

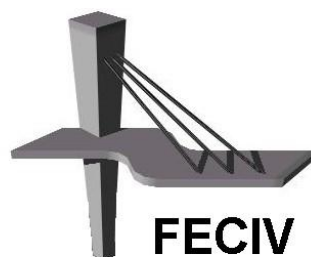
UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

ESTUDO LOGÍSTICO PARA EXPORTAÇÃO
DO COMPLEXO SOJA - CORREDOR
FERROVIÁRIO CENTRO LESTE

INÁCIO MARCELO GONÇALVES

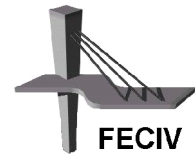
UBERLÂNDIA/MG, OUTUBRO DE 2011.



FACULDADE DE ENGENHARIA CIVIL
Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil



UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
FACULDADE DE ENGENHARIA CIVIL
Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil



Inácio Marcelo Gonçalves

ESTUDO LOGÍSTICO PARA EXPORTAÇÃO DO COMPLEXO SOJA - CORREDOR FERROVIÁRIO CENTRO LESTE

Dissertação apresentada à Faculdade de Engenharia Civil da Universidade Federal de Uberlândia como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Engenharia Civil.

Área de Concentração: Engenharia Urbana.

Orientador: Prof. Dr. Carlos Alberto Faria

UBERLÂNDIA/MG, OUTUBRO DE 2011.

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema de Bibliotecas da UFU , MG, Brasil

- G635e Gonçalves, Inácio Marcelo, 1961-
 Estudo logístico para exportação do complexo soja: Corredor Ferro-
 viário Centro Leste / Inácio Marcelo Gonçalves. - 2011.
 115 f. : il.
- Orientador: Carlos Alberto Faria.
- Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Uberlândia, Progra-
 ma de Pós-Graduação em Engenharia Civil.
 Inclui bibliografia.
1. Engenharia Civil - Teses. 2. Logística empresarial - Teses. 3. Trans-
 porte de mercadorias - Teses. 4. Soja - Transporte - Teses. I. Faria, Carlos
 Alberto. II. Universidade Federal de Uberlândia. Programa de Pós-Gradua-
 ção em Engenharia Civil. III. Título.

CDU: 624



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
FACULDADE DE ENGENHARIA CIVIL
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL



**ATA DA DEFESA DE DISSERTAÇÃO DE MESTRADO ACADÊMICO
DO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL**

ATA Nº: 0085/2011

CANDIDATO: Inácio Marcelo Gonçalves – Mat. 100578

ORIENTADOR: Prof. Dr. Carlos Alberto Faria

TÍTULO: "Estudo logístico para exportação do complexo soja – corredor ferroviário Centro-Leste"

ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: Engenharia Urbana

LINHA DE PESQUISA: Planejamento e Operação de Transportes

DATA DA DEFESA: 04 de outubro de 2011

LOCAL: Sala de Reuniões da FECIV

HORÁRIO DE INÍCIO E TÉRMINO DA DEFESA: 13:45 – 16:40

Após avaliação do documento escrito, da exposição oral e das respostas às arguições, os membros da Banca Examinadora decidem que o candidato foi:

☒ APROVADO

☐ REPROVADO

OBS: Revisão geral no texto reafirmando as modalidades, nas considerações no trabalho, além de informações redundantes e repetitivas. Melhorar a metodologia empregada explicando o cálculo e a escolha do trecho crítico.

Na forma regulamentar, foi lavrada a presente ata que está assinada pelos membros da Banca:

Carla A. F.

Professor Orientador: **Prof. Dr. Carlos Alberto Faria – FECIV/UFU**

Luiz Antonio Tozi

Membro externo: **Prof. Dr. Luiz Antonio Tozi – FATEC/SJ**

José Ap. Sorratini

Membro: **Prof. Dr. José Aparecido Sorratini – FECIV/UFU**

Uberlândia, 04 de outubro de 2011.

Dedico este trabalho à minha esposa Osana, ao meu filho Luan e a minha nora Lauren. Sem o apoio de vocês não conseguiria enfrentar os desafios do mestrado!

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço ao meu orientador Professor Dr. Carlos Alberto Faria, por me acolher como orientado, sendo peça essencial no desenvolvimento deste trabalho, além do apoio e ensinamentos, fundamentais para enfrentar os desafios que se colocaram à minha frente no decorrer do curso de mestrado.

À Ferrovia Centro Atlântica (FCA), em especial ao Sr. Luiz Carlos Mendes Cardoso – Controle Logística – GAPST, pela concessão de informações valiosas para a realização deste trabalho.

Aos amigos do mestrado com os quais dividi as alegrias e dificuldades deste período, especialmente à minha amiga Thaís Silva por todo incentivo e amizade sincera.

Agradeço a secretária da Pós-graduação Sueli Maria Vidal da Silva, pois sempre que precisei foi muito prestativa e educada. Obrigado pelas balas!

À Universidade Federal de Uberlândia e ao Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil, pelo apoio necessário à realização da pesquisa.

Agradecimento especial aos meus pais, Terezinha Mendes Gonçalves e José Gonçalves (*in memoriam*). Razão de tudo!

GONÇALVES, I. M. Estudo Logístico para Exportação do Complexo Soja - Corredor Ferroviário Centro Leste. 115 p. Dissertação de Mestrado, Faculdade de Engenharia Civil, Universidade Federal de Uberlândia, 2011.

RESUMO

A modalidade ferroviária é uma das mais eficientes formas para o fluxo de produtos agrícolas. Várias regiões produtoras agrícolas enfrentam problemas de logística, especialmente a região de cerrado localizada na parte central do país. Essa ineficiência gera um custo adicional para os produtos agrícolas exportados ou consumidos dentro do país. Por esta razão, o objetivo deste estudo foi identificar as condições de transporte do complexo soja (grãos, farelo e óleo) no Corredor Centro Leste para o principal produto agrícola exportado, em 2010, que ocupou a quarta posição no topo da lista de produtos brasileiros exportados, representando 8,50% (US\$ 17,12 bilhões) na balança comercial. Neste estudo foi utilizado o método da lotação dos trens com base nas fórmulas de Davis e Stevenson para a análise operacional no trecho crítico durante a transposição da Serra do Tigre entre o km 694,880 e 782,552 da EF 045 com rampa de 3,08% e raio de curvatura mínimo de 71,00 m que reduz severamente a velocidade da composição e restringe a capacidade de carga. Os resultados apontaram que os trens poderão ser formados com noventa vagões e carga máxima de 7.600,00 toneladas. Também foi avaliado o custo do transporte ferroviário nesse corredor, entre as estações de Brejo Alegre (Araguari/MG) até a Estação Eldorado (Contagem/MG), considerando os custos fixos e variáveis. O resultado obtido foi muito próximo ao valor de frete recomendado pela Agência Nacional de Transportes Terrestres (ANTT).

Palavras-Chave: Logística, Corredor Ferroviário Centro-Leste, Complexo Soja.

GONÇALVES, I. M. Logistic Study to Export the Soybean Complex – Central-East Railway Corridor. 115 p. MSc. Dissertation, College of Civil Engineering, Federal University of Uberlândia, 2011.

ABSTRACT

The railway modality is one of the most efficient ways to the outflow of agricultural products. Several agricultural producing regions face logistics problems, especially the region of the cerrado located in the middle of the country. This inefficiency causes additional costs to the agricultural products that are exported or to the ones consumed domestically. Therefore, the aim of this study was to identify the transport conditions of the soybean complex (grain, bran and oil) in the Central-East Railway Corridor, the most important exported agricultural product, in 2010, that ranked in the forth position of the exported Brazilian products, representing 8,50% (US\$ 17.12 billion) in the trade balance. In this study was used the method of train capacity based on the Davies and Stevenson formulas to carry out an operational analyzes of the critical section during the transposition of the “Serra do Tigre” between the Km 694.880 and 782.552 of the EF 045 with a 3.08% ramp and minimum radius of curvature of 71,00 m which reduces severely the composing velocity and restrings the cargo capacity. The results showed that the trains can be a compound of 90 railway cars with maximum load of 7.600.00 tons. It was also estimated the cost of the railway transportation in this corridor between the Railway Station of Brejo Alegre (Araguari/MG) and the Railway Station Eldorado (Contagem/MG), considering fixed and variable costs. The achieved result was really close to the freight cost suggested by the National Agency of Land Transportation (ANTT).

Key-words: Logistics, Central-East Railway Corridor, Soybean Complex

SIGLAS E SIMBOLOS

SIGLAS

AAR – *American Association of Railroads*

ABIOVE – Associação Brasileira das Industrias de Óleos Vegetais

AC – Acre

ANAC – Agência Nacional de Aviação Civil

ANP – Agência Nacional de Petróleo

ACI – *Airports Council International*

ALL – América Latina Logística S.A.

ALLMS – América Latina Logística Malha Norte S.A.

ALLMO – América Latina Logística Malha Oeste S.A.

ALLMP – América Latina Logística Malha Paulista S.A.

ALLMS – América Latina Logística Malha Sul S.A.

AMV – Aparelho de Mudança de Via

ANAC – Agência Nacional de Aviação Civil

ANEC – Associação Nacional dos Exportadores de Cereais

ANTAQ – Agência Nacional de Transportes Aquaviários

ANTF – Associação Nacional dos Transportadores Ferroviários

ANTT – Agência Nacional de Transportes Terrestres

ANUT – Associação Nacional dos Usuários de Transporte de Cargas

BA – Bahia

BAPA – *Ferrocarril Buenos Aires Al Pacifico General San Martin*

BNDES – Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social

BRICS – Brasil, Rússia, Índia, China e África do Sul

BTS – *Bureau of Transportation Statistics*

CBTU – Companhia Brasileira de Trens Urbanos

CCO – Centro de Controle Operacional

CE – Ceará

CEL – Centro de Estudos em Logística

CIA – *Central Intelligence Agency*

CIDE – Contribuição de Intervenção no Domínio Econômico

CLM – *Council of Logistics Management*

CND – Conselho Nacional de Desestatização

CNRH – Conselho Nacional de Recursos Hídricos

CNT – Confederação Nacional dos Transportes

CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento

CONIT – Conselho Nacional de Integração de Políticas de Transportes

COPPEAD – Instituto de Pesquisa e Pós Graduação em Administração de Empresas

CONTRAN – Conselho Nacional de Trânsito

CPTM – Companhia Paulista de Trens Metropolitanos

CNRH – Conselho Nacional de Recursos Hídricos

CVRD – Companhia Vale do Rio Doce

DER – Departamento de Estradas de Rodagem

DF – Distrito Federal

DNEF – Departamento Nacional de Estradas de Ferro

DNIT – Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes

EF – Estrada de Ferro

EFA – Estrada de Ferro do Amapá

EFC – Estrada de Ferro Carajás

EFJ – Estrada de Ferro Jari

EFT – Estrada de Ferro Trombetas

EFVM – Estrada de Ferro Vitória à Minas

ES – Espírito Santo

EUA – Estados Unidos da América

GLP – Gás Liquefeito de Petróleo

FAO – Organização das Nações Unidas para a Agricultura e Abastecimento

FCA – Ferrovia Centro Atlântica S.A.

FEPASA – Ferrovia Paulista S.A.

FERROBAN – Ferrovias Bandeirantes S.A.

FERROESTE – Ferrovia Oeste do Paraná S.A.

FERRONORTE – Ferrovias Norte Brasil S.A

FND – Fundo Nacional de Desestatização

FNS – Ferrovia Norte Sul
FOB – *Free on Board*
FTC – Ferrovia Tereza Cristina S.A.
FLUMITRENS – Trens Urbanos do Rio de Janeiro
FNTS – Ferrovia Norte Sul Tramo Norte
GLP – Gás Liquefeito de Petróleo
GO – Goiás
IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
ICAO – *International Civil Aviation Organization*
ICMS – Imposto Sobre Circulação de Mercadorias e Prestação de Serviços
IEF – Inspetoria Federal de Estradas
INFRAERO – Empresa Brasileira de Infraestrutura Aeroportuária
IPEA – Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada
MA – Maranhão
MAPA – Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento
MDIC – Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior
MESO – *Ferrocarril Mesopotámico General Urquiza*
MG – Minas Gerais
MS – Mato Grosso do Sul
MT – Mato Grosso
MRS – MRS Logística S.A.
PA – Pará
PAC – Programa de Aceleração do Crescimento
PETROBRÁS – Petróleo Brasileiro S.A.
PIB – Produto Interno Bruto
PND – Programa Nacional de Desestatização
PNLT – Plano Nacional de Logística e Transportes
PPC – Planejamento, Controle e Produção
REDUC – Refinaria Duque de Caxias
RFFSA – Rede Ferroviária Federal S.A.
RJ – Rio de Janeiro
RNTRC – Registro Nacional de Transportador Rodoviário de Cargas
RO – Rondônia

SIFRECA – Sistema de Informações de Fretes

SP – São Paulo

SR – Superintendência Regional

STB – *Surface Transportation Board*

TNL – Transnordestina Logística S.A.

TO – Tocantins

TPD – Terminal de Produtos Diversos

TPM – Terminal de Praia Mole

TRENSURB – Empresa de Trens Urbanos de Porto Alegre S.A.

TUP – Terminais de Uso Privativo

UFRJ – Universidade Federal do Rio de Janeiro

USDA – *United States Department of Agriculture*

USP – Universidade de São Paulo

VALEC – Engenharia, Construções e Ferrovias S.A.

VMC – Velocidade Média Comercial

VMP – Velocidade Média de Percurso

SÍMBOLOS

CV – Cavalo Vapor

HP – Horse Power

km – Quilômetro

kg – Quilograma

ha – Hectare

h – Hora

m – Metro

Nº – Número

% – Porcentagem

R\$ – Real

t – Toneladas

TKU – Toneladas Quilômetros Úteis

TU – Toneladas Úteis

Und – Unidade

US\$ – Dólar Americano

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 - COMPARATIVO DOS CUSTOS LOGÍSTICOS - EUA x BRASIL, 2004.	11
FIGURA 2 - SISTEMA FERROVIÁRIO BRASILEIRO DE CARGAS.	44
FIGURA 3 - PLANO NACIONAL DE LOGÍSTICA E TRANSPORTES - PNLT	58
FIGURA 4 - MALHA FERROVIÁRIA DO CORREDOR CENTRO LESTE.....	77
FIGURA 5 - MALHA FERROVIÁRIA DA FERROVIA CENTRO ATLÂNTICA.	79
FIGURA 6 - TERMINAL INTERMODAL EM CONSTRUÇÃO EM ARAGUARI (MG).	86
FIGURA 7 - CONTORNO FERROVIÁRIO DE BELO HORIZONTE (MG).	88
FIGURA 8 - ESTUDO PRELIMINAR DO CONTORNO FERROVIÁRIO DA SERRA DO TIGRE.	89
FIGURA 9 - PERFIL LONGITUDINAL DO TRECHO CRÍTICO DA SERRA DO TIGRE.....	92
FIGURA 10 - PLANTA GEOMÉTRICA DO TRECHO CRÍTICO DA SERRA DO TIGRE.	93

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 - CUSTOS LOGÍSTICOS DE UMA EMPRESA	10
TABELA 2 - CARACTERÍSTICAS OPERACIONAIS	15
TABELA 3 - BALANÇA COMERCIAL BRASILEIRA E DO AGRONEGÓCIO	17
TABELA 4 - ÁREA PLANTADA	18
TABELA 5 - PRODUTIVIDADE	20
TABELA 6 - PRODUÇÃO	21
TABELA 7 - PROJEÇÕES DA PRODUÇÃO DE GRÃOS	22
TABELA 8 - CAPACIDADE ESTÁTICA DOS ARMAZÉNS CADASTRADOS	24
TABELA 9 - CAPACIDADE ESTÁTICA X PRODUÇÃO DE GRÃOS POR ESTADOS.....	24
TABELA 10 - MATRIZ DE TRANSPORTES DO COMPLEXO SOJA.....	26
TABELA 11 - COMPARATIVO DA SUSTENTABILIDADE DA CADEIA PRODUTIVA.....	26
TABELA 12 - EXPORTAÇÕES BRASILEIRAS DE GRÃOS DE SOJA	27
TABELA 13 - EXPORTAÇÕES BRASILEIRAS DE ÓLEO DE SOJA E OUTROS DERIVADOS	27
TABELA 14 - EXPORTAÇÕES BRASILEIRAS DE FARELO DE SOJA.....	28
TABELA 15 - CRONOGRAMA DE DESESTATIZAÇÃO DO SISTEMA FERROVIÁRIO BRASILEIRO.....	34
TABELA 16 - INVESTIMENTOS NAS MALHAS CONCEDIDAS ÀS CONCESSIONÁRIAS	35
TABELA 17 - INVESTIMENTOS DAS FERROVIAS POR SETOR.....	36
TABELA 18 - PRODUÇÃO FERROVIÁRIA	37
TABELA 19 - EVOLUÇÃO DA PRODUÇÃO FERROVIÁRIA	37
TABELA 20 - PARTICIPAÇÃO DOS PRODUTOS TRANSPORTADOS	38
TABELA 21 - FROTA DE MATERIAL RODANTE EM ATIVIDADE	39
TABELA 22 - BITOLAS DO SISTEMA FERROVIÁRIO BRASILEIRO	40
TABELA 23 - DENSIDADE FERROVIÁRIA	41
TABELA 24 - INVESTIMENTOS EM TRANSPORTES	42
TABELA 25 - SISTEMA FERROVIÁRIO BRASILEIRO.....	43
TABELA 26 - CARGAS TRANSPORTADAS PELAS FERROVIAS.....	53
TABELA 27 - PRODUÇÃO DE TRANSPORTES	55
TABELA 28 - INVESTIMENTOS DAS FERROVIAS	56
TABELA 29 - INVESTIMENTOS EM FERROVIAS	57
TABELA 30 - PRODUÇÃO FERROVIÁRIA DOS ESTADOS UNIDOS.....	62
TABELA 31 - FROTA DE LOCOMOTIVAS	80
TABELA 32 - FROTA DE VAGÕES	80
TABELA 33 - CAPACIDADE DE ARMAZENAGEM DOS CLIENTES DA FCA.....	81
TABELA 34 - MERCADORIAS EMBARCADAS.....	84
TABELA 35 - TAXA DE RESISTÊNCIAS NORMAIS DAS LOCOMOTIVAS	94
TABELA 36 - TAXA DE RESISTÊNCIAS NORMAIS DOS VAGÕES	95

TABELA 37 - TAXA DE RESISTÊNCIA DE CURVA DAS LOCOMOTIVAS.....	95
TABELA 38 - TAXA DE RESISTÊNCIA DE CURVA DOS VAGÕES	95
TABELA 39 - TAXA DE RESISTÊNCIA EM RAMPA DAS LOCOMOTIVAS	96
TABELA 40 - TAXA DE RESISTÊNCIA EM RAMPA DOS VAGÕES.....	96
TABELA 41 - RESISTÊNCIA TOTAL DAS LOCOMOTIVAS.....	96
TABELA 42 - ESFORÇO TRATOR EFETIVO	98
TABELA 43 - ESFORÇO TRATOR ÚTIL - RELATIVO À POTÊNCIA DAS LOCOMOTIVAS	99
TABELA 44 - COEFICIENTE DE ADERÊNCIA	99
TABELA 45 - PESO ADERENTE.....	99
TABELA 46 - FORÇA ADERENTE DAS LOCOMOTIVAS.....	100
TABELA 47 - ESFORÇO TRATOR ÚTIL - RELATIVO À ADERÊNCIA.....	101
TABELA 48 - NÚMERO DE VAGÕES NO TRECHO CRÍTICO.....	102
TABELA 49 - ESTIMATIVA DE CUSTO OPERACIONAL DA FERRONORTE.....	103
TABELA 50 - CUSTOS VARIÁVEIS (CORREDOR CENTRO LESTE – ARAGUARI/MG À CONTAGEM/MG)	104
TABELA 51 - CUSTOS FIXOS (CORREDOR CENTRO LESTE – ARAGUARI/MG À CONTAGEM/MG)	105
TABELA 52 - COTAÇÃO DE FRETES FERROVIÁRIOS	105

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1.....	1
INTRODUÇÃO.....	1
1.1 OBJETIVOS.....	5
1.1.1 Objetivo Geral.....	5
1.1.2 Objetivos Específicos.....	5
1.2 JUSTIFICATIVA.....	5
1.3 ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO.....	7
 CAPÍTULO 2.....	 8
CONSIDERAÇÕES GERAIS SOBRE LOGÍSTICA E AGRONEGÓCIO DE GRANÉIS AGRÍCOLAS.....	8
2.1 IMPORTÂNCIA DA LOGÍSTICA PARA O AGRONEGÓCIO DE GRÃOS DO BRASIL.....	9
2.1.1 Transportes.....	13
2.2 O AGRONEGÓCIO BRASILEIRO DE GRÃOS.....	16
2.2.1 Aspectos Gerais.....	16
2.2.2 Armazenagem.....	22
2.2.3 Escoamento da Produção de Grãos Agrícolas.....	25
 CAPÍTULO 3.....	 30
MODALIDADE FERROVIÁRIA.....	30
3.1 O TRANSPORTE FERROVIÁRIO DE CARGA NO BRASIL.....	31
3.1.1 Implantação das Ferrovias no Brasil.....	31
3.2 CARACTERÍSTICAS DO SISTEMA FERROVIÁRIO BRASILEIRO.....	39
3.3 SISTEMA FERROVIÁRIO BRASILEIRO.....	42
3.3.1 Infraestrutura Atual do Setor Ferroviário Brasileiro.....	43
3.3.1.1 América Latina Logística Malha Sul S.A. (ALLMS).....	44
3.3.1.2 América Latina Logística Malha Paulista S.A. (ALLMP).....	45

3.3.1.3 América Latina Logística Malha Norte S.A. (ALLMN).....	45
3.3.1.4 América Latina Logística Malha Oeste S.A. (ALLMO).....	46
3.3.1.5 Transnordestina Logística S.A. (TNL).....	47
3.3.1.6 Estrada de Ferro Carajás (EFC).....	47
3.3.1.7 Estrada de Ferro Vitória a Minas (EFVM).....	48
3.3.1.8 Ferrovia Centro Atlântica S.A. (FCA).....	48
3.3.1.9 MRS Logística S.A. (MRS).....	49
3.3.1.10 Ferrovia Tereza Cristina S.A. (FTC).....	50
3.3.1.11 Ferrovia Norte Sul Tramo Norte S.A. (FNSTN).....	51
3.3.1.12 Estrada de Ferro Paraná Oeste S.A. (FERROESTE).....	52
3.3.2 Evolução do Desempenho do Transporte Ferroviário.....	53
3.4 EXPANSÃO DO SISTEMA FERROVIÁRIO BRASILEIRO.....	56
3.5 SISTEMA FERROVIÁRIO DOS EUA.....	60
 CAPÍTULO 4.....	 63
METODOLOGIA.....	63
4.1 FORMAÇÃO DA COMPOSIÇÃO FERROVIÁRIA.....	64
4.2 CUSTOS EM TRANSPORTE DE CARGA FERROVIÁRIA.....	71
4.2.1 Custo Unitário.....	72
4.2.2 Custo Fixo.....	72
4.2.3 Custo Variável.....	73
 CAPÍTULO 5.....	 76
ESTUDO DE CASO E RESULTADOS.....	76
5.1 CARACTERIZAÇÃO DO TRABALHO.....	77
5.2 OPERADOR DO CORREDOR.....	77
5.2.1 Descrição da Empresa – Ferrovia Centro Atlântica (FCA).....	77
5.2.2 Material Rodante.....	79
5.2.3 Aumento de Produtividade do Vagão de Grãos.....	81
5.2.4 Clientes.....	81
5.2.5 Planejamento de Transporte.....	82
5.3 CARACTERÍSTICAS DO CORREDOR.....	83
5.3.1 Malha Ferroviária.....	83

5.3.2 Movimentação de Cargas.....	84
5.3.3 Tempo de Trânsito.....	84
5.3.4 Terminais.....	85
5.3.5 Restrições Operacionais.....	87
5.4 CARACTERÍSTICAS OPERACIONAIS.....	90
5.4.1 Modelo Operacional.....	90
5.4.2 Chegada e Despacho de Granéis Agrícolas nas Estações Ferroviárias.....	91
5.4.3 Dimensionamento da Capacidade de Carga e Número de Vagões do Corredor Centro Leste, subtrecho: Estação Ferroviária Brejo Alegre/MG à Estação Ferroviária Eldorado/MG.....	92
5.4.3.1 Cálculo da Lotação do Trem.....	94
5.5 CUSTOS E FRETES FERROVIÁRIOS.....	103
 CAPÍTULO 6.....	 108
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	108
 REFERÊNCIAS.....	 110

CAPÍTULO 1

INTRODUÇÃO

A logística ganhou conotação estratégica para o sucesso de empresas frente às exigências de mercado. Dos constantes avanços tecnológicos com a utilização de ferramentas que possibilitaram o controle para redução de estoques, controle de qualidade e padronização de mercadorias e serviços, às alterações na legislação e na regulação da economia, tornaram os consumidores cada vez mais exigentes. Essas novas exigências de mercado tem impulsionado as empresas a disporem seus produtos para os clientes de maneira rápida e adequada, a fim de promover um maior nível de rentabilidade e um melhor nível de serviço.

Neste contexto a logística tornou-se uma importante ferramenta dentro das atividades econômicas, contribuindo de forma significativa para a estrutura de custos das empresas e até mesmo dos países. Conforme estudos elaborados por Fleury et al. (2000), os custos logísticos de uma empresa industrial típica representam 19% da receita total, ou seja, mais que o dobro da margem líquida do lucro que é de 8%, logo, para melhorar a lucratividade de uma empresa a redução dos custos com logística é de fundamental importância.

No caso do Brasil, os custos com logísticas são 12,63% segundo pesquisa realizada pelo CEL/COPPEAD/UFRJ (2005), derrubando a antiga tese de que o custo logístico do Brasil era de 17% do Produto Interno Bruto (PIB), a origem deste índice está ligada a um estudo do Banco Mundial realizado em 1996.

Os estudos realizados pelo CEL/COPPEAD/UFRJ (2005) traçam um comparativo entre os custos logísticos dos Estados Unidos que é de 8,19% do PIB norte-americano, com o do Brasil que é de 12,63%, sendo: 0,5% administrativo, 0,7% armazenagem, 3,9% estoque e 7,5% em transportes.

Em 2010 o PIB brasileiro segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatísticas (IBGE), totalizou R\$ 3,675 trilhões. Baseado nos estudos do CEL/COPPEAD/UFRJ (2005), o custo com logística no Brasil no ano de 2010 atingiu a cifra de R\$ 464,15 bilhões, representando 12,63% do PIB brasileiro. O item de maior peso no custo logístico é o de transporte, com R\$ 275,63 bilhões, ou seja, 7,50% do PIB.

Na distribuição dos custos de transportes, a modalidade rodoviária representa 81,90%, a hidroviária responde por 9,40%, seguido da ferroviária com 5,60% desses custos (CEL/COPPEAD/UFRJ, 2005).

Apesar de o Brasil ter uma área territorial semelhante a dos Estados Unidos, os custos com logística no Brasil são maiores. Enquanto os Estados Unidos utiliza as modalidades hidroviária e ferroviária para movimentação de cargas, o Brasil utiliza predominantemente a modalidade rodoviária, que tem como principais características: menor capacidade de carga e maior custo operacional, comparado com a hidroviária e ferroviária e ocorre ainda a diminuição do nível de serviços das estradas brasileiras no período de safra, ocasionando grandes congestionamentos (Caixeta-Filho e Martins, 2007).

Outro ponto importante que interfere diretamente nos custos logísticos no Brasil refere-se aos locais de produção e de consumo, os produtos têm seu preço elevado à medida que incorporam custos referentes às operações realizadas. Dentre estes, o custo de transportes é a variável que melhor explica a diferença entre os preços nas regiões de oferta e de consumo. O problema típico de transporte é formulado num modelo que visa determinar os fluxos de produtos entre regiões produtoras e consumidoras, porém, com um custo de transporte reduzido.

Assim, economia com investimentos em logística eficientes, principalmente com redução dos custos de transportes, aumentam a viabilidade econômica do sistema envolvido e a

eficiência desta operação tem influência no preço final do produto a ser exportado ou consumido nos grandes centros que normalmente estão distantes das áreas de produção.

Um exemplo é o agronegócio, em especial a produção de soja. Embora o Brasil possua vantagens quando comparados aos demais países produtores do grão, em termos de custos no sistema produtivo, disponibilidade de terras e utilização de tecnologia moderna, estas vantagens diluem-se na medida em que a soja avança pela deficiente infraestrutura logística brasileira. Por isso, o desempenho dos transportes torna-se vital para a eficiência logística, já que as exportações de soja e seus derivados têm gerado resultados positivos para a balança comercial do país.

A modalidade ferroviária nas décadas de 1980 e 1990 passou por um período de estagnação por falta de investimentos na infraestrutura ferroviária e em material rodante. Houve o abandono do setor por parte dos governos federal e estadual (Paulista), que eram os detentores do sistema ferroviário brasileiro.

Diante deste fato, em agosto de 1997 teve início o processo de privatização da malha ferroviária brasileira. O governo concedeu as linhas públicas para que a iniciativa privada pudesse explorar o transporte de cargas e de passageiros, no entanto, as ferrovias não se interessaram pelo transporte de passageiros, que foi quase totalmente extinto no Brasil, existindo somente na Estrada de Ferro Vitória à Minas (EFVM) e Estrada de Ferro Carajás (EFC). As empresas que adquiriram as concessões de operação desta malha assumiram grandes problemas estruturais, porém a transferência da operação das ferrovias para o setor privado foi fundamental para que o setor pudesse melhorar a produtividade.

A partir das privatizações observou-se um incremento substancial no volume de investimentos nas ferrovias brasileiras. No período de 1997 a 2009 as concessionárias investiram R\$ 20,96 bilhões na recuperação da malha, adoção de novas tecnologias de controle de tráfego e sistemas visando o aumento da produtividade, redução dos níveis de acidentes, capacitação de profissionais, aquisição e reforma de material rodante (ANTF, 2010).

Estes investimentos no período de 1997 a 2009 provocaram aumento de 77,37% do volume transportado em toneladas por quilômetro útil (TKU). A produção no ano de 1997, início

do processo de concessão das malhas federais à iniciativa privada, foi de 138,3 bilhões de TKU contra 245,3 bilhões de TKU, em 2009. Neste mesmo período os investimentos do governo federal somaram R\$ 1,14 bilhões em obras de infraestrutura da malha (ANTF, 2010).

Com os investimentos previstos no Programa de Aceleração do Crescimento (PAC) projeta-se para o ano de 2025 a nova readequação da atual matriz de transporte, aumentando a participação do modo ferroviário dos atuais 25% para 35%. Com os investimentos do governo federal e das ferrovias ocorridos no período de 1997 a 2009, bem como as projeções das mudanças nas matrizes de transporte, o crescimento do setor ferroviário de cargas do país mostra-se promissor. Logo, os desafios da logística para as exportações agrícolas brasileiras são muitos e a solução aumentará a competitividade dos produtos no mercado internacional.

Neste contexto a Ferrovia Centro Atlântica (FCA), concessionária da malha ferroviária que liga Brasília (DF), Anápolis (GO) e Goiânia (GO) ao Entroncamento Ferroviário de Araguari (MG), com destino das cargas ao Complexo Portuário de Tubarão (ES), trecho denominado de Corredor Ferroviário Centro Leste que é comum até Araguari (MG) ao Corredor Ferroviário Centro-Oeste que liga ao Porto de Santos (SP), representam assim uma alternativa mais eficiente do transporte de cargas e do escoamento da produção de grãos agrícolas, principalmente do complexo soja (grãos, farelo e óleo), tornam os custos de transportes mais reduzidos e obtendo ganhos de eficiência na cadeia produtiva.

A malha ferroviária básica de que se utiliza o Corredor Centro Leste para atender aos transportes dos grãos agrícolas é composto por trechos ferroviários da Ferrovia Centro Atlântica (FCA) e Estrada de Ferro Vitória à Minas (EFVM) que ligam as regiões produtoras com o Complexo Portuário de Vitória (ES). As linhas férreas da FCA do Corredor estendem-se do Planalto Central e Triângulo Mineiro até a Estação Ferroviária Eldorado, no município de Contagem (MG), com extensão de 1.250,00 km; a EFVM faz a ligação de Contagem (MG) a Vitória (ES) com 667,00 km. O escoamento dos grãos agrícolas para o Complexo Portuário de Tubarão (ES) é totalmente ferroviário e realizado a partir de terminais multimodais particulares e um público – Companhia de Armazéns e Silos do Estado de Minas Gerais (CASEMG), localizados estrategicamente ao longo do corredor nos municípios de Brasília (DF), Anápolis, Luziânia e Ipameri, no estado de Goiás e Araguari e Uberlândia, no

estado de Minas Gerais. Assim, esta pesquisa trata da logística do transporte de grãos agrícolas no Corredor Centro-Leste, no subtrecho: Estação Ferroviária Brejo Alegre (Araguari/MG) à Estação Ferroviária Eldorado (Contagem/MG), cuja malha ferroviária é operada pela FCA (DER/ES, 2009).

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo Geral

Identificar as condições do transporte ferroviário do complexo soja (grãos, farelo e óleo) o quarto produto mais expressivo das exportações brasileira no ano de 2010 segundo o Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior (MDIC, 2011), através do Corredor Ferroviário Centro Leste, com foco principal no subtrecho: Estação Ferroviária Brejo Alegre (MG) à Estação Ferroviária Eldorado (MG).

1.1.2 Objetivos Específicos

Com a finalidade de se atingir o objetivo geral, os seguintes objetivos específicos serão alvos da pesquisa:

- Análise das características operacionais;
- Análise da capacidade de carga;
- Análise dos custos do transporte.

1.2 JUSTIFICATIVA

De acordo com o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA, 2011), o agronegócio brasileiro tem alcançado expansão significativa nos últimos anos, e alcançou no ano de 2010, 37,86% das exportações totais da balança comercial brasileira devido aos seguintes fatores:

- Aumento da produtividade agrícola, fruto do trabalho de pesquisa e extensão rural, envolvendo técnicas de manejo e conservação do solo, desenvolvimento de variedades mais produtivas e o uso mais intenso e racional de insumos agrícolas;
- Adoção da política de livre flutuação do câmbio, que permitiu o aumento da renda do produtor;
- Adoção de não incidência do Imposto Sobre a Circulação de Mercadorias e Serviços - ICMS na exportação (Lei Complementar nº 87 de 13/09/1996 - Lei Kandir);
- Disponibilidade de terras a custo competitivo, possibilitando expansão da área plantada;
- Verdadeira revolução gerencial das propriedades rurais caracterizadas por melhor administração dos recursos, melhor dimensionamento de maquinário e mão-de-obra.

O complexo soja é o principal responsável pelo crescimento do agronegócio no país, não só pelo volume físico e financeiro envolvido, mas também pela necessidade da visão empresarial da atividade por parte dos produtores rurais, fornecedores de insumos e processadores da matéria prima.

Nota-se que os esforços de crescimento do agronegócio brasileiro poderão ser comprometidos diante da fragilidade da infraestrutura de transportes, com a agravante do exíguo tempo disponível para os trâmites exigidos para obtenção dos recursos financeiros, para realização de licitações e para concretização de obras e aquisições.

Assim, a importância do estudo da malha ferroviária Centro Leste como corredor de exportação justifica-se pela importância estratégica na logística ferroviária, tendo em vista, que a área de influência do corredor compreende as principais regiões produtoras de grãos agrícolas do Brasil, em especial a soja.

Logo, os estudos na área de transporte ferroviário tornam-se de grande importância na atual realidade da produção agrícola do Brasil, uma vez que, o escoamento da produção deve ser realizado de forma rápida, com o mínimo de perdas, a baixos custos para que os produtos brasileiros possam ser mais competitivos no mercado externo.

Segundo Bertaglia (2007):

Considerando a globalização e a forte competição, o Brasil precisa urgentemente preparar-se e investir em infraestrutura ferroviária a fim de baixar os custos de transporte e baratear os preços dos produtos tanto no comércio interno, quanto no comércio externo. De outro lado, os conceitos logísticos de velocidade e atendimento colocam esse modo de transporte em situação difícil de competição, dada a falta de flexibilidade e o transporte de grandes toneladas. É por isso que o uso do transporte modal se torna bastante interessante, uma vez que pode unir a flexibilidade do transporte rodoviário ao baixo custo do transporte ferroviário. O escoamento dos produtos agrícolas e de outros necessita urgentemente de uma revisão logística, e o setor ferroviário poderia ser ótima opção para suportar essa demanda. (Bertaglia, 2007, p. 287)

Como consequência do exposto acima, a logística, na qual o transporte é normalmente seu principal componente, é vista como a última fronteira para redução dos custos dos graneis agrícolas.

1.3 ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO

Este trabalho está estruturado em seis capítulos, organizados da seguinte forma: o primeiro capítulo apresenta o panorama do transporte de cargas, cita os principais objetivos desta pesquisa e mostra os argumentos que justificam este trabalho; o segundo capítulo mostra a importância da logística no transporte de cargas bem como os aspectos históricos desta modalidade de transportes no Brasil; o terceiro faz referência à modalidade ferroviária, uma vez que este estudo tem como objetivo identificar as condições do transporte ferroviário do complexo soja (grãos, farelo e óleo); o quarto capítulo apresenta a metodologia utilizada para o desenvolvimento do trabalho; o quinto capítulo trata o estudo de caso e resultados alcançados e o sexto capítulo refere-se às considerações finais do trabalho.

CAPÍTULO 2

CONSIDERAÇÕES GERAIS SOBRE

LOGÍSTICA E AGRONEGÓCIO DE GRÃOS

AGRÍCOLAS

A produção de grãos agrícolas necessita de uma estrutura logística que tenha capacidade de fazer com os produtos cheguem até os consumidores. Diante do aumento das distâncias, sobretudo, causada pela expansão das novas fronteiras agrícolas do país, os produtores rurais têm percebido cada vez mais a importância da logística como fonte de vantagem competitiva. Esta tendência é impulsionada pelo aumento da complexidade das operações aliado a exigência de altos níveis de serviço por parte dos clientes. Com o acirramento da competição, a redução de custos aparece como elemento fundamental para o agronegócio de grãos agrícolas. A logística passa, então, a ser uma peça de grande importância para o sucesso do setor, já que estudos realizados pelo CEL/COPPEAD/UFRJ (2005) apontam que o custo logístico brasileiro é de 12,63% do PIB.

Os custos de transportes, em especial, se destacam por representar 59,38% dos custos logísticos totais, segundo o CEL/COPPEAD/UFRJ (2005). Apesar de ser uma atividade meio, a melhoria do sistema de transportes beneficia não apenas os produtores rurais que se utilizam diretamente de tais sistemas, tornando-as mais competitivas em termos de custo e serviço, mas também traz uma série de benefícios indiretos para a sociedade.

2.1 IMPORTÂNCIA DA LOGÍSTICA PARA O AGRONEGÓCIO DE GRÃOS DO BRASIL

A logística é um verdadeiro paradoxo. É, ao mesmo tempo, uma das atividades econômicas mais antigas e um dos conceitos gerenciais mais modernos. A logística surgiu a partir do momento em que o homem começou a produzir excedentes, ou seja, uma quantidade a mais do que o necessário para sua sobrevivência, a partir daí, nasce à necessidade de trocas deste excedente. Desta relação têm-se três das mais importantes funções logística que são: estoque, armazenagem e transporte.

A produção em excesso, ainda não consumida, vira estoque. Para sua integridade, o estoque precisa de armazenagem. Para que a troca possa ser efetivada, é necessário transportá-lo do local de produção ao local de consumo. Portanto, a função logística é muito antiga, e seu surgimento se confunde com a origem da atividade econômica organizada.

Apesar desta prática ser conhecida a milhares de anos, o que vem fazendo da logística um dos conceitos gerenciais mais modernos são dois conjuntos de mudanças, o primeiro de ordem econômica e o segundo de ordem tecnológica. As mudanças econômicas criam novas exigências competitivas, enquanto as mudanças tecnológicas tornam possível o gerenciamento eficiente e eficaz de operações logísticas cada dia mais complexas e demandantes.

As primeiras definições e a aplicabilidade da logística remontam às operações militares, deslocamentos de tropas, viaturas, abastecimento de alimentos e combustíveis, entre outros. A finalidade nessa área era como serviço de apoio e não de estratégia.

Ballou (2006) transcreve em seu livro a definição promulgada pelo *Council Of Logistics Management (CLM)*, entidade norte-americana que possui milhares de associados em todo o mundo, que conceitua a logística na questão da gestão empresarial que diferencia dos conceitos militares.

A definição de logística, de acordo com o *Council Of Logistics Management* sugere que:

Logística é o processo de planejamento, implantação 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. (Ballou, 2006, p. 27)

Há de se destacar ainda que Ballou (2006) define as atividades logísticas resumidamente, como sendo a ponte que faz a ligação entre locais de produção e mercados separados por tempo e distâncias.

A princípio a logística tinha como conceito uma atividade de apoio que não agregava valor ao produto, com isso logística nada mais era do que armazenagem e transporte. A partir deste estágio evolui para atender também separação de mercadorias e pedidos. Num terceiro estágio há uma nova visão empresarial que direciona o desempenho das empresas, tendo como meta reduzir o tempo total entre o pedido, a produção e o consumo, de modo que o cliente receba seus bens ou serviços no momento que desejar, com suas especificações conhecidas, o local especificado e, principalmente, o preço determinado.

Fleury et al. (2000) destaca que a logística tem uma importância econômica para as empresas, e demonstra, através da Tabela 1, a composição dos custos e a margem de lucro.

Tabela 1- Custos Logísticos de uma Empresa

Componentes de Custos	Percentual (%)
Margem líquida de lucros	8,00
Custos logísticos	19,00
Custos de marketing	20,00
Custos de produção	53,00

Fonte: Fleury et al., 2000.

Observa-se, então, que é possível uma empresa obter mais lucro desde que tenha uma logística de forma integrada (fornecedor, produtor e consumidor), eficiente e eficaz, pode assim, utilizar este ganho no aumento do lucro ou repassar ao custo de produção, cujo resultado final um produto com mais qualidade e o aumento das vendas.

No caso do Brasil, a logística atravessa um período de mudanças pela busca de eficiência. Com a abertura de mercado, a partir da década de 1990, e a expansão do comércio

internacional, o país se deparou com uma realidade muito diferente daquela na qual estava inserido desde o início do século XX, em que vigorava uma política protecionista seguida de uma economia inflacionária. O processo de mudança que envolve a logística do país está vinculado principalmente a termos burocráticos e de infraestrutura.

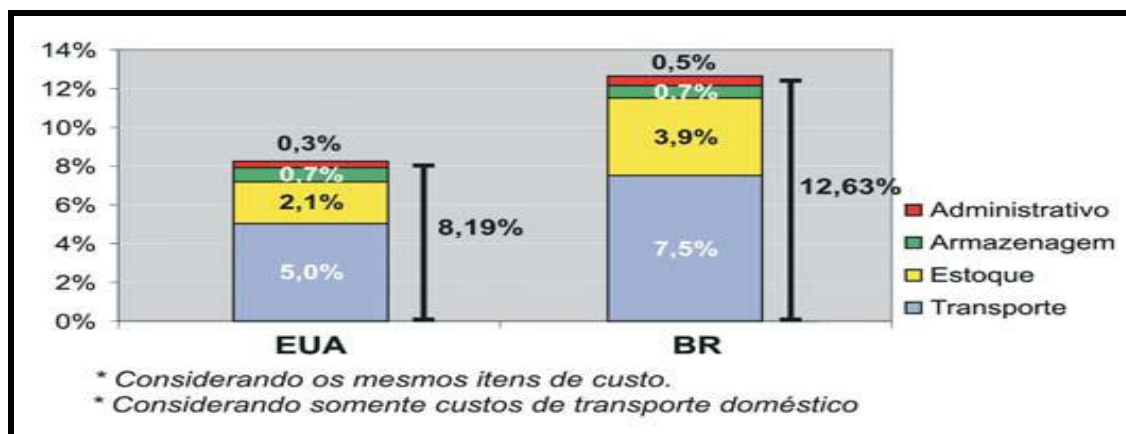


Figura 1 - Comparativo dos Custos Logísticos - EUA x Brasil, 2004.

Fonte: CEL/COPPEAD/UFRJ, 2005.

Por meio dos estudos realizados pelo CEL/COPPEAD/UFRJ, baseados em dados do ano de 2004 e publicado em 2005, Figura 1, onde indica o desempenho da logística do Brasil. O mais recente relatório do Banco Mundial - *The Logistics Performance Index And Its Indicators* 2010 - comprova que o Brasil deu um salto na confiabilidade e previsibilidade das cadeias de suprimento. O país subiu 20 posições no *ranking* de desempenho logístico, em comparação com o último relatório publicado em 2007 quando ocupava a 61ª posição, sendo atualmente o líder da América Latina, seguido de perto por Argentina, Chile e México (48º, 49º e 50º, respectivamente). No relatório do Banco Mundial, numa avaliação de notas de zero a cinco, o Brasil fica com 3,20, enquanto que a Alemanha, que é a líder, obteve 4,11 pontos.

O ranking baseia-se em seis áreas principais que afetam o desempenho logístico:

1. Eficiência do processo de liberação alfandegário;
2. Qualidade da infraestrutura de transporte;
3. Facilidade de encontrar fretes com preços competitivos;
4. Qualidade e competência dos serviços logísticos;

5. Existência do rastreamento das mercadorias;
6. Frequência na qual as encomendas chegam ao destino dentro do prazo esperado/acordado.

No atual relatório, alguns indicadores que levaram o Brasil a ocupar a 41º no ranking composto por 155 países analisados pelo Banco Mundial, foram:

- cumprimento de prazo, 20ª posição;
- qualidade e competência logística, 34º posição;
- habilidade de rastrear as mercadorias durante a entrega, 36º posição;
- infraestrutura, 37º posição;
- serviço alfandegário e aduaneiro, 82º posição.

O Banco Mundial destaca ainda que o bom desempenho logístico têm gerado resultados positivos para o país, alcançando crescimento de 1% no PIB e de 2% no comércio internacional.

Assim, uma parcela expressiva do crescimento exportador brasileiro está relacionada à expansão do comércio mundial. Alguns números ajudam a compreender essa relação. As exportações brasileiras aumentaram em US\$ 48,92 bilhões no ano de 2010 em relação a 2009. Segundo o Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior (MDIC), o saldo das exportações brasileiras em 2010 foi de US\$ 201,9 bilhões, superando em US\$ 4,0 bilhões as exportações de 2008, até então o valor recorde que atingiu a cifra de US\$ 197,9 bilhões. As exportações brasileiras no ano de 2010 representaram 1,26% do total das exportações mundiais (MDIC, 2011).

Ficam evidentes os desafios e oportunidades no setor logístico brasileiro para os próximos anos, mas ainda são necessários projetos e ações voltadas para a melhoria da infraestrutura logística, cujo peso na competitividade dos produtos brasileiro no mercado exterior é fundamental, bem como deixar de ser um entrave ao crescimento das exportações agrícolas, que são de grande importância para a manutenção do saldo positivo na balança comercial do país.

A globalização alterou os negócios para um ritmo mais ágil e dinâmico. Houve um crescimento no comércio global e na competição internacional. Esse processo amplifica o comércio e o fluxo de informações e pessoas, exigindo maior flexibilidade e habilidades para respostas rápidas ao mercado. Um sistema logístico eficiente resultará no atendimento destas exigências, pois permitirá que uma região geográfica explore suas potencialidades por meio da especialização de seus esforços produtivos e pela exportação de seus produtos para outras regiões.

2.1.1 Transportes

O transporte viabiliza a movimentação de insumos e produtos para a concretização da atividade econômica, e é responsável ainda pelo desempenho dos serviços logísticos por ser considerado pela maioria dos setores produtivos como a atividade logística mais importante.

Entre as diversas operações logísticas o transporte exerce papel fundamental para o escoamento da produção agrícola brasileira. As empresas têm percebido a importância da logística como fator de competitividade, por isso cada vez mais procuram otimizar as operações logísticas para a redução de custos. Dessa forma, a escolha adequada do modo de transporte para as operações logística no agronegócio pode desempenhar um papel fundamental na redução de custos.

O escoamento do agronegócio brasileiro exige, cada vez mais, velocidade, qualidade e baixos custos, uma vez que a escolha do modo de transporte reflete diretamente no valor do frete que é componente significativo do custo final de grãos sólidos.

Estimativas da Associação Brasileira das Indústrias de Óleos Vegetais (ABIOVE, 2004) indicam que o custo de escoamento interno no Brasil é 80% maior do que os praticados nos Estados Unidos. O Brasil perde, portanto, em competitividade quando se calculam os custos de escoamento interno.

Logo, o principal desafio da logística do agronegócio brasileiro é reverter este quadro. No entanto, no país, observa-se uma ineficiência logística no transporte da produção de grãos agrícolas, em especial a soja produzida no Centro-Oeste do Brasil, por se concentrar no modo rodoviário, o qual é utilizado como meio unimodal, interligando a origem e o destino das

cargas, ao invés de ser utilizado como conexão multimodal (rodoviário-hidroviário ou rodoviário-ferroviário) ou intermodal (rodoviário-hidroviário-ferroviário). A integração destas modalidades aumenta a eficiência no escoamento dos produtos a grãos, e a competitividade dos grãos agrícolas em relação a outros países produtores e exportadores.

Traçando um comparativo do estudo CEL/COPPEAD/UFRJ, torna-se importante a análise da chamada matriz de transporte de cargas do Brasil e dos Estados Unidos. No Brasil no ano de 2005, segundo o Ministério dos Transportes, a liderança era do transporte rodoviário com participação de 58% dos transportes efetuados. O transporte ferroviário teve 25% de participação, o hidroviário com 13%, o dutoviário com 3,60% e o aeroviário com 0,40%. Nos Estados Unidos, em 2005 a liderança era da modalidade ferroviária com a participação de 39,60%, na matriz de transporte de carga, seguido pela modalidade rodoviária com 29,50%, a hidroviária com 15,50%, a dutoviária com 15,10% e a aeroviária com 0,40% (LIMA, 2006).

A infraestrutura de transportes possui efeitos benéficos sobre a sociedade, referentes à disponibilidade de bens, à extensão dos mercados, à concorrência, aos custos das mercadorias e à especialização geográfica.

Para Caixeta-Filho et al. (2007) os transportes possuem funções econômicas de promoverem a integração entre sociedade que produzem bens diferentes entre si. Por sua vez, os transportes possuem importante papel potencial de romper monopólios pelo isolamento geográfico na produção e na comercialização de mercadorias. Ainda segundo o autor, outro fator importante do transporte diz respeito à possibilidade da especialização regional da produção, todavia a divisão geográfica do trabalho torna-se orientada pela vantagem absoluta de custos ou pela vantagem comparativa de custos. A especialização geográfica e os ganhos de bem-estar que as sociedades envolvidas alcançam, são inteiramente dependentes dos transportes.

Para Caixeta-Filho et al. (2007) o setor de transportes ocupa posição importante no processo de globalização, pois hoje vive-se a era do transporte internacional e da economia global, dando sentido ao transporte como termos de objetivos nacionais, tornando o país competitivo nos mercados mundiais. O autor destaca o papel do transporte como elemento

vital e prioritário nas políticas para o desenvolvimento, seja na exploração de recursos naturais, na divisão do trabalho e na produção em longa escala.

Caixeta-Filho et al. (2007) considera que investir continuamente em transporte influencia ativamente no desenvolvimento de regiões estagnadas ou mesmo quando se viabiliza determinada fronteira agrícola, exercendo papel ativo no alcance dos objetivos de desenvolvimento. Entende-se que retardar o crescimento influencia passivamente, pois limita o crescimento da região pelo incremento da demanda, ligado estritamente às possibilidades de abertura de novos mercados.

Ballou (2006) aponta cinco modalidades de transporte de cargas, sendo eles, o hidroviário, o aeroviário, o dutoviário, o ferroviário e o rodoviário. Cada um deles possui características operacionais específicas que os tornam mais adequados para determinados tipos de produtos e operações. A escolha depende do tipo de mercadoria a ser transportada, das características da carga, do prazo e, principalmente, dos custos.

Fleury et al. (2000) após analisar as características operacionais de cada modalidade de transportes, elaborou uma tabela que resume as principais características operacionais dos serviços oferecidos.

Tabela 2 - Características Operacionais

Serviços Oferecidos	Modalidades de Transportes				
	Ferrovária	Rodoviária	Hidroviária	Dutoviária	Aeroviária
Velocidade	3	2	4	5	1
Disponibilidade	2	1	4	5	3
Confiabilidade	3	2	4	1	5
Capacidade	2	3	1	5	4
Frequência	4	2	5	1	3
Total	14	10	18	17	16

Fonte: Fleury et al., 2000.

A menor pontuação indica melhor classificação em nível de serviço. Essas características são definidas da seguinte forma:

- Velocidade – refere-se ao tempo decorrido de movimentação em cada rota, também conhecido como *transit time*.

- Disponibilidade – é a capacidade que um modo tem de atender a qualquer par origem-destino de localidades.
- Confiabilidade – refere-se à variabilidade potencial das programações de entrega esperadas ou divulgadas.
- Capacidade – refere-se à possibilidade de um modo de transporte de lidar com qualquer requisito de transporte, como tamanho e tipo de carga.
- Frequência – está relacionada à quantidade de movimentações programadas.

Assim, a Tabela 2 comprova pelos níveis de serviços porque a modalidade rodoviária detém 58% da matriz de transportes de cargas no Brasil, segundo último levantamento da Agencia Nacional de Transportes Terrestre (ANTT) realizado no ano de 2005.

A matriz de transportes do Brasil demonstra um desequilíbrio entre as diversas modalidades, o que aponta para a necessidade de readequações para que se promova maior competitividade e um desenvolvimento econômico sustentável. A sobrecarga no transporte rodoviário de cargas, em função da simplicidade no atendimento das demandas e agilidade no acesso às cargas; menor manuseio da carga e menor exigência de embalagem; serviço porta a porta: mercadoria sofre apenas uma operação de carga (ponto de origem) e outra de descarga (ponto de destino); maior agilidade e flexibilidade na manipulação das cargas; facilidade na substituição de veículos, no caso de acidente ou quebra, serve como uma barreira ao uso das demais modalidades de transportes.

2.2 O AGRONEGÓCIO BRASILEIRO DE GRÃOS

2.2.1 Aspectos Gerais

Nos últimos dez anos o setor de atividade que mais cresceu no Brasil foi o setor agropecuário. Segundo levantamento do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) a média do PIB do setor, que representa a soma em valores monetários de todos os bens e serviços produzidos, no período de 2000 a 2010, aponta um crescimento médio anual de 3,67%, enquanto o PIB geral do país mostra avanço de 3,59% (MAPA, 2011).

O crescimento alcançado pelo setor agropecuário nos últimos dez anos decorre das ações do governo federal e dos produtores rurais. Os investimentos na tecnologia da produção (grãos, cultivo da terra e equipamentos), mudança da política cambial (câmbio flutuante) ocorrida no ano de 1999 e a política externa brasileira inserindo nossos produtos agrícolas e da pecuária no mercado internacional contribuíram para esse crescimento (MAPA, 2011).

A Tabela 3 mostra que o crescimento das exportações do agronegócio brasileiro tem gerado resultados positivos para a balança comercial do país. Segundo dados do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, as exportações do agronegócio brasileiro foram recordes em 2010, com vendas que somaram US\$ 76,44 bilhões. O valor foi 18% maior que o registrado em 2009 quando alcançou US\$ 64,79 bilhões e supera em US\$ 4,60 bilhões o recorde anterior, que ocorreu no ano de 2008, de US\$ 71,81 bilhões (MAPA, 2011).

Tabela 3 - Balança Comercial Brasileira e do Agronegócio
Período: Ano de 2007 a 2010

Ano	Exportações (US\$ bilhões)			Importações (US\$ bilhões)			Saldo (US\$ bilhões)	
	Brasil (A)	Agronegócio (B)	Variação (%) (B/A)	Brasil (A)	Agronegócio (B)	Variação (%) (B/A)	Brasil	Agronegócio
2007	160,65	58,42	36,36	120,63	8,72	7,22	40,02	49,70
2008	197,94	71,81	36,27	173,21	11,82	6,82	24,74	59,99
2009	152,99	64,79	42,35	127,72	9,90	7,75	25,28	54,89
2010	201,92	76,44	37,86	181,62	13,39	7,37	20,30	63,05

Fonte: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA, 2011).

As importações do agronegócio aumentaram em 35,25 %, passando de US\$ 9,90 bilhões, em 2009, para US\$ 13,39 bilhões em 2010. Com isso, a balança comercial do agronegócio registrou superávit de US\$ 63,05 bilhões no ano de 2010, US\$ 8,16 bilhões a mais do que em 2009 (MAPA, 2011). O resultado do agronegócio em 2010 supera, portanto, o saldo geral da balança comercial do país, que foi de US\$ 20,32 bilhões (MAPA, 2011).

Em 2010, as exportações brasileiras somaram US\$ 201,92 bilhões, logo, o agronegócio representou 37,86% de tudo o que o país produziu e embarcou para o exterior (MAPA, 2011).

O Brasil pode ser considerado um dos poucos países do mundo com possibilidade de responder à demanda mundial por alimentos. A agricultura brasileira modernizou-se, tornou-se eficiente e competitiva, e têm a seu favor um clima diversificado, chuvas regulares, energia solar abundante e quase 13% de toda a água doce disponível no planeta, o país dispõe de 388 milhões de hectares de terras agricultáveis férteis e de alta produtividade, sendo que desse número, cerca de 100 milhões ainda não são explorados (MAPA, 2007).

Porém, há uma contradição entre a produção brasileira de grãos agrícolas e a infraestrutura logística para o seu escoamento. Enquanto a primeira cresce ano a ano, em área plantada, produtividade e produção de grãos, conforme demonstram os dados da Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB) nas Tabelas 4, 5 e 6, a capacidade de escoamento do país não tem acompanhado o bom desempenho da produção de grãos nos últimos 10 anos. O baixo nível de investimento em infraestrutura e logística interfere de forma negativa na competitividade e no crescimento do setor.

Na Tabela 4, segundo dados da CONAB observa-se a evolução da área cultivada no país. A safra de 2008/2009 foi de 47.674.400,00 ha, enquanto que, para a safra de 2010/2011 estima-se 48.839.400,00 ha, ou seja, um valor superior em 2,44%, ou 1.165.000,00 ha.

Tabela 4 - Área Plantada
Período: Safra de 2008/2009 a 2010/2011

Produtos	Safra (mil hectares)			Variação (%)		
	2008/2009	2009/2000 ⁽¹⁾	2010/2011 ⁽²⁾	b/a	c/b	c/a
	a	b	c			
Algodão	843,20	835,70	1.304,70	(0,89)	56,12	54,73
Arroz	2.909,00	2.764,80	2.832,90	(5,22)	2,46	(2,69)
Feijão Total	4.147,80	3.608,80	3.912,60	(14,94)	8,42	(6,01)
Feijão - 1ª Safra ⁽³⁾	1.407,00	1.410,10	1.472,20	0,22	4,40	4,63
Feijão - 2ª Safra ⁽⁴⁾	1.973,70	1.444,90	1.648,00	(36,60)	14,06	(19,76)
Feijão - 3ª Safra ⁽⁵⁾	767,10	753,80	792,40	(1,76)	5,12	3,30
Milho Total	14.171,80	12.966,90	13.106,60	(9,29)	1,08	8,13
Milho - 1ª Safra ⁽⁶⁾	9.270,50	7.724,00	7.695,90	(20,02)	(0,37)	(20,46)
Milho - 2ª Safra ⁽⁷⁾	4.901,30	5.242,90	5.410,70	6,97	3,20	10,39
Soja	21.743,10	23.467,90	24.120,40	7,93	2,78	10,93
Trigo	2.396,20	2.428,00	2.149,80	1,33	(12,94)	(11,46)
Demais Produtos	1.463,30	1.316,60	1.412,40	(11,14)	7,28	(3,60)
Brasil	47.674,40	47.388,70	48.839,40	(0,60)	3,06	2,44

Fonte: Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB), 2011.

(1) – Dados preliminares, sujeito a alteração

(2) – Dados estimados, sujeito a alteração

- (3) – 1ª Safra – Feijão – Período de plantio: setembro a outubro
- (4) – 2ª Safra – Feijão – Período de plantio: março a abril
- (5) – 3ª Safra – Feijão – Período de plantio: maio e junho
- (6) – 1ª Safra – Milho – Período de plantio: setembro a novembro
- (7) – 2ª Safra – Milho – Período de plantio: janeiro a abril

Dentre as principais culturas estão o algodão, feijão, milho e soja. A previsão do Ministério da Agricultura para a safra 2010/2011 é de crescimento da área cultivada, em 2,44% com relação à safra 2008/2009.

A área cultivada de algodão sobressai nas safras de 2010/2011, com aumento de 54,73% ou 461.500,00 ha, a área cultivada de soja apresentou aumento de 10,93% ou 2.377.300,00 há, a área de plantio de trigo representa 8,9% do total previsto para o plantio da soja, apresentam ainda acréscimo de área às culturas do milho 2ª safra (safrinha), com 10,39%, feijão 1ª safra com 4,63% e a 3ª safra com 3,30%. As demais culturas: arroz, feijão 2ª safra, milho 1ª safra, trigo e demais grãos (canola, centeio, cevada, girassol, mamona, sorgo e triticale) apresentaram redução.

A Tabela 5 mostra que as safras de grãos agrícolas de 2009/2010 e 2010/2011 apresentam uma produtividade das lavouras em 11% em relação à safra 2008/2009. A produtividade média brasileira da safra de soja de 2009/2010 foi de 2.927,00 kg/ha (CONAB, 2011), bem próximo ao dos Estados Unidos, o maior produtor mundial de soja que foi de 2.958,00 kg/ha (USDA, 2011).

Na Tabela 5 observa-se ainda que a produtividade dos grãos agrícolas na safra 2009/2010 com 2010/2011 é praticamente estável, porém, quando se compara as duas últimas safras em relação à 2008/2009 observa-se um acréscimo de 11%. Os dados da CONAB demonstram que a agricultura incorporou tecnologias e isto reflete no aumento da produtividade de grãos, uma resposta aos investimentos realizados em pesquisa, equipamentos e assistência técnica.

Tabela 5 - Produtividade
Período: Safra de 2008/2009 a 2010/2011

Produtos	Safra (kg/ha)			Variação (%)		
	2008/2009	2009/2010 ⁽¹⁾	2010/2011 ⁽²⁾	b/a	c/b	c/a
	a	b	c			
Algodão	3.681,00	3.634,00	3.825,00	(1,29)	5,26	3,91
Arroz	4.332,00	4.218,00	4.529,00	(2,70)	7,37	4,55
Feijão Total	842,00	921,00	964,00	9,38	4,67	14,49
Feijão - 1ª Safra	956,00	1.037,00	1.158,00	8,47	11,67	21,13
Feijão - 2ª Safra	695,00	708,00	768,00	1,87	8,47	10,50
Feijão - 3ª Safra	1.010,00	1.110,00	1.014,00	9,90	(9,47)	0,40
Milho Total	3.599,00	4.316,00	4.158,00	19,92	(3,80)	15,53
Milho - 1ª Safra	3.630,00	4.412,00	4.268,00	21,54	(3,37)	17,58
Milho - 2ª Safra	3.540,00	4.175,00	4.001,00	17,94	(4,35)	13,02
Soja	2.629,00	2.927,00	2.906,00	11,34	(0,72)	10,54
Trigo	2.088,00	2.070,00	2.736,00	(0,87)	32,17	31,03
Brasil	2.835,00	3.149,00	3.134,00	11,08	(0,48)	10,55

Fonte: Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB), 2011.

(1) – Dados preliminares, sujeito a alteração

(2) – Dados estimados, sujeito a alteração

A Tabela 6 mostra a estimativa da safra 2010/2011 de grãos que é de 153,06 milhões de toneladas, 13,26% ou 17,96 milhões de toneladas, superior à produção obtida na safra 2008/2009. Este resultado deve-se à maior utilização de tecnologia, comportamento observado no decorrer dos últimos anos aliado às condições climáticas favoráveis durante o desenvolvimento das lavouras, avanço da fronteira agrícola nacional que se deu na direção centro norte do país, impulsionado pela elevação dos preços internacionais de grãos, associados aos baixos preços das terras na região, que propiciaram uma agressiva reconversão da pecuária para grãos. As lavouras de soja já atingem o Sul do Maranhão, Nordeste e Sudeste do Pará, Tocantins e o Centro Sul do Piauí.

Dentre as diversas culturas, o destaque da safra 2010/2011 é a previsão da colheita de 70,01 milhões de toneladas de soja, representando um aumento de 22,46%, ou 12,84 milhões de toneladas em relação aos 57,17 milhões de toneladas colhidas na safra 2008/2009.

A estimativa para colheita do algodão na safra 2010/2011 é de 3,04 milhões de toneladas, contra 1,90 milhões de toneladas da safra 2008/2009, crescimento de 60,00%. O aumento da

produção do algodão deve-se pelo desempenho da produtividade e expansão da área plantada, isto em consequência das boas cotações de preços do produto, tanto no mercado interno como externo. Com o aumento da área plantada do algodão inibe-se a expansão da produção do milho e de soja.

Os dados das Tabelas 4, 5 e 6 são referentes à estimativa da produção de grãos do 5º levantamento (março/2011) da safra 2010/2011 realizado pela CONAB.

A região Centro-Oeste do país representa 47,83% da produção de soja da safra 2010/2011, ou seja, $33.526,9 \times 10^3$ toneladas, somente o estado de Mato Grosso a previsão de colheita da soja é de $19.849,6 \times 10^3$ toneladas. Grande parte do escoamento da safra da região Centro-Oeste ocorre através do Corredor Ferroviário Centro Leste.

Tabela 6 - Produção
Período: Safra de 2008/2009 a 2010/2011

Produtos	Safra (mil toneladas)			Variação (%)		
	2008/2009	2009/2010 ⁽¹⁾	2010/2011 ⁽²⁾	b/a	c/b	c/a
	a	b	c			
Algodão	1.890,60	1.843,10	3.040,10	(2,51)	64,94	60,80
Arroz	12.602,50	11.660,90	12.831,40	(7,47)	10,04	1,82
Feijão - Total	3.490,60	3.322,50	3.773,30	(4,82)	13,57	8,10
Feijão - 1ª Safra	1.344,50	1.463,10	1.704,70	8,82	16,51	26,79
Feijão - 2ª Safra	1.371,60	1.022,80	1.265,20	(25,43)	23,70	(7,76)
Feijão - 3ª Safra	774,50	836,60	803,40	8,02	(3,97)	3,73
Milho Total	51.003,90	55.968,00	54.496,60	9,73	(2,63)	6,85
Milho - 1ª Safra	33.654,90	34.079,20	32.846,50	1,26	(3,62)	(2,40)
Milho - 2ª Safra	17.349,00	21.888,80	21.650,10	26,17	(1,09)	24,79
Soja	57.165,50	68.688,20	70.099,70	20,16	2,05	22,63
Trigo	5.884,00	5.026,20	5.881,60	(14,58)	17,02	(0,04)
Demais	3.097,40	2.696,00	2.937,10	(12,96)	8,94	(5,18)
Brasil	135.134,50	149.204,90	153.059,80	10,41	2,58	13,26

Fonte: Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB), 2011.

(1) – Dados preliminares, sujeito a alteração

(2) – Dados estimados, sujeito a alteração

Segundo o estudo Projeções do Agronegócio – Brasil 2009/2010 a 2019/2020, divulgado em 2010, pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, em dez anos o país deve ultrapassar os Estados Unidos na produção de soja, que atualmente é o maior produtor

mundial com previsão de colher 91,85 milhões de toneladas de grãos na safra 2010/2011 (USDA, 2010).

Tabela 7 - Projeções da Produção de Grãos
Período: Safra de 2019/2020

Produtos	Safra (milhões de toneladas)			
	Produção	Consumo Interno	Exportação	Importação
Soja (grãos)	81,95	42,65	37,87	-
Soja (farelo)	28,17	14,54	13,64	-
Soja (óleo)	7,92	5,86	2,29	-
Milho	70,12	56,19	12,62	-
Feijão	4,27	4,31	-	0,16
Arroz	14,12	14,37	-	0,65
Trigo	7,07	12,77	-	6,99
Algodão	2,01	1,19	0,83	-
Total	215,63	151,88	67,25	7,80

Fonte: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), 2010.

De acordo com o relatório do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, o país precisa se planejar para que esses resultados da produção agrícola não sejam neutralizados nas etapas de escoamento, em virtudes das sérias deficiências verificadas atualmente na infraestrutura de transporte, só assim, o país terá condições de escoar sua produção de maneira eficiente e com baixos custos de logística, possibilitando aos produtos brasileiros competitividade com outros mercados produtores e exportadores.

2.2.2 Armazenagem

A análise da infraestrutura brasileira de armazenagem de grãos passa necessariamente pela compreensão da dinâmica do mercado agrícola nacional. O mercado de alguns dos principais produtos agrícolas brasileiro é quase totalmente controlado pelas *tradings* multinacionais de grãos agrícolas. Empresas como a Bunge Alimentos S.A, Cargill Agrícola S.A e ADM do Brasil Ltda., concentram cerca de 60% do mercado de soja, somente a Cargill detém 40% do mercado de milho.

Tais empresas participam de toda a cadeia produtiva e de comercialização dos grãos agrícolas e têm suas próprias unidades de armazenagem e transbordo espalhados pelas

regiões produtoras, geralmente localizadas próximas a rotas de escoamento, de onde os produtos seguem para suas unidades de processamento ou para exportação.

Embora nos últimos anos venham ocorrendo crescentes investimentos em infraestrutura de armazenagem de grãos no Brasil, esse crescimento não tem acompanhado o dinamismo da agricultura, afetando assim, o sistema logístico. Esta deficiência na infraestrutura de armazenagem compromete a movimentação das safras de grãos provocando congestionamentos nas rodovias, nos portos e, sobretudo, nos pátios das instalações para recepção dos grãos a serem armazenados.

A reduzida capacidade de armazenamento nas propriedades rurais do Brasil é outra situação desfavorável frente aos grandes produtores mundiais de grãos, que tem no campo a maior parcela das unidades de armazenagem de seus produtos. Esta condição obriga os produtores a comercializar prontamente suas safras imediatamente após a colheita sujeitando-se aos preços do mercado, aos valores de pico dos fretes, além de causar problemas de logística, com congestionamentos nas redes de armazenagem intermediária e terminal.

Sendo assim, a capacidade de armazenar grandes quantidades de grãos é de fundamental importância para a cadeia logística de escoamento da produção agrícola por dois motivos principais:

- Possibilita a comercialização dos produtos em melhores épocas, acarretando melhores preços e menores custos com transporte;
- Evita o congestionamento da cadeia em períodos de safra, especialmente os portos.

A Tabela 8 mostra que a capacidade estática de armazenagem de grãos no Brasil é de $137,855 \times 10^6$ t, sendo 81,26% para armazenagem a granel e 18,74% para produtos ensacados, valor inferior à produção de grãos, que pelas previsões da própria CONAB para a safra 2010/2011 é de $153,059 \times 10^6$ t.

Logo, há um déficit da capacidade estática de armazenagem do país da ordem de $15,20 \times 10^6$ t, e a situação tende a piorar, tendo em vista que, a produção agrícola vem crescendo em ritmo mais acelerado do que a capacidade de armazenagem.

Tabela 8 - Capacidade Estática dos Armazéns Cadastrados

Região	Convencional		Granéis		Total/Região	
	Quant. (Und.)	Capac. (Toneladas)	Quant. (Und.)	Capac. (Toneladas)	Quant. (Und.)	Capac. (Toneladas)
Centro-Oeste	1.037	4.854.254	2.943	42.138.737	3.980	46.992.991
Nordeste	688	2.028.184	564	6.662.224	1.252	8.690.408
Norte	265	816.623	183	1.962.127	448	2.778.750
Sudeste	1.931	9.282.096	965	13.188.303	2.896	22.470.399
Sul	3.170	8.853.139	5.706	48.069.395	8.876	56.922.534
Total	7.091	25.834.296	10.361	112.020.786	17.452	137.855.082

Fonte: Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB), 2011.

A Tabela 9 compara a capacidade estática de armazenagem de grãos com a produção dos 27 estados da Federação.

Tabela 9 - Capacidade Estática x Produção de Grãos Por Estados

Estados	Produção ⁽¹⁾ (Toneladas)	Armazenagem ⁽²⁾ (Toneladas)
Distrito Federal	482.100,00	459.875,00
Goiás	14.199.200,00	12.641.460,00
Mato Grosso do Sul	10.042.600,00	6.982.812,00
Mato Grosso	30.065.200,00	26.908.844,00
Alagoas	84.900,00	551.000,00
Bahia	7.075.500,00	4.010.991,00
Ceará	1.314.700,00	344.454,00
Maranhão	2.925.500,00	1.742.630,00
Paraíba	89.800,00	93.627,00
Pernambuco	330.000,00	977.449,00
Piauí	2.330.700,00	909.332,00
Rio Grande do Norte	47.600,00	57.704,00
Sergipe	758.300,00	3.221,00
Acre	84.600,00	28.576,00
Amazonas	43.100,00	376.845,00
Amapá	8.600,00	816,00
Pará	1.045.200,00	569.650,00
Rondônia	1.075.500,00	559.307,00
Roraima	106.500,00	148.000,00
Tocantins	1.869.600,00	1.095.556,00
Espírito Santo	87.800,00	1.380.178,00
Minas Gerais	10.509.800,00	8.103.957,00
Rio de Janeiro	29.000,00	182.768,00
São Paulo	6.869.200,00	12.803.496,00
Paraná	30.944.400,00	27.353.513,00
Rio Grande do Sul	24.315.500,00	24.601.039,00
Santa Catarina	6.324.600,00	4.967.982,00
Total	153.059.500,00	137.855.082,00

Fonte: Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB), 2011.

(1) – Produção Safra 2010/2011 - Dados Estimados, sujeito a alteração.

(2) – Dados Estimados, sujeito a alteração.

Assim, pode-se concluir pelos dados da Tabela 9 que Alagoas, Paraíba, Pernambuco, Rio Grande do Norte, Amazonas, Roraima, Espírito Santo, Rio de Janeiro, São Paulo e Rio Grande do Sul têm capacidade estática de armazenagem superior a produção estadual.

Entretanto, não quer dizer que a situação nestes estados seja adequada, uma vez que, nem todas as unidades armazenadoras são compatíveis com a demanda existente para o estoque e conservação de grãos.

Os dados da CONAB mostram a necessidade de expansão dos armazéns nas mais recentes áreas da produção agrícola do país, como, por exemplo, nos estados do Piauí, Maranhão, Bahia, Pará, Rondônia, Mato Grosso e Mato Grosso do Sul.

O Estado do Rio Grande do Sul está com sua capacidade de armazenagem superior a produção, devido principalmente as adversidades climáticas que provocaram a redução da produção nos últimos anos gerando a situação de superávit.

A Organização das Nações Unidas para a Agricultura e Alimentação (FAO) recomenda que a capacidade estática de armazenagem de um país seja igual a 1,2 vezes de sua produção anual. Considerando-se que a safra 2010/2011 será de $153,059 \times 10^6$ t, logo, o nível indicado para o Brasil é de cerca de $183,670 \times 10^6$ t de capacidade, o que corresponde a um déficit nacional da ordem de $45,816 \times 10^6$ t.

2.2.3 Escoamento da Produção de Grãos Agrícolas

Para escoar toda a produção de grãos agrícolas do Brasil, seja para consumo interno ou para exportação, utilizam-se as modalidades de transportes: rodoviária, aquaviária e ferroviária.

O modo dutoviário não é utilizado pelas características físicas dos produtos, enquanto que, o transporte de grãos pelo modo aeroviário não é viável em virtude do alto custo, determinado pela limitação da capacidade de carga dos aviões.

O transporte do complexo soja (grãos, óleos e farelo), principal produto agrícola de exportação brasileiro, ocorre através das modalidades de transportes rodoviária, ferroviária e aquaviária ou da multimodalidade. A Tabela 10 baseia-se em dados da Associação Nacional dos Exportadores de Cereais (ANEC, 2007) e mostra a utilização de cada um dos modos no escoamento da soja nos Estados Unidos, Brasil e Argentina, principais países produtores e exportadores.

Tabela 10 - Matriz de Transportes do Complexo Soja

Modalidades	Valores em Percentual (%)		
	E.U.A	Brasil	Argentina
Rodoviária	16,00	60,00	82,00
Ferroviária	23,00	33,00	16,00
Hidroviária	61,00	7,00	2,00

Fonte: Associação Nacional dos Exportadores de Cereais (ANEC), 2007.

A Tabela 11 mostra que o estado do Mato Grosso com produção de soja prevista para a safra 2010/2011 em 19,85 milhões de toneladas, têm os custos com transportes extremamente altos devido à sua localização e a falta de infraestrutura de transportes, quando comparados com os custos dos Estados Unidos, Argentina e Paraná, o que ocasiona perda da competitividade. Como a modalidade de transporte atual para escoar a safra do estado do Mato Grosso é o rodoviário, por falta de outra modalidade mais eficiente para grandes distâncias, isso faz com que os produtos matogrossenses percam todo o ganho obtido no sistema produtivo (baixo valor da terra e utilização de tecnologia moderna).

Tabela 11 - Comparativo da Sustentabilidade da Cadeia Produtiva

	Valores em US\$ ⁽¹⁾ /t			
	E.U.A (Illinois)	BRASIL (Sorriso/MT)	BRASIL (C. Mourão/PR)	ARGENTINA (Pampas)
Custo da Produção	203,50	174,00	145,00	158,80
Frete ao Porto	26,00	47,00	17,00	13,40
Custos Porto	3,00	5,30	5,30	3,00
Transporte Marítimo	21,40	23,40	23,40	25,40
Prêmio ⁽²⁾	13,00	80,00	80,00	58,00
Custo Total	240,90	329,70	270,70	258,60

Fonte: Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB), 2004.

(1) – Valor: US\$ 1,00 = R\$ 3,00 (junho, 2004)

(2) – Prêmio está relacionado às operações portuárias inerentes à recepção da carga, estocagem, atracamento de navio, etc.

Por outro lado o estado do Paraná, com previsão de ser o maior produtor nacional de grãos de soja na safra 2010/2011, utilizando também o modo rodoviário para escoar grande parte da sua produção até o porto de Paranaguá, apresenta um custo de transporte inferior ao verificado nos Estados Unidos. Isto ocorre devido a curta distância média de transporte entre as fazendas e o porto. Logo, a soja produzida no estado do Paraná é extremamente competitiva com os mercados dos Estados Unidos e Argentina, que são o primeiro e terceiro lugar em produção e exportação de soja do mundo, respectivamente.

O Brasil passou a concentrar seus esforços para a exportação do complexo soja (soja em grãos, farelo e óleo de soja) para a Ásia, União Européia e Oriente Médio. As Tabelas 12 e 13 mostram que a China foi o país que mais importou soja em grãos e óleo de soja do Brasil no ano de 2010 (CONAB, 2011).

Tabela 12 - Exportações Brasileiras de Grãos de Soja

Países de Destino	Ano - 2010	
	Quantidade (Toneladas)	Valor FOB (US\$ 1.000,00)
Alemanha	355.219,00	134.551,00
China	19.064.458,00	7.133.441,00
Espanha	1.874.991,00	740.227,00
França	105.886,00	45.026,00
Itália	568.700,00	213.133,00
Japão	507.332,00	192.576,00
Países Baixos	1.437.354,00	550.551,00
Outros	5.159.215,00	2.033.496,00
Total	29.073.155,00	11.043.001,00

Fonte: Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB), 2011.

Tabela 13 - Exportações Brasileiras de Óleo de Soja e Outros Derivados

Países de Destino	Ano - 2010	
	Quantidade (Toneladas)	Valor FOB (US\$ 1.000,00)
Bangladesh	37.500,00	32.851,00
China	935.965,00	786.420,00
Hong Kong	12.500,00	11.028,00
Índia	85.372,00	71.721,00
Irã	85.963,00	81.870,00
Países Baixos	232,00	305,00
Outros	406.229,00	368.234,00
Total	1.563.761,00	1.352.429,00

Fonte: Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB), 2011.

O país asiático importou $19,06 \times 10^6$ t de soja em grãos, que corresponde 27,76% da safra 2009/2010 ou 65,57% de todo o volume exportado da soja em grãos no ano de 2010. Enquanto que os Países Baixos o principal importador do farelo de soja do Brasil, importou 24,86% do total exportado do produto, no ano de 2010, conforme demonstra a Tabela 14 (CONAB, 2011).

Tabela 14 - Exportações Brasileiras de Farelo de Soja

Países de Destino	Ano - 2010	
	Quantidade (Toneladas)	Valor FOB (US\$ 1.000,00)
Alemanha	1.225.669,00	442.137,00
Dinamarca	204.760,00	76.927,00
Espanha	586.158,00	190.101,00
França	2.330.689,00	789.389,00
Irã	262.993,00	84.377,00
Itália	268.424,00	92.883,00
Países Baixos	3.398.306,00	1.211.869,00
Tailândia	1.324.428,00	468.738,00
Outros	4.067.173,00	1.362.952,00
Total	13.668.600,00	4.719.373,00

Fonte: Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB), 2011.

Como o ganho de competitividade nas exportações configura-se como um fator de fundamental importância para a inserção do Brasil no comércio internacional, o atual quadro da infraestrutura logística brasileira gera um adicional de custo para os produtos exportados devido à sua ineficiência.

O transporte eficiente das cargas agrícolas, com os ganhos de produtividade que vêm sendo obtidos em termos de produção no Brasil, assume papel estratégico importante nas políticas comerciais entre as nações, principalmente em função das medidas protecionistas dos países desenvolvidos prejudicam os produtores agrícolas dos países em desenvolvimento, pois os subsídios – ajudas financeiras de custeio de produção – aos agricultores daqueles países tornam seus produtos artificialmente com menor custo de produção, prejudicando a concorrência internacional. Além disso, as barreiras comerciais, como cotas e taxas de importação, limitam a entrada de produtos agrícolas de países, como por exemplo, o Brasil.

Torna-se importante conhecer a estrutura nacional de transporte e seus efeitos nos custos e na competitividade dos grãos agrícolas, em especial o complexo soja no mercado externo.

Portanto, baseado na Tabela 2, página 15, onde a modalidade ferroviária apresenta nível de serviço de capacidade superior ao modo concorrente na região que é o rodoviário, ou ainda, a distância das regiões produtoras da soja da região Centro-Oeste do país acima de 1.000,00 km dos portos ou dos grandes centros consumidores do Brasil, torna o transporte ferroviário uma alternativa para solucionar o problema dos altos custos da movimentação da soja produzida na região do cerrado brasileiro.

CAPÍTULO 3

MODALIDADE FERROVIÁRIA

O Brasil, por possuir dimensões continentais, necessita priorizar a importância das modalidades de transportes eficientes, de maneira a permitir a integração do território nacional e facilitar, o desenvolvimento econômico das diversas regiões do país. O que importa, portanto, não é o meio através do qual a carga é transportada, mas a realização do objetivo final que é o deslocamento da carga de um ponto ao outro. Entretanto, a natureza de cada modalidade de transportes oferece serviços com características particulares. Tais características são determinantes na escolha do cliente, uma vez que cada modalidade se adapta melhor a determinadas necessidades.

A demanda por uma modalidade depende não apenas de suas características, mas também do seu posicionamento frente às outras modalidades. Como exemplo, a melhoria da infraestrutura e a redução do frete da modalidade ferroviária impulsionarão sua demanda desde que as mudanças tenham realmente sido significativa frente às melhorias das demais modalidades de transportes.

Neste capítulo, são abordadas questões relativas ao transporte ferroviário, incluindo um breve histórico de sua implantação no Brasil, são apresentadas as características relacionadas à bitola, à densidade, à produção e os investimentos no setor do atual sistema ferroviário brasileiro de carga. A estas seções, segue-se o plano de expansão da malha ferroviária brasileira e por último a classificação e produção do sistema ferroviário dos Estados Unidos.

3.1 O TRANSPORTE FERROVIÁRIO DE CARGA NO BRASIL

3.1.1 Implantação das Ferrovias no Brasil

O setor ferroviário brasileiro tem no empresário Irineu Evangelista de Souza, o Barão de Mauá, seu precursor. Este, devido a sua habilidade em conduzir seus negócios, foi contratado pela província do Rio de Janeiro em 27 de abril de 1852 para construir a ligação ferroviária entre a Praia da Estrela, situado ao fundo da Baía da Guanabara, e a localidade denominada de Raiz da Serra em direção à cidade de Petrópolis (RJ).

Em 30 de abril de 1854, percorrendo a distância de 14,50 km em bitola de 1,63 m entre a Praia de Estrela e Fragoso o Imperador Dom Pedro II inaugurou o primeiro trecho ferroviário brasileiro. O trecho foi percorrido em 23 minutos a uma velocidade média de 38,00 km/h, e já no dia seguinte iniciou-se o transporte regular de passageiros. Em 1º de novembro foi iniciado o transporte de mercadorias e em 16 de dezembro foram concluídos os trabalhos de construção do trecho até a Raiz da Serra, ampliando-se o trecho ferroviário para 16,10 km.

Após a inauguração da Estrada de Ferro Petrópolis outras companhias ferroviárias ampliaram a malha ferroviária brasileira, partindo dos 16,10 km em 1854 para 37.200 km em 1953, sendo a extensão atual de 29.646,00 km.

A terceira estrada de ferro construída no Brasil foi a Companhia Estrada de Ferro D. Pedro II, cuja inauguração aconteceu em 29 de março de 1858, com trecho inicial de 47,21 km, da Estação da Corte a Queimados, no Rio de Janeiro (Revista Cidades do Brasil, 2005). Dentre vários aspectos importantes desta ferrovia destaca-se a obra de engenharia ferroviária, bastante avançada para a época. Uma das características técnicas refere-se à transposição de 412,00 metros de altura da Serra do Mar, com a realização de grandes obras de terraplenagem (cortes e aterros) e perfurações de rochas para túneis, entre os quais o Túnel Grande com 2.236,00 metros de extensão, sendo que, no ano de sua abertura, em 1864, era considerado o maior do Brasil.

Outra obra de referência da engenharia ferroviária brasileira foi a construção do trecho Paranaguá (PR) à Curitiba (PR), considerado na época por muitos técnicos europeus como irrealizável. A obra realizada sobre a Serra do Mar teve de vencer os obstáculos da serra,

que pareciam intransponíveis nos anos de 1880. O trecho com extensão de 110,00 km começou a ser construído oficialmente em fevereiro de 1880, com três frentes de serviços simultâneos: entre Paranaguá e Morretes (42,00 km), entre Morretes e Roça Nova (38,00 km) e entre Roça Nova e Curitiba (30,00 km). Mesmo com todas as dificuldades de execução, a obra foi realizada em menos de 5 anos. Esta ferrovia possui 420 obras de arte, entre túneis, pontes e viadutos, sendo que o ponto mais alto da linha está a 955,00 metros acima do nível do mar (Revista, Cidades do Brasil, 2005).

O principal objetivo da Ferrovia Paranaguá – Curitiba era estreitar a relação entre as cidades do litoral paranaense à Curitiba, com vistas ao desenvolvimento social do litoral. Além disso, era imprescindível ligar o Porto de Paranaguá (PR) aos estados do Sul do Brasil, para o escoamento da produção de grãos dessas regiões produtoras e, dessa forma, garantir apoio ao desenvolvimento econômico da região (Ministério dos Transportes, 2010).

Como marco na história do desenvolvimento da ferrovia no Brasil tem-se ainda a ligação entre os municípios de São Paulo e Rio de Janeiro, que ocorreu no ano de 1877. As estradas de ferro do país, neste período, eram particulares e independentes e tinham como finalidade o escoamento dos principais produtos de exportação brasileiras da época, o café e o açúcar, que eram transportados das fazendas produtoras até os portos.

A maioria das ferrovias existentes atualmente no país são as que foram construídas neste período de 101 anos de obras ferroviárias de 1852 a 1953, e que trouxeram alguns problemas que perduram até hoje, tais como:

- Diversos tipos de bitola que impediram uma unificação eficiente da malha ferroviária nacional, sendo que a bitola métrica foi a mais implantada por questões de economia;
- Pequenas ferrovias dispersas e isoladas foram construídas por todo o território nacional, sendo que em pouco tempo entravam em falência, obrigando o estado a encampar várias ferrovias para impedir falências e o colapso econômico de regiões dependentes desse meio de transporte;
- Traçados sinuosos, construídos visando uma redução de custos de construção ou garantindo uma grande margem de lucros aos construtores, tendo em vista, que no

início do século XX, o Estado pagava as construções de ferrovias públicas por quilômetro construído, prejudicando sensivelmente a eficiência do transporte ferroviário.

Estado e iniciativa privada tiveram de investir na correção e retificação de parte desses traçados, desativando trechos ferroviários antieconômicos durante todo o século XX e reduzindo investimentos que poderiam modernizar o setor ferroviário.

No final da década de 1930 o setor ferroviário sofreu processo de saneamento, reorganização, promoção de investimentos, as empresas estrangeiras e nacionais passaram para controle estatal em 1941 com a criação do Departamento Nacional de Estradas de Ferro (DNEF). Foi criada a Inspetoria Federal de Estradas (IFE), órgão do Ministério da Viação e Obras Públicas, cuja finalidade era administrar as ferrovias e rodovias federais que foram incorporadas ao patrimônio da União. Esta inspetoria deu origem ao Departamento Nacional de Estradas de Ferro (DNEF), que foi criado no ano de 1941. Em 1957 foi criada a Rede Ferroviária Federal S.A. (RFFSA) com a finalidade de administrar, explorar, conservar, reequipar, ampliar e melhorar o tráfego das estradas de ferro da União a ela incorporadas.

O Governo do Estado de São Paulo, em novembro de 1971, criou a Ferrovia Paulista S.A. (FEPASA), para gerir as cinco estradas de ferro pertencentes ao governo paulista. O Departamento Nacional de Estradas de Ferro (DNEF) foi extinto no final do ano de 1974, sendo suas funções transferidas para a Secretaria Geral do Ministério dos Transportes e parte para a Rede Ferroviária Federal (RFFSA).

Em decorrência das crises do petróleo e econômicas da década de 1980 e início dos anos 1990, o sistema ferroviário brasileiro passou por um período de estagnação por falta de investimentos em conservação, manutenção e ampliação por parte dos governos federal e do estado de São Paulo, que eram os detentores da malha ferroviária.

A Lei nº 8.031, de 12 de abril de 1990, e suas alterações posteriores, instituiu o Programa Nacional de Desestatização (PND), composto por dois principais agentes: o Conselho Nacional de Desestatização (CND), órgão decisório, e o Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES), na qualidade de gestor do Fundo Nacional de Desestatização (FND). O processo de desestatização do setor ferroviário teve

início a partir da inclusão da malha ferroviária no Programa Nacional de Desestatização pelo Decreto nº 473 de 10 de março de 1992.

O Plano Nacional de Desestatização, relativamente à modalidade ferroviária, teve como principais objetivos:

- Desonerar o Estado;
- Melhorar a alocação de recursos;
- Aumentar a eficiência operacional;
- Fomentar o desenvolvimento no mercado de transportes; e
- Melhorar a qualidade dos serviços.

A malha ferroviária pertencente à RFFSA foi dividida em 6 malhas regionais, e a malha paulista pertencente a Ferrovias Paulista S.A. (FEPASA) também foi incluída neste programa, constituindo assim, uma única malha (malha paulista). A concessão das malhas ferroviárias consiste no arrendamento e administração das linhas férreas por um período de 30 anos, entretanto, os ativos (material rodante e permanente, terminais e oficinas) continuam pertencendo ao Governo Federal (ANTT, 2011).

O processo de concessão ocorreu no período de 1996 a 1998 e o leilão da malha paulista, antiga FEPASA incorporada à RFFSA, foi a última malha ferroviária leiloadas.

A Tabela 15 apresenta o cronograma do processo de desestatização do sistema ferroviário brasileiro que teve início em 1996 e terminou em 1998.

Tabela 15 - Cronograma de Desestatização do Sistema Ferroviário Brasileiro

Malhas Regionais	Data Leilão	Início Operação	Concessionárias	Extensão (km)
Oeste	05/03/1996	01/07/1996	NOVOESTE	1.621,00
Centro-Leste	14/06/1996	01/09/1996	F.C.A.	7.080,00
Sudeste	20/09/1996	01/12/1996	M.R.S.	1.674,00
Tereza Cristina	22/11/1996	01/02/1997	F.T.C.	164,00
Sul	13/12/1996	01/03/1997	ALL	6.586,00
Nordeste	18/07/1997	01/01/1998	C.F.N	4.238,00
Paulista	10/11/1998	01/01/1999	FERROBAN	4.236,00
Total				25.599,00

Fonte: Agência Nacional de Transportes Terrestres (ANTT), 2011.

As concessionárias receberam as malhas ferroviárias com pequenas distâncias médias de percurso e seus equipamentos em mau estado de conservação. A frota de locomotivas, além da idade média elevada, não recebia recursos para manutenção adequada, uma vez que dependia muito de peças de reposição importadas.

Os investimentos realizados e propostos no momento pós-privatização podem ser classificados em dois grupos: os realizados nas ferrovias já constituídas, que possuem características, como traçados e infraestruturas, relacionados a momentos históricos anteriores às privatizações do sistema ferroviário, e os projetados, construídos e operados possibilitando um aumento da produtividade, de acordo com as necessidades do momento presente.

A Tabela 16 apresenta os investimentos das Concessionárias e da União, desde o processo de desestatização do setor ferroviário. Os dados são da Associação Nacional dos Transportadores Ferroviários (ANTF, 2011), que atualmente congrega onze das doze empresas concessionárias do transporte de carga do país.

Tabela 16 - Investimentos nas Malhas Concedidas às Concessionárias

Ano	Concessionárias (R\$ milhões)	União (R\$ milhões)	Total (R\$ milhões)
1997	312,00	162,00	574,00
1998	386,00	113,00	499,00
1999	538,00	45,00	583,00
2000	617,00	56,00	673,00
2001	766,00	58,00	824,00
2002	668,00	56,00	724,00
2003	1.089,00	35,00	1.124,00
2004	1.958,00	8,00	1.966,00
2005	3.144,00	44,00	3.188,00
2006	2.221,00	72,00	2.293,00
2007	2.597,00	140,00	2.737,00
2008	4.173,00	225,00	4.398,00
2009	2.499,00	123,00	2.622,00
2010	2.985,00	-	2.985,00 ⁽¹⁾
2011	3.000,00	-	3.000,00 ⁽²⁾
Total	27.053,00	1.137,00	28.190,00

Fonte: Associação Nacional dos Transportadores Ferroviários (ANTF), 2011.

(1) – Dados preliminares, sujeito a alteração.

(2) – Dados estimados, sujeito a alteração.

Com base nos dados da Tabela 16, os investimentos na malha ferroviária brasileira no período de 1997 a 2011 estão assim divididos:

- Concessionárias.....R\$ 27,05 bilhões;
- União.....R\$ 1,14 bilhões;
- Total.....R\$ 28,19 bilhões.

Os investimentos da União nas malhas concedidas visam eliminar as interferências entre ferrovias e áreas urbanas e passagens em nível, possibilitando, assim o aumento da produtividade e velocidade dos trens.

Os recursos são aplicados pelas concessionárias na recuperação da malha ferroviária, adoção de novas tecnologias, redução dos níveis de acidentes, capacitação profissional, aquisição e reforma de locomotivas e vagões.

Ainda segundo dados da ANTF (2011), as concessionárias recolheram aos cofres públicos em 2010, mais de R\$ 1,91 bilhões em parcelas de concessão e arrendamento, impostos municipais, estaduais, federais e a Contribuição sobre Intervenção no Domínio Econômico (CIDE). Este imposto incidente sobre a importação e a comercialização de combustíveis (gasolina, etanol, óleos combustíveis, querosene de aviação), e os recolhimentos totalizam mais de R\$ 14 bilhões recebidos pela União desde a implantação do modelo de concessão.

A Tabela 17 mostra que no ano de 2009 as concessionárias investiram R\$ 276,96 milhões (ANTT, 2010), tendo aplicado 36,07%, ou a maior parte dos recursos na melhoria da superestrutura ferroviária, como: troca de dormentes, trilhos, aparelhos de mudança de vias (AMV) e ampliação de pátios e terminais.

Tabela 17 - Investimentos das Ferrovias por Setor

Ano	Setor	Total Parcial (R\$ milhões)	Percentual (%)
2009	Material Rodante	83,00	29,97
	Infraestrutura	42,61	15,39
	Superestrutura	99,90	36,07
	Comunicação e sinalização	12,58	4,54
	Outros Investimentos	38,87	14,03
Total		276,96	100,00

Fonte: Agência Nacional de Transportes Terrestres (ANTT), 2010.

A Tabela 18 apresenta as principais mercadorias transportadas em tonelada útil tracionada (TU) no sistema ferroviário de cargas do país. Observa-se que houve um crescimento no total de cargas transportadas de 24,30%, em comparação a produção do ano de 2009 com o ano de 2001. Neste caso o resultado só não foi superior devido à crise financeira mundial ocorrida no ano de 2009.

Tabela 18 - Produção Ferroviária
Período: Ano de 2001 a 2009

Ano	Mercadorias						Total
	Farelo de Soja	Açúcar	Soja em Grãos	Carvão	Minério de Ferro	Outras Mercadorias	
2001	5.838,1	2.202,9	16.259,4	10.904,7	184.580,5	85.466,1	305.251,7
2002	9.149,8	2.356,5	18.933,4	10.255,40	192.851,6	87.292,0	320.838,7
2003	9.283,9	2.397,8	22.220,2	10.444,9	202.315,6	98.448,6	345.111,0
2004	9.806,7	2.773,2	19.283,5	10.936,10	237.695,7	97.280,8	377.776,0
2005	8.486,1	3.080,4	20.124,3	10.047,8	259.182,7	87.670,7	388.592,0
2006	7.464,3	4.998,2	16.384,7	9.695,6	281.686,7	68.879,0	389.108,5
2007	6.349,3	4.409,7	12.886,5	10.706,8	307.430,6	73.142,6	414.925,5
2008	6.453,7	6.037,1	14.241,7	11.289,9	316.309,6	72.188,0	426.520,0
2009	6.083,2	6.504,4	15.366,3	9.416,7	277.951,7	64.119,0	379.441,3
Total	68.915,10	34.760,2	155.700,0	93.697,9	2.260.004,7	734.486,8	3.347.564,7

Fonte: Agência Nacional de Transportes Terrestres (ANTT), 2010.

Com relação à variação e participação dos produtos transportados pelas ferrovias, a Tabela 19 apresenta a evolução da produção ferroviária no período 2001 à 2009, para as principais mercadorias transportadas pelas concessionárias do sistema ferroviário de carga do Brasil.

Tabela 19 - Evolução da Produção Ferroviária
Período: Ano de 2009 x 2001

Produtos	Variação (%)
Açúcar	195,27
Minério de ferro	50,59
Farelo de soja	4,20
Soja em grãos	(5,49)
Carvão	13,65

Fonte: Agência Nacional de Transportes Terrestres (ANTT), 2010.

O transporte de minério de ferro tem participação de 73,25% dos produtos transportados nas ferrovias brasileiras, haja vista, que é transportado na sua maior parte pela Estrada de Ferro Vitória à Minas e Estrada de Ferro Carajás. Esta pode ser considerada uma das mais modernas e produtivas ferrovias do mundo. Atualmente a Estrada de Ferro Carajás é responsável pela operação da maior composição do mundo com mais de três quilômetros de extensão (VALE, 2011).

Tabela 20 - Participação dos Produtos Transportados

Ano	Produtos	Movimentação de Produtos (TU)	Participação (%)
2009	Minério de ferro	277.950.749,00	73,25
	Soja em grãos	15.366.299,00	4,05
	Carvão mineral	9.416.722,00	2,48
	Açúcar	6.504.376,00	1,71
	Farelo de soja	6.083.179,00	1,60
	Milho	6.044.246,00	1,59
	Outros	58.078.745,00	15,33
Total		379.444.316,00	100,00

Fonte: Agência Nacional de Transportes Terrestres (ANTT), 2010.

Os dados da ANTT (2010) mostram que a ferrovias brasileiras transportam principalmente grãos agrícolas e de minérios, com participação de 80,49% em TU dos produtos transportados. O transporte de carga geral não containerizadas (produtos petroquímicos, veículos, máquinas, motores, peças e acessórios) representam 0,09% e containerizada 1,07%. Este fato ocorre, haja vista, que as ferrovias brasileiras não possuem material rodante adequado, além disso, a limitação dos gabaritos ferroviários e a falta de transbordo restringem a circulação de composição ferroviária de carga geral no Brasil.

A evolução da produção ferroviária ocorreu devido aos investimentos na melhoria das malhas ferroviárias concedidas e principalmente na evolução da frota de material rodante, conforme dados da Tabela 21.

O crescimento da produção ferroviária faz com que as indústrias ferroviárias apresentem desempenho de recuperação do setor. Em 2010 foram produzidas sessenta e cinco locomotivas e a previsão para 2011 é de cem unidades. No caso de vagões de carga, no ano de

2010 foram produzidos três mil e trezentas unidades e a previsão para 2011 é de cinco mil unidades (ANTF, 2011).

Tabela 21 - Frota de Material Rodante em Atividade

Material Rodante	Total (Unidades)		Variação (%)
	Ano		
	1997	2009	
Locomotivas	1.154	2.876	149,22
Vagões	43.810	92.890	112,03

Fonte: Associação Nacional dos Transportadores Ferroviários (ANTF), 2010.

A Estrada de Ferro Vitória à Minas e a Estrada de Ferro Carajás detinham o controle e a operação pela empresa estatal Companhia Vale do Rio Doce S.A, porém, com o processo de privatização da empresa no ano de 1997, o governo federal outorgou a exploração das duas estradas de ferro para a empresa Companhia Vale do Rio Doce S.A., atual Vale S.A.

Em dezembro de 1999 o Governo Federal, extinguiu a Rede Ferroviária Federal (RFFSA).

A Lei nº 10.233, de 5 de junho de 2001 e suas alterações posteriores, dispõe sobre a reestruturação dos transportes hidroviário e terrestre, e criou o Conselho Nacional de Integração de Políticas de Transporte (CONIT), a Agência Nacional de Transportes Terrestres (ANTT), a Agência Nacional de Transportes Aquaviários (ANTAQ).

A Agência Nacional de Transportes Terrestres (ANTT), vinculada ao Ministério dos Transportes foi criada como a finalidade de regular as atividades de exploração da infraestrutura ferroviária e rodoviária federal, e da atividade de prestação de serviços de transporte terrestre.

3.2 CARACTERÍSTICAS DO SISTEMA FERROVIÁRIO BRASILEIRO

Uma característica marcante do sistema ferroviário brasileiro refere-se à malha, que é composta por quatro tipos de bitolas conforme mostra a Tabela 22.

Tabela 22 - Bitolas do Sistema Ferroviário Brasileiro

Bitola Ferroviária		Extensão (km)	Participação (%)
Tipo	Medida (m)		
Padrão	1,435	194,00	0,65
Métrica	1,000	23.207,00	78,29
Larga	1,600	5.735,00	19,34
Mista	1,00/1,435	11,00	0,04
Mista	1,00/1,600	499,00	1,68
Total		29.646,00	100,00

Fonte: Agência Nacional de Transportes Terrestres (ANTT), 2010.

Como já mencionado a construção das ferrovias brasileiras data do século XIX e XX. O traçado das ferrovias no Brasil são em média 30% mais longo comparado ao traçado rodoviário, isto se explica devido à grande sinuosidade, ocasionando principalmente pelos incentivos que o estado pagava as construções de ferrovias públicas por quilômetro construído (DNIT, 2010).

De acordo com a Associação Nacional de Transportes Ferroviário (ANTF), alguns dos principais problemas de infraestrutura ferroviária devem-se a ocupação das margens da ferrovia, bem como, o excesso de passagens em nível na transposição de cidades. Estes fatores fazem com que ocorram muitas avarias de carga, acidentes, além do que a velocidade diminui bruscamente nestas áreas.

Segundo o relatório Transporte de Cargas no Brasil – Diagnóstico e Plano de Ação, elaborado por CNT/CEL/COPPEAD/UFRJ (2002) – existem trechos ferroviários em que a velocidade não ultrapassa os 15,00 km/h, devido principalmente à ocupação das margens das ferrovias e passagens em nível, o que faz com que a média de velocidade ferroviária no Brasil seja de apenas 23,00 km/h. Comparando-se com os Estados Unidos, a velocidade média nas ferrovias das cinco principais empresas norte-americanas é de 36,80 km/h.

A distância média percorrida nas ferrovias brasileiras segundo o Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA) é de 585,00 km. Este valor é considerado baixo pela dimensão do território nacional e quando comparado aos Estados Unidos, país com extensão geográfica semelhante ao Brasil, para distâncias superiores a 700,00 km, 60% das

cargas de manufaturas são transportadas por ferrovia, percentual este que ultrapassa os 80% para extensões maiores que 2.500,00 km.

O aumento da distância média percorrida pelos produtos brasileiros que utilizam o modo ferroviário esbarra na baixa integração entre as ferrovias, principalmente em função da falta de uma regulamentação efetiva quanto ao direito de passagem e, em alguns casos, nas diferenças de bitola.

A malha ferroviária brasileira apresenta extensão reduzida. Na Tabela 23 é possível comparar as densidades das malhas ferroviárias do Brasil com outros países. Em área territorial o Brasil ocupa a 5ª posição mundial, 9º lugar em extensão da malha ferroviária mundial que tem extensão total de 1.143.866,00 km e 13º lugar na densidade da malha ferroviária, atrás de países como: Hungria, Dinamarca, Índia, Argentina, Chile e Austrália (CIA, 2011).

Tabela 23 - Densidade Ferroviária

País	Área Territorial (km ²)	Posição Mundial	Extensão da Malha (km)	Posição Mundial	Densidade (m/km ²)
Alemanha	357.022,00	62º	41.896,00	6º	117,35
Hungria	93.028,00	109º	9.208,00	23º	98,98
Dinamarca	43.094,00	133º	2.667,00	64º	61,89
França	643.427,00	42º	29.213,00	10º	45,40
E.U.A	9.826.675,00	3º	226.427,00	1º	23,04
Índia	3.287.263,00	7º	64.015,00	4º	19,47
Argentina	2.736.690,00	8º	31.409,00	8º	11,48
China	9.596.961,00	4º	77.834,00	3º	8,11
Chile	756.102,00	38º	5.483,00	34º	7,25
Rússia	17.098.242,00	1º	87.157,00	2º	5,10
Austrália	7.741.220,00	6º	37.855,00	7º	4,89
Canadá	9.984.670,00	2º	46.688,00	5º	4,68
Brasil	8.514.877,00	5º	29.646,00	9º	3,48

Fonte: Central Intelligence Agency (CIA), 2011.

Em relação a países desenvolvidos como Alemanha, França, Canadá e Estados Unidos, e países da América do Sul como Argentina e Chile, o Brasil possui índices de densidades modestos. Comparando o Brasil com os Estados Unidos verifica-se que a densidade da malha ferroviária brasileira é muito inferior, enquanto os Estados Unidos tem densidade de 23,04 m/km² o Brasil tem 3,48 m/km².

Com a concessão das ferrovias à iniciativa privada, o Governo Federal teve substantivos ganhos, obtendo uma desoneração dos cofres públicos da ordem de US\$ 300,00 milhões por ano, correspondentes aos déficits anuais da operação das malhas pela extinta Rede Ferroviária Federal S.A. (RFFSA), enquanto que, só no período pré-concessão acumulou prejuízos de R\$ 2,20 bilhões de 1994 a 1997 (ANTT, 2010).

O Programa de Aceleração do Crescimento (PAC), com horizonte de realização de obras focado no período de 2007 a 2014, prevê investimentos para o setor de logísticas na ordem de R\$ 167,3 bilhões distribuídos conforme mostra a Tabela 24.

Com estes investimentos o governo brasileiro espera expandir a malha ferroviária dos atuais 29.646,00 km para 35.000,00 km até 2015.

Tabela 24 - Investimentos em Transportes
Período: Ano de 2007 a 2014

Setores	PAC 1 (R\$ milhões)	PAC 2 (R\$ milhões)
Rodovias	33.436,90	50.440,00
Estradas Vicinais	-	1.800,00
Ferrovias	7.863,50	46.000,00
Portos	2.662,80	5.100,00
Aeroportos	3.000,00	3.000,00
Hidrovias	734,50	2.660,00
Marinha Mercante	10.580,90	-
Total	58.278,60	109.000,00

Fonte: Ministério dos Transportes (MT), 2010.

3.3 SISTEMA FERROVIÁRIO BRASILEIRO

A Tabela 25 mostra que o sistema ferroviário brasileiro totaliza 29.646,00 quilômetros de extensão, sendo 28.465,00 quilômetros operados por operadoras reguladas pela ANTT.

Estas operadoras concentram-se nas regiões Sul, Sudeste e Nordeste, atendendo parte das regiões Norte e Centro Oeste do país, com predominância da operação ferroviária no transporte de cargas. O principal produto transportado é o minério de ferro, o que representou 73,25% das mercadorias transportadas pelo modo ferroviário, no ano de 2009 (ANTT, 2010).

Tabela 25 - Sistema Ferroviário Brasileiro

Ferrovias Reguladas pela ANTT					
Ferrovias	Bitola (m)				Total (km)
	1,60	1,435	1,00	Mista	
F.C.A			7.910,00	156,00	8.066,00
A.L.L.M.S			7.293,00	11,00	7.304,00
T.N.L			4.189,00	18,00	4.207,00
A.L.L.M.P	1.463,00		243,00	283,00	1.989,00
A.L.L.M.O			1.945,00		1.945,00
M.R.S	1.632,00			42,00	1.674,00
E.F.V.M			905,00		905,00
E.F.C	892,00				892,00
VALEC-F.N.S	571,00				571,00
A.L.L.M.N					500,00
F.T.C					164,00
FERROESTE			248,00		248,00
Sub Total	5.058,00		22.897,00	510,00	28.465,00
Demais Ferrovias					
C.B.T.U	63,00		149,00		212,00
C.P.T.M e OUTRAS	546,00		75,00		621,00
TROMBETAS			35,00		35,00
JARI	68,00				68,00
CORCOVADO			4,00		4,00
CAMPOS DO JORDÃO			47,00		47,00
E.F.AMAPÁ		194,00			194,00
Sub Total	677,00		310,00		1.181,00
Total	5.735,00	194,00	23.207,00	510,00	29.646,00

Fonte: Agência Nacional de Transportes Terrestres (ANTT), 2010.

A Companhia Brasileira de Trens Urbanos (CBTU), Companhia Paulista de Trens Metropolitanos (CPTM), SUPERVIA, Empresa de Trens Urbanos de Porto Alegre S.A (TRENSURB), Corcovado, Central e Campos do Jordão transportam apenas passageiros, por uma malha ferroviária que totaliza 1.181,00 quilômetros de extensão (ANTT, 2010).

3.3.1 Infraestrutura Atual do Setor Ferroviário Brasileiro

A Figura 2 apresenta o mapa atual da infraestrutura do sistema ferroviário brasileiro de cargas (CNT, 2009), segmentado por doze concessionárias.

a América Latina Logística (ALL) operando o principal corredor de transporte do Mercosul (ALL, 2011).

A América Latina Logística (ALL) possui de mais de 15.628,00 quilômetros de linha férrea, sendo a maior ferrovia em extensão de malha fora da América do Norte.

Os principais produtos transportados pela ALLMS são: grãos de soja, farelo de soja, milho, arroz, trigo, combustíveis, adubos e fertilizantes, cimento e açúcar, cujos destinos finais são os Portos de Paranaguá (PR), São Francisco do Sul (PR) e Rio Grande no Brasil (RS), Rosário e Buenos Aires na Argentina (ANTT, 2010).

3.3.1.2 América Latina Logística Malha Paulista S.A. (ALLMP)

Em janeiro de 1999 a Ferrovias Bandeirantes S.A. (FERROBAN) assumiu o controle da malha paulista da Rede Ferroviária Federal S.A. antiga FEPASA (ALL, 2011). A malha ferroviária liga o Porto de Santos (SP) às cidades paulistas de Santa Fé do Sul, Panorama e Colômbia em uma extensão de 2.916,00 quilômetros, possibilitando o escoamento da produção dos estados de São Paulo, Mato Grosso e Mato Grosso do Sul (ALL, 2011).

No ano de 2004 a malha paulista de concessão da Ferrovias Bandeirantes S.A. foi adquirida pela América Latina Logística (ALL), sendo denominada de América Latina Logística Malha Paulista S.A. (ALLMP).

Os principais produtos transportados pela ALLMP são: açúcar, óleo diesel e álcool (ANTT, 2010).

3.3.1.3 América Latina Logística Malha Norte S.A. (ALLMN)

A América Latina Logística Malha Norte tem a concessão da malha ferroviária que liga as Regiões Norte e Centro-Oeste ao Sul e Sudeste do país aos principais portos de exportação. Esta malha até 1999 era denominada de Ferrovias Norte Brasil S.A (Feronorte), sua construção teve início em 1986 pelo grupo Itamarati que era o principal exportador de soja do Brasil na década de 1980.

O projeto inicial da Ferronorte previa uma extensão total de cerca de 5.400,00 quilômetros e estabeleceria a ligação ferroviária entre os estados de São Paulo, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais, Rondônia e Pará. Sua construção parte do município de Panorama (SP) chegando até Santarém (PA) e Porto Velho (RO). Com os novos estudos traçados pelo Plano Nacional de Logística e Transportes (PNLT, 2007) elaborado pelo Ministério dos Transportes, a ferrovia terá quando concluída 1.724,00 quilômetros que ligará o Porto de Santos (SP) a Cuiabá (MT) (ALL, 2011). Porém, não há previsão para as outras fases do projeto original, devido principalmente a obtenção de licença ambiental, pois o traçado da ferrovia passa próximo a terras indígenas.

No ano de 1999 foi inaugurado o 1º trecho da Ferronorte, com 410,00 km ligando os municípios de Aparecida do Taboado (SP) ao Alto Taquari (MT). Já em abril de 2002 foram inaugurados mais 90,00 km de ferrovia, interligando Alto Taquari (MT) ao Alto Araguaia (MT) totalizando assim, 500,00 km de extensão (ALL, 2011).

Os principais produtos transportados pela ALLMN são: grãos de soja, farelo de soja e milho (ANTT, 2010).

3.3.1.4 América Latina Logística Malha Oeste S.A. (ALLMO)

A antiga estrada de ferro Noroeste do Brasil foi privatizada em 1996 como Ferrovias Novoeste S.A. e incorporada em junho de 1998 à Ferropasa – Ferronorte Participações S.A. (ALL, 2011). Sua malha liga os municípios de Corumbá e Ponta Porã, no Mato Grosso do Sul, a Bauru em São Paulo, num trecho de 1.621,00 km de extensão (ALL, 2011).

Em 2002 a Novoeste S.A. passou a integrar juntamente com a Ferrobán o corredor ferroviário Corumbá (MS) ao Porto de Santos (SP), que liga importantes regiões exportadoras do Brasil e da Bolívia ao Porto de Santos (SP) (ALL, 2011).

Os principais produtos transportados pela ALLMO são: minério de ferro, celulose e areia (ANTT, 2010).

3.3.1.5 Transnordestina Logística S.A. (TNL)

A Transnordestina Logística S.A, antiga Companhia Ferroviária do Nordeste (CFN), obteve a concessão no leilão realizado em 1997 e iniciou a operação dos serviços públicos de cargas no ano de 1998.

A malha ferroviária concedida a Transnordestina Logística possui atualmente 4.238,00 km, interligando os estados de Sergipe, Alagoas, Pernambuco, Paraíba, Rio Grande do Norte, Piauí e Maranhão. Esta malha ferroviária alcança os principais portos do nordeste: Porto de Suape em Pernambuco, Pecém no Ceará e Itaqui no Maranhão além, de outros cinco portos da região nordestina.

A Transnordestina possui conexões com a Estrada de Ferro Carajás (EFC), de bitola larga e, com a Ferrovia Centro-Atlântica (FCA), de bitola métrica, possibilitando a ligação das regiões Norte e Nordeste com as regiões Sudeste e Sul do país.

Os principais produtos transportados pela ALLMN são: cimento acondicionado, óleo diesel e clínquer (ANTT, 2010).

3.3.1.6 Estrada de Ferro Carajás (EFC)

A Estrada de Ferro Carajás é parte integrante da empresa Vale S.A, cuja concessão foi outorgada pelo governo federal quando da privatização da empresa estatal Companhia Vale do Rio Doce S.A no ano de 1997.

A ferrovia possui 892,00 km de bitola de 1,60 m, ligando o interior do Pará ao Porto da Madeira, em São Luiz no Maranhão. Os principais produtos transportados pela Estrada de Ferro Carajás são: minério de ferro e manganês, a soja produzida no Sul do Maranhão, Piauí, Pará e Mato Grosso, além de outros 60 tipos de produtos diferentes, com destaque para cimento, madeira, combustíveis, veículos e produtos siderúrgicos.

Pela Estrada de Ferro Carajás ocorre o transporte de carga geral e o transporte de passageiros, beneficiando a população de 22 municípios por onde a composição ferroviária circula. No ano de 2010 a EFC transportou 300.000 pessoas com uma média de 1.500 passageiros/dia, numa região carente de outros modos de transporte para passageiros.

Os principais produtos transportados pela EFC são: minério de ferro, ferro gusa e manganês (ANTT, 2010).

3.3.1.7 Estrada de Ferro Vitória à Minas (EFVM)

A malha ferroviária pertencente à Estrada de Ferro Vitória à Minas foi construída no final do século XIX e início do século XX, sua inauguração ocorreu em 18 de maio de 1904 e foi incorporada a Companhia Vale do Rio Doce S.A. na década de 1940.

Quando da privatização da empresa estatal Companhia Vale do Rio Doce S.A, no ano de 1997 a EFVM passou a ser parte integrante da empresa Vale S.A. conforme os processos de concessão da malha ferroviária pelo governo federal.

Diferentemente das malhas ferroviárias brasileiras construídas no século XIX, a EFVM é uma das mais importantes ferrovias do mundo em volume de produtos transportados, sendo responsável pelo transporte de 23,79% em TKU da carga movimentada pelas ferrovias brasileiras no ano de 2009.

A EFVM interliga as regiões Sudeste e Centro-Oeste do país, mediante conexões existentes com as ferrovias Centro Atlântica e MRS Logística ao Complexo Portuário de Tubarão, ao Terminal Portuário de Vila Velha e Porto de Vitória, e ao Porto de Barra do Riacho em Aracruz no estado do Espírito Santo.

Com 905,00 km de extensão em bitola métrica, sendo 594,00 km em linha dupla e 311,00 km em linha simples. Nesta ferrovia circulam diariamente vagões de cargas e vagões de passageiros em cada sentido entre Belo Horizonte (MG) e Vitória (ES), transportando cerca de um milhão de pessoas por ano (Ministério dos Transportes, 2007).

Os principais produtos transportados pela EFVM são: minério de ferro, produtos siderúrgicos – bobinas, carvão mineral e coque (ANTT, 2010).

3.3.1.8 Ferrovia Centro Atlântica S.A. (FCA)

Em 14 de junho de 1996 com o processo de desestatização do sistema ferroviário brasileiro os grupos formados pela Mineração Tacumã Ltda, Ralph Partners, Railtex International Holdings Inc., Serviços Ferroviários e Intermodasis - Interférrea S.A., Administração,

Empreendimentos e Participações S.A. (Judori), Companhia Siderúrgica Nacional (CSN), Gruçai Participações S.A., Tupinambarana S.A e Varbras S.A. arremataram a atual malha da FCA, originária da fusão de três superintendências regionais (SR) da RFFSA e parte da malha paulista:

- SR 2, com sede em Belo Horizonte (MG), originária da Viação Férrea Centro-Oeste e parte da Estrada de Ferro Central do Brasil;
- SR 7, com sede em Salvador (BA) e originária da antiga Viação Férrea Federal Leste Brasileiro;
- SR 8, com sede em Campos (RJ) e originária da antiga Estrada de Ferro Leopoldina;
- Parte da Malha Paulista, Araguari (MG) à Boa Vista Nova (SP), originária da antiga Estrada de Ferro Mogiana.

Em 1º de setembro de 1996 a FCA entrou em operação nos estados de Sergipe, Bahia, Goiás, Distrito Federal, Minas Gerais, Rio de Janeiro, São Paulo e Espírito Santos com malha ferroviária de 8.066,00 km de extensão, 7.897,00 km em bitola métrica, 169,00 km em bitola mista e com conexões com as ferrovias MRS, EFVM, TNL, ALLMP e em poucos anos com a Ferrovia Norte-Sul.

A partir de agosto de 1999 a Vale S.A passou a ser líder do grupo de controle da FCA fortalecendo o processo de gestão e recuperação da empresa. Em setembro de 2003, autorizada pela Agência Nacional de Transportes Terrestre (ANTT) a Vale assumiu o controle acionário da FCA com 99,90% de participação.

Os principais produtos transportados pela FCA são: soja em grãos, farelo de soja, milho, açúcar, minério de ferro, fosfato, calcário siderúrgico e bauxita (ANTT, 2010).

3.3.1.9 MRS Logística S.A. (MRS)

A MRS Logística S.A (MRS) tem suas linhas férreas distribuídas pelos estados de Minas Gerais, Rio de Janeiro e São Paulo. Estas regiões apresentam a maior densidade industrial do país, com uma participação média aproximada de 65,00% do Produto Interno Bruto (PIB).

A área de influência da MRS favorece a atividade ferroviária na medida em que concentram empresas siderúrgicas, cimenteiras e de mineração.

A MRS originou-se da antiga Malha Sudeste da RFFSA, reunindo a fusão de duas superintendências regionais:

- SR 3, com sede em Juiz de Fora (MG);
- SR 4, com sede em São Paulo (SP).

A malha ferroviária concedida a MRS tem extensão de 1.674,00 km, sendo 1.632,00 km de bitola larga e 42,00 km de bitola mista. Esta faz interface com as ferrovias FCA, EFVM e ALLMP, permitindo acesso aos Portos de Santos (SP), Sepetiba (RJ), Rio de Janeiro (RJ) e Guafba (RJ).

Os principais produtos transportados pela MRS são: minério de ferro, cimento a granel, carvão mineral, areia e bauxita (ANTT, 2010).

3.3.1.10 Ferrovia Tereza Cristina S.A. (FTC)

A Ferrovia Tereza Cristina opera uma malha de 164,00 km de extensão em bitola métrica. Esta localizada no estado de Santa Catarina e abrange os municípios de Imbituba, Laguna, Capivari de Baixo, Tubarão, Jaguaruna, Sangão, Içara, Criciúma, Siderópolis, Forquilha, Morro da Fumaça e Urussanga.

A privatização desta ferrovia ocorreu em 1996 e entrou em operação em 1997. A malha pertencente à FTC é originária da Superintendência Regional Nove da RFFSA. A FTC é uma empresa de capital fechado e sua área de atuação compreende a região carbonífera e o pólo cerâmico, localizados em Criciúma na região Sul de Santa Catarina. Esta ferrovia interliga, portanto, Criciúma ao município de Capivari de Baixo, onde está situado o Complexo Termelétrico Jorge Lacerda Tractebel Energia e Porto de Imbituba.

A FTC possui características de negócios bastante específicas por atender quase exclusivamente a um único setor, o carbonífero, além de se constituir em uma malha isolada das demais ferrovias do sistema ferroviário brasileiro.

Os principais produtos transportados pela FTC são: carvão mineral e contêineres cheios de 20 pés (ANTT, 2010).

3.3.1.11 Ferrovia Norte-Sul Tramo Norte S.A. (FNSTN)

O traçado inicial da Ferrovia Norte Sul previa a construção de 1.574,00 km de trilhos ligando, Açailândia (MA) a Anápolis (GO), passando pelos estados do Maranhão, Tocantins e Goiás. Com a lei nº 11.772, de 17 de setembro de 2008, além de alterar o Plano Nacional de Viação incorporou o trecho ferroviário Açailândia (MA) a Belém (PA) e prolongou a ferrovia de Anápolis (GO) a Panorama (SP), onde está previsto o intercâmbio com a futura ferrovia EF 267 – Panorama (SP) a Porto Murtinho (MS), e com América Latina Logística Malha Paulista.

Com este prolongamento será possível uma conexão com a Ferronorte no município de Estrela D'Oeste (SP), ora sob concessão da América Latina Logística Malha Norte, o que garantiria o acesso de um sistema de transporte ferroviário aos portos de Santos (SP) e Itaquí (MA).

Além das conexões citadas, a FNS está conectada com a EFC em Açailândia (MA) e com trecho em obras para conexão com a FCA em Anápolis (GO) possibilitando assim, a ligação com os portos da região norte e sudeste do país. Quando concluída a ferrovia terá 3.100,00 km de extensão.

Esse cenário da FNS interligando a região Norte e Centro-Oeste com o Sudeste do Brasil, sem dúvida, permitirá a efetiva integração ferroviária das regiões brasileiras. Esta interligação será o grande agente uniformizador do crescimento autossustentável do país. As áreas de cerrado com aproximadamente 1,8 milhão de km², correspondendo a 21,84% da área territorial do país, onde vivem 15,51% da população brasileira poderá oferecer uma logística adequada à concretização do potencial de desenvolvimento dessa região fortalecendo a infraestrutura de transporte necessária ao escoamento da produção agropecuária e agroindustrial.

O trecho ferroviário de 215,00 km em bitola larga está em operação comercial desde 1996, ligando os municípios de Estreito a Açailândia no Maranhão, conectando a Estrada de Ferro Carajás e permitindo o acesso ao Porto de Itaquí, em São Luís (MA).

Estão concluídos, mas ainda não estão em operação os seguintes trechos:

- Aguiarnópolis (TO) a Araguaina (TO), trecho com 146,00 km de extensão;
- Araguaina (TO) a Colinas de Tocantins (TO), trecho com 94,00 km de extensão;
- Colinas de Tocantins (TO) a Guaraí (TO), trecho com 132,00 km de extensão;
- Guaraí (TO) a Palmas (TO), trecho com 150,00 km de extensão.

Em obras, os seguintes trechos:

- Palmas (TO) a Porangatú (GO), trecho com 337,00 km de extensão;
- Porongatu (GO) a Uruaçu (GO), trecho com 220,00 km de extensão;
- Uruaçu (GO) a Anápolis (GO), trecho com 280,00 km de extensão.

Os trechos entre Belém (PA) a Açailândia (MA) e Ouro Verde (MS) a Estrela d'Oeste (SP), que juntos somam 1.062 km de extensão estão em fase de projeto.

O principal produto transportado pela FNSTN é a soja em grãos (ANTT, 2010).

3.3.1.12 Estrada de Ferro Paraná Oeste S.A. (FERROESTE)

A Estrada de Ferro Paraná Oeste S.A. é uma sociedade de economia mista que tem no governo do estado do Paraná seu maior acionista, foi criada em 15 de março de 1988 e entrou em fase pré-operacional no primeiro semestre de 1996. A partir de autorização do Ministério dos Transportes passou a operar em caráter definitivo em 12 de dezembro de 1996.

O trecho em operação da Ferroeste é de 248,00 km, ligando os municípios de Guarapuava a Cascavel, no estado do Paraná. A empresa detém a concessão para construção e operação de 500,00 km entre Cascavel (PR) a Maracajú (MS), e entre Cascavel (PR) a Foz do Iguaçu (PR), atingindo os produtores do Oeste e Extremo Oeste paranaense, Mato Grosso do Sul, Paraguai e Norte da Argentina.

O trecho ferroviário com 365,00 km de extensão entre Guarapuava e Porto de Paranaguá, no estado do Paraná é concessão da América Latina Logística Malha Sul S.A., porém, a Ferroeste detém o direito de passagem.

Os principais produtos transportados pela Ferroeste são: contêineres cheio de 40 pés, milho, soja e trigo (ANTT, 2010).

3.3.2 Evolução do Desempenho do Transporte Ferroviário

Após a implantação da ANTT ocorrida no ano de 2002, através da Lei nº 10.233, de 5 de junho de 2001, e o Programa de Integração e Adequação Operacional das Ferrovias, aprovado pelo Governo em 2003, tem como objetivos promover a integração das ferrovias e reconstituir os corredores operacionais de transporte ferroviário e, ainda, facilitar a operação multimodal.

A Tabela 26 mostra a evolução das ferrovias de transportes de cargas, no período de 2003 a 2009.

Tabela 26 - Cargas Transportadas pelas Ferrovias
Período: Ano de 2003 a 2009

Ferrovias	Cargas Transportadas (milhares de TU)							Variação (%)
	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2009 x 2003
ALLMS	19,6	20,1	21,7	28,9	26,5	26,8	26,1	33,2
ALLMP	23,4	20,5	4,4	4,2	3,5	5,2	4,9	(377,6)
ALLMN	5,0	5,6	6,6	5,6	6,9	8,2	10,1	102,0
ALLMO	2,2	2,7	3,5	3,4	2,7	3,2	2,8	27,3
TNL	1,3	1,3	1,4	1,5	1,8	1,6	1,5	15,4
EFC	63,3	74,3	80,6	92,6	100,4	103,7	96,3	52,1
EFVM	118,5	126,1	131,0	131,6	136,6	133,2	104,3	(13,6)
FCA	21,6	25,4	27,6	15,2	19,0	19,3	17,5	(23,4)
MRS	86,2	98,0	108,1	102,0	114,1	119,8	111,0	28,8
FTC	2,3	2,5	2,4	2,6	2,6	3,0	2,9	26,1
FNSTN	-	-	-	-	-	1,4	1,6	14,3
FERROESTE	1,8	1,5	1,5	1,5	0,9	1,0	0,6	(200,0)
TOTAL	345,2	378,0	388,8	389,1	414,9	426,5	379,4	9,9

Fonte: Agência Nacional de Transportes Terrestres (ANTT), 2010.

A Tabela 26 apresenta o transporte de cargas, medido em tonelada útil (TU), por ferrovia. Nota-se que as ferrovias que tiveram maior crescimento no período foram a ALLMN (102,0%), EFC (52,1%), ALLMS (33,2%), MRS (28,8%) e ALLMO (27,3%).

A Ferrovia ALLMP (377,6%) apresentou resultado negativo, haja vista, que após a ALL adquirir a concessão da malha paulista pertencente à Ferrovias Bandeirantes S.A., a ALL fez uma divisão das suas malhas do interior de São Paulo com a ALLMO e ALLMN.

A EFVM (11,98%) apresentou resultado positivo da evolução medida por cargas transportadas no período de 2003 a 2008, o decréscimo de produção em 2009, foi em consequência da crise financeira mundial afetando diretamente o principal produto transportado pela ferrovia: minério de ferro.

A maior malha ferroviária do país pertence a FCA (8.066 km), exigindo da empresa altos valores de investimentos na melhoria da infraestrutura ferroviária herdada da RFFSA e materiais rodantes, sendo assim, o resultado apresentado pela empresa no período foi negativo em 18,98%.

O resultado negativo apresentado pela Ferroeste (200,00%) se deve pela falta de investimentos que no período de 2003 a 2009 foi de R\$ 900.000,00 (ANTT, 2010) o menor de todas as ferrovias. A Ferroeste foi privatizada, através de leilão realizado em 10 de dezembro de 1996. O consórcio privado vencedor do leilão constituiu a Empresa Ferrovia Paraná S.A (Ferropar), cujas atividades foram iniciadas em 1º de março de 1997. A Ferropar não fez os investimentos previstos, não cumpriu as metas estipuladas para o transporte de cargas e nem pagou as parcelas estipuladas no contrato, sendo assim, em 18 de dezembro de 2006 o Governo do Paraná retoma a administração da ferrovia.

A Tabela 27 apresenta a produção de transportes das ferrovias, medido em tonelada por quilômetro útil (TKU). Nota-se que as ferrovias que tiveram maior crescimento no período foram a ALLMN (561,9%), FCA (89,3%), EFC (60,1%), MRS (48,7%) e Ferroeste (25,0%).

A Ferrovia ALLMP (206,7%) apresentou resultado negativo, em decorrência da divisão das malhas paulista pela empresa administradora da ferrovia – ALL. Nota-se pela Tabela 27, que a ferrovia vem recuperando sua produção de transportes a partir do ano de 2008.

O resultado negativo da variação comparando o ano de 2009 com 2003 da Ferrovia TNL (12,5%) não reflete muito o desempenho da empresa, tendo em vista, que no período de 2003 a 2008 a produção ferroviária em TKU mantinha-se estável na média de $0,8 \times 10^9$ TKU.

A comparação da produção ferroviária do ano de 2009 com 2003 da EFVM cujo resultado foi negativo de 4,5%, não reflete o desempenho da ferrovia que no período de 2003 a 2008

a evolução foi positiva de 20,3%, o que ocorreu com a produção de 2009 foi o reflexo da crise financeira mundial.

Tabela 27 - Produção de Transportes
Período: Ano de 2003 a 2009

Ferrovias	Produção de Transportes (bilhões de TKU)							Variação (%)
	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2009 x 2003
ALLMS	13,9	14,2	15,4	18,4	17,1	17,4	17,2	23,7
ALLMP	9,2	9,5	2,3	2,2	1,9	3,1	3,0	(206,7)
ALLMN	2,1	2,3	8,0	7,4	9,4	11,3	13,9	561,9
ALLMO	1,2	1,2	1,3	1,4	1,2	1,3	1,3	8,3
TNL	0,8	0,8	0,8	0,7	1,0	0,9	0,7	(14,3)
EFC	52,4	63,6	69,5	76,7	83,3	87,5	83,9	60,1
EFVM	60,5	64,8	68,7	73,4	75,5	72,8	57,9	(4,5)
FCA	7,5	9,5	10,7	9,1	14,2	15,1	14,2	89,3
MRS	34,5	39,4	44,4	47,7	52,6	55,6	51,3	48,7
FTC	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,0
FNSTN	-	-	-	-	-	1,0	1,2	20,0
FERROESTE	0,4	0,3	0,3	1,0	0,6	0,7	0,5	25,0
TOTAL	182,7	205,8	221,6	238,3	257,1	267,0	245,3	34,3

Fonte: Agência Nacional de Transportes Terrestres (ANTT), 2010.

A Tabela 28 mostra que as ferrovias tem investido altas somas de recursos, principalmente na aquisição de materiais rodantes (locomotivas e vagões), ampliação de pátios de cruzamentos, sistema de automação e comunicação, substituição de trilhos e dormentes, tendo como resultado o aumento da produção ferroviária, no ano de 2003 as concessionárias produziram $182,7 \times 10^9$ TKU em 2009 foi de $245,3 \times 10^9$ TKU, crescimento de 34,3%, e ainda, ganho de mercado nas modalidades de transportes concorrentes, principalmente a rodoviária.

Tabela 28 - Investimentos das Ferrovias
Período: Ano de 2003 a 2009

Ferrovias	Investimentos (R\$ milhões)							Variação (%)
	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2009 x 2003
ALLMS	74,1	89,1	143,5	209,9	464,2	286,8	262,9	254,8
ALLMP	6,4	30,5	58,4	81,4	149,9	205,5	189,3	2.857,8
ALLMN	56,8	53,0	96,4	142,9	103,2	118,3	149,9	163,9
ALLMO	3,1	9,9	34,3	37,7	48,6	58,2	56,4	1.719,4
TNL	23,6	63,2	93,1	73,3	98,2	232,5	205,4	770,3
EFC	152,2	396,6	755,0	684,4	716,3	1.174,1	780,9	413,1
EFVM	521,2	494,1	1.036,0	524,5	300,2	640,2	515,1	(1,2)
FCA	117,0	472,0	572,4	199,8	147,5	204,2	171,1	46,2
MRS	113,8	277,2	398,0	501,2	659,6	1.194,4	422,8	271,5
FTC	3,8	3,8	4,9	3,8	3,9	5,1	3,5	(8,6)
FNSTN						77,2	11,9	548,7
FERROESTE	0,1	0,2	0,1	0,0	0,0	0,4	0,1	0,0
TOTAL	1.072,1	1.889,6	3.192,1	2.458,8	2.691,7	4.196,9	2.769,4	158,3

Fonte: Agência Nacional de Transportes Terrestres (ANTT), 2010.

3.4 EXPANSÃO DO SISTEMA FERROVIÁRIO BRASILEIRO

O Plano Nacional de Logística e Transportes (PNLT) lançado em 2007 é o indutor do Programa de Aceleração do Crescimento (PAC) para obras rodoviárias, ferroviárias, aquaviárias, dutoviárias e aeroviárias. O objetivo do plano, que foi elaborado pelo Centro de Excelência em Engenharia de Transportes (CENTRAM), é reequilibrar a matriz de transportes do Brasil.

A proposta do PNLТ é que em 2025 a participação do modal ferroviário cresça dos atuais 25,00% para 32,00%, o hidroviário eleve-se de 13,00% para 29,00%, o dutoviário passe de 3,60% para 5,00% e o aéroviário de 0,40% para 1,00%. Se atingidas essas metas a participação do modal rodoviário brasileiro, principalmente no transporte de cargas, cairia dos atuais 58,00% para 33,00% no ano de 2023.

Para o modo ferroviário o PNLТ propõe a construção de 6,3 mil novos quilômetros de ferrovias até 2015, e após 2015 projeta-se a execução de mais 13.974,00 km, atingindo assim, a marca de 50 mil quilômetros em 2023 e atendendo todas as regiões geográficas do país.

Para execução de 20 mil quilômetros de obras ferroviárias a previsão dos investimentos é da ordem de R\$ 50,00 bilhões de reais, no período compreendido entre 2008 a 2023, distribuídos conforme Tabela 29.

Tabela 29 - Investimentos em Ferrovias

Período	Extensão (km)	Investimento (R\$ milhões)	Participação (%)	
			Extensão	Investimentos
2008 - 2011	4.099,00	16.969,00	20,24	33,56
2012 - 2015	2.183,00	3.048,00	10,78	6,03
Após 2015	13.974,00	30.539,00	68,98	60,41
Total	20.256,00	50.556,00	100,00	100,00

Fonte: Plano Nacional de Logística e Transportes (PNLT), 2007.

A Figura 3 ilustra os traçados projetados pelo PNLT (2007), para expansão do sistema ferroviário brasileiro. O programa de expansão do sistema ferroviário brasileiro definido pelo PNLT (2007) constitui-se das seguintes obras:

A Ferrovia Norte-Sul (EF 151) – foi projetada para promover a integração nacional, minimizando custos de transportes de longa distância e interligando as regiões Norte e Nordeste as regiões do Sul e Sudeste. O projeto inicial previa a construção de 1.574,00 km de trilhos passando pelos estados do Maranhão, Tocantins e Goiás. Com a Lei nº 11.297 de 9 de maio de 2006, que incorporou o trecho ferroviário Açailândia (MA) a Belém (PA) ao traçado inicialmente projetado, e com a Lei nº 11.772, de 17 de setembro de 2008, que estendeu o traçado até a cidade paulista de Panorama. A Ferrovia Norte-Sul terá, quando concluída, 3.100,00 km de extensão.

A Ferrovia Norte-Sul de titularidade da VALEC - Engenharia, Construções e Ferrovias S.A., empresa pública, sob a forma de sociedade por ações, vinculada ao Ministério dos Transportes, nos termos previstos na Lei nº 11.772, de 17 de setembro de 2008, projeta a extensão da ferrovia em 1.600,00 km do trecho compreendido entre Panorama (SP) a Rio Grande (RS);

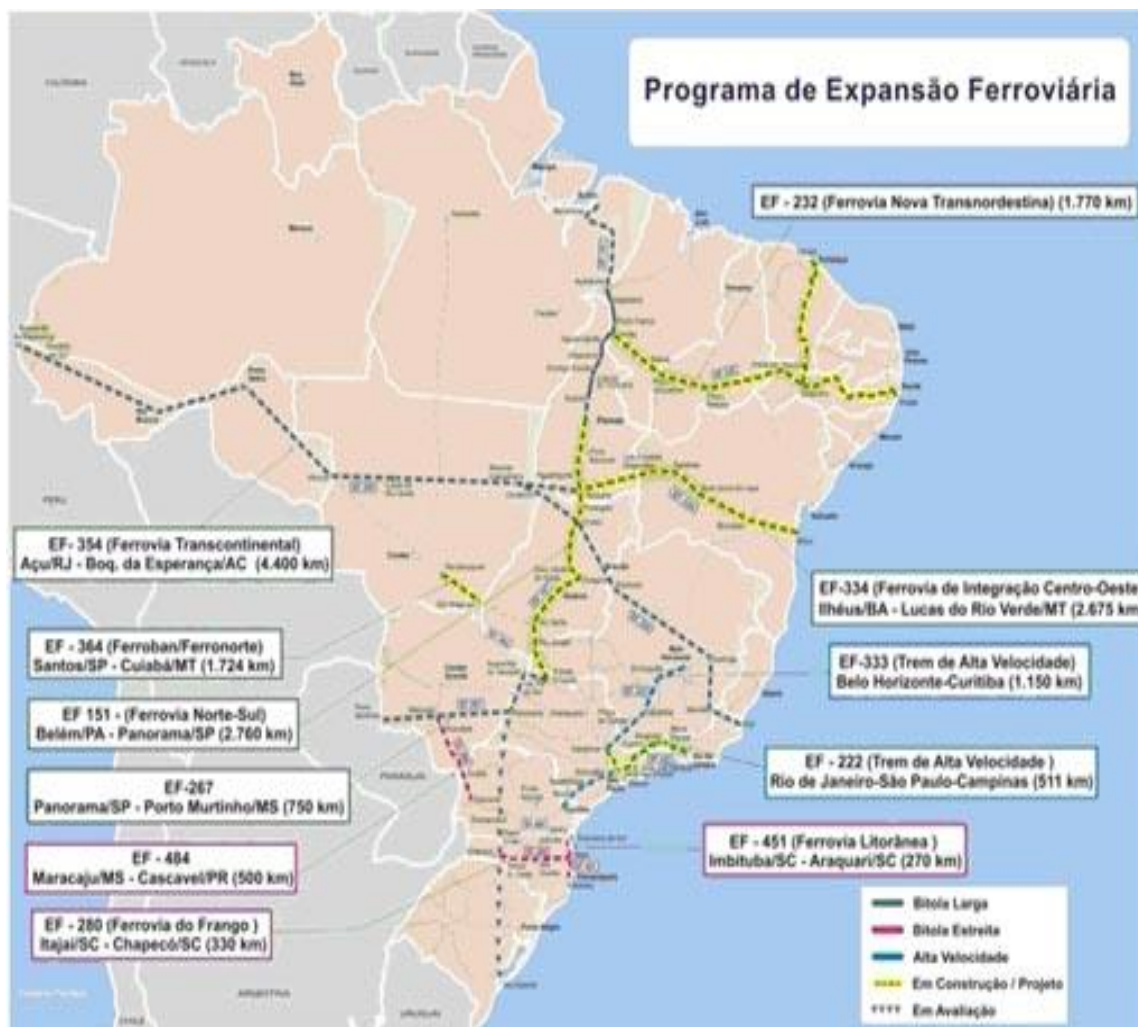


Figura 3 – Plano Nacional de Logística e Transportes - PNLT

Fonte: Ministério dos Transportes (MT), 2010.

A Ferrovia de Integração do Pantanal (EF 267) – terá 750,00 km de extensão. A ferrovia ligará os municípios de Panorama (SP) a Porto Murtinho (MS) permitindo integração à Ferrovia Norte-Sul e acesso ferroviário ao Porto de Santos, e possibilitando futura integração multimodal com a Hidrovia do Paraguai;

A Ferrovia Oeste-Leste (EF 334) – terá 2.675,00 km de extensão, ligando os municípios de Ilhéus (BA) a Lucas do Rio Verde (MT). A ferrovia permitirá o escoamento de minerais das jazidas de Caetité (BA) e de grãos das regiões Oeste do estado da Bahia e Centro de Mato Grosso formando um corredor de transporte que otimizará a operação do Porto de Ponta da Tulha em Ilhéus (BA) e ainda abrirá nova alternativa de logística para portos no Norte do país atendidos pela Ferrovia Norte-Sul e Estrada de Ferro Carajás;

A Ferrovia de Integração Centro-Oeste ou Ferrovia Transcontinental (EF 354) – foi planejada com 4.400,00 km de extensão. Ao Sudeste do país ela segue de Uruaçu (GO) com entroncamento com a Ferrovia Norte-Sul, passando pelo Distrito Federal, Ipatinga e Muriaé no Leste do estado de Minas Gerais até o litoral norte fluminense no município de São João da Barra onde está localizado o Porto do Açu. Para o Oeste o projeto indica a passagem por Água Boa, Canarana e Lucas do Rio Verde, no Mato Grosso, seguindo na direção de Vilhena e Porto Velho, em Rondônia e, de lá, entra pelo Acre até a fronteira Brasil com Peru, na localidade de Boqueirão da Esperança (AC);

A Ferrovia Nova Transnordestina (EF 232) – inicia-se em Eliseu Martins (PI) e segue até o município de Salgueiro (PE). Neste ponto, ela bifurca-se em dois traçados: um em direção ao Porto do Pecém no município de São Gonçalo do Amarante (CE) e o outro para o Porto de Suape em Ipojuca (PE).

O projeto da Ferrovia Nova Transnordestina prevê a interligação com a Ferrovia Norte-Sul, a partir de Eliseu Martins (PI) até o município de Estreito (MA) quando então, a ferrovia terá 2.366,00 km de extensão. É parte integrante da Ferrovia Nova Transnordestina a remodelação de 550,00 km de ferrovia entre os municípios de Cabo (PE) e Porto Real do Colégio (AL), fazendo conexão com a malha ferroviária existente em direção ao Sudeste brasileiro;

A Ferrovia Ferronorte (EF 364) – terá 1.724,00 km e ligará o Porto de Santos a Cuiabá (MT). O trecho Itiquira (MT) a Aparecida do Taboado (MT) está em operação transportando principalmente grãos das regiões de maior produção agrícola do país. O trecho entre Itiquira (MT) e Rondonópolis (MT), está em obras;

A Ferrovia Litorânea (EF 451) – ligará os municípios de Imbituba a Araquari no estado de Santa Catarina, o projeto prevê 270,00 km de extensão;

A Ferrovia do Frango (EF 280) – com 330,00 km de extensão ligará os municípios de Chapecó a Itajaí no estado de Santa Catarina;

Ferrovia Maracaju-Cascavel (EF 484) – irá dar prosseguimento a Ferrovia Ferroeste em operação, o projeto prevê a execução de 500,00 km de ferrovia, ligando a região Sul do Mato Grosso do Sul ao Porto de Paranaguá. Em Maracaju (MS) o projeto da Ferrovia EF

484 prevê a interligação com a Ferrovia Norte-Sul no trecho Panorama (SP) a Porto Murtinho (MS), possibilitando o escoamento da safra agrícola para o Porto de Santos (SP).

A Ferrovia de Integração Centro-Oeste, Ferrovia de Integração Oeste Leste, Ferrovia Maracaju-Cascavel e a Ferrovia Ferronorte, quando concluídas irá contribuir para o aumento da densidade ferroviária em regiões que hoje não são atendidas por esse modo. Este é o caso da região Centro Oeste do país onde encontra-se os maiores potenciais para o crescimento da fronteira agrícola brasileira.

3.5 SISTEMA FERROVIÁRIO DOS EUA

O transporte ferroviário nos Estados Unidos é usado principalmente para o transporte de cargas. O setor ferroviário dos EUA sofreu crises repetidas devido à evolução das necessidades econômicas dos EUA e a ascensão de outros modos de transportes como automóveis, ônibus e transporte aéreo.

Apesar das dificuldades, as ferrovias dos Estados Unidos transportaram 427,00 milhões de toneladas por milha de carga por ano em 1930. Em 1975 foram transportados 750,00 bilhões de toneladas por milha, e dobrou para 1.500,00 bilhões toneladas por milha em 2005.

Em 1950 os EUA e a Europa passaram a ter praticamente o mesmo percentual de mercadorias transportadas por via ferroviária. No ano de 2000, a participação nos EUA do transporte ferroviário de mercadorias foi de 38%, enquanto na Europa, apenas 8% da carga viajou de trem. Em 1997, quando os trens americanos movimentaram 2.165,00 bilhões de toneladas por quilometro de carga, os 15 países da União Européia movimentaram apenas 238,00 bilhões de toneladas por quilômetro de carga.

A rede ferroviária norte americana é a mais extensa do mundo, com 226.427,00 quilômetros (CIA, 2010). Suas ferrovias são divididas em três classes, de acordo com cotas de lucro anual criadas pelo *Surface Transportation Board* (STB). O STB é a agência reguladora do sistema ferroviário norte-americano vinculada a Secretaria de Transportes, e

tem como função regular as taxas, serviços, operações ferroviárias e questões de reestruturação (fusões, vendas, construção e abandonos de linhas):

Ferrovia Classe I - São as companhias ferroviárias de grande porte, com receita operacional anual de US\$ 250,00 milhões, após terem sua margem de lucro corrigida pelo índice de preços do frete ferroviário, desenvolvido pelo *Bureau Of Labor Statistics*. De acordo com a *Association Of American Railroads* (AAR), as ferrovias classe I tinham transportado em 2006 um mínimo de receitas operacionais de US\$ 346,80 milhões;

Ferrovia Classe II - São as companhias ferroviárias de médio porte, com receita operacional anual entre US\$ 20,50 e US\$ 277,70 milhões, por no mínimo três anos consecutivos.

Ferrovia Classe III - Segundo o *Surface Transportation Board* (STB), são ferrovias que obtêm uma receita operacional anual de até US\$ 20,00 milhões, são consideradas de pequeno porte.

No ano de 1939 havia nos Estados Unidos 132 ferrovias consideradas de Classe I. No ano de 2006, como resultado de fusões, falências e mudanças importantes na definição de regulamentação da Classe I, esse número baixou para apenas sete ferrovias que cumprem os critérios dessa classe.

Os critérios adotados pela *Surface Transportation Board* (STB) são para as ferrovias de cargas, embora a *Amtrak*, empresa estatal federal de transporte de passageiros dos Estados Unidos com rotas no Canadá, se qualifique para a Classe I de acordo com os critérios de receita. Esta ferrovia de passageiros interurbanos não é considerada ferrovia de Classe I, porque não é uma ferrovia de cargas.

As ferrovias que representam a maioria da atividade de transporte ferroviário dos EUA são as seguintes:

- *A Burlington Northern Railway Company e Santa Fé;*
- *Kansas City Southern Railway Company;*
- *União Pacific Railroad;*
- *Soo Line Railroad Company;*

- *CSX Transportation Inc.*;
- *Norfolk Southern Railroad*;
- *Grand Trunk Corporation*.

A Tabela 30 mostra os principais produtos transportados e a produção do sistema ferroviário dos Estados Unidos no ano de 2009.

Tabela 30 - Produção Ferroviária dos Estados Unidos
Período: Ano de 2010

Produto	Produção		Receita Bruta	
	Quantidade (Toneladas)	Participação (%)	Valor (US\$ milhões)	Partic. (%)
Carvão	814.467	44,0	13.914,00	24,2
Produtos Químicos	187.388	10,1	8.178,00	14,2
Produtos Agrícolas	158.705	8,6	5.281,00	9,2
Minerais não Metálicos	122.525	6,6	1.817,00	3,2
Carregamentos Mistos	109.895	5,9	7.121,00	12,4
Produtos Alimentícios	109.320	5,9	4.794,00	8,3
Minérios Metálicos	71.446	3,9	605,00	1,1
Produtos Metálicos	45.028	2,4	2.081,00	3,6
Lixo e Sucata	42.673	2,3	1.206,00	2,1
Petróleo e Coque	42.369	2,3	1.771,00	3,1
Argila, Pedra e Vidros	39.831	2,2	1.424,00	2,5
Celulose e Papel	30.558	1,7	1.883,00	3,3
Madeira e Produtos de Madeira	24.616	1,3	1.252,00	2,2
Automóveis e Equipamentos	21.353	1,2	3.402,00	5,9
Outros Produtos	30.822	1,7	2.708,00	4,7
Total	1.850.996	100,0	57.438,00	100,0

Fonte: Association of American Railroads (AAR), 2010.

CAPÍTULO 4

METODOLOGIA

Segundo Vergara (2009) o caso em estudo apresentado neste trabalho deve ser circunscrito a uma empresa e produto com aplicação prática e dados obtidos em campo. A pesquisa bibliográfica realizada procurou levantar dados de produção agrícola e de transportes conforme divulgados pelos órgãos públicos respectivos.

Todo método tem possibilidades e limitações, e no caso desta pesquisa o caso em estudo permite tirar apenas conclusões específicas devido à complexidade da realidade na logística do transporte ferroviário de grãos em corredores de exportação.

A logística do transporte ferroviário de grãos em corredores de exportação agrega inúmeras variáveis que influenciam a demanda do serviço. Devido a esta gama de variáveis que influencia o transporte ferroviário, neste trabalho serão analisadas apenas algumas variáveis de maior relevância para o estudo proposto, tais como:

- Raio mínimo;
- Rampa máxima;
- Velocidade média;
- Características técnicas das locomotivas: potência, peso bruto, área frontal, número de eixos, base rígida, tração e lotação do trem;
- Características técnicas dos vagões graneleiros: peso médio bruto por tipo de carga, número de eixos e área frontal.
- Número de clientes com capacidade de armazenagem;

- Aumento de produtividade dos vagões graneleiros;
- Restrições operacionais;
- Frota de material rodante;
- Tempo de trânsito.
- Investimentos em terminais ferroviários;
- Custo unitário do transporte ferroviário no trecho em estudo.

Dessa forma, segue-se uma descrição da formação da composição ferroviária, bem como o método adotado para a transposição de trechos críticos em ferrovias e a análise dos custos desse modo de transporte.

4.1 FORMAÇÃO DA COMPOSIÇÃO FERROVIÁRIA

O dimensionamento de composição ferroviária descrito por Brina (1988), a partir das fórmulas de Davis e Stevenson, consiste em determinar a composição ferroviária capaz de transpor o trecho crítico da via adotando-se o Método da Lotação do Trem.

O método consiste em:

- Estabelecer a lotação total do trem a partir do quociente entre o esforço trator útil das locomotivas pela resistência total dos vagões.

Assim, os principais fatores que interferem na transposição de trechos críticos são:

1. Resistências Normais das Locomotivas e Vagões Graneleiros Carregados: são resistências permanentes, próprias dos materiais rodantes, em situação da via em tangente e em nível;
2. Resistências Acidentais: são resistências na situação da via em curva e rampa;

O Método da Lotação do Trem será então empregado para averiguar a capacidade de lotação da composição ferroviária, capaz de transpor o trecho crítico da Serra do Tigre, que está localizado entre a Estação Ferroviária Brejo Alegre (MG) à Estação Ferroviária Eldorado (MG), onde as características técnicas da via entre o km 694,880 e 782,552

apresenta rampa máxima de 3,08% (km 698,501 e 698,668) e raio de curvatura mínimo de 71,00 m (km 699,149 e 699,322). Para o dimensionamento da capacidade de lotação da composição ferroviária levou-se em consideração a rampa máxima de inclinação (3,08%) com raio de curva (95,68 m), tendo em vista, que apresenta maior restrição para transpor o trecho crítico.

1. Taxa das Resistências Normais das Locomotivas

$$R'_n = 0,65 + \frac{13,2}{W} + 0,00932 * V + \left(\frac{0,00453 * A * V^2}{W * n} \right) \quad (1)$$

Onde:

R'_n – Taxa de resistência normal – Resistência unitária (kgf/t);

W – Peso por eixo (t);

A – Área frontal da locomotiva (m²);

V – Velocidade de percurso no trecho crítico (km/h);

n – Número de eixos por veículo (Und).

2. Taxa das Resistências Normais dos Vagões

$$R'_n = 0,65 + \frac{13,2}{W} + 0,01397 * V + \left(\frac{0,0009434 * A * V^2}{W * n} \right) \quad (2)$$

Onde:

R'_n – Taxa de resistência normal – Resistência unitária (kgf/t);

W – Peso por eixo (t);

A – Área frontal do vagão graneleiro (m²);

V – Velocidade de percurso no trecho crítico (km/h);

n – Número de eixos por veículo (Und).

3. Taxa de Resistência de Curva das Locomotivas

$$R'_c = 0,20 + \frac{100}{R} * (p + b + 3,8) \quad (3)$$

Onde:

R'_c – Taxa de resistência de curva das locomotivas (kgf/t);

R – Raio da curva do trecho crítico (m);

p – Base rígida da locomotiva (m);

b – Bitola da via (m).

4. Taxa de Resistência de Curva dos Vagões

$$R'_c = 500 * \left(\frac{b}{R}\right) \quad (4)$$

Onde:

R'_c – Taxa de resistência de curva dos vagões (kgf/t);

R – Raio da curva do trecho crítico (m);

b – Bitola da via (m).

5. Taxa de Resistência em Rampa das Locomotivas e dos Vagões

$$R'_i = 10 * i (\%) \quad (5)$$

Onde:

R'_i - Taxa de resistência de rampa (kgf/t);

i – Inclinação de rampa do trecho crítico (%).

6. Resistência Total das Locomotivas

$$R_{TOTAL} = P * (R'_n + R'_c + R'_i) \quad (6)$$

Onde:

R_{TOTAL} – Resistência total das locomotivas (kgf/t);

P – Peso bruto das locomotivas (t);

R'_n – Taxa de resistência das locomotivas (kgf/t);

R'_c – Taxa de resistência de curva das locomotivas (kgf/t);

R'_i – Taxa de resistência de rampa (kgf/t).

7. Taxa de Resistência Total dos Vagões

$$R'_{TOTAL} = R'_n + R'_c + R'_i \quad (7)$$

Onde:

R'_{TOTAL} – Taxa de resistência total dos vagões (kgf/t);

R'_n – Taxa de resistência normal dos vagões (kgf/t);

R'_c – Taxa de resistência de curva dos vagões (kgf/t);

R'_i – Taxa de resistência de rampa (kgf/t).

Após o cálculo das resistências que são os conjuntos de forças que se opõem ao movimento dos veículos ferroviários, quer tratores, quer rebocados, quando se deslocam sobre a via férrea, pode-se determinar a lotação da composição ferroviária que as

locomotivas podem rebocar, nas velocidades de 15,00; 25,00 e 35,00 km/h, no trecho crítico.

8. Esforço Trator

8.1. Esforço Trator Efetivo

É o esforço trator nas rodas das locomotivas para deslocar a própria locomotiva, é dado pela expressão:

$$F_R = 273,24 * \left(\frac{P}{V} \right) \quad (8)$$

Onde:

F_R – Esforço trator efetivo ou nas rodas das locomotivas (kgf);

P – Potência da locomotiva (HP);

V – Velocidade de percurso no trecho crítico (km/h).

Após o cálculo do Esforço Trator Efetivo, através das equações (9) e (13) calcula-se o Esforço Trator Útil referente às forças que se opõem ao movimento dos veículos ferroviários (resistência) e as de escorregamento de um corpo sobre outro (aderência).

Com os valores do Esforço Trator Útil, faz-se a seguinte análise:

$F_R > F_{AD}$ – Ocorre patinagem das rodas das locomotivas, devido à potência dos motores serem superiores as forças de aderência;

$F_{AD} > F_R$ – As forças de aderências são superiores a potência dos motores das locomotivas, não ocorre o deslocamento.

Logo:

Segundo Brina (1988), adota-se sempre o menor valor do Esforço Trator Útil – F_U .

8.2. Esforço Trator Útil – Potência das Locomotivas

$$F_U = F_R - R_{TOTAL} \quad (9)$$

Onde:

F_U – Esforço trator útil (kgf);

F_R – Esforço trator efetivo das locomotivas (kgf);

R_{TOTAL} – Resistência total das locomotivas (kgf).

8.3. Esforço Trator Útil – Aderência

$$f = \left(\frac{f_0}{1 + 0,01 * V} \right) \quad (10)$$

Onde:

f – Coeficiente de aderência;

V – Velocidade de percurso no trecho crítico (km/h);

f_0 – Coeficiente de aderência das rodas de aço com os trilhos.

Adotado $f_0 = 0,22$ – coeficiente de aderência médio

$$P_{ADERENTE} = P_{LOCOMOTIVA} \quad (11)$$

Onde:

$P_{ADERENTE}$ – Peso aderente das locomotivas (t);

$P_{LOCOMOTIVA}$ – Peso bruto da locomotiva (t).

$$F_{ADERENTE} = P_{ADERENTE} * f \quad (12)$$

Onde:

$F_{ADERENTE}$ – Força aderente das locomotivas (t);

$P_{ADERENTE}$ – Peso aderente das locomotivas (t);

f - Coeficiente de aderência.

$$F_U = F_{ADERENTE} - R_{TOTAL} \quad (13)$$

Onde:

F_U – Esforço trator útil (kgf);

$F_{ADERENTE}$ – Força aderente das locomotivas (kgf);

R_{TOTAL} – Resistência total das locomotivas (kgf).

9. Lotação da Composição Ferroviária

$$P_{TOTAL} = \left(\frac{F_U}{R'} \right) \quad (14)$$

Onde:

P_{TOTAL} – Lotação da composição ferroviária (t);

F_U – Esforço trator útil (kgf);

$R'_{VAGÔES}$ – Taxa de resistência total dos vagões (kfg/t).

10. Número de Vagões da Composição Ferroviária Carregada

$$N = \frac{P_{TOTAL}}{P_{VAGÕES}} \quad (15)$$

Onde:

N – Número de vagões (Und);

P_{TOTAL} – Lotação do trem (t);

P_{VAGÕES} – Peso bruto de um vagão (t).

Assim, a partir dos dados técnicos, da superestrutura ferroviária e do material rodante, fornecidos pela FCA, o estudo pelo Método da Lotação do Trem permitirá a análise da transposição do trecho crítico pela composição, análise da capacidade de carga, bem como a tração empregada para movimentar os vagões carregados no trecho compreendido entre a Estação Ferroviária Brejo Alegre (MG) à Estação Ferroviária Eldorado (MG).

4.2 CUSTOS EM TRANSPORTE DE CARGA FERROVIÁRIA

A empresa ferroviária tem custos fixos elevados e custos variáveis relativamente baixos Ballou (2006). Os processos de carga e descarga, faturamento e cobrança, manobras de trens de múltiplos produtos e múltiplos embarques contribuem para os altos custos dos terminais do transporte ferroviário.

Ballou (2006) afirma que o aumento do volume por composição ferroviária e seus efeitos na redução dos custos de terminais podem produzir substanciais economias de escala, ou seja, custos unitários reduzidos para cargas de maior volume. No entanto, a manutenção e depreciação das vias, a depreciação das instalações dos terminais e as despesas administrativas contribuem para aumentar o nível dos custos fixos.

Ballou (2006) descreve ainda que os custos variáveis das ferrovias incluem salários, combustíveis, lubrificantes e manutenção. Os custos variáveis por definição

mudam proporcionalmente às distâncias e volumes, no entanto, existe um grau de individualidade em alguns dos custos variáveis (mão-de-obra, por exemplo). Assim, os custos variáveis decrescerão ligeiramente. Tradicionalmente, os custos variáveis representam entre metade e dois terços dos custos totais, embora ainda exista grande controvérsia em torno da proporção exata.

Ballou (2006) ressalta que o efeito líquido da existência de custos fixos elevados e custos variáveis relativamente baixos são a criação de significativas economias de escala nos custos ferroviários. Dessa forma, a distribuição dos custos fixos por maiores volumes em geral reduz os custos unitários, e assim, os custos ferroviários por tonelada-quilômetro diminuem quando os custos fixos são alocados a linhas de extensão maiores.

Em Morales (1993), o custo unitário ferroviário para transportar uma determinada carga em um segmento de linha férrea, corresponde ao quociente entre a somatória dos custos fixos e variáveis, o qual denomina-se custo total, pela produção de transporte do mesmo, referenciado em um determinado período de tempo.

4.2.1 Custo Unitário

Logo, o custo unitário é dado pela equação 15.

$$C_{UN} = \frac{C_{FIXO} + C_{VARIÁVEL}}{TRABALHO} \quad (15)$$

Onde:

C_{UN} é o Custo unitário anual de um segmento de malha ferroviária (R\$);

C_{FIXO} é o Custo fixo anual da malha ferroviária (independe do nível de produção do transporte) (R\$/ano);

$C_{VARIÁVEL}$ é o Custo variável anual da malha ferroviária (depende diretamente do nível da produção do transporte) (R\$/ano);

TRABALHO é o Trabalho útil produzido na malha ferroviária em estudo no período de um ano (TKU/ano).

Assim, na formação dos custos de transportes ferroviários destaca-se a importância de custos fixos e variáveis.

4.2.2 Custo Fixo

O custo fixo é calculado somando-se todos os custos com:

1. Administração;
2. Investimento em frota e instalações fixas;
3. E recursos humanos necessários nos entroncamentos/terminais/pátios.

A equação 16 apresenta a formação do Custo Fixo para o transporte ferroviário.

$$C_{FIXO} = C_{AA} + C_{AIF} + C_{AIIF} + C_{APE} \quad (16)$$

Onde:

C_{FIXO} é o Custo fixo anual da malha ferroviária (independe do nível de produção do transporte) (R\$/ano);

C_{AA} é o Custo anual com despesas administrativas (R\$/ano);

C_{AIF} é o Custo anual com investimentos em frota (R\$/ano);

C_{AIIF} é o Custo anual com investimentos em instalações fixas (R\$/ano);

C_{APE} é o Custo anual com pessoal (recursos humanos) (R\$/ano).

OBS: Adotou-se neste estudo os custos com mão de obra como custos fixos, haja vista, que a Metodologia de Morales (1993) e o Relatório de Análise da América Latina Logística S.A. (Ferrovias Bandeirantes S.A. e Ferrovias Norte Brasil S.A), elaborado pelo Banco de Investimentos Credit Suisse (Brasil) S.A. (2006), que difere de Ballou (2006), que considera custos com mão de obra como custos variáveis.

4.2.3 Custo Variável

O custo variável é calculado somando-se todos os custos com equipagem, combustível, lubrificantes, locomotivas, vagões, via permanente, sinalização e telecomunicações.

$$C_{VARIÁVEL} = C_{AE} + C_{AC} + C_{AL} + C_{AML} + C_{AMV} + C_{AMVP} + C_{AMST} \quad (17)$$

Onde:

$C_{VARIÁVEL}$ é o Custo variável anual da malha ferroviária (depende diretamente do nível da produção do transporte) (R\$/ano);

C_{AE} é o Custo anual com equipagem (R\$/ano);

C_{AC} é o Custo anual com combustíveis (R\$/ano);

C_{AL} é o Custo anual com lubrificantes (R\$/ano)

C_{AML} é o Custo anual de manutenção de locomotivas (R\$/ano);

C_{AMV} é o Custo anual de manutenção de vagões (R\$/ano);

C_{AMVP} é o Custo anual de manutenção de via permanente (R\$/ano);

C_{AMST} é o Custo anual de manutenção de sinalização e telecomunicações (R\$/ano).

Dessa forma, o cálculo do custo unitário (C_{UN}) depende dos custos fixos (C_{Fix}) e variáveis (C_{Var}), e do trabalho útil (TKU/ano) produzido na malha ferroviária. No caso do Corredor Ferroviário Centro Leste, no trecho compreendido entre a Estação Ferroviária Brejo Alegre (MG) à Estação Ferroviária Eldorado (MG), esbarrou-se na falta de acesso a alguns dados para o cálculo desses custos, devido não serem disponibilizados pela Ferrovia Centro Atlântica (FCA).

Assim, a solução encontrada para este problema foi buscar informações no Relatório Anual de Acompanhamento das Concessões Ferroviárias, emitido pelo ANTT, onde obteve-se o dado de consumo de combustíveis das concessionárias. Este dado é importante na medida

em que exerce grande influência nos custos variáveis. No caso da FCA, o consumo é de 12,32 litros por 1.000 TKU, o que permitiu calcular os custos variáveis para o trecho em questão.

Para obtenção dos custos fixos partiu-se das análises feitas por Ballou (2006), pelo Relatório de Análise elaborado pelo Banco de Investimentos Credit Suisse (Brasil) S.A. (2006) e a estimativa de custo operacional da Ferrovia Norte Brasil S.A. elaborado pela *Canadian Pacific Consulting*, em Ferronorte – Perfil do Empreendimento, (1992).

Ballou (2006) descreve que os custos variáveis das ferrovias representam entre metade e dois terços dos custos totais enquanto que, o laudo de avaliação do Banco de Investimentos Credit Suisse (Brasil) S.A. (2006) e o estudo da Ferronorte (1992) apontam que os custos fixos giram em torno de 20,00% dos custos totais. Assim, adotou-se para este trabalho que o custo fixo representa 25,00% dos custos variáveis.

A partir dos custos variáveis, obtido através do consumo de combustível, calculou-se os custos fixos. De posse dos custos fixos e variáveis e da produção ferroviária tornou-se possível calcular os custos unitários.

Sendo assim, com base nos conceitos e informações apresentados sobre o transporte ferroviário, na logística empregada nesta modalidade de transporte, especialmente para o agronegócio de grãos, e na metodologia proposta para o desenvolvimento do trabalho, o capítulo seguinte trata da aplicação prática dos conceitos estudados. Será apresentado o caso em estudo realizado no Corredor Ferroviário Centro Leste, no trecho compreendido entre a Estação Ferroviária Brejo Alegre (Araguari/MG) à Estação Ferroviária Eldorado (Contagem/MG), e os resultados alcançados.

CAPÍTULO 5

ESTUDO DE CASO E RESULTADOS

O Corredor Ferroviário Centro Leste liga os municípios de Anápolis (GO) e Brasília (DF) ao Complexo Portuário de Tubarão, no Espírito Santo por meio da FCA e da EFVM. Permite, assim, o acesso de uma das maiores áreas de produção agrícola do país ao Terminal de Produtos Diversos (TPD), no Porto de Tubarão, importante ponto de exportação de grãos agrícolas do Brasil. Neste corredor, destacam-se o transporte de minério de ferro, de insumos e produtos siderúrgicos, além de grãos, principalmente a soja e farelo.

O trecho correspondente à FCA possui mais de 1.250,00 km de extensão. O ramal que tem início em Brasília (DF) se conecta com o ramal de Anápolis (GO), na Estação Ferroviária de Roncador (GO), seguindo até a região do Triângulo Mineiro, no município de Araguari (MG). Esse trecho apresenta dentre os principais produtos transportados o complexo soja (soja em grãos e farelo de soja) para exportação, produzidos na região Centro-Oeste do país. No trecho compreendido entre a Estação Ferroviária Brejo Alegre (Araguari/MG) e a Estação Ferroviária Eldorado (Contagem/MG) são percorridos 746,00 km nas linhas da FCA e a partir da Estação de Eldorado (MG) até o Complexo Portuário de Vitória (ES) são mais 667,00 km na malha ferroviária da EFVM (DER/ES, 2009).

O Corredor Ferroviário Centro Leste compreende a Ferrovia Centro Atlântica (FCA) e a Estrada de Ferro Vitória à Minas (EFVM), conforme mostrado na Figura 4.

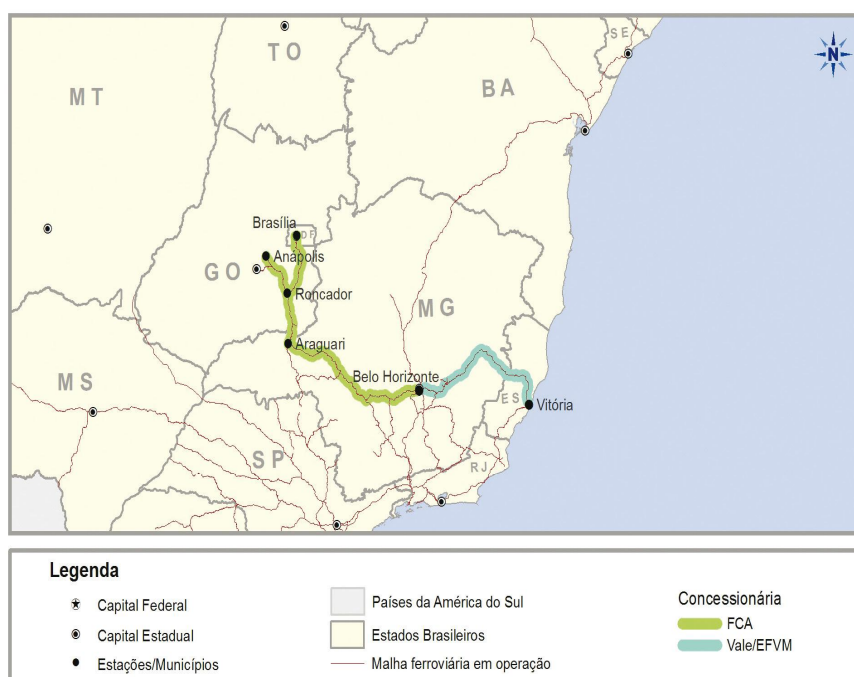


Figura 4 - Malha Ferroviária do Corredor Centro Leste

Fonte: Confederação Nacional do Transporte (CNT), 2009.

5.1 CARACTERIZAÇÃO DO TRABALHO

Este estudo de caso pretende estudar a logística do transporte ferroviário de granéis agrícolas, em especial o complexo soja. Para isso, foi escolhido o Corredor Ferroviário Centro Leste, com foco especial no subtrecho: Estação Ferroviária Brejo Alegre (Araguari/MG) à Estação Ferroviária Eldorado (Contagem/MG) operado pela Ferrovia Centro Atlântica (FCA).

5.2 OPERADOR DO CORREDOR

5.2.1 Descrição da Empresa – Ferrovia Centro Atlântica (FCA)

A malha ferroviária operada pela Ferrovia Centro Atlântica (FCA), desde setembro de 1996, é originária da fusão de três superintendências da RFFSA (SR 2, SR 7 e SR 8) e de parte da malha paulista, Boa Vista Nova (SP) – Araguari (MG). Esta malha ferroviária interliga as regiões Sudeste, Nordeste e Centro-Oeste do país.

O Consórcio Tacumã, que arrematou a concessão da malha Centro Leste era composto por oito empresas, cada uma com 12,5% de participação, sendo uma delas a Mineração Tacumã Ltda, empresa controlada pela Vale, entretanto, desde 2003 a FCA está sob controle da Vale S.A. (FCA, 2011).

A carga transportada pela FCA com destino ao porto do Rio de Janeiro (RJ) utiliza os trechos de concessão da MRS, com interligação nas estações ferroviárias de Barreiro localizado em Belo Horizonte (MG), Miguel Burnier, distrito de Ouro Preto (MG) e as estações dos municípios de Três Rios (RJ) e Barra Mansa (RJ).

Já o transporte de cargas até o Complexo Portuário de Tubarão (ES) ocorre mediante a interligação da FCA com EFVM nos terminais ferroviários de Eldorado, Capitão Eduardo e Eng.º Lafaiete Bandeira, nos municípios mineiro de Contagem, Santa Luzia e Ponte Nova, respectivamente.

Para atingir o porto de Santos (SP) a carga escoada pela FCA utiliza o trecho ferroviário entre Boa Vista Nova (SP) a Santos, através de contrato operacional com direito de passagem na malha ferroviária pertencente à ALLMP.

A frota é composta de 507 locomotivas, sendo que o modelo U-20-C, de fabricação da General Electric (GE), é o mais numeroso correspondendo a 28% das máquinas da ferrovia. O número de vagões chega a 11.564 unidades, sendo 10.663 da FCA e 901 de clientes (DER/ES, 2009).

Os principais produtos transportados pela Ferrovia Centro Atlântica são: soja em grãos, farelo de soja, milho, açúcar, minério de ferro, açúcar, bauxita, calcário, cimento, fosfato, fertilizantes, ferro-gusa, petroquímicos e álcool, dentre outros. Em 2009, 36,49% do volume transportado foi de produtos agrícolas, 8,05% de minério de ferro, 25,87% de granéis minerais e 29,59% de outros tipos (ANTT, 2011).

Dentre os clientes da ferrovia estão a Companhia Siderúrgica Nacional (CSN), Yamana Gold Inc., Holcim Group, Log-In, Magnesita Refratários S.A., Dow Química, Multigrain, Selecta, Vale Fertilizantes, Bunge, Cargil, ADM, Caramuru, CASEMG, Granol, Uberzen, ABC e outros (FCA, 2011).

A Figura 5 ilustra o atual traçado da malha ferroviária pertencente à Ferrovia Centro Atlântica (FCA).

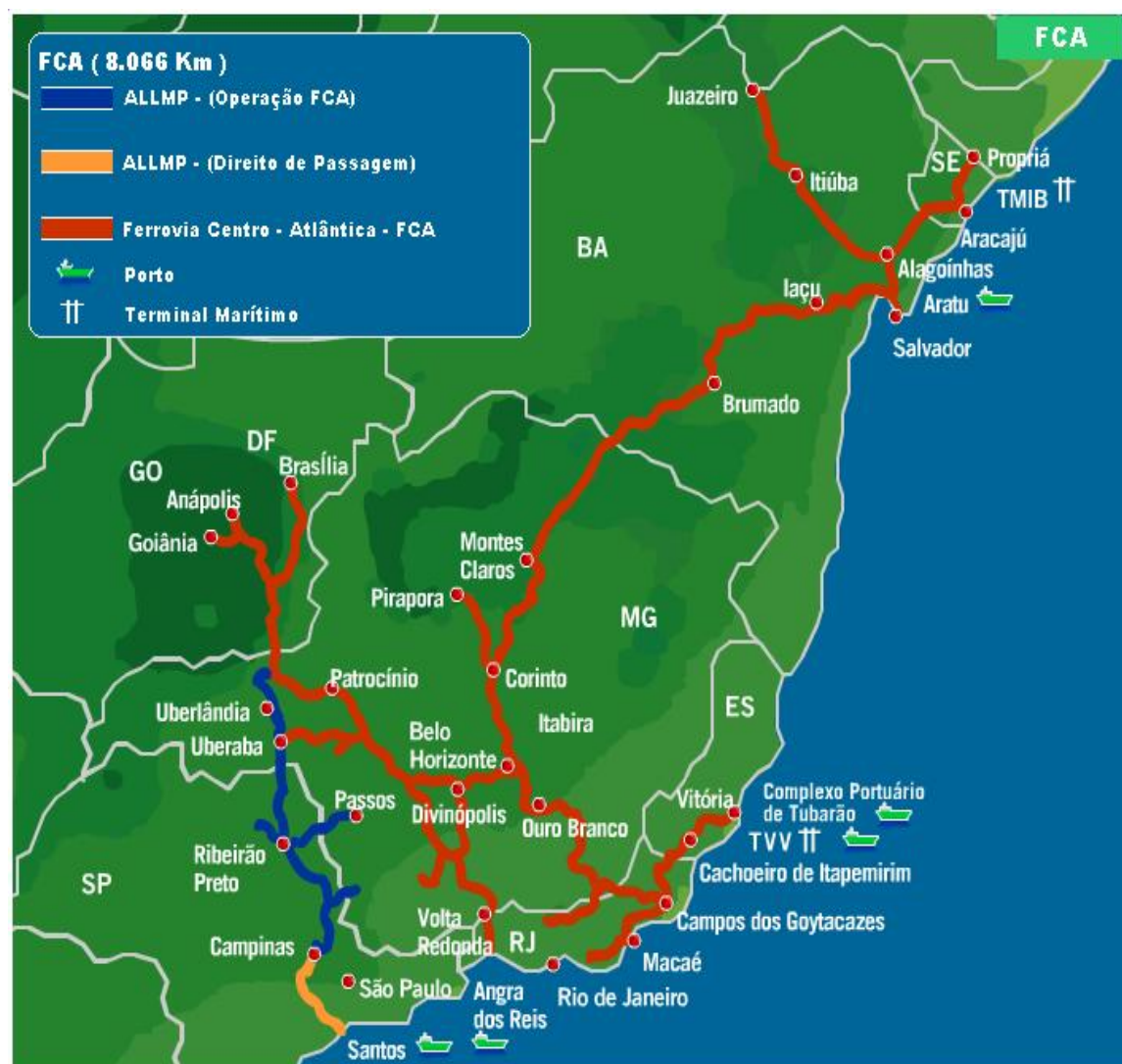


Figura 5- Malha Ferroviária da Ferrovia Centro Atlântica.

Fonte: Ferrovia Centro Atlântica (FCA), 2010.

5.2.2 Material Rodante

Dos dezenove modelos que formam a frota de locomotivas da FCA, a U 20-C é a mais numerosa, correspondendo a 28,00% de todas as máquinas e com idade média de 36 anos, conforme observa-se na Tabela 31.

Tabela 31 - Frota de Locomotivas
Ferrovia Centro Atlântica
Período: Ano de 2007

Modelo	Fabricante	Potência (HP)	Idade Média (Anos)	Frota Ativa (Und)	Frota Inativa (Und)	Frota Total (Und)
SD 40	EMD	3.300	34	30	0	30
DDM 45	EMD	3.600	38	11	1	12
GT 26	EMD	2.700	34	34	0	34
GT26 MP	EMD	3.000	28	14	1	15
G 8	EMD	875	53	35	4	39
G 12	EMD	1.310	53	37	7	44
G 16	EMD	1.800	55	0	2	2
MX 620	EMAQ	2.000	29	47	6	53
SDD 8	ZIYANG	2.200	2	2	0	2
BB 36-7	GE	3.900	33	51	0	51
C 30-7	GE	3.000	25	18	0	18
U 22-C	GE	2.200	26	9	0	9
U 20-C	GE	2.000	36	137	5	142
U 15-B	GE	1.420	45	2	0	2
U 13-B	GE	1.300	45	18	6	24
U 12-B	GE	1.200	53	5	1	6
U 10-B	GE	1.000	38	7	5	12
U 8-B	GE	800	49	3	0	3
U 5-B	GE	540	49	2	7	9
TOTAL				462	45	507

Fonte: Departamento de Estradas e Rodagem/ES (DER/ES), 2009.

Segundo o Plano Estratégico de Logística e de Transportes do Estado do Espírito Santo - DER/ES/2009, circulam pela malha da FCA 11.564 vagões, sendo 10.663 da frota própria e 901 de clientes distribuídos por tipo, conforme mostra a Tabela 32.

Tabela 32 - Frota de Vagões
Ferrovia Centro Atlântica
Período: Ano de 2007

Tipo	Frota		
	Própria	Clientes	Total
Fechado	2.062	139	2.201
Gôndola	2.380	206	2.586
Hopper	2.958	2	2.960
Plataforma	1.681	18	1.699
Tanque	1.479	536	2.015
Gaiolas	39	0	39
Outros	64	0	64
Total	10.663	901	11.564

Fonte: Departamento de Estradas e Rodagem/ES (DER/ES), 2009.

Atualmente a FCA disponibiliza para o Corredor Centro Leste 200 vagões da série HFE (*hopper*), FHD (fechado) e HFD (*hopper*), 30 locomotivas SD 40 e 30 locomotivas BB 36 -7 (FCA, 2011)

5.2.3 Aumento de Produtividade do Vagão de Grãos.

A FCA adota, deste o ano de 2007, procedimento operacional de socagem dos grãos nos vagões. A socagem dos grãos tem por objetivo garantir a eficiência no peso médio dos vagões graneleiros e diminuir a variabilidade na performance de carregamento. Este procedimento acarretou aumento na produtividade do peso médio dos vagões carregados, que antes era de 69.439,00 toneladas para 70.802,00 toneladas, um ganho de 1,96% a mais de carga, e a cada 50 vagões com 70 toneladas ganha-se 1 vagão carregado (FCA, 2010).

5.2.4 Clientes

Os principais clientes da FCA que utilizam o Corredor Centro Leste são as indústrias de processamento da soja e as *tradings*. Dentre os principais clientes estão ADM, Bunge, Selecta, Granol, Multigrain, Caramuru, Agirpel, ABC, Uberzen, CASEMG, conforme os dados da Tabela 33.

Tabela 33 - Capacidade de Armazenagem dos Clientes da FCA

Empresa	Terminal	Armazenagem (Toneladas)	Produto
ADM	Anápolis	30.000,00	Farelo/Soja/Milho
GRANOL	Anápolis	110.000,00	Farelo
ADM	Brasília	42.000,00	Farelo/Soja/Milho
BUNGE	Brasília	6.000,00	Trigo
MULTIGRAN	Brasília	6.000,00	Farelo/Soja/Milho
BUNGE	Luziânia	6.000,00	Farelo
CARAMURU	Ipameri	120.000,00	Farelo/Soja/Milho
CASEMG*	Araguari	600,00	Farelo/Soja/Milho
ADM	Brejo Alegre	60.000,00	Farelo/Soja/Milho
BUNGE	Brejo Alegre	22.800,00	Farelo/Soja/Milho
SELECTA	Brejo Alegre	90.000,00	Farelo/Soja/Milho
AGIRPEL	Uberlândia	48.000,00	Farelo/Soja/Milho
CARGIL	Uberlândia	6.000,00	Farelo
ABC	Uberlândia	54.000,00	Farelo/Soja/Milho
CASEMG	Uberlândia	240.000,00	Farelo
UBERZEN	Uberlândia	264.000,00	Farelo/Soja/Milho

Fonte: Ferrovia Centro Atlântica (FCA), 2010.

* Descarga dos caminhões e carregamento direto nos vagões ferroviários

5.2.5 Planejamento de Transporte

O planejamento de transporte de grãos é feito com base em diversos horizontes de tempo: plurianual, anual, mensal, semanal e diário, com graus de detalhamento e de incerteza compatíveis com a finalidade de cada um desses horizontes de planejamento.

O planejamento plurianual projeta uma meta de transportes para um período de 5 a 10 anos, sendo atualizado anualmente com base na demanda de transportes apresentada pelos clientes da ferrovia. Com o planejamento plurianual a FCA define uma lista de investimentos necessários em infraestrutura e superestrutura da via, aquisições de materiais rodantes, pátios etc.

Já no caso do planejamento anual a probabilidade de acerto é maior, haja vista, que baseia-se na realização de transportes previstos em contrato entre a FCA e os clientes. O planejamento anual difere do plurianual devido à impossibilidade de fazer aquisições de materiais rodantes, melhorias na infra e superestrutura da via, com apenas um ano de antecedência.

Na programação mensal, os clientes repassam a FCA todas as características dos produtos a serem transportados, e a semana em que eles estarão disponíveis para carregamento nos terminais de embarque. A programação mensal possibilita, ainda, alterações previstas pelo planejamento anual quanto à disponibilidade de vagões e locomotivas, capacidade dos terminais de embarque e do pátio ferroviário no porto. Esta etapa do planejamento de transporte é importante, pois é a última oportunidade de modificações.

O planejamento semanal é estabelecido na FCA através do Centro de Controle Operacional (CCO) e Planejamento Controle e Produção (PCP), setores da empresa que são responsáveis pela movimentação de locomotivas e vagões (carregados ou não), pela priorização e distribuição da movimentação de cargas.

A programação diária tem por finalidade dar autorização para que tenha início o carregamento de vagões e emissão dos documentos fiscais necessários.

5.3 CARACTERÍSTICAS DO CORREDOR

5.3.1 Malha Ferroviária

O Corredor Ferroviário Centro Leste é composto de dois trechos ferroviários pertencentes às FCA e EFVM, ambas as ferrovias são administradas pela Vale S.A., e apresentam as seguintes características:

Estação Ferroviária Brejo Alegre (Araguari/MG) – Estação Ferroviária Eldorado (Contagem/MG) – o trecho operado pela FCA é composto por bitola estreita, com extensão de 746,00 km, rampa máxima de 3,080% e, raio de curvatura mínimo de 71,00 m (FCA, 2011), que reduz severamente a velocidade da composição ferroviária e restringe a capacidade de carga. Segundo pesquisa CNT (2009), a velocidade média comercial (VMC) no trecho ferroviário no ano de 2008 foi de 13,51 km/h. A capacidade operacional da via é crítica na travessia de Belo Horizonte (MG) e na Serra do Tigre, entre Ibiá (MG) e Garças de Minas (MG). No caso da Serra do Tigre, a inclinação da rampa e o raio da curva constituem-se como uma restrição à movimentação das composições.

Estação Ferroviária Eldorado (Contagem/MG) – Complexo Portuário de Vitória (ES) – o trecho é operado pela EFVM e possui extensão de total de 667,00 km, sendo constituído de um malha ferroviária com 73,00 km em bitola métrica simples, entre as Estações de Eldorado (MG) e Engenheiro Costa Lacerda, no município de Santa Barbara (MG) e, a partir desta estação até Vitória (ES) são 594,00 km em linha dupla e em bitola métrica. A malha ferroviária possui raio mínimo de curva de 344,00 m e rampa máxima de 1,0% (DER/ES, 2009).

Segundo a ANTT, em 2009 a EFVM transportou $104.317,371 \times 10^3$ TU ou $57.928,60 \times 10^6$ TKU, que corresponde a 27,85% de toda carga ferroviária movimentada no país. A principal mercadoria transportada foi o minério de ferro, que correspondeu a 86,80% de sua produção.

Além do transporte de cargas circulam diariamente na EFVM, trem de passageiros em cada sentido entre Vitória (ES) e Belo Horizonte (MG). Juntamente com a EFC estas são as únicas ferrovias de longo curso do país que oferecem esse serviço.

5.3.2 Movimentação de Cargas

No Corredor Centro Leste a prioridade é o transporte de grãos agrícolas, principalmente o complexo soja para exportação, com destino ao Complexo Portuário de Tubarão.

A Tabela 34 mostra a movimentação de cargas embarcadas na Estação Ferroviária Brejo Alegre (MG), nos anos de 2008, 2009 e 2010 e a previsão para 2011.

Em 2009 foram transportados pela FCA 17.454.777,00 toneladas úteis (TU) de mercadorias, sendo que a Estação Ferroviária Brejo Alegre (MG) foi responsável por embarcar e despachar para o Complexo Portuário de Vitória (ES), 4.966.940,37 TU ou 28,46% da movimentação de cargas da ferrovia. Deste total a soja em grãos representou 54% da carga, o farelo de soja 27% e o milho 19% (FCA, 2011).

Tabela 34 - Mercadorias Embarcadas
Estação Ferroviária Brejo Alegre (MG)
Período: Ano de 2008 a 2011

Estação de Embarque	Mercadorias Embarcadas (Tonelada Útil – TU)			
	2008	2009	2010	2011 ⁽¹⁾
Brejo Alegre (MG)	4.601.765,67	4.966.940,37	5.398.986,31	6.063.000,00

Fonte: Ferrovia Centro Atlântica (FCA, 2011).

(1) – Dados preliminares, sujeito a alteração.

5.3.3 Tempo de Trânsito

A Vale S.A. vem constantemente procurando métodos e procedimentos para reduzir o ciclo de viagem das composições entre Araguari (MG) à Vitória (ES). Com isso a empresa busca não apenas oferecer um serviço melhor a seus clientes, mas também aumentar a produtividade de seu material rodante.

Para reduzir o ciclo de viagem das composições a empresa vem realizando investimentos em gargalos físicos (passagens de nível, invasões na faixa de domínio), melhorias na infra e superestrutura ferroviária, principalmente na ampliação de pátios ferroviários. Estas medidas contribuem para otimizar a formação de composições e aumentar o número de vagões, chegando até noventa vagões por composição, além de permitir o cruzamento de

composições e outras manobras ferroviárias ao mesmo tempo. Outro ponto importante refere-se a aquisições e recuperações de material rodante, o que proporciona um aumento na produção do transporte na rota de exportação dos grãos agrícolas.

Mesmo com os investimentos, os ciclos de viagens das composições nos dois sentidos, Araguari a Vitória, que em maio de 2010 era em média de 268 horas e 48 minutos (aproximadamente 11 dias) passou, em maio de 2011, para 294 horas, 43 minutos e 12 segundos (aproximadamente 12 dias), um aumento de 9,64% do ciclo de viagens. Este aumento ocorreu principalmente pelo tempo de permanência dos vagões no Complexo Portuário de Tubarão (ES) pela falta de navios cargueiros atracados (FCA, 2011).

5.3.4 Terminais

O trecho ferroviário entre Estação Ferroviária Brejo Alegre (MG) à Estação Ferroviária Eldorado (MG) é composta por cinco terminais de carga: Araguari, Brejo Alegre, Uberlândia, Inspetor Quirino e Patrocínio, que representam 77,00% de toda carga embarcada de grãos agrícolas do Corredor Centro Leste.

As estações de Araguari, Brejo Alegre e Uberlândia compreendem por 9,00%, 42,00% e 20,50%, respectivamente, das cargas embarcadas. Os demais carregamentos ocorrem nas estações de Brasília (DF), Jardim do Ingá (GO), General Curado (GO) e Ipameri (GO), que localizam-se a montante do trecho em estudo (Camargo, 2010).

A Figura 6 mostra o terminal intermodal que está sendo construído pela Vale S.A. em Araguari (MG).

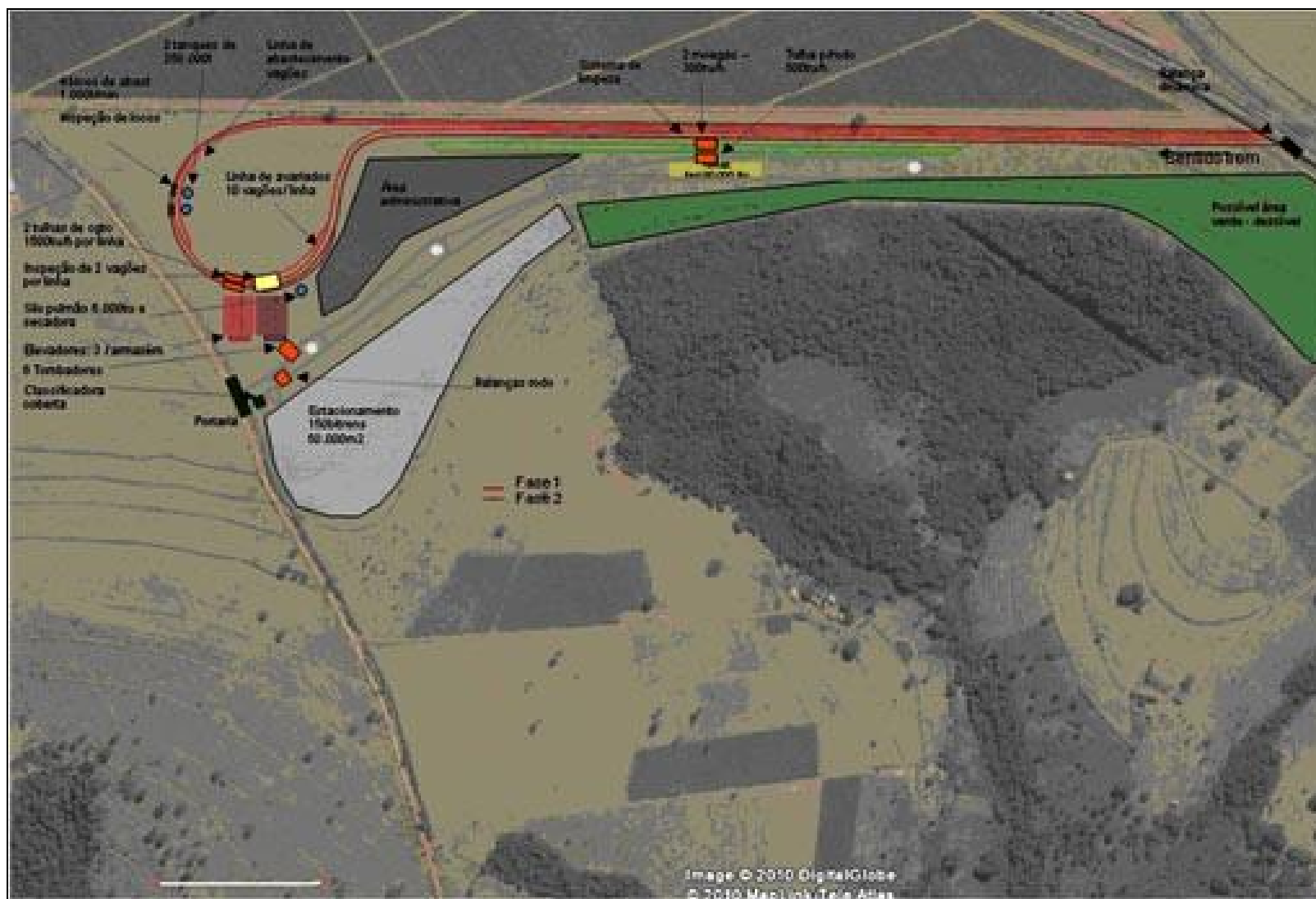


Figura 6 - Terminal Intermodal em Construção em Araguari (MG).

Fonte: Ferrovia Centro Atlântica (FCA), 2011.

A previsão para este terminal entrar em operação será no início de 2012. Nele irá concentrar as cargas de graneis agrícolas, fertilizantes e contêineres, numa área de 670.000,00 m², no formato *reverse loop* (retorno), onde o trem entrará de frente no trecho, e, após percorrê-lo, já estará em posição para seguir viagem no sentido contrário, com isso, não há necessidades de manobras de locomotivas e vagões. A estrutura vai permitir a redução do tempo de permanência dos vagões vazios no pátio, de mais de 30 horas para menos de 6 horas (FCA, 2011).

Atualmente a FCA movimenta no período da safra 650.000 toneladas de cargas de graneis agrícolas por mês na Estação Ferroviária Brejo Alegre, com o terminal intermodal a previsão é de 1.000.000 toneladas por mês ou um aumento de 53,85% na movimentação de cargas agrícolas, além da movimentação de fertilizantes e contêineres, que atualmente não ocorre em Araguari (MG).

5.3.5 Restrições Operacionais

A malha ferroviária do Corredor Centro Leste foi construída no final do século XIX e início do século XX, sendo que a carga admissível por eixo de projeto é de 20 toneladas.

Ainda são utilizados vagões antigos que misturados aos novos limitam a velocidade operacional devido ao risco de descarrilamento dos trens. A FCA esta gradativamente renovando sua frota de vagões, porém, trata-se de um processo lento devido ao alto investimento necessário.

Os pátios de cruzamento dos trens que trafegam em direções opostas são curtos, restringindo a formação de composições longas. Na atual malha do corredor a capacidade de cruzamento de trens situa-se em noventa vagões.

- As maiores restrições operacionais do Corredor Centro Leste são:

1. Travessia da Região Metropolitana de Belo Horizonte (MG) – A Figura 7 mostra o trecho compreendido entre o Bairro Horto, em Belo Horizonte (MG) e a Estação Ferroviária General Carneiro, em Sabará (MG), com extensão de 10,33 km. O projeto prevê a eliminação das interferências do tráfego ferroviário com os de veículos e pessoas, de modo a aumentar a produtividade operacional, como o

aumento de pares de trens de 12 para 35 trens por dia, e expressivo aumento da capacidade de transporte de 13 para 30 milhões de toneladas por ano. Outras características de projeto que resultarão em aumento de produtividade são a duplicação da via, transformando a linha de singelas para dupla; retificação de curvas alterando o raio de curvatura mínimo de 100,00 m para 180,00 m e a diminuição da rampa máxima de 2,40% para 1,90%. O investimento é estimado em R\$ 137,50 milhões com previsão do início das obras em meados de 2011. Após iniciadas, o cronograma físico estabelece 30 meses para execução das obras (FCA, 2011).

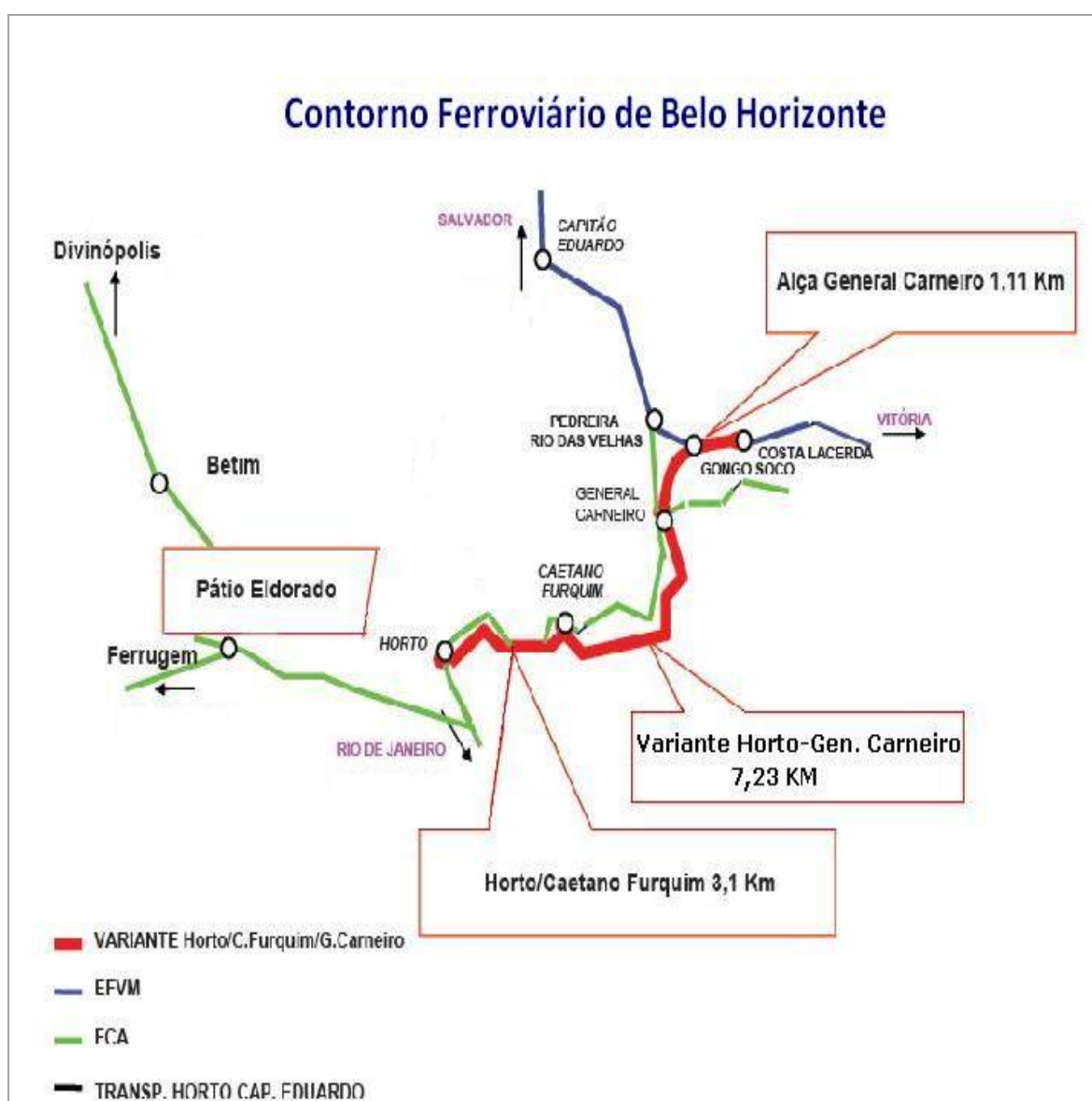


Figura 7 - Contorno Ferroviário de Belo Horizonte (MG).

Fonte: Ferrovia Centro Atlântica (FCA), 2011.

2. Outro importante gargalo no Corredor Centro Leste está localizado entre os municípios de Ibiá (MG) e Garça de Minas (MG). O atual traçado da Serra do Tigre possui 570 quilômetros e foi construído em meio à outra realidade da tecnologia ferroviária. A proposta é reduzir o trecho para 450 quilômetros, ligando os municípios de Patrocínio (MG) e Prudente de Moraes (MG), como mostra a Figura 8. O objetivo é eliminar os gargalos do trecho atual, de traçado sinuoso e rampas elevadas, limitador da capacidade do Corredor. Os ganhos do projeto são: ampliação da capacidade do corredor passando dos atuais 9,00 milhões para 21,00 milhões de toneladas por ano, suportando o crescimento das exportações, aumento da velocidade operacional dos atuais 16,00 km/h para 60,00 km/h, redução do tempo de viagem, duplicação do número de pares de trens de dez para vinte por dia, redução da rampa máxima de 3,080% para 1,50% e aumento da curva mínima de 73,18 m para 300,00 m. Os estudos de viabilidade técnica e econômica do projeto estão em andamento e investimentos estimados na ordem de US\$ 862,00 milhões (FCA, 2011).



Figura 8 - Estudo Preliminar do Contorno Ferroviário da Serra do Tigre.

Fonte: Ferrovia Centro Atlântica (FCA), 2011.

5.4 CARACTERÍSTICAS OPERACIONAIS

5.4.1 Modelo Operacional

Segundo a FCA (2011) a atual formação da composição ferroviária no trecho em estudo é no modelo “TRICOTROL”. Neste modelo a tração é distribuída, e a formação adotada pela FCA é composta de seis locomotivas arranjadas da seguinte forma: duas locomotivas SD 40, duas locomotivas BB 36 - 7 e duas locomotivas SD 40.

O sistema “TRICOTROL” apresenta as seguintes vantagens:

- Maior eficiência energética (menor consumo de combustível);
- Menor esforço na via (tração distribuída);
- Redução do ciclo de vagões e locomotivas;
- Aumento da capacidade de carga dos vagões;
- Redução do número de maquinista;
- Redução dos custos fixos e variáveis;
- Ganho de eficiência, produtividade e nível de serviço aos clientes.

A composição ferroviária é constituída por seis locomotivas e noventa vagões organizados na seguinte forma: 2 SD 40 e trinta vagões, seguidos por 2 BB 36 - 7 e trinta vagões e mais 2 SD 40 e trinta vagões com lotação total de 7.600,00 toneladas e as locomotivas operando sob comando único. Até 2006 a composição era formada com quatro locomotivas modelo U 20-C e lotação de 3.200,00 toneladas bruta com quarenta vagões, modelo operacional de tração – “LOCOTROL” (FCA, 2011).

A partir da Estação Eldorado (MG), a EFVM utiliza duas locomotivas, modelo BB 40 9-W de 4.000 HP cada (FCA, 2011).

O modelo operacional adotado pela FCA resulta em uma relação peso-potência de 0,36 t/HP, enquanto que a EFVM utiliza uma relação de 0,95 t/HP. Observa-se que as duas ferrovias são absolutamente distintas, apesar de poderem compartilhar ativos como vagões e locomotivas.

5.4.2 Chegada e Despacho de Granéis Agrícolas nas Estações Ferroviárias

O escoamento dos grãos agrícolas até os terminais ferroviários ocorre em duas etapas:

1. Transporte da produção das lavouras até o armazém da fazenda - costuma ser de responsabilidade do produtor, sendo feito por caminhões;
2. Transporte dos armazéns das fazendas até os terminais ferroviários - chegam em diversos tipos de caminhões, sem regularidade ou cadência. Ao chegar aos terminais, o caminhão entra em fila e espera para ter sua carga transferida para os silos das indústrias de processamento e as *tradings* com a utilização de equipamento adequado (moega), o que só acontece quando esse equipamento de descarga está livre para receber o caminhão e existe espaço de armazenagem disponível para receber a carga do caminhão.

As composições oriundas da Estação Ferroviária de Roncador (GO), média de sessenta vagões por dia, aguardam no Entroncamento Ferroviário de Araguari (MG) o carregamento dos vagões das *tradings* Selecta, ADM e Bunge. Estas estão instaladas na Estação Ferroviária Brejo Alegre (MG) para onde são posicionados os vagões oriundos da Estação Ferroviária de Uberlândia (MG), que diariamente são em média quarenta e cinco vagões com peso bruto de oitenta e cinco toneladas de soja, noventa toneladas de milho e setenta toneladas de farelo de soja. Após o carregamento dos vagões da Selecta, ADM e Bunge a composição é formada com noventa vagões e seis locomotivas, e segue com destino a Estação Ferroviária de Eldorado (MG), onde prossegue para o Complexo Portuário de Vitória (ES).

Partem em média, por dia, da Estação Ferroviária Brejo Alegre (MG) com destino ao Complexo Portuário de Vitória (ES), trezentos e quinze vagões carregados com grãos agrícolas. O retorno da composição no período de novembro a maio é realizado com noventa vagões vazios até a Estação Ferroviária de Divinópolis (MG), e a partir dessa estação até Araguari (MG) a composição ferroviária é formada com quarenta e cinco vagões vazios.

No período de junho a outubro a composição ferroviária retorna do Complexo Portuário de Vitória (ES) carregado em média com cinquenta vagões de fertilizantes.

5.4.3 Dimensionamento da Capacidade de Carga e Número de Vagões do Corredor Centro Leste, subtrecho: Estação Ferroviária Brejo Alegre (MG) à Estação Ferroviária Eldorado (MG).

- Trecho Crítico: Serra do Tigre entre Ibiá (MG) e Garças de Minas (MG)

A capacidade operacional da via é crítica na Serra do Tigre, entre Ibiá (MG) e Garças de Minas (MG), devido à restrição da linha que apresenta entre os km 698,501 a 698,668 a maior inclinação de rampa com 3,080% e 95,68 m de curvatura de raio e extensão de 167,00 m e entre os km 699,149 a 699,322 a menor curvatura de raio com 71,00 m e rampa de 0,965% e extensão de 173,00 m, a velocidade de percurso no trecho é de 35,00 km/h (FCA, 2011).

As Figuras 9 e 10 mostram, respectivamente, a planta geométrica e o perfil longitudinal do Trecho Crítico (maior inclinação de rampa) da Serra do Tigre.

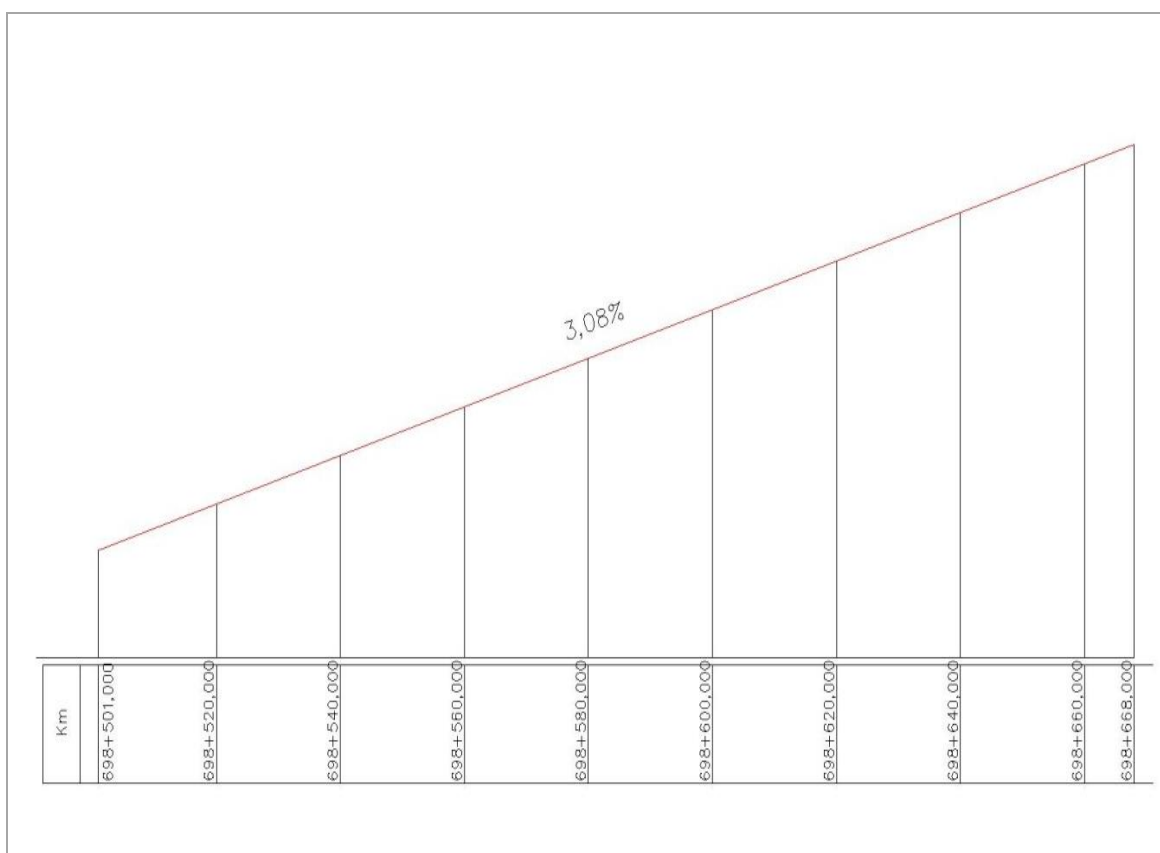


Figura 9 - Perfil Longitudinal do Trecho Crítico da Serra do Tigre.



Figura 10 - Planta Geométrica do Trecho Crítico da Serra do Tigre.

1. Características das Locomotivas

Locomotiva SD 40

- Potência total = 3.300,00 HP
- Peso bruto = 180,00 t;
- Área frontal = 14,86 m²;
- Base rígida da locomotiva = 13,259 m
- Número de eixos = 8 unidades;
- Número de locomotivas SD 40 = 4 unidades.

Locomotiva BB 36 - 7

- Potência total = 3.900,00 HP;
- Peso bruto = 160,00 t;
- Área frontal = 14,84 m²;
- Base rígida da locomotiva = 14,126 m;
- Número de eixos = 8 unidades;
- Número de locomotivas BB 36 - 7 = 2 unidades.

2. Características do Vagão Graneleiro HFE

- Peso médio bruto de milho em grãos = 90,00 t
- Peso médio bruto de soja em grãos = 85,00 t;
- Peso médio bruto de farelo de soja = 70,00 t;
- Área frontal = 6,83 m²;
- Número de eixos = 4 unidades.

5.4.3.1 Cálculo da Lotação do Trem

Adotando o Método da Lotação do Trem, através das fórmulas de Davis e Stevenson, descrita por Brina (1988) no Capítulo 4, seção 4.1, na página 64 deste estudo, tem-se:

- Cálculo das Resistências Normais

Na Equação 1: Taxas de Resistências Normais das Locomotivas

Tem-se:

Tabela 35 -Taxa de Resistências Normais das Locomotivas

Material Rodante	Peso por Eixo (t)	Área Frontal (m ²)	Número de Eixos (Und)	Velocidade (km/h)	Taxa de Resistências Normais das Loco (kgf/t)
SD 40	22,50	14,86	8,00	15,00	1,46
				25,00	1,70
				35,00	2,02
BB 36-7	20,00	14,84	8,00	15,00	1,54
				25,00	1,81
				35,00	2,15

Na Equação 2: Taxa de Resistências Normais dos Vagões

Tem-se:

Tabela 36 - Taxa de Resistências Normais dos Vagões

Material Rodante	Peso por Eixo (t)	Área Frontal (m ²)	Número de Eixos (Und)	Velocidade (km/h)	Taxa de Resistências Normais dos Vagões (kgf/t)
Vagões	22,50	6,83	4,00	15,00	1,46
				25,00	1,63
				35,00	1,81

- Cálculo das Resistências Acidentais

Na Equação 3: Taxa de Resistência de Curva das Locomotivas

Tem-se

Tabela 37 - Taxa de Resistência de Curva das Locomotivas

Material Rodante	Raio da Curva (m)	Base Rígida (m)	Bitola da Via (m)	Taxa de Resistência de Curva das Locomotivas (kgf/t)
SD 40	95,63	13,259	1,00	19,07
BB 36-7		14,126		19,98

Na Equação 4: Taxa de Resistência de Curva dos Vagões

Tem-se:

Tabela 38 - Taxa de Resistência de Curva dos Vagões

Material Rodante	Raio da Curva (m)	Bitola da Via (m)	Taxa de Resistência de Curva dos Vagões (kgf/t)
Vagão	95,63	1,00	5,23

Na Equação 5: Taxa de Resistência em Rampa das Locomotivas

Tem-se:

Tabela 39 - Taxa de Resistência em Rampa das Locomotivas

Inclinação de Rampa (%)	Taxa de Resistência em Rampa das Locomotivas (kgf/t)
3,080	30,80

Na Equação 5: Taxa de Resistência em Rampa dos Vagões

Tem-se:

Tabela 40 - Taxa de Resistência em Rampa dos Vagões

Inclinação de Rampa (%)	Taxa de Resistência em Rampa dos Vagões (kgf/t)
3,080	30,80

Na Equação 6: Resistência Total das Locomotivas

Tem-se:

Tabela 41 - Resistência Total das Locomotivas

Material Rodante	Peso Bruto da Locomotiva (t)	Taxa de Resistência Normal das Locomotivas (kgf/t)	Taxa de Resistência de Curva da Locomotiva (kgf/t)	Taxa de Resistência de Rampa da Locomotiva (kgf/t)	Velocidades (km/h)	Nº de Loco (Und)	Resistência Total das Loco (kgf)
SD 40	180,00	1,46	19,07	30,80	15,00	4	36.957,60
		1,70			25,00		37.130,40
		2,02			35,00		37.360,80
BB 36-7	160,00	1,54	19,98	30,80	15,00	2	16.742,40
		1,81			25,00		16.828,80
		2,15			35,00		16.937,60

Logo, Resistência Total do “TRICOTROL”:

$$R_{\text{TOTAL LOCO 15 km/h}} = R_{\text{LOCO 15 km/h SD 40}} + R_{\text{LOCO 15 km/h BB 36-7}}$$

$$R_{\text{TOTAL LOCO 15 km/h}} = 36.957,60 + 16.742,40$$

$$R_{\text{TOTAL LOCO 15 km/h}} = 53.700,00 \text{ (kgf)}$$

$$R_{\text{TOTAL LOCO 25 km/h}} = R_{\text{LOCO 25 km/h SD 40}} + R_{\text{LOCO 25 km/h BB 36-7}}$$

$$R_{\text{TOTAL LOCO 25 km/h}} = 37.130,40 + 16.828,80$$

$$R_{\text{TOTAL LOCO 25 km/h}} = 53.959,20 \text{ (kgf)}$$

$$R_{\text{TOTAL LOCO 35 km/h}} = R_{\text{LOCO 35 km/h SD 40}} + R_{\text{LOCO 35 km/h BB 36-7}}$$

$$R_{\text{TOTAL LOCO 35 km/h}} = 37.360,80 + 16.937,60$$

$$R_{\text{TOTAL LOCO 35 km/h}} = 54.298,40 \text{ (kgf)}$$

Na Equação 7: Taxa de Resistência Total dos Vagões

Tem-se:

$$R'_{\text{TOTAL VAGÃO 15 km/h}} = 1,46 + 5,23 + 30,80$$

$$R'_{\text{TOTAL VAGÃO 15 km/h}} = 37,49 \text{ (kgf/t)}$$

$$R'_{\text{TOTAL VAGÃO 25 km/h}} = 1,63 + 5,23 + 30,80$$

$$R'_{\text{TOTAL VAGÃO 15 km/h}} = 37,66 \text{ (kgf/t)}$$

$$R'_{\text{TOTAL VAGÃO 35 km/h}} = 1,81 + 5,23 + 30,80$$

$$R'_{\text{TOTAL VAGÃO 35 km/h}} = 37,84 \text{ (kgf/t)}$$

A partir das resistências normais e acidentais, pode-se determinar a lotação da composição ferroviária:

- Esforço Trator

Na Equação 8: Esforço Trator Efetivo

Tem-se:

Tabela 42 - Esforço Trator Efetivo

Material Rodante	Potência da locomotiva (HP)	Número de Locomotivas (Und)	Velocidades (km/h)	Esforço Trator Efetivo (kgf)
SD 40	3.300,00	4	15,00	240.451,20
			25,00	144.270,72
			35,00	103.050,51
BB 36-7	3.900,00	2	15,00	142.084,80
			25,00	85.250,88
			35,00	60.893,49

Logo, Esforço Trator Efetivo do “TRICOTROL”:

$$F_{R \text{ TOTAL LOCO } 15 \text{ km/h}} = 240.451,20 + 142.084,80$$

$$F_{R \text{ TOTAL LOCO } 15 \text{ km/h}} = 382.536,00 \text{ (kgf)}$$

$$F_{R \text{ TOTAL LOCO } 25 \text{ km/h}} = 144.270,72 + 85.250,88$$

$$F_{R \text{ TOTAL LOCO } 25 \text{ km/h}} = 229.521,60 \text{ (kgf)}$$

$$F_{R \text{ TOTAL LOCO } 35 \text{ km/h}} = 103.050,51 + 60.893,49$$

$$F_{R \text{ TOTAL LOCO } 35 \text{ km/h}} = 163.944,00 \text{ (kgf)}$$

- Esforço Trator Útil - Relativo à Potência das Locomotivas

Na Equação 9: Esforço Trator Útil

Tem-se:

Tabela 43 - Esforço Trator Útil - Relativo à Potência das Locomotivas

Velocidades (km/h)	Esforço Trator Efetivo (kgf)	Resistência Total das Locomotivas (kgf)	Esforço Trator Útil (kgf)
15,00	382.536,00	53.700,00	328.836,00
25,00	229.521,60	53.959,20	175.562,40
35,00	163.944,00	54.298,40	109.645,60

- Esforço Trator Útil - Relativo à Aderência

Na Equação 10: Coeficiente de Aderência

Tem-se:

Adotado $f_o = 0,22$ – coeficiente de aderência médio

Tabela 44 - Coeficiente de Aderência

Material Rodante	Coeficiente de Aderência Médio	Velocidade (km/h)	Coeficiente de Aderência
SD 40	0,22	15,00	0,190
		25,00	0,176
		35,00	0,163
BB 36-7	0,22	15,00	0,190
		25,00	0,176
		35,00	0,163

Na Equação 11: Peso Aderente das Locomotivas

Tem-se:

Tabela 45 - Peso Aderente

Material Rodante	Peso Bruto da Locomotiva (t)	Peso Aderente (t)
SD 40	180,00	180,00
BB 36-7	160,00	160,00

Na Equação 12: Força Aderente das Locomotivas

Tem-se:

Tabela 46 - Força Aderente das Locomotivas

Material Rodante	Número de Locomotivas (Und)	Velocidade (km/h)	Coefficiente de Aderência	Peso Aderente (t)	Força Aderente das Locomotivas (kgf)
SD 40	4	15,00	0,190	180,00	136.800,00
		25,00	0,176		126.720,00
		35,00	0,163		117.360,00
BB 36-7	2	15,00	0,190	160,00	60.800,00
		25,00	0,176		56.320,00
		35,00	0,163		52.160,00

Logo, Força Aderente do “TRICOTROL”:

$$F_{AD. LOCO 15 km/h} = F_{AD. 15 km/h SD 40} + F_{AD. 15 km/h BB 36-7}$$

$$F_{AD. LOCO 15 km/h} = 136.800,00 + 60.800,00$$

$$F_{AD. LOCO 15 km/h} = 197.600,00 \text{ (kgf)}$$

$$F_{AD. LOCO 25 km/h} = F_{AD. 25 km/h SD 40} + F_{AD. 25 km/h BB 36-7}$$

$$F_{AD. LOCO 25 km/h} = 126.720,00 + 56.320,00$$

$$F_{AD. LOCO 25 km/h} = 183.040,00 \text{ (kgf)}$$

$$F_{AD. LOCO 35 km/h} = F_{AD. 35 km/h SD 40} + F_{AD. 35 km/h BB 36-7}$$

$$F_{AD. LOCO 35 km/h} = 117.360,00 + 52.160,00$$

$$F_{AD. LOCO 35 km/h} = 169.320,00 \text{ (kgf)}$$

Na Equação 13: Esforço Trator Útil

Tem-se:

Tabela 47 - Esforço Trator Útil - Relativo à Aderência

Velocidades (km/h)	Força Aderente das Locomotivas (kgf)	Resistência Total das Locomotivas (kgf)	Esforço Trator Útil (kgf)
15,00	197.600,00	53.700,00	143.900,00
25,00	183.040,00	53.959,20	129.080,00
35,00	169.320,00	54.298,40	115.021,00

Com os valores do Esforço Trator Útil, referente à potência das locomotivas e a aderência.

Tem-se:

$F_{U \text{ POT. LOCO } 15 \text{ km/h}} = 328.836,00 \text{ (kgf)} > F_{U \text{ AD. LOCO } 15 \text{ km/h}} = 143.900,00 \text{ (kgf)}$ – Ocorre patinação das rodas das locomotivas, devido à potência dos motores serem superiores as forças de aderência, logo:

$$F_{U \text{ } 15 \text{ km/h}} = 143.900,00 \text{ (kgf)}$$

$F_{U \text{ POT. LOCO } 25 \text{ km/h } 15 \text{ km/h}} = 175.562,40 \text{ (kgf)} > F_{U \text{ AD. LOCO } 15 \text{ km/h}} = 129.080,80 \text{ (kgf)}$ – Para a velocidade de 25 km/h, ocorre a patinação das rodas das locomotivas, devido a potencia dos motores das máquinas serem superiores as forças de aderência, logo:

$$F_{U \text{ } 25 \text{ km/h}} = 129.080,80 \text{ (kgf)}$$

$F_{U \text{ AD. LOCO } 35 \text{ km/h}} = 115.021,60 \text{ (kgf)} > F_{U \text{ POT. LOCO } 35 \text{ km/h}} = 109.645,60 \text{ (kgf)}$ – As forças de aderências são superiores a potência dos motores das locomotivas, impedindo o deslocamento, logo:

$$F_{U \text{ } 35 \text{ km/h}} = 109.645,60 \text{ (kgf)}$$

Na Equação 14: Lotação da Composição Ferroviária

Tem-se:

$$P_{\text{TOTAL } 15 \text{ km/h}} = 3.838,36 \text{ (kgf)}$$

$$P_{\text{TOTAL } 25 \text{ km/h}} = 3.427,53 \text{ (kgf)}$$

$$P_{\text{TOTAL } 35 \text{ km/h}} = 2.897,61 \text{ (kgf)}$$

Na Equação 15: Número de Vagões

Tem-se:

Tabela 48 - Número de Vagões no Trecho Crítico
Inclinação de Rampa: 3,080% e Raio de Curva: 95,63 m

Produtos	Vagões Graneleiros Peso Bruto (t)	Número de Vagões (Und)		
		Velocidades		
		15 (km/h)	25 (km/h)	35 (km/h)
Soja em grãos	85	45	40	34
Milho em grãos	90	43	38	32
Farelo de soja	70	55	49	41

CONCLUSÃO: Atualmente a composição ferroviária formada pela FCA na Estação Ferroviária Brejo Alegre (MG) com destino ao Complexo Portuário de Tubarão (ES), tem capacidade de lotação em 7.600,00 toneladas (FCA, 2011).

Através do Método da Lotação do Trem conclui-se que as características técnicas da infraestrutura ferroviária, principalmente devido a inclinação de rampa do trecho crítico, influi diretamente na produção do escoamento dos grãos agrícolas, do Corredor Ferroviário Centro Leste – subtrecho: Estação Ferroviária Brejo Alegre (Araguari/MG) à Estação Ferroviária Eldorado (Contagem/MG).

Para compensar as características técnicas adversas da infraestrutura, a FCA utiliza o modelo de tração denominado “TRICOTROL”, desde o ano de 2006, onde a tração das locomotivas são distribuídas, acarretando ganho da capacidade de reboque dos vagões através da distribuição do conjunto de duas locomotivas SD 40 e trinta vagões, duas locomotivas BB 36 – 7 e trinta vagões e duas locomotivas SD 40 e trinta vagões.

Esta formação a FCA obteve através de experimentos de tração e carga total “in loco”, até concluir qual a melhor distribuição das locomotivas e vagões na composição ferroviária.

Com a atual composição ferroviária a FCA mantém periodicamente rondas de linha a pé, para acompanhar, analisar a situação física da superestrutura ferroviária (dormentes, desgastes de trilhos, fixações e lastro), bem como, o comportamento de tração das locomotivas, verificando se há necessidade de ajustes ou correções.

Conclui-se, ainda, que o Método da Lotação do Trem descrito por Brina (1988), a partir das fórmulas de Davis e Stevenson, não se aplica para o modelo de tração distribuída “TRICOTROL”, haja vista, que os valores encontrados para a Lotação do Trem para as velocidades de 15,00 km/h, 25,00 km/h e 35,00 km/h são inferiores em 50,50%, 45,10% e 38,13% respectivamente, ao valor da Lotação Total da Composição Ferroviária, adotada atualmente pela FCA.

Nota-se ainda que a devido a curta extensão das curvas e rampas o sistema “TRICOTROL”, por ter tração distribuída neutraliza as resistências acarretando ganho de tração.

5.5 CUSTOS E FRETES FERROVIÁRIOS

Conforme já mencionado na formação dos custos de transportes ferroviário destaca-se a importância de custos fixos e variáveis. Os custos fixos e variáveis ferroviários são fortemente influenciados pela manutenção da via permanente, combustíveis e dos materiais rodantes, conforme mostra a Tabela 49.

Tabela 49 - Estimativa de Custo Operacional da Ferronorte

Itens	Custos US\$*/(t x km)
Administração	0,0019
Equipagem	0,0008
Combustíveis e lubrificantes	0,0063
Manutenção de material rodante	0,0048
Manutenção de via permanente	0,0057
Terminais	0,0015
Total	0,0210**

Fonte: Sílvio dos Santos, 2005.

* Dólar em 22/05/2011 – R\$ 1,615

** Não incluso ICMS

O consumo de combustíveis exerce grande influência nos custos variáveis. No caso da FCA o consumo é de 12,32 litros por 1.000 TKU, conforme relatório anual da ANTT (2009). Assim, de posse do consumo e do preço do óleo diesel da distribuidora Petrobras em 2009, em Araguari (MG), foi dimensionado os Custos Variáveis no trecho compreendido entre a Estação Ferroviária Brejo Alegre (MG) à Estação Ferroviária Eldorado (MG).

A Tabela 50 mostra os custos variáveis para o Corredor Centro Leste – subtrecho: Estação Ferroviária Brejo Alegre (Araguari/MG) à Estação Ferroviária Eldorado (Contagem/MG):

Tabela 50 - Custos Variáveis (Corredor Centro Leste – Araguari/MG à Contagem/MG)

Custos Variáveis	Produção TKU (2009)	Custos (R\$)
Combustíveis e outros	3.705.337.516,00	83.995.555,08
Total		83.995.555,08

Fonte: ANTT, 2009; ALL, 2006; FCA, 2011.

(1) – Preço do combustível, óleo diesel em 2009 – R\$ 1,84.

Considerando o Relatório de Análise da América Latina Logística S.A. (Ferrovias Bandeirantes S.A. e Ferrovias Norte Brasil S.A), elaborado pelo Banco de Investimentos Credit Suisse (Brasil) S.A. (2006), a estimativa de custo operacional da Ferrovia Norte Brasil S.A. elaborado pela *Canadian Pacific Consulting*, em Ferronorte – Perfil do Empreendimento, (1992), onde apontam que os custos fixos giram em torno de 20,00% dos custos totais e ainda Ballou (2006), descreve que os custos variáveis das ferrovias representam entre metade e dois terços dos custos totais. Assim, adotou-se para este trabalho que o custo fixo representa 25,00% dos custos variáveis.

A partir do dimensionamento dos custos variáveis foram calculados os custos fixos conforme mostra a Tabela 51.

Tabela 51 - Custos Fixos (Corredor Centro Leste – Araguari/MG à Contagem/MG)

Custos Fixos	Produção TKU (2009)	Custos (R\$)
Pessoal e outros	3.705.337.516,00	20.998.888,77
Total		20.998.888,77

Fontes: ANTT, 2009; ALL, 2006; FCA, 2009.

Dessa forma, a partir dos custos variáveis e fixos encontrados para o trecho em estudo, calculou-se o custo unitário ferroviário para transportar uma determinada carga no segmento de linha férrea considerado.

Com base nos dados das Tabelas 50 e 51, o custo unitário no Corredor Centro Leste, no trecho entre a Estação Brejo Alegre (MG) à Estação Ferroviária de Eldorado (MG) em 2009, conforme Equação 15 é:

Na Equação 15: Custo Unitário

Tem-se:

$$C_{UN.} = \frac{20.998.888,77 + 83.995.555,08}{3.705.337.516,00}$$

$$C_{UN.} = R\$ \frac{0.028}{TKU/ANO}$$

A Tabela 52 apresenta os seguintes valores tarifários, segundo a ANTT (2009), para o transporte ferroviário da soja em grãos, farelo de soja, milho e trigo com distância entre 801,00 a 1.600,00 km.

Tabela 52 - Cotação de Fretes Ferroviários

Concessionária	R\$/(t x km)	Concessionária	R\$/(t x km)
F.C.A	0,06693	Ferroeste	0,02297
T.N.L	0,04725	A.L.L.M.O	0,02588
F.N.S	0,04644	A.L.L.M.S	0,05989
M.R.S	0,06976	Média	0,04845*

Fonte: Agência Nacional de Transportes Terrestres (ANTT), 2009.

* Não Incluso ICMS*

Com base na Tabela 52 conclui-se que um vagão ferroviário com 80,00 toneladas de soja partindo da Estação Ferroviária Brejo Alegre (MG) à Estação Ferroviária de Eldorado (MG), apresenta o seguinte valor de frete:

$$\text{Frete}_{\text{Ferroviário}} = 80,00 \text{ (t)} * 746,00 \text{ (km)} * \text{R\$ } 0,06693/(\text{TKU})$$

$$\text{Frete}_{\text{Ferroviário}} = \text{R\$ } 3.994,38$$

O custo unitário do transporte ferroviário no mesmo trecho é de:

$$C_{\text{UN FERROVIÁRIO}} = \text{R\$ } 0,028/\text{TKU}$$

$$\text{Carga} = 80,00 \text{ (t)}$$

$$C_{\text{UN FERROVIÁRIO}} = 80,00 \text{ (t)} * 746,00 \text{ (km)} * \text{R\$ } 0,028/(\text{TKU})$$

$$C_{\text{UN FERROVIÁRIO}} = \text{R\$ } 1.671,04$$

O custo do frete ferroviário no trecho em estudo é superior em 58,17% ao custo operacional do transporte ferroviário, logo, pode-se concluir quando se compara com os custos operacionais da Ferronorte – Tabela 49 e pelos dados disponíveis, o Corredor Ferroviário Centro Leste, subtrecho: Estação Ferroviária Brejo Alegre (Araguari/MG) à Estação Ferroviária Eldorado (Contagem/MG), que o custo unitário do transporte do trecho está numa ordem de grandeza compatível.

Segundo o Sistema de Informações de Frete (SIFRECA, 2005), emitido pela ESALQ/USP, os fretes por modalidade de transportes da soja para transportar uma tonelada em 1.000 km, têm os seguintes valores:

- Rodoviário..... US\$ 30,00;
- Ferroviário..... US\$ 22,00;
- Hidroviário..... US\$ 13,00.

Logo, baseado no SIFRECA (2005), o valor de frete da modalidade ferroviária tem valor 26,67% inferior ao rodoviário. Traçando uma comparação para a mesma carga de 80,00 (t) de soja, partindo de Araguari (MG) com destino a Contagem (MG), tem o valor de frete de R\$ 5.059,58 pela modalidade rodoviária. Neste caso são necessários dois caminhões combinados, haja vista, que a Resolução nº 211, de 13 de novembro de 2006 do Conselho Nacional de Trânsito (CONTRAN), determina o trânsito de caminhões combinados em rodovias brasileiras com capacidade máxima de carga de 38 a 40 toneladas, dependendo do peso do veículo.

Portanto, baseado no valor de frete ferroviário da ANTT (2009) e do SIFRECA (2005), é mais vantajoso transportar uma carga de soja partindo de Araguari (MG) com destino a Contagem (MG), pela modalidade ferroviária em detrimento a modalidade rodoviária.

CAPÍTULO 6

CONSIDERAÇÕES FINAIS

As ferrovias brasileiras passaram por um período de estagnação, após o crescimento da modalidade rodoviária. Com as privatizações ocorridas entre os anos de 1996 e 1998, a produção ferroviária do ano de 1997, que foi de 137,20 bilhões de TKU para 245,30 bilhões de TKU em 2009, um aumento de 78,79%, provocado principalmente por investimentos na infraestrutura e materiais rodantes, iniciando uma nova fase na administração das ferrovias, na qual se projeta para o ano de 2025 a nova readequação da atual matriz de transporte, aumentando a participação da modalidade ferroviária dos atuais 25,00% para 35,00%, tendo como resultado final o ganho da competitividade dos produtos brasileiros no mercado internacional.

Tendo como objetivo identificar as condições do transporte ferroviário do complexo soja (grãos, farelo e óleo) no Corredor Ferroviário Centro Leste, este estudo focou especificamente no trecho ferroviário da Estação Ferroviária Brejo Alegre a Estação Ferroviária Eldorado, nos municípios de Araguari (MG) e Contagem (MG), respectivamente, trecho administrado pela FCA, com área de influência que engloba principalmente o Mato Grosso, que atualmente é o principal estado produtor de grãos agrícolas, Goiás, Bahia, Distrito Federal e Minas Gerais, que configura como uma das principais rotas de transporte de grãos do país em especial o complexo soja, que representou 23,00% das exportações brasileiras do agronegócio no ano de 2010.

As principais alternativas de transporte concorrentes a FCA em sua área de influência são a modalidade rodoviária até o Porto de Santos (SP) ou ao Complexo Portuário de Vitória (ES) e o intermodal: rodoviário até o Complexo Portuário de São Simão (GO); hidroviário, através da hidrovía Paranaíba-Tietê-Paraná, com transbordo no Terminal Ferroviário de Pederneiras (SP); seguindo por via férrea até o Porto de Santos (SP).

O Corredor Centro Leste se mostra uma excelente alternativa para solucionar o problema dos altos custos de movimentação dos grãos agrícolas até os portos, o que termina por onerar demais o produto brasileiro se comparado aos demais países produtores, em especial os Estados Unidos e Argentina.

Este trabalho apresentou comparação do valor do frete entre as modalidades ferroviária e rodoviária, baseado nos indicadores da SIFRECA (2005). Na comparação conclui-se que a modalidade ferroviária apresenta valor de frete que inviabiliza o transporte de grãos de Araguari (MG) até Vitória (ES), pela modalidade rodoviária.

O presente estudo estimou o custo do transporte ferroviário entre a Estação Ferroviária Brejo Alegre (MG) à Estação Ferroviária Eldorado (MG), sendo que, o custo do frete ferroviário é superior em 58,17% ao custo do transporte ferroviário, com base no frete ferroviário, ANTT (2009). Para que ocorra ainda mais a diminuição dos custos do transporte ferroviário no trecho em estudo é necessário eliminar os gargalos da atual infraestrutura ferroviária. Baseado no modelo operacional adotado pela FCA que resulta em uma relação peso-potência de 0,36 t/HP, enquanto que a EFVM utiliza uma relação de 0,95 t/HP, acarretando aumento dos custos variáveis com influência direta nos custos do transporte.

A carga de grãos embarcados pela Estação Ferroviária Brejo Alegre (MG) apresentou um crescimento de 17,32% comparados os anos de 2010 e 2008, enquanto que a produção de soja no país, principal produto escoado pelo Corredor Centro Leste, apresentou um aumento de 22,63% no mesmo período. Demonstra, portanto, uma demanda para o enorme potencial de crescimento do volume de carga de grãos, sendo a modalidade ferroviária uma alternativa para solucionar o problema dos altos custos da logística de transportes do Brasil.

REFERÊNCIAS

A Expansão do Transporte Ferroviário. *Revista Eletrônica Multilogística*. Ano XVIII, 2009. Porto Alegre, RS. Disponível em: <<http://www.sinalcom.com.br/img/pdf/27REVMultilogisticaJUN.pdf>>. Acesso em: 24 de abr., 2011.

BALLOU, R. H.. **Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos/Logística Empresarial**. Bookman. Ed. 8. Porto Alegre – RS, 2006.

BERTAGLIA, P. R.. **Logística e Gerenciamento da Cadeia de Abastecimento**. Saraiva. São Paulo – SP, 2007.

BRASIL. Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC). Disponível em: <<http://www.anac.gov.br/>>. Acesso em: 24 de dez., 2010.

BRASIL. Agência Nacional de Transportes Aquaviário (ANTAQ). Disponível em: <<http://www.antaq.gov.br>>. Acesso em: 24 de dez., 2010.

BRASIL. Associação Nacional dos Transportadores Ferroviários (ANTF). Disponível em: <<http://www.antf.org.br/>>. Acesso em: 24 de dez., 2010.

BRASIL. Agência Nacional de Transportes Terrestres (ANTT). Disponível em: <<http://www.antt.gov.br>>. Acesso em: 24 de dez., 2010.

_____. Agência Nacional de Transportes Terrestres (ANTT). Disponível em: <<http://www.antt.gov.br/concessaofer/EvolucaoFerroviaria.pdf>>. Acesso em: 14 de fev., 2011.

BRASIL. Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES). Disponível em: <<http://www.bndes.gov.br>>. Acesso em: 24 de dez., 2010.

BRASIL. Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB). Disponível em: <<http://www.conab.gov.br>>. Acesso em: 4 de abr., 2011.

BRASIL. Confederação Nacional do Transporte (CNT). **Pesquisa CNT de Ferrovias 2009**. Disponível em: <www.cnt.org.br>. Acesso em: 14 de fev., 2011.

BRASIL. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT). Disponível em: <<http://www.dnit.gov.br>>. Acesso em: 24 de dez., 2010.

BRASIL. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA). Disponível em: <<http://www.embrapa.gov.br>>. Acesso em: 24 de dez., 2010.

BRASIL. Empresa Brasileira de Infraestrutura Aeroportuária (INFRAERO). Disponível em: <<http://www.infraero.gov.br/>>. Acesso em: 05 de mai., 2011.

BRASIL. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: 05 de mai., 2011.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/>>. Acesso em: 05 de mai., 2011.

BRASIL. Ministério dos Transportes (MT). Disponível em: <<http://www.transportes.gov.br>>. Acesso em: 05 de mai., 2011.

BRASIL. **Programa de Aceleração do Crescimento (PAC) – 10º Balanço**. Disponível em: <<http://www.planejamento.gov.br>>. Acesso em: 02 de jun, 2010.

BRINA, H. L. **Estradas de Ferro**. ed. 2.Vol. 1.Editora da UFMG.Belo Horizonte - MG, 1988.

_____, H. L. **Estradas de Ferro**. ed. 2.Vol. 2. Editora da UFMG. Belo Horizonte - MG, 1988.

CAIXETA-FILHO, J. V. e GAMEIRO, A. H. **Transporte e Logística em Sistemas Agroindustriais**. Atlas. São Paulo - SP, 2001.

_____, J. V. e MARTINS, R. S. **Gestão Logística do Transporte de Cargas**. Atlas. São Paulo - SP, 2007.

CAMARGO, P. V. de. **Análise de um Sistema de Transporte Ferroviário de Granéis Agrícolas Através de uma Abordagem Integrada Simulação-Otimização**. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Transportes). Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo/SP, 2010.

Centro de Estudos em Logística do Instituto de Pós-Graduação e Pesquisa em Administração da Universidade Federal do Rio de Janeiro (CEL/COPPEAD/UFRJ). Disponível em: <<http://www.coppead.ufrj.br>>. Acesso em: 04 de jan., 2011.

Central Intelligence Agency (CIA). The World Fact Book/2010. Disponível em: <<https://www.cia.gov/library/publications/the-world-factbook/index.html>>. Acesso em: 14 de fev., 2011.

COELI, C. C. de; **Análise da Demanda Por Transporte Ferroviário: O Caso do Transporte de Grãos e Farelo de Soja na Ferronorte**. Dissertação (Mestrado em Administração). Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro/RJ, 2004.

Departamento de Transportes/Universidade Federal do Paraná. **Sistemas de Transportes - TT046**. Disponível em: <<http://www.dtt.ufpr.br/Sistemas/Arquivos/AULAsistemas13alunos.pdf>>. Acesso em: 4 de abr., 2011.

DIAS, M. A. P.. **Administração de Materiais – Uma Abordagem Logística**. Atlas. São Paulo – SP, 1993.

EUA. *Association of American Railroads (AAR)*. Disponível em: <<http://www.aar.org>>. Acesso em: 05 de mai., 2011.

EUA. *Surface Transportation Board (STB)*. Disponível em: <<http://www.stb.dot.gov/stb/index.html>>. Acesso em: 05 de mai., 2011.

Exportação de Produtos Agrícolas Diminui, Mas Recupera em Dezembro. Disponível em: <<http://www.correiodobrasil.com.br>>. Acesso em: 10 de jan., 2011.

Ferrovia: Amiga Injustiçada, Solução Ignorada, Política Abafada. *Revista Eletrônica*. Disponível em: <<http://www.webartigos.com>>. Acesso em: 24 de abr., 2011.

Ferrovia Centro Atlântica (FCA). Disponível em: <<http://www.fcasa.com.br/>>. Acesso em: 04 de jan., 2011.

FLEURY, P. R.; WANKE, P. e FIGUEREDO, K. F. **Logística Empresarial - A Perspectiva Brasileira**. São Paulo: Atlas, 2000.

International Civil Aviation Organization (ICAO). Disponível em: <<http://www.icao.int/>> Acesso em: 08 de mai., 2011.

LAKATOS, E. M. e MARCONI, M. de A. **Fundamentos de Metodologia Científica**. Atlas. São Paulo – SP, 2003, p. 83-113.

LIMA, M. P. Custos Logísticos na Economia Brasileira. **ILOS - Instituto de Logística e Supply Chain**, 2006. Disponível em: <<http://www.ilos.com.br/site/index.php>>. Acesso em: 02 de jun., 2010.

Manual de Cálculo de Custos e Formação de Preços do Transporte Rodoviário de Cargas. Disponível em: <<http://www.guiadotrc.com.br/pdf/FILES/MANUAL.pdf>>. Acesso em: 12 de jun., 2010.

MORALES, P. R. D. **Modelo Para Gerenciamento de Um Corredor Ferroviário de Transporte de Carga**. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Transportes). Instituto Militar De Engenharia/IME, Rio de Janeiro/RJ, 1993.

Notícias Agrícolas. Brasil exportará volume recorde de soja, estima ABIOVE, 2009. ABIOVE - Associação Brasileira das Indústrias de Óleos Vegetais. Disponível em: <<http://www.abiove.com.br>>. Acesso em: 12 de jun., 2011.

NOVAES, A. G. **Logística e Gerenciamento da Cadeia de Distribuição**. ed 2. Campus Ed., 2004. Rio de Janeiro, RJ.

Nunca antes na história desse país... **Revista Ferroviária**. Rio de Janeiro, novembro 2009, p. 22-33. Presidência da República Disponível em: <<http://www.planalto.gov.br>> Acesso em: 24 de dez., 2010.

Plano Estratégico de Logística e de Transportes do Estado do Espírito Santo - Componente Ferroviário (Vol. 4). Disponível em: <<http://www.es-acao.org.br/midias/pdf/649-4c6ed02ae31a6.pdf>>. Acesso em: 10 de abr., 2011.

Que recessão, que nada. *Revista Ferroviária*. Rio de Janeiro, março 2008, p. 26-31.

Regulamento dos transportes ferroviários. Decreto nº 1832, Brasília: Diário Oficial da União 05/03/1996. 23 p.

SANTOS, S. dos. **Um Estudo Sobre a Participação do Modal Ferroviário no Transporte de Cargas no Brasil**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil). Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis/SC, 2005.

SCHROEDER, E. M. e DE CASTRO, J. C. **Transporte Rodoviário de Carga no Brasil: Situação Atual e Perspectivas**. BNDES, 1996, 13 p. Disponível em: <http://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/export/sites/default/bndes_pt/Galerias/Arquivos/conhecimento/revista/carga.pdf>. Acesso em: 14 de fev., 2011.

SILVA, M. A.; PINHEIRO, M. S. de F.; FRANÇA, M. N. **Guia Para Normalização de Trabalhos Técnicos: Projetos de Pesquisa, Trabalhos Acadêmicos, Dissertações e Teses**. ed. 5. EDUFU. Uberlândia – MG, 2005

Transporte – Desafio ao Crescimento Brasileiro, 2004. ANUT – Associação Nacional dos Usuários de Transportes de Carga. Disponível em: <<http://www.anut.com.br>>. Acesso em: 12 de jun., 2010.

Uma Ferrovia Imperial. **Revista Cidades do Brasil**, Curitiba/PR, v. 5, n 57, jan. 2005. Disponível em: <[http://cidadesdobrasil.com.br/cgi-cn/news.cgi?cl=099105100097100101098114 & arecod=14&newcod=851](http://cidadesdobrasil.com.br/cgi-cn/news.cgi?cl=099105100097100101098114&arecod=14&newcod=851)>. Acesso em: 4 de abr., 2011.

Vantagens do Uso da Ferrovia. *Revista Eletrônica Multilogística*. Porto Alegre, 2007. Disponível em: <<http://www.multilogistica.com.br>>. Acesso em: 24 de abr., 2010.

VARANDA, N. J. P. e BARROS, A. F. C. C. **Tipos de Navios**. *Scribd*/2003. Disponível em: <<http://pt.scribd.com/doc/55844173/Tipos-de-Navios>>. Acesso em: 04 de mar., 2011.

VERGARA, S. C.. **Projetos e Relatórios de Pesquisa em Administração**. Atlas Ed., 1997. São Paulo, SP.