, o OTM pode agregar valor oferecendo serviços adicionais;
- » Melhor utilização da infraestrutura para as atividades de apoio, tais como armazenagem e manuseio;
- » A responsabilidade da carga, perante o cliente, é de apenas uma empresa, o OTM;
- » Aproveitamento da experiência internacional tanto do transporte como dos procedimentos burocráticos e comerciais;
- » Redução dos custos indiretos.

4.3. TRANSPORTE MULTIMODAL FERROVIÁRIO

A integração entre modais pode ocorrer de várias formas. Um bom exemplo é descrito por Fleury, Wanke e Figueiredo (2000, p. 149): “a soja produzida em Goiás

segue, de caminhão, da lavoura para o porto de São Simão, em Goiás. De lá, segue até Pederneiras, interior de São Paulo, pela hidrovía Tietê-Paraná. Chega finalmente ao porto de Santos através da Ferroban, totalizando cerca de 1340 km. [...] Nesse caso, embora o tempo seja maior do que o modal rodoviário, o custo do frete é consideravelmente menor.”

Em particular, o modal ferroviário, diferentemente do modal rodoviário que tem o privilégio da capilaridade para atender o transporte porta-a-porta, necessita de terminais de integração, devido às suas limitações físicas (SANTOS, 2005).

O modelo rodoviário tem a possibilidade garantida para a execução do transporte “porta-a-porta”. Os outros modais necessitam de terminais de transbordo para captação de um importante volume de carga, pois poucas indústrias possuem ramais ferroviários, ou estão localizadas às margens de uma hidrovía, que possibilitem embarque/desembarque diretamente, sem a necessidade das “pontas rodoviárias” (ANTT¹⁴, 2004 *apud* SANTOS; SÍLVIO, 2005, p.74).

Almendáriz (2007), em referência a diferentes autores, reúne várias definições para terminais de transporte multimodal. Conhecidos por Terminais Intermodais, Centros Intermodais, Conectores Intermodais e também como *Hubs*, de modo geral, define-os como os locais preparados para permitir a conjugação de diferentes modos de transportes, por meio de áreas e equipamentos adequados à fácil transferência da carga de um veículo para o outro. O autor, por sua vez, lista algumas das funções que são executadas nesses terminais, tais como: receber a carga, conferir a documentação, posicionar os veículos com a carga a ser transferida, providenciar o veículo para o qual será realizada a transferência, executar a operação, preparar documentação de entrega e ordenar o transporte até o destino.

Essas funções serão executadas com eficiência uma vez que forem atribuídas aos terminais intermodais algumas características, listadas por Santos (2005) como:

¹⁴ AGÊNCIA NACIONAL DE TRANSPORTES TERRESTRES (ANTT). **Logística e transporte para produtos de alto valor agregado no contexto brasileiro**. Brasília: UFSC/Labtrans, 2004, 1 p.

- » Tempo reduzido de transbordo;
- » Baixo custo de operação;
- » Alta capacidade de expedição/recepção;
- » Capacidade de armazenamento adequada;
- » Bom acesso rodoviário;
- » Possibilidade de manobras das composições ferroviárias;
- » Condição para manutenção da qualidade do produto;
- » Sistema de informação eficiente.

Branco (2007) chama a atenção para o fato de que no Brasil, como maneira de viabilizar a prática de múltiplos modais utilizando o modal ferroviário, vem sendo construídos, nos últimos anos, aproximadamente quarenta terminais de carga intermodais.

Entretanto, Santos (2005) explica que, por outro lado, embora estejam sendo feitos investimentos para a construção dos terminais, a realidade brasileira ainda reflete uma insuficiência no atendimento dos mais de 29.000 km de malhas ferroviárias nacionais. O autor também faz referência à Revista Ferroviária, edição de maio de 2003, a qual publicou um inventário das unidades construídas ou expandidas desde o arrendamento das ferrovias em 1996, comprovando o baixo número de terminais intermodais no país:

Dos 123 terminais existentes, 37 são para grãos, 17 para contêineres, 14 para carga geral e 11 para produtos siderúrgicos, mostrando que as iniciativas dizem respeito aos produtos tradicionais das ferrovias, mas também ao transporte intermodal e a produtos manufaturados diversos, em concorrência com o rodoviário. Outros tipos de terminais operam com insumos para siderurgia (nove), cimento (seis), pedra e granito (sete) e produtos petroquímicos (sete) [...]. Dos 123 terminais, 100 são rodo-ferroviários, construídos no interior, ao longo das malhas das ferrovias ou hidro-rodo-ferroviários, estes situados nos portos.

Além da disponibilidade de terminais multimodais, outro aspecto importante que deve ser ressaltado ao se tratar de transporte multimodal ferroviário é a distância do frete. “[...] geralmente, ele não é efetivo para distâncias menores que 800 km a 900 km.

A combinação dos custos de acarretamento nos extremos da ferrovia, os horários de trens e o volume de tráfego fazem da ferrovia menos competitiva que o caminhão” (ALMENDÁRIZ, 2007, p. 32).

Em desacordo com o que se define como distância ideal para a multimodalidade ferroviária, no Brasil, a figura 10 demonstra que o *market-share* da ferrovia em função da distância percorrida diminui exatamente onde deveria ser mais competitivo, contrário ao que se verifica nos Estados Unidos.

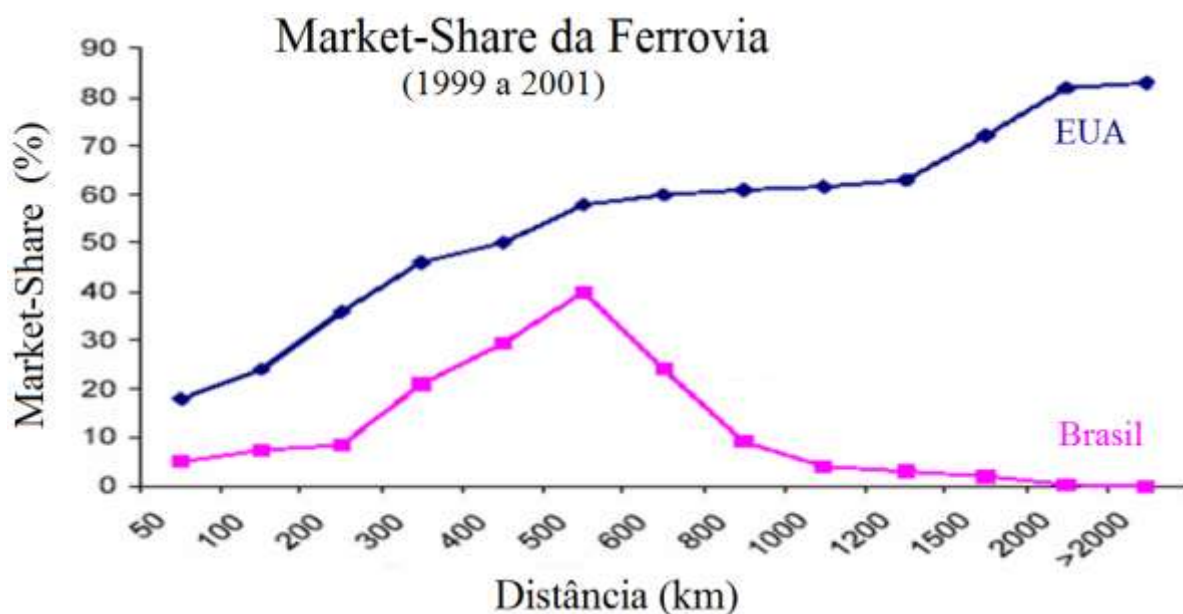


FIGURA 10: MARKET-SHARE DA FERROVIA (1999 – 2001)

FONTE: FLEURY; WANKE; FIGUEIREDO (2000, P. 147)

4.4. TECNOLOGIAS DO TRANSPORTE MULTIMODAL FERROVIÁRIO

Como opções de transporte integrado, Ballou (2006), define nada menos que dez combinações possíveis, utilizando dois modais de transporte, como por exemplo: trem-caminhão, trem-navio, caminhão-navio, etc. De modo geral, a técnica mais utilizada para facilitar a integração de diferentes modalidades é o acoplamento (FLEURY; WANKE; FIGUEIREDO, 2000), definido por Barat (2007) como Transporte Combinado:

Transporte Combinado: pressupõe a condução de um veículo com a sua carga por outro [...]. A utilização combinada permite otimizar as vantagens comparativas de cada modal nas diferentes etapas de transporte, como a coleta, o deslocamento de longa distância e a distribuição das mercadorias, além de não implicar desperdício de tempo e custo elevado de transbordo (BARAT, 2007, p. 22).

Almendáriz (2007) relaciona uma ampla variedade de tecnologias de acoplamento envolvendo a intermodalidade ferroviária, das quais algumas se encontram descritas abaixo, relacionando ainda, incrementos de outros autores:

» **TOFC (*Trailer On Flat Car*) ou *Piggyback***

Teve origem nos primórdios da ferrovia norte-americana. Consiste no transporte de carretas (semi-reboques rodoviários) sobre plataformas ferroviárias (vagão plataforma) construídas especialmente para esta finalidade (figura 11).

“O TOFC é uma combinação da conveniência e flexibilidade do transporte rodoviário com a economia da ferrovia em longos percursos” (BALLAU, 2006, p. 158).



FIGURA 11: TOFC (*TRAILER ON FLAT CAR*) OU *PIGGYBACK*

FONTE: FILHO; LOPES (2009)

» **COFC (*Container On Flat Car*)**

Caracteriza-se pela colocação de um contêiner sobre um vagão ferroviário/plataforma ferroviária. Sem a necessidade de transportar os chassis (semi-reboque), deixa-se de carregar o peso morto da subestrutura e dos rodados (BALLAU, 2006, p. 159). O COFC está ilustrado na figura 12 abaixo.



FIGURA 12: COFC (*CONTAINER ON FLAT CAR*)

FONTE: FILHO; LOPES (2009)

» **DST (*Double-Stack Train*)**

Utiliza o mesmo princípio do COFC, mas consegue transportar até dois contêineres sobrepostos devido ao seu modelo especial, articulado e rebaixado, garantindo uma altura útil de 4,82 m (figura 13). Este sistema é, geralmente, o mais eficiente para movimentar contêineres em longos trajetos. Como vantagens principais, apresenta: redução do custo do capital do transporte ferroviário obtido através do aumento da capacidade, maior economia de combustível (40%) resultante da relação tara/peso líquido, modernização na aerodinâmica e carregar o dobro de contêineres por trem.



FIGURA 13: DST (DOUBLE-STACK TRAIN)

FONTE: PORTAL MODEL RAILROAD TRAINS (2011)

» **Carless**

“Como o próprio nome sugere, é uma tecnologia que não utiliza o vagão ferroviário convencional. Consiste na adaptação de uma carreta [semi-reboque] que é acoplada a um vagão ferroviário igualmente adaptado, conhecido como *truck* ferroviário [semi-reboque com rodas]. Com esse sistema, pode ser criado um trem específico ou misto, ou seja, com outros tipos de vagões” (FLEURY; WANKE; FIGUEIREDO, 2000, p. 149-150). O sistema *Carless* está ilustrado na figura 14 a seguir.

Uma vantagem da tecnologia *Carless* é seu baixo custo no terminal, valendo-se de que dispensa o uso de guindastes ou *piggybackers*. De modo rudimentar, pode-se estabelecer um terminal multimodal *Carless* pela extensão de cascalho até a ferrovia de modo que o equipamento possa ser colocado nos trilhos. Essa facilidade é uma solução aos países pouco desenvolvidos ou para explorar fontes temporárias de tráfego.

A tecnologia *carless* mais conhecida é o *Roadrail* (Rodotrilho). Ela foi exportada pelos EUA para países como Austrália, Tailândia, Índia e outros. No Brasil, essa tecnologia foi patenteada, em 1999, pelo Engenheiro Eduardo Gonçalves David, que a batizou de “SIRFE” (Sistema Intermodal Rodoferroviário).

Cláudia Malinvemi, responsável pela reportagem “Multimodalidade chega a Coca-Cola”, publicada pela Revista Tecnológica (dezembro, 1999), juntamente com David, descrevem como principal vantagem do sistema brasileiro em relação aos sistemas importados a necessidade reduzida de investimentos no sistema, já que tem como princípio o reaproveitamento, mediante reforço estrutural, dos semi-reboques atuais; possibilitando aos empresários a manutenção de suas frotas. Podem-se destacar como principais características do SIRFE: possibilidade de reforçar seu reboque existente, não necessita suspensas pneumáticas, utiliza acessório de apoio (5ª roda) que se encaixa no “pino rei”, utiliza também um engate de interligação dos semi-reboques entre si, permite adaptar truques ferroviários de qualquer bitola com o dispositivo.



FIGURA 14: ROADRAIL

FONTE: PORTAL TRIPLE CROWN (2011)

4.5. BARREIRAS PARA O TRANSPORTE MULTIMODAL NO BRASIL

A rede integrada de transporte – formada por infraestruturas como as vias e os terminais intermodais – 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. Contudo, a ausência e a má qualificação da infraestrutura acarretam a

ineficiência do transporte, gerando aumento dos prazos de entrega, dos custos de frete e do volume de perdas e riscos de avarias nas cargas.

Este, portanto, é justamente o fator apontado por Fleury, Wanke e Figueiredo (2000) como a grande barreira ao desenvolvimento do multimodalismo no Brasil. Como exemplo, citam a movimentação de contêineres no maior porto do país, o Porto de Santos, com representatividade de 40%, dos quais apenas 4% foi movimentado pela ferrovia. No ano anterior, em 1999, essa movimentação era de 2,5%.

Não menos impactante, encontra-se a barreira dos entraves legais, que não são poucas. Idealmente, o transporte multimodal prende-se a leis, procedimentos comerciais e documentos simples. Entretanto, por mais de vinte anos, o país se encontrou órfão de uma legislação multimodal. Dessa forma, o Brasil tornou-se retardatário em relação à evolução apresentada por outros países nessa modalidade de transporte, justamente por não ter a figura concreta do Operador de Transporte Multimodal, OTM, fator este que dificultou a expansão da multimodalidade no cenário do país. Finalmente, com a Lei n. 9.611/98 e o Decreto n.5.267/04 houve uma regulamentação do Transporte Multimodal de Cargas, mesmo que burocratizando o sistema. (BARAT, 2007).

Entretanto, a legislação apresenta inúmeras falhas que devem ser eliminadas para garantir o bom funcionamento da multimodalidade de transporte brasileiro. Nunes (2007) faz um levantamento dos vários empecilhos legais enfrentados atualmente no país, dos quais destaca-se:

- » Problemas relacionados à emissão do Conhecimento de Transporte Multimodal de Cargas (CTMC);
- » Falta de definição da alíquota do Imposto sobre Circulação de Mercadorias (ICMS) que incide sobre o transporte multimodal;
- » Exposição dos valores acordados entre o OTM e o expedidor para os demais operadores envolvidos na operação, caso existam; já que uma das vias do documento acompanha a carga;
- » Não reconhecimento, por alguns estados, do CTMC como um documento fiscal;

- » Impossibilidade do OTM de atuar como despachante aduaneiro, uma vez que a Receita Federal só reconhece a figura do despachante aduaneiro através de pessoa física, e não jurídica, como é o caso do OTM;
- » Não reconhecimento do OTM pelo Banco Central do Brasil, impedindo as operações com o exterior, por estar impossibilitado de registrar as remessas de divisas vindas do exterior.

Dessa forma, ações de infraestrutura dependentes de investimentos privados e públicos e investimentos em ativos são fatores que, juntamente com uma melhor regulamentação dos OTMs, podem proporcionar a evolução do transporte integrado no Brasil e sua recuperação perante aos mercados internacionais (FLEURY; WANKE; FIGUEIREDO, 2000).

CAPÍTULO 5 – CASO EXEMPLO

Como maneira de avaliar os benefícios gerados pela adoção de um sistema de transportes multimodal, optou-se por estudar um caso exemplo acerca do transporte multimodal de caixas de leite.

Este caso foi fornecido por uma empresa que teve seu nome trocado, por não permitir sua divulgação. Dessa forma, este estudo fará referência a ela simplesmente como a Empresa X.

A empresa X é um operador logístico que opera, de forma integrada, os modais ferroviário e rodoviário. Ela nasceu em 1997, após o processo de privatizações das malhas ferroviárias brasileiras e hoje é a maior empresa independente de serviços de logística da América do Sul. Ela possui cerca de 8.500 colaboradores diretos e opera quase dezesseis dos vinte e nove mil quilômetros de linhas férreas existentes no Brasil. Os segmentos onde a Empresa X tem maior atuação são: *commodities* agrícolas, produtos industriais e serviços rodoviários; e para isso, conta com uma frota de 1.095 locomotivas, 31.650 vagões, 70 *roadrailer*s e 1.000 veículos.

5.1. CONTEXTUALIZAÇÃO DO CASO

Era de responsabilidade da Empresa X a transferência de 9.000 toneladas/mês de Leite Longa Vida paletizado de Teutônia (RS) até os mercados do Rio de Janeiro, São Paulo e Curitiba. A figura 15 ilustra as características da carga de leite paletizado.



FIGURA 15: CARGA DE LEITE PALETIZADO

FONTE: EMPRESA X (2009)

Esse transporte era realizado puramente pelo transporte rodoviário, de Teutônia (RS) direto para os CDs localizados nas três capitais, como ilustrado na figura 16.

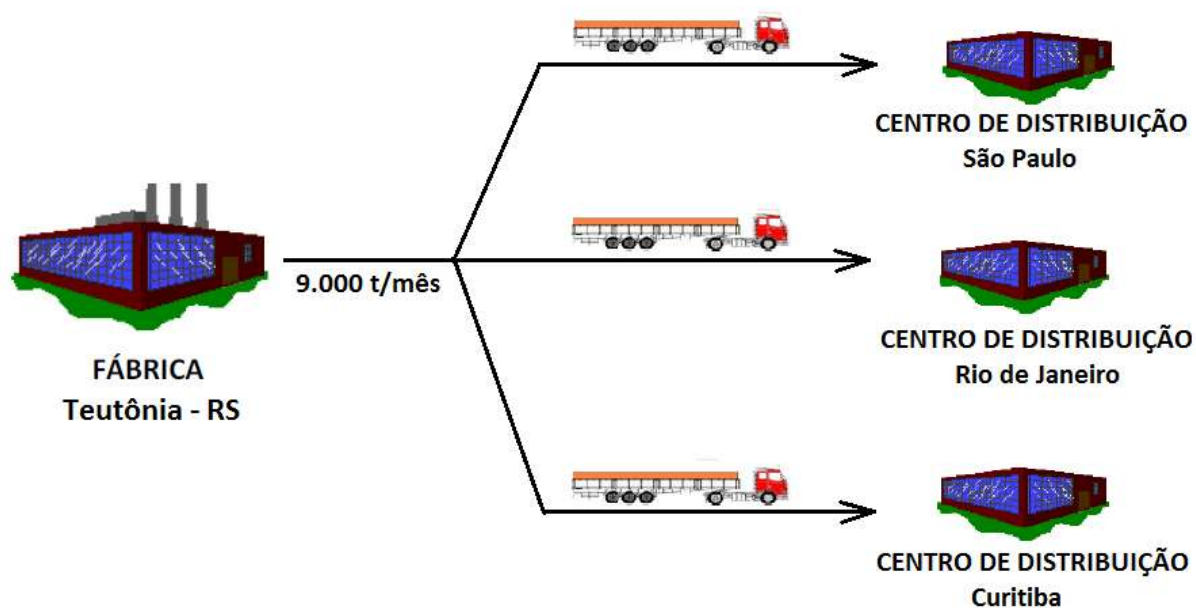


FIGURA 16: SITUAÇÃO ANTERIOR - TRANSPORTE RODOVIÁRIO

FONTE: EMPRESA X (2009)

Com esse projeto, o objetivo da Empresa X era reduzir os custos do transporte, com a condição de que não houvesse aumento no tempo de entrega do pedido realizado pelos Centros de Distribuição (CDs).

5.2. DESENVOLVIMENTO DO PROJETO

A empresa X beneficiou-se da diversidade da sua frota para compor um novo traslado multimodal da carga, compondo os transportes rodoviário e ferroviário, com os seguintes componentes:

» Vagão fechado

Vagão de dois andares, cuja capacidade é de 44 páletes/vagão, sendo, portanto, capaz de transportar 50 toneladas/vagão, equivalentes a 3.500 toneladas/mês (figura 17).

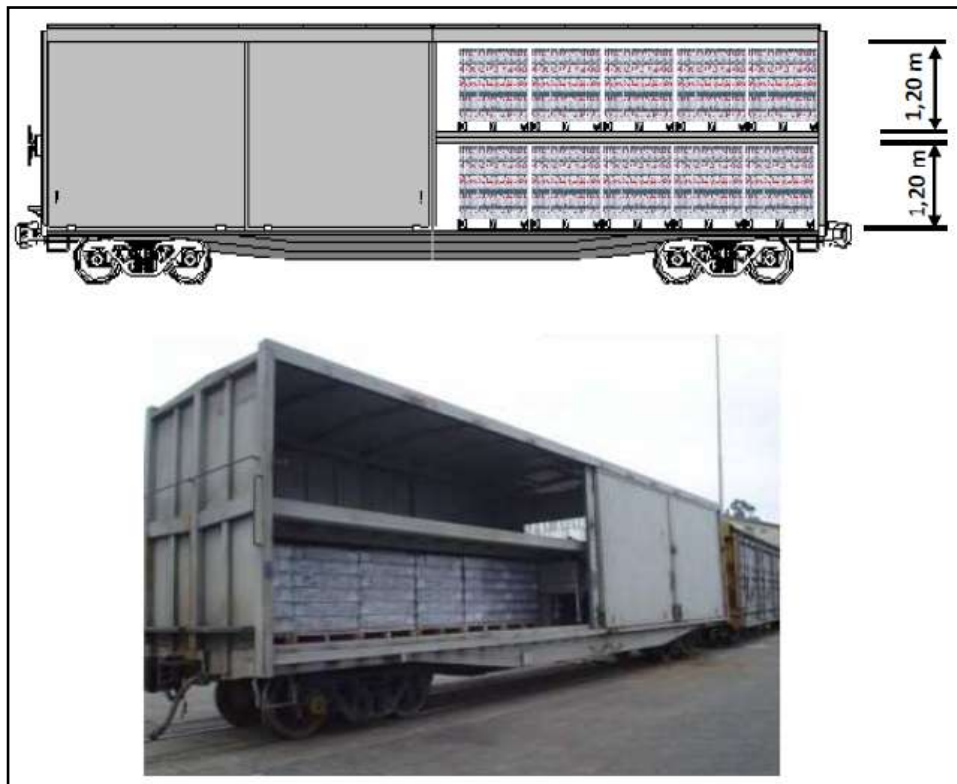


FIGURA 17: VAGÃO FECHADO

FONTE: EMPRESA X (2009)

» **Contêiner**

Contêineres com capacidade para 22 páletes cada um, o que resulta em uma capacidade de 25 toneladas/vagão; ou seja, possui a capacidade de transportar 2.500 toneladas/mês (figura 18).

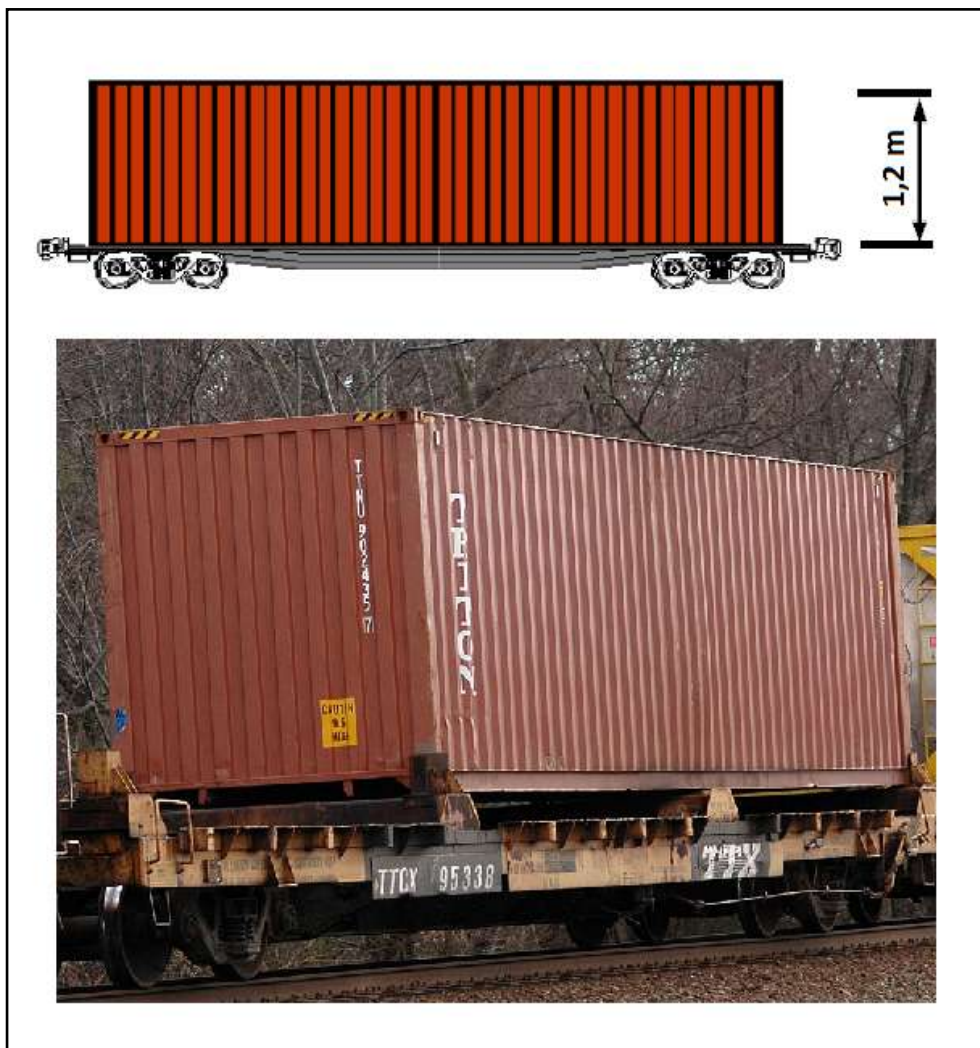


FIGURA 18: CONTÊINER

FONTE: EMPRESA X (2009)

» **Roadrailer**

Carretas bimodais com capacidade de transportar 22 páletes/vagão correspondentes a 25 toneladas/vagão; resultando numa capacidade mensal de transportar 30 toneladas (figura 19).

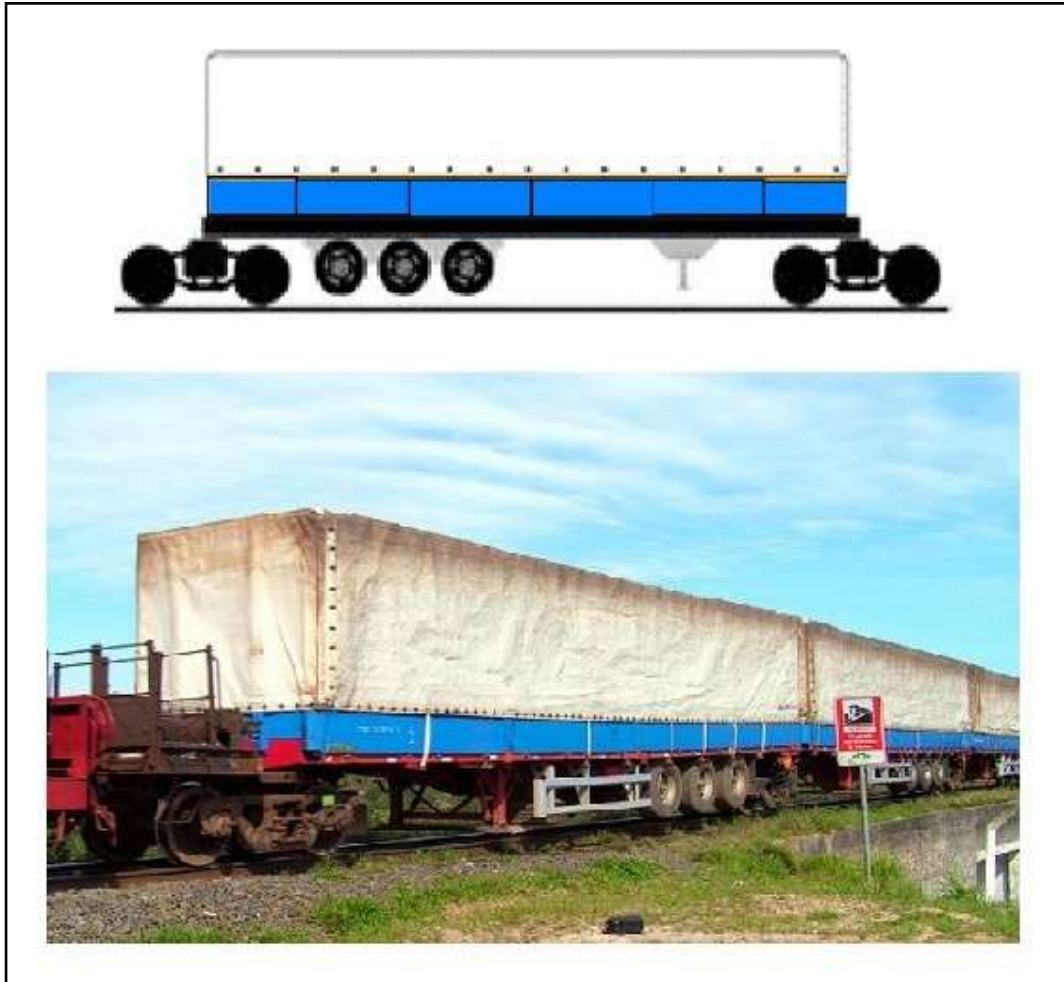


FIGURA 19: ROADRAILER

FONTE: EMPRESA X (2009)

A Empresa X apresentou uma proposta de traslado multimodal respeitando a sequência: rodoviário – ferroviário - rodoviário. Neste caso, o transporte da carga desde a fábrica em Teutônia (RS) até os Centros de Distribuição (CDs) basicamente foi separado em três etapas:

» **1ª Etapa: Transporte Rodoviário**

As caixas de leite paletizadas produzidas na unidade de Teutônia (RS) são transportadas até o Porto de Estrela (RS), em uma operação rodoviária, com a utilização de três diferentes veículos – caminhão de carga solta, contêiner, *roadrailer* – com capacidade suficiente para suprir a demanda das 9.000 toneladas/mês, percorrendo uma distância de 21 km por viagem.

» **2ª Etapa: Transporte Ferroviário**

Uma vez estacionada no Porto de Estrela (RS), parte da carga é transferida para os vagões ferroviários (no caso daquela trazida por caminhões comuns). A carga provinda em contêineres ou *roadrailer*s não necessita de transbordo. A operação ferroviária segue, então para dois destinos diferentes: o primeiro corresponde ao Terminal da Grande São Paulo, localizado em Tatuí (SP), num percurso de cinco dias de duração. O segundo destino, por sua vez, ocupa-se com três dias e termina no Terminal Araucária, em Araucária (PR).

» **3ª Etapa: Transporte Rodoviário**

Finalmente, a terceira e última etapa do transporte é realizada por uma operação rodoviária de coleta da carga nos dois terminais intermodais, e então, distribuição para os respectivos CDs em Curitiba (PR), São Paulo (SP) e Rio de Janeiro (RJ).

A nova alternativa para o transporte de leite paletizado está representado na figura 20 a seguir.

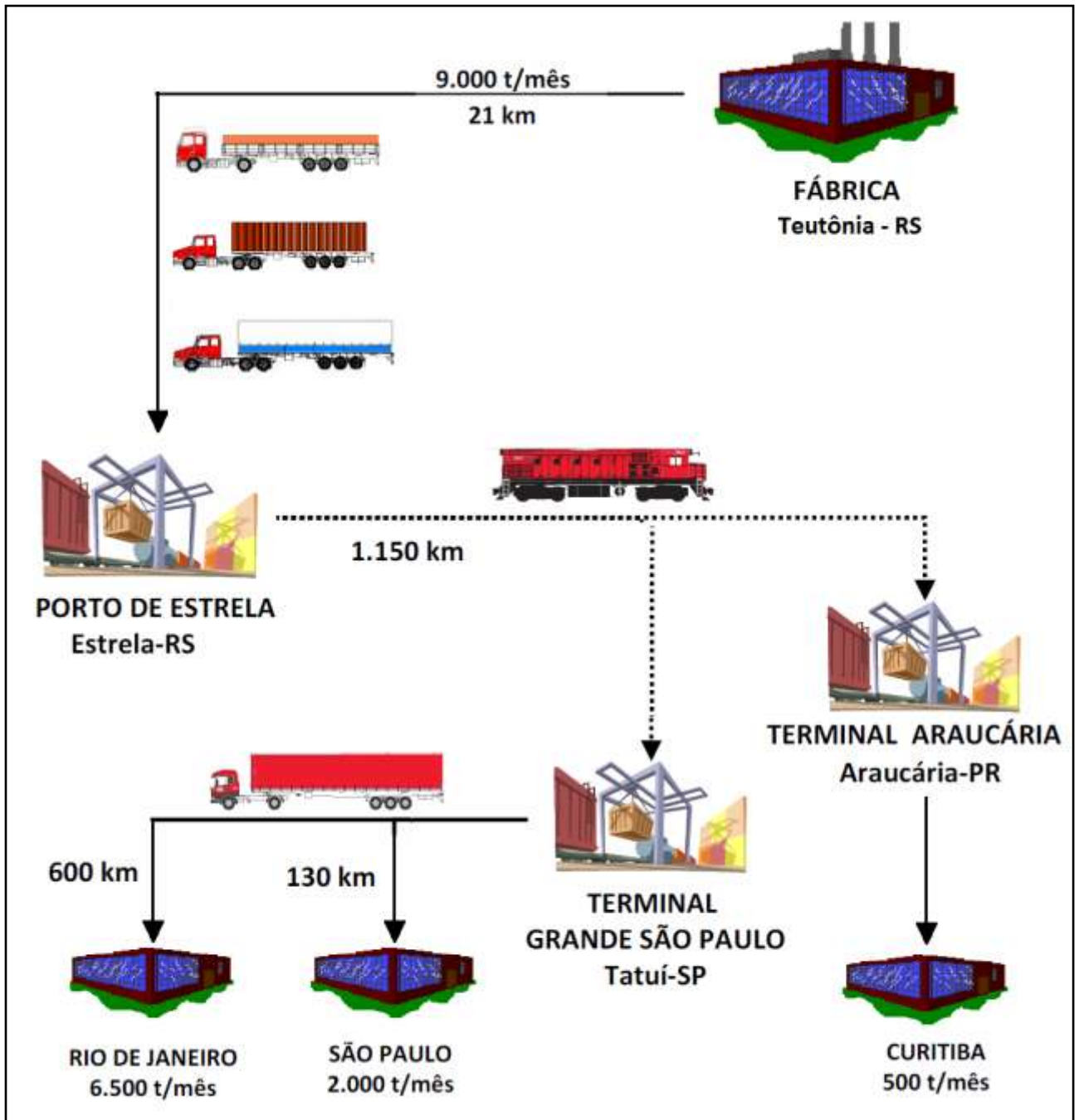


FIGURA 20: SOLUÇÃO MULTIMODAL PARA O TRANSPORTE DA CARGA

FONTE: EMPRESA X (2009)

5.3. RESULTADOS DO CASO

A adoção do transporte multimodal pela Empresa X mostrou-se bem sucedida, cumprindo a condição acordada com a fábrica de Leite Longa Vida de que a nova modalidade implementada não interferisse no tempo de entrega do produto aos CDs.

Da mesma forma, o objetivo principal referente à redução dos custos de transporte também foi alcançado. Houve uma redução de custos estimados em 11%.

Além disso, outras vantagens foram adquiridas com o novo sistema multimodal de abastecimento, tais como:

- » Manutenção dos níveis de estoque;
- » Segurança no transporte;
- » Confiabilidade no atendimento do pedido;
- » Utilização de CD avançado na Grande São Paulo (Tatuí).

Nesse caso, validou-se a afirmativa de que o transporte multimodal traz benefícios ao traslado de cargas por combinar, de maneira otimizada, as vantagens competitivas de cada modal separadamente.

CONCLUSÕES

Este trabalho tinha como objetivo identificar oportunidades de utilização do modal de transporte ferroviário no que tange à multimodalidade de transportes.

O Brasil transporta atualmente 25% da sua produção nacional pelas ferrovias, ao contrário do que se espera para países de grande extensão territorial, como Rússia, EUA e China, justamente porque o modal ferroviário ganha competitividade quando se trata de transportes a longas distâncias.

Embora muito antigo (inaugurado de fato em 1854), o sistema ferroviário brasileiro ainda esbarra-se em algumas grandes dificuldades para seu pleno desenvolvimento, tais como: fretes altos em comparação ao modal rodoviário, dificuldades de integração entre regiões produtoras, transporte regionalizado por bitolas diferentes, baixas velocidades de traslado, trajetos pequenos e sinuosos.

Como maneira de contornar essas barreiras, a opção pela multimodalidade de transporte vem sendo praticada com maior empenho nos últimos anos, favorecida pelos investimentos das concessionárias e do governo para a melhoria do sistema ferroviário.

Dessa forma, há uma combinação ótima entre os modais, tirando-se proveito das vantagens competitivas de cada um, em separado. Além da redução dos custos indiretos do transporte, principal benefício trazido pela integração de diferentes modais, pode-se destacar também: a utilização da capacidade disponível da matriz de transporte; a melhor utilização da infraestrutura para as atividades de apoio (armazenagem, manuseio), a melhor utilização da tecnologia de informação; dentre outros.

A aplicabilidade da teoria do transporte multimodal foi realizada através do estudo de um caso exemplo vivenciado pela Empresa X, responsável pelo transporte de Leite Longa Vida da planta produtora, em Teotônia (RS) até os mercados consumidores no Rio de Janeiro, São Paulo e Curitiba. De modo geral, verificou-se uma redução nos custos do transporte, sem afetar o tempo de entrega do produto.

Por mais que investimentos estejam sendo injetados no setor, visando superar a ausência e a má qualificação da infraestrutura ferroviária brasileira, o país ainda enfrenta dificuldades para a disseminação da alternativa multimodal de transporte,

principalmente devido aos entraves legais. Por isso, a regulamentação dos Operadores de Transporte Multimodal (OTM), assim como ações de infraestrutura, são essenciais para garantir a evolução do transporte integrado no Brasil e sua recuperação perante aos mercados internacionais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGÊNCIA BRASIL. **Recuperação da malha ferroviária terá investimento de R\$ 1,3 bilhão em oito meses.** 28 mai. 2003. Disponível em: <<http://agenciabrasil.ebc.com.br/noticia/2003-05-28/recuperacao-da-malha-ferroviaria-tera-investimento-de-r-13-bilhao-em-oito-meses>>. Acesso em: 18 jun. 2011.
- ALMENDÁRIZ, M. A. F. **Análise de Alternativas de Transporte Intermodal de Cargas entre Manaus e o Oceano Pacífico no Peru.** 2007. 288 p. Dissertação (Mestrado em Transportes) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2007.
- ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS TRANSPORTADORES FERROVIÁRIOS. Disponível em: <<http://www.antf.org.br>>. Acesso em: 15 jun. 2011.
- ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS TRANSPORTADORES FERROVIÁRIOS. **Balanco do Transporte Ferroviário de cargas – 2010.** Brasília, 2011. Disponível em: <<http://www.antf.org.br/index.php/informacoes-do-setor/publicacoes>>. Acesso em 16 jun. 2011.
- ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS TRANSPORTADORES FERROVIÁRIOS. **Glossário de termos ferroviários.** 2010. Disponível em: <<http://www.antf.org.br/pdfs/glossario.pdf>>. Acesso em 18 jun. 2011.
- ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE TRANSPORTES TERRESTRES (ANTT). Disponível em: <<http://www.antt.gov.br/>>. Acesso em: 5 nov. 2011.
- EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. **Balanco Energético Nacional 2010: Ano base 2009.** Rio de Janeiro: EPE, 2010, 276 p.
- BALLOU, R. H. **Gerenciamento da cadeia de suprimentos: Planejamento, organização e logística empresarial.** 5 ed. Porto Alegre: Bookman, 2006. 616 p.
- BARAT, J. **A evolução dos transportes no Brasil.** Rio de Janeiro: IBGE: IPEA, 1978. 385 p.
- BARAT, J. *et al.* **Logística e transporte no processo de globalização: Oportunidades para o Brasil.** São Paulo: Editora UNESP: IEEI, 2007. 225 p.
- BATISTA, C. N. de O. **Contribuição à análise de capacidade de processamento de trens cargueiros em linhas ferroviárias singelas no Brasil.** 2006. 157 f. Dissertação

(Mestrado em Engenharia Civil) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2006.

BRANCO, J. E. H. **Estimativa da demanda de carga captável pela Estrada de Ferro Norte-Sul**. 2007. 160 f. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2007.

BRASIL FERROVIA. Disponível em: < <http://www.brasilferrovia.com.br/>>. Acesso em: 18 jun. 2011.

BRASILEIRO, A. *et al.* **Transporte no Brasil: história e reflexões**. Recife: Ed. Universitária da UFPE, 2001. 512 p.

CARVALHO, J. M. C. **Logística**. Lisboa: Sílabo, 2002, 321 p.

CASTRO, C. O futuro exige mais. **CNT Transporte Atual**, Brasília, n. 173, p. 34–41, 2010. Disponível em: <<http://www.cnt.org.br/Paginas/Revista-CNT-Transporte-Atual.aspx?r=14>>. Acesso em: 16 jun. 2011.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DE TRANSPORTE. Disponível em: <<http://www.cnt.org.br>>. Acesso em: 16 jun. 2011

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DE TRANSPORTE. **Pesquisa CNT de Ferrovias 2009**. Brasília: Confederação Nacional do Transporte, 2009. 132 p. Disponível em: <<http://www.sistemacnt.org.br/pesquisacntferrovias/2009/>>. Acesso em: 16 jun. 2011.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DE TRANSPORTE. **Plano CNT de Transporte e Logística 2011**. Confederação Nacional do Transporte, 2011. 370 p. Disponível em: <<http://www.cnt.org.br/Paginas/Plano-CNT-de-Log%C3%ADstica.aspx>>. Acesso em: 16 jun. 2011.

CURY, M. V. Q.; OLIVEIRA, R. L. M. **A escolha do modal no transporte de cargas sob a ótica da modelagem Neuro-Fuzzy: um estudo de caso**. In: XVIII Congresso de Pesquisa e Ensino em Transportes. Anais. 2004, Florianópolis. p. 1122-1132.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA E TRANSPORTES. Disponível em: <<http://www.dnit.gov.br>>. Acesso em: 14 jun. 2011.

FICI, R. P. **As ferrovias brasileiras e a expansão recente para o centro-oeste**. 2007. 339 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2007.

FILHO, A. F.; LOPES, L. A. S. **Fundamentos de Transportes**. Universidade Corporativa ALL – Especialização em Engenharia Ferroviária, 2009.

FIORONI, M. M. **Simulação em ciclo fechado de malhas ferroviárias e suas aplicações no Brasil: avaliação de alternativas para o direcionamento de composições**. 2007. Tese (Doutorado em Engenharia) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2007.

FLEURY, P. F.; WANKE, P.; FIGUEIREDO, K. F. **Logística Empresarial. A perspectiva Brasileira**. São Paulo: Atlas, 2000, 372 p.

GUIA MARÍTIMO. Disponível em: <<http://www.guiamaritimo.com.br>>. Acesso em: 4 nov. 2011.

IBGE. **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: 16 out. 2011.

MALINVERNI, C. Coca-Cola inova na distribuição com Bi-Trem e Sistema Multimodal. **Revista Tecnologistia**, São Paulo, Ed. 49, dez.1999.

NUNES, A. O. **Análise da oferta de Operadores de Transporte Multimodal de carga no Brasil**: Uma aplicação da teoria dos Custos de Transação. 2007. 98p. Dissertação (Mestrado em Transportes) – Universidade de Brasília, Brasília, 2007.

OLIVEIRA, A. M. K. **Potencial da logística ferroviária para a movimentação de açúcar para exportação no estado de São Paulo**: Recomendações de localização para armazéns intermodais concentradores de carga. 2005. 166 f. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2005.

PIRES, F. **Os avanços do transporte ferroviário de carga no Brasil após as privatizações**: Uma análise segundo a perspectiva de usuários, prestadores de serviço e governo. Instituto de Logística e Supply Chain, 2002. Disponível em: <http://www.ilos.com.br/site/index.php?option=com_content&task=view&id=1101&Itemid=225>. Acesso em: 17 jun. 2011.

PORTAL BRASIL. Disponível em: <<http://www.brasil.gov.br>>. Acesso em: 18 jun. 2011.

PORTOS E NAVIOS. Disponível em: < <http://www.portosenavios.com.br>>. Acesso em: 4 nov. 2011.

PORTAL *MODEL RAILROAD TRAINS*. Disponível em: <<http://modeltrains.about.com>>. Acesso em: 6 nov.2011.

PORTAL *TRIPLE CROWN*. Disponível em: <<http://www.triplecrownsvc.com>>. Acesso em: 6 nov.2011.

RUMO LOGÍSTICA. Disponível em: <<http://www.rumologistica.com.br>>. Acesso em: 3 nov. 2011.

SAC ARMAZENAGEM. Disponível em: <<http://www.sacarmazenagem.com.br>>. Acesso em: 3 nov. 2011.

SANTOS, S. **Um estudo sobre a participação do modal ferroviário no transporte de cargas no Brasil**. 2005. 144 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2005.

SILVA, V. B. **Distribuição modal rodo-ferroviária em uma rede de exportação de açúcar a granel para o porto de Santos**. 2005. 195 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2005.