

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO

JOANDERSON JAMES OLIVEIRA MORAIS

THIAGO GALVÃO DA COSTA PINTO

O Novo Cenário Logístico da Malha Ferroviária Nacional

Recife
2014

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO

JOANDERSON JAMES OLIVEIRA MORAIS

THIAGO GALVÃO DA COSTA PINTO

O Novo Cenário Logístico da Malha Ferroviária Nacional

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Departamento de
Engenharia Civil da Universidade
Federal de Pernambuco para obtenção
do grau de Engenheiro Civil

Área de Concentração: Engenharia Civil

Orientador: Prof. Fernando Jordão de
Vasconcelos, Msc.

Recife
2014

Catálogo na fonte
Bibliotecária Margareth Malta, CRB-4 / 1198

M827n Morais, Joanderson James Oliveira.
O novo cenário logístico da malha ferroviária nacional /
Joanderson James Oliveira Morais e Thiago Galvão da Costa Pinto. -
Recife: O Autor, 2014.
70 folhas, il., gráfs., tabs.

Orientador: Prof. MSc. Fernando Jordão de Vasconcelos.
TCC (Graduação) – Universidade Federal de Pernambuco. CTG.
Departamento de Engenharia Civil, 2014.
Inclui Referências.

1. Engenharia Civil. 2. Infraestrutura. 3. Transportes. 4.
Integração. 5. Ferrovias. 6. Logística. I. Pinto, Thiago Galvão da
Costa. II. Vasconcelos, Fernando Jordão de. (Orientador). III.
Título.

UFPE

624 CDD (22. ed.)

BCTG/2014-066



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
 UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
 CENTRO DE TECNOLOGIA E GEOCIÊNCIAS
 ESCOLA DE ENGENHARIA DE PERNAMBUCO
 COORDENAÇÃO DO CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL

ATA DA DEFESA DO TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO PARA CONCESSÃO DO GRAU DE ENGENHEIRO CIVIL

CANDIDATO(S): 1 JOAQUIM PERSON JAMES OLIVEIRA MORAES
 2 THIAGO GALVÃO DA COSTA PINTO

BANCA EXAMINADORA:

Orientador: PROF. FERNANDO JORDÃO DE VASCONCELOS

Examinador 1 PROF. MAURICIO RENATO PINA MOREIRA

Examinador 2 PROF. MAURICIO OLIVEIRA DE ANDRADE

TÍTULO DO TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO: O NOVO CEPARCO LOGÍSTICO DA MALHA FERROVIÁRIA NACIONAL

LOCAL: SALA 101 do Bloco DE AULAS DO CTG HORÁRIO DE INÍCIO: 17:55

Em sessão pública, após exposição de cerca de 20 minutos, o(s) candidato(s) foi (foram) argüido(s) oralmente pelos membros da banca, sendo considerado(s):

1) **aprovado(s)**, pois foi demonstrado suficiência de conhecimento e capacidade de sistematização no tema da monografia e o texto do trabalho aceito

Sem revisões.

Com revisões, a serem feitas e verificadas pelo orientador no prazo máximo de 30 dias. (o verso da folha da ata poderá ser utilizado para pontuar revisões).

2) (...) **reprovado(s)**.

Na forma regulamentar foi lavrada a presente ata que é assinada pelos membros da banca e pelo(s) candidato(s).

Recife, 26 de FEVEREIRO de 2011.

Orientador:

Examinador 1:

Examinador 2:

Candidato 1:

Candidato 2:

AGRADECIMENTOS

Gostaríamos de agradecer a todos aqueles que nos apoiaram desde o começo da universidade até esse dia tão especial da apresentação do Trabalho de Conclusão de Curso pois dificilmente conseguiremos expressar nossa gratidão nessas poucas linhas que seguem.

Primeiramente agradecemos a Deus por mais uma etapa concluída nas nossas vidas. Posteriormente agradecemos aos nossos pais, irmãos pela força e o carinho sempre especial, nos ajudando desde os momentos mais difíceis até as comemorações nos momentos de glória.

As nossas namoradas pelo apoio, palavras de estímulo e em muitos momentos juntos contribuíram para a conclusão de todo o curso.

Um agradecimento especial aos Engenheiros José Morais Neto (pai de Joanderson) e Marco Túlio Soares pelas informações concebidas ao longo do trabalho, além da paciência em nos explicar didaticamente os conceitos do sistema ferroviário.

Ao professor Fernando Jordão por toda sua orientação durante a elaboração deste trabalho despertando em nós o interesse por este tema tão relevante para a sociedade.

As nossas famílias e amigos pelas mensagens de estímulo enviadas durante muitos momentos de ausência. E a todos que colaboraram direta ou indiretamente para que o objetivo deste trabalho fosse alcançado.

Sumário

| | | |
|------------|--|-----------|
| 1 | RESUMO | 1 |
| 2 | ABSTRACT | 2 |
| 3 | INTRODUÇÃO | 3 |
| 3.1 | CONSIDERAÇÕES INICIAIS | 3 |
| 3.2 | OBJETIVOS | 3 |
| 3.3 | ESTRUTURA DO TRABALHO | 4 |
| 4 | CONTEXTUALIZAÇÃO DO TEMA | 6 |
| 4.1 | O QUE É FERROVIA? | 6 |
| 4.1.1 | VIA PERMANENTE | 6 |
| 4.1.2 | INFRAESTRUTURA FERROVIÁRIA | 7 |
| 4.1.3 | BITOLAS | 9 |
| 4.1.4 | MATERIAL RODANTE | 10 |
| 4.2 | FERROVIA COMO INFRAESTRUTURA DE ATIVIDADE ECONÔMICA | 12 |
| 5 | CONTEXTO HISTÓRICO DAS FERROVIAS | 16 |
| 5.1 | O SURGIMENTO DAS FERROVIAS | 16 |
| 5.2 | O CRESCIMENTO ACELERADO | 18 |
| 5.3 | DECLÍNIO DAS FERROVIAS | 19 |
| 5.4 | DESESTATIZAÇÃO DA MALHA FERROVIÁRIA | 22 |
| 6 | DIAGNÓSTICO DA ATUAL MALHA FERROVIÁRIA NACIONAL | 26 |
| 7 | CONTEXTOS DAS MALHAS FERROVIÁRIAS INTERNACIONAIS | 31 |
| 8 | PROGRAMA DE INVESTIMENTO EM LOGÍSTICA - PIL | 34 |
| 8.1 | APRESENTAÇÃO | 34 |
| 8.2 | OBJETIVOS | 34 |
| 8.3 | METODOLOGIA | 35 |
| 8.4 | EMPRESA DE PLANEJAMENTO E LOGÍSTICA - EPL | 36 |
| 8.5 | PRINCIPAIS INVESTIMENTOS EM FERROVIAS | 37 |
| 9 | ESTUDO DE CASO | 39 |
| 9.1 | APRESENTAÇÃO | 39 |
| 9.2 | ESTUDO DE MERCADO | 41 |
| 9.2.1 | CONTEXTUALIZAÇÃO DO ESTUDO | 42 |
| 9.2.2 | ÁREA DE INFLUÊNCIA E POLOS | 43 |
| 9.2.3 | ALOCAÇÃO DOS FLUXOS DE CARGAS | 45 |
| 9.2.4 | PROJEÇÃO DA DEMANDA DE CARGAS | 47 |
| 9.3 | ALTERNATIVAS DE TRAÇADO | 49 |
| 9.3.1 | ESTUDOS EXISTENTES | 49 |
| 9.3.2 | NOVOS ESTUDOS | 49 |
| 9.3.3 | DIRETRIZES ESTUDADAS | 50 |

| | | |
|------------|---|-----------|
| 9.3.4 | ALTERNATIVAS DO TRAÇADO | 51 |
| 9.3.5 | COMPARAÇÃO DAS CARACTERÍSTICAS AMBIENTAIS | 54 |
| 9.3.6 | ESCOLHA DA ALTERNATIVA | 55 |
| 9.4 | ESTUDOS DE ENGENHARIA PARA ALTERNATIVA ESCOLHIDA | 56 |
| 9.4.1 | PONTOS OBRIGATÓRIOS | 57 |
| 9.4.2 | TOPOGRAFIA | 57 |
| 9.4.3 | CONDICIONANTES OPERACIONAIS | 58 |
| 9.4.4 | SUPERESTRUTURA DA VIA | 58 |
| 9.4.5 | OBRAS DE TERRAPLENAGEM | 60 |
| 9.4.6 | OBRAS DE ARTES ESPECIAIS , DE DRENAGEM E DE ARTE CORRENTE | 61 |
| 9.4.7 | DESAPROPRIAÇÃO | 62 |
| 9.5 | ESTUDOS ECONÔMICOS | 63 |
| 10 | CONCLUSÃO | 67 |
| 11 | BIBLIOGRAFIA | 69 |

1 Resumo

O presente trabalho trata de um estudo que propõe a retomada de uso da malha ferroviária existente (carga e passageiros), com o objetivo de demonstrar como o sistema ferroviário pode ajudar no processo evolutivo da cadeia logística brasileira nos próximos anos através de um “novo” conceito de integração e reconstrução da malha ferroviária nacional. O desenvolvimento da estrutura deste estudo teve como principal objetivo abordar os diversos aspectos do transporte ferroviário brasileiro na atualidade, tais como seu contexto histórico, suas vantagens e desvantagens, sua defasagem tecnológica no contexto mundial e os futuros investimentos propostos pelo governo através do Programa de Investimento em Logística - PIL. Assim, foi utilizada uma abordagem metodológica do tipo teórica-conceitual-cronológica de forma a esclarecer através de fatos do passado, presente e futuro a necessidade logística do país em ter um modal ferroviário de carga eficiente.

O tema apresenta relevância para a sociedade, no momento em que é sabido de todos que o transporte ferroviário dará um suporte ao desenvolvimento econômico e social a todas regiões do país, principalmente aos lugares menos desenvolvidos de nossa nação; criará novas alternativas para o setor produtivo e de serviços, impulsionará a agilidade no escoamento das produções interioranas, além de oferecer maior mobilidade humana a baixo custo, velocidade e economia de tempo de trajeto. Assim o Brasil, país de dimensões continentais, necessita urgentemente de um transporte eficiente e barato. Já está mais de que exemplificado e exposto em todas as potências mundiais que as ferrovias se encaixam perfeitamente nesse perfil, se apresentando como um modal: econômico, seguro e sustentável.

Palavras-chave: Infraestrutura, Transportes, Integração, Ferrovias, Logística.

2 Abstract

This paper presents a study that proposes the resumption of use of the existing rail network (passenger and cargo), with the objective of demonstrating how the rail system can help in the evolutionary process of the Brazilian logistics supply chain in the coming years through a "new" concept of integration and reconstruction of the national rail network. The development of the structure of this study had the main objective approach the many aspects of the Brazilian railway at present, like their historical context, their advantages and disadvantages, their technological lag in the global environment and future investments proposed by the government through the PIL (Program Investment in Logistics). So, it was used a methodological approach type conceptual, theoretical and chronological to make it clear facts through the past, present and future logistics needs of the country in having a railroad efficient load was used.

The theme has relevance to society, when it is known to all that rail transports will give a support to economic and social development in all regions of the country, particularly the least developed places in our nation, create new alternative to productive sector and services, will boost agility in the flow of the interior productions, besides offering greater human mobility at low cost, speed and time path of the economy. So Brazil, a country of continental dimensions, urgently needs an efficient and cheap transport. Already more than that exemplified and exposed in all world powers that railroads perfectly fit this profile, presenting itself as a modal: economic, safe and sustainable.

Keywords: Infrastructure. Transportation. Integration. Railways. Logistics.

3 Introdução

3.1 Considerações iniciais

É reconhecida a importância das políticas de transporte como instrumentos para o desenvolvimento econômico e social de estados, regiões e países, de maneira organizada e sustentável bem como na promoção da integração regional. Entender suas consequências e essa dinâmica é essencial para avaliar como medidas tomadas anteriormente influenciam as condições atuais, como infraestrutura de transporte e o ambiente de circulação foram construídos e, também, como as pessoas podem utilizá-los.

Deste modo, apresenta-se a seguir o estudo do tema “Novo Cenário Logístico da Malha Ferroviária Nacional”, realizado para obtenção do grau de Engenheiro Civil na Universidade Federal de Pernambuco (UFPE). O desenvolvimento do trabalho tem considerável relevância no cenário nacional pois a ferrovia foi e ainda é o principal meio de transporte terrestre das economias mais avançadas no mundo. Entretanto, para que ela seja melhor utilizada de maneira a garantir o crescimento econômico interno, necessita-se não só o investimento localizado na malha mas sim no planejamento logístico de integração com os outros tipos de transportes, tais como o rodoviário, o aéreo e o hidroviário. Para tanto será apresentado no texto a necessidade e quantidade dos investimentos bem como as pretensões do governo para tal. Dessa forma, será apresentado um estudo de caso para exemplificação de como aplicar os recursos e quais os pontos de investimentos mais urgentes e efetivos.

3.2 Objetivos

Este trabalho busca discutir a retomada do transporte ferroviário como atividade econômica integrante e essencial do sistema de transportes, citando sua evolução no contexto histórico da infraestrutura de transporte no país, as

principais questões para um desenvolvimento eficiente da malha ferroviária nacional e novo planejamento logístico do governo federal.

Adicionalmente, como objetivos específicos podemos citar as seguintes perspectivas:

- Contextualização do tema;
- Análise histórica das ferrovias no país;
- Diagnóstico da malha ferroviária brasileira e internacional;
- Apresentação dos cenários de investimentos elaborados pelo governo federal, por meio do Ministério dos Transportes e Agência Nacional de Transportes Terrestres e pelas atuais concessionárias ferroviárias;
- Com base nesses cenários de futuros investimentos, faz-se um estudo de caso aplicando as novas propostas do governo federal, mostrando ser possível a retomada, integrando os modais de transportes.

3.3 Estrutura do Trabalho

A estrutura geral empregada no trabalho segue da seguinte maneira: com um diagnóstico do setor, a avaliação da interface das políticas públicas para o setor e a apresentação proposições para a “nova“ malha ferroviária.

- Na contextualização, faz-se uma abordagem teórica das ferrovias, apresentando: definições, características e importância.
- Em seguida é apresentado um breve histórico da evolução das ferrovias no Brasil, discute-se a problemática atual envolvendo a deficiente malha ferroviária nacional com suas principais fragilidades e apresentam-se as principais demandas do setor.
- No parágrafo seguinte são mostrados os principais investimentos realizados, bem como os atualmente em andamento. Discutem-se os

custos e as capacidades do modal ferroviário e seus impactos na economia nacional. Nesta seção apresentam-se também as perspectivas para o setor, ressaltando o novo modelo de investimento em ferrovias adotado pelo governo federal, são apresentados e discutidos um estudo de caso com modelo de investimento voltado para a ampliação e adequação da malha ferroviária eficiente.

- Por fim, são apresentadas as considerações finais, que resumem os principais pontos abordados ao longo deste trabalho.

4 Contextualização do Tema

4.1 O que é ferrovia?

De forma geral, é possível definir a ferrovia como um “caminho de ferro”. Especificamente, o transporte ferroviário tem como característica física ser um caminho formado por trilhos paralelos de aço, assentados sobre dormentes de madeira, concreto ou outros materiais que distribuem os esforços recebidos sobre o terceiro elemento da via permanente, conhecido por lastro. Sobre estes trilhos correm máquinas de propulsão elétrica, hidráulica ou combustível que tracionam comboios de passageiros acomodados em vagões-cabines e cargas acondicionadas em caçambas, contêineres ou tanques.

4.1.1 Via Permanente

Como cita Brina (1983), a superestrutura ferroviária é constituída de 3 elementos, como já citado anteriormente: trilho, dormente e lastro. Os quais formam a Via Permanente e estão sujeitas à ação de desgaste do meio ambiente (intempéries) e das rodas dos veículos. Segundo o autor, para entender melhor o assunto deve-se apresentar um pouco das características de cada integrante dessa camada.

- Dormentes: são os elementos que suportam os trilhos. São nos dormentes que os trilhos são fixados, permitindo a manutenção da bitola da via (bitola constante). Os dormentes são responsáveis pela transmissão das cargas das rodas ao lastro. Podem ser feitos de madeira, aço ou concreto;
- Lastro: situa-se entre os dormentes e o subleito ou sub-lastro. Tem como objetivo fazer a distribuição das pressões transmitidas pelos dormentes ao subleito ou fundação. Além de formar um suporte

quase elástico, atenuar as trepidações causadas pela passagem dos veículos e formar uma plataforma contínua e regular para os dormentes e trilhos. O lastro pode ser construído com pedra britada, cascalho, escória metalúrgica, areia ou solo compactado;

- Sub-lastro: seria a camada equivalente ao reforço do subleito e à sub-base dos pavimentos flexíveis. Esta camada é construída, quando se deseja, por razões econômicas, reduzir a espessura do lastro. É construído com solo previamente escolhido e compactado e tem como funções evitar que o lastro penetre na plataforma ou fundação, melhorar as condições de drenagem e dar maior elasticidade à via permanente.

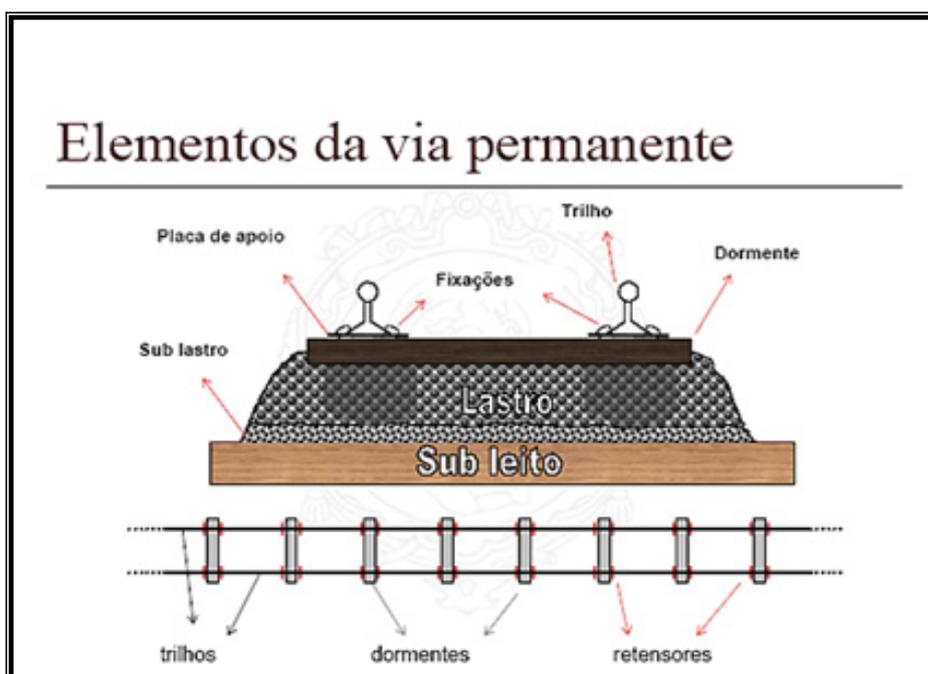


Figura 4.1 – Elementos da via permanente de uma ferrovia. Fonte: USP – Escola Politécnica

4.1.2 Infraestrutura Ferroviária

Segundo o Borges Neto (2012), a infraestrutura ferroviária é composta pelas Obras de Terraplenagem, Obras de Arte Corrente e Obras de Arte Especiais, situadas, normalmente, abaixo do greide de terraplenagem.

- As obras de terraplenagem são compostas pela movimentação de terra devido as diferenças topográficas existentes no terreno, necessitando a execução de cortes e aterros.
- As obras de Arte Corrente são assim chamadas porque podem obedecer a projetos padronizados. São divididas em: Superficiais (por exemplo, Sarjetas, Valetas, Pontilhões, etc.), Sub-horizontais (drenos sub-horizontais de taludes) e Profundas (drenos longitudinais de corte, espinhas de peixe e colchão drenante, etc.).
- Obras de artes especiais devem ser objeto de projetos específicos, trata-se de obras que exigem projeto próprio em cada caso, isto é, uma solução particularizada e especificada para cada obra. São menos numerosas, mais vultosas e dispendiosas. São exemplos de obras de arte especiais: Pontes, Viadutos, Túneis, Contenção de Talude, Passagens superiores ou inferiores.
- Importante lembrar que, de modo geral, as obras de arte da infraestrutura ferroviária não mudam praticamente em nada das obras de arte ferroviária. Diferentemente das rodovias, a superfície final de terraplenagem chama-se leito ou plataforma da estrada de ferro.

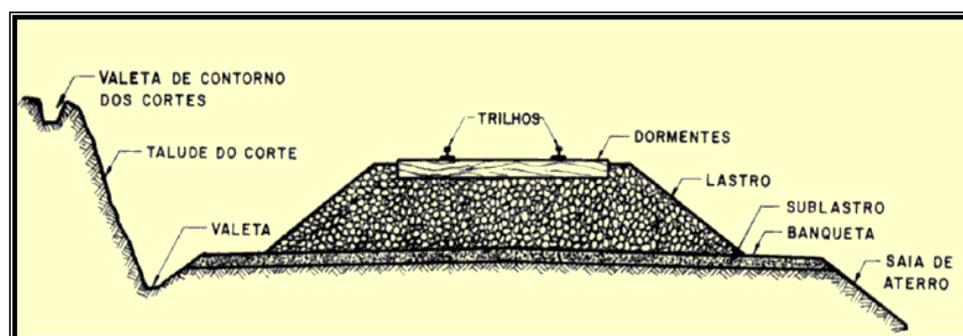


Figura 4.2 - Detalhe da Infraestrutura e da Superestrutura. Fonte: Brina, Helvécio Lapertosa - Estradas de Ferro.

4.1.3 Bitolas

Segundo o DNIT, bitola é definida como a distância entre as faces internas dos boletos dos trilhos, medida a 16mm, abaixo do plano de rodagem (face superior do trilhos). As bitolas podem ter diversos comprimentos, depende da escolha do país em definir um padrão único ou não. As bitolas mais comumente conhecidas internacionalmente são a larga, internacional (*standart*) e estreita.

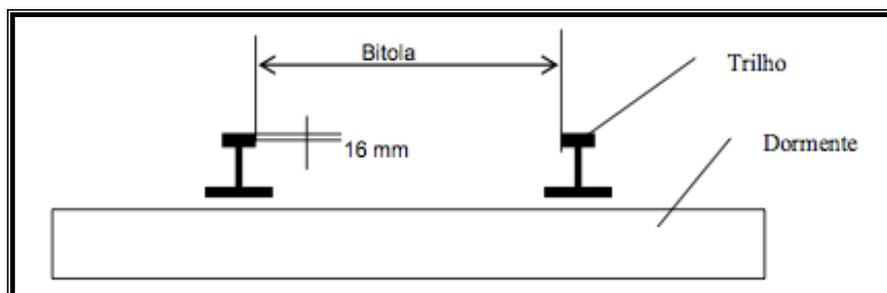


Figura 4.3 - Esquema de uma Bitola ferroviária. Fonte: Brina, Helvécio Lapertosa - Estradas de Ferro.

Ainda segundo o DNIT, a bitola estreita é definida como aquela que apresente comprimentos inferiores ao da bitola internacional 1,435m, sendo assim a bitola estreita utilizada no Brasil é a métrica, ou seja, 1,0m. Já as bitolas superiores a internacional, no Brasil medem 1,60m. Borges Neto (2012) cita a bitola como uma das características fundamentais, tanto da exploração econômica, como do traçado de uma ferrovia pois só depois de um estudo nessas duas áreas é que será possível, em cada caso específico de ferrovia, ter uma opção que atenda ambos os princípios.

Cada bitola apresenta vantagens e desvantagens fundamentais para sua escolha e seu caráter é muito relativo à capacidade de tráfego a que se destina a via. Assim, é possível ver muitas ferrovias que apresentam bitola estreita e executam trabalho superior ao de ferrovias de bitola larga. Listam-se as vantagens e desvantagens da bitola mais predominante atualmente no Brasil, a métrica:

a) Vantagens

- curvas de menor raio;

- menor largura de plataforma, terraplenos e obras de arte;
- economia de lastro, dormentes e trilhos;
- menor resistência à tração;
- economia nas obras de arte;
- material rodante mais barato.

b) Desvantagens

- menor capacidade de tráfego;
- menor velocidade.

Segundo o DNIT, embora seja difícil recomendar qual a melhor bitola, o certo é que a despadroneização das bitolas geram diversos problemas tais como a necessidade de baldeação de cargas, nos entroncamentos de vias com bitolas diferentes, além da dificuldade de integração das malhas ferroviárias. Restringindo as vias nacionais a serem unicamente de sentido unidirecional.

Tabela 4.1 - Percentual de bitolas por tipo no Brasil

| BITOLA | EXTENSÃO DE VIAS | % |
|---------|------------------|-------|
| 1,60 m | 5.746 km | 19,4 |
| 1,435 m | 194 km | 0,6 |
| 1,0 m | 23.207 km | 78,2 |
| 0,762 m | 13 km | 0,1 |
| MISTA | 510 km | 1,7 |
| TOTAL | 29.670 km | 100,0 |

Fonte: DNIT,2008.

4.1.4 Material Rodante

Como bem define Santos (2007), “ O Material Rodante consiste em um ou vários veículos, ligados entre si e capazes de se movimentarem sobre uma linha ou trilho, para transportar pessoas ou carga de um lado para outro,

segundo uma rota previamente planejada. O comboio pode ser puxado por uma Locomotiva ou pode ser formado por uma unidade autoalimentada também chamada de trem-unidade(TU)”. Pode-se utilizar uma definição mais resumida segundo Borges Neto (2012), “Material Rodante Ferroviário é todo e qualquer veículo ferroviário, capaz de deslocar-se sobre a via férrea.”

Assim o material rodante apresenta uma classificação em função de sua finalidade principal: Material de Tração (locomotiva e trator de linha) e Material de Transporte que é dividido em Autopropulsado (auto de linhas, metropolitano, etc.) ou Rebocado (carro correio, carro pagador, vagão graneleiro, vagão de carga geral, etc.).

Em resumo, o “Material Rodante” também pode ser classificado como segue:

- Locomotivas – veículos de tração;
- Carros – veículos para transporte de passageiros;
- Vagões – veículos para transporte de carga.



Figura 4.4 - Exemplo de material rodante em ferrovias de carga. Fonte: RFFSA/Arquivo pessoal

4.2 Ferrovia como infraestrutura de atividade econômica

Primeiramente, devemos lembrar que o transporte de cargas e passageiros entre dois pontos de interesse, é essencial para ocorrer a ação de atividade econômica e pode ser executado em diversos ambientes: aéreo, terrestre e aquático.

Tendo em vista os transportes terrestre de cargas ou passageiros é comum relacionarmos paralelos entre os modais ferroviários e rodoviários pois a partir daí é possível enxergar as semelhanças entre esses dois tipos de transporte. Entretanto, essas similaridades vão apenas até nível de prestação de serviço de cada, pois até certo ponto são idênticos mas com menor ou maior economia de recursos para levar um produto para uma mesma localidade.

Borges Neto (2012), relaciona uma lista de diferenças importantes para ter uma melhor observância dos dois principais modais de transporte terrestre relacionados à atividade econômica gerada por eles:

- No modal rodoviário, o suporte físico que lhe serve como apoio, isto é, a RODOVIA, é um bem público ou privado, de utilização extensiva, à qual o usuário pode ter acesso individual ou coletivo, de forma irrestrita, desde que atenda a determinados regulamentos e leis gerais, atinentes ao trânsito de veículos;
- No modal ferroviário, o suporte físico, isto é, a FERROVIA, pelo contrário, apesar de poder ser também, um bem público ou privado, é de utilização intensiva, gerido por empresas especializadas, com direito exclusivo de exploração, obtido por concessão do poder público e cujo funcionamento assemelha-se ao de uma prestadora de serviços de transporte especializado em escala industrial.

Sendo assim, Borges Neto (2012) ressalta que a empresa prestadora dos serviços relacionados ao transporte ferroviário possui não só a via férrea como também outros patrimônios para estruturação geral:

- Patrimônio Imobiliário - (edificações administrativas, estações, faixa de domínio da via, oficinas, residências, etc.);
- Patrimônio Mobiliário Físico - (móveis e equipamentos de escritório, equipamentos de controle de tráfego, etc.);
- Capital Social;
- Via Férrea – (infraestrutura e superestrutura);
- Patrimônio Mobiliário Financeiro – (direitos e patrimônio acionário aplicado em outras empresas de capital aberto, etc.);
- Material Rodante – (locomotivas, vagões, etc.);
- Recursos Humanos – (pessoal de nível superior, médio e básico).

Diante do comparativo citado acima fica a pergunta: Porque investir no Transporte Ferroviário? Um dos pilares das modernas cadeias logísticas é o transporte ferroviário, tanto dos países de primeiro mundo, como dos emergentes, sendo este o modal essencial para facilitar as trocas comerciais e o crescimento econômico. É um meio de transporte com uma elevada capacidade de carga e energeticamente eficiente, embora necessite de flexibilidade e exija uma contínua aplicação de capital. Proporciona para o transporte de cargas um baixo valor total, em grandes quantidades, entre uma origem e um destino, a grandes distâncias, tais como: minérios, produtos siderúrgicos e agrícolas, entre outros. Para o transporte de passageiros, encurta distâncias entre lugares densos e inconcebíveis de avião, otimiza o tempo útil de um lugar ao outro, além da concorrência direta com outros meios de transporte oferecendo melhores preços com maior qualidade.

a) A seguir são listadas as vantagens do transporte ferroviário de carga conforme o Ministério dos Transporte:

- Grande capacidade de carga;
- Adequado para grandes distâncias;
- Elevada eficiência energética;
- Baixo custo de transporte;
- Baixo custo de manutenção;
- Possui maior segurança em relação ao modal rodoviário, visto que ocorrem poucos acidentes, furtos e roubos.
- Pouco poluente.

b) Segundo o Ministério do Transportes existem ótimas vantagens do transporte de passageiros:

- Indução ao desenvolvimento regional, aliviando áreas de maior densidade urbana;
- Redução de gargalos dos subsistemas de transporte aeroportuário, rodoviário e urbano;
- Postergação de investimentos na ampliação e construção de aeroportos e de rodovias;
- Menor uso do solo comparado à construção ou ampliação de rodovias;
- Redução de impactos ambientais e emissão de gases poluentes em decorrência do desvio da demanda do transporte aéreo e rodoviário para o TAV;
- Redução dos tempos de viagem, associados à baixa probabilidade de atrasos;
- Aumento do tempo produtivo para os usuários;
- Geração de empregos diretos e indiretos;
- Redução dos níveis de congestionamento e do número de acidentes em rodovias.

Com a imensidão de vantagens citadas acima podemos crer em um transporte perfeito, sem falhas ou desvantagens em relação aos outros integrantes dos sistemas de transportes mas não é deste modo que o transporte ferroviário deve ser compreendido. Como qualquer outro modal existente, ele possui desvantagens as quais devem ser levadas em conta nos estudos de viabilidade sendo elas:

- Transporte lento devido às suas operações de carga e descarga;
- Impossibilidade da via férrea ser implantada por partes, operação só se inicia após conclusão das obras;
- Baixa flexibilidade de rotas e horários tendo assim como desvantagem grande não fazer o porta-a-porta como no rodoviário;
- Não é capaz de subir rampas acentuadas, inclinações superiores a 1%. Implica em altos custos de infraestrutura;
- Para as curvas serem realizadas com segurança deve-se ter raio mínimo de curvatura de 100 metros;
- Largo investimento na manutenção da infraestrutura garantindo os níveis de resistência e qualidade da via.

Após saber o que é uma ferrovia, como ela funciona e qual seu principal objetivo, fica-se a pergunta: Como ela surgiu? Quais os fatores que influenciaram seu estado atual? Todas essas perguntas e muitas outras serão respondidas no capítulo que segue.

5 Contexto histórico das ferrovias

O surgimento das ferrovias, tanto no cenário mundial como no Brasil, está datado a partir do século XIX. Embora o que se sabe é de um pequeno desenvolvimento bem longe do desejável nas malhas ferroviárias recém criadas. Nesse capítulo que se segue é possível encontrar os motivos do insucesso deste modal, como surgiu a Rede Ferroviária S.A. e os aspectos relacionados à temporada de privatizações da malha nacional.

5.1 O surgimento das ferrovias

A máquina a vapor, dito por muitos estudiosos, foi quem deu início à história das ferrovias no mundo. Segundo o acervo histórico do DNIT (Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes), em meados de 1800 na Inglaterra surgiu a primeira locomotiva. Contudo a mesma era precária e muito pesada. Só alguns anos depois é que efetivamente surgiram as locomotivas e linhas férreas de grande impacto, capazes de ligar 2 pontos de considerável distância. Assim foi a famosa *Stockton and Darlington Railway* com 61 km de extensão ligando as cidades da Inglaterra de Stockton e Darlington no ano de 1825.

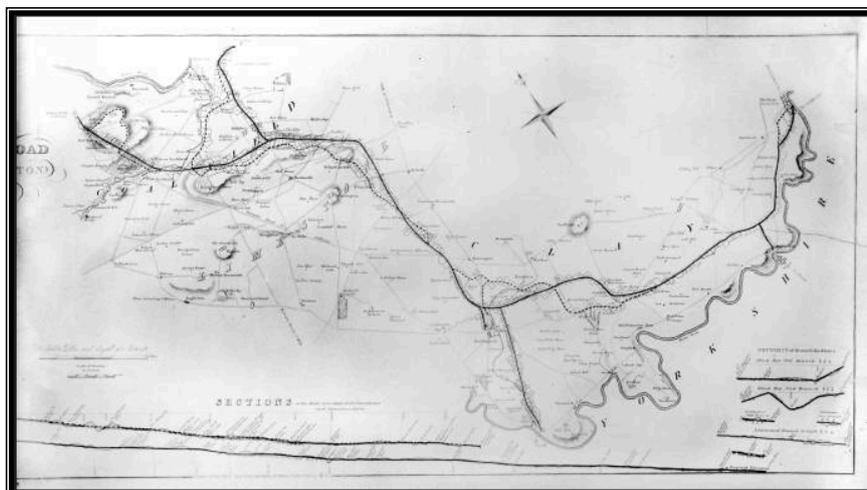


Figura 5.1 – Primeiro traçado da *Stockton and Darlington Railway*. Fonte: The Northern Echo/Wikipedia

Na publicação de Martins e Caixeta Filho (1998), é ressaltada a importância das ferrovias logo após seu surgimento, pois foram tanto uma ótima alternativa ao modal hidroviário como um transporte complementar ao mesmo. Como é o caso citado no parágrafo anterior, a primeira linha férrea do mundo serviu para desviar do tortuoso caminho do Rio Tees. Sendo esse um dos muitos exemplos da época, em que serviram para fortalecer os laços e as relações comerciais entre duas cidades.

No Brasil a introdução das ferrovias em território nacional foi um processo longo e árduo pois como diz Brito (1961), no auge da época do império Portugal não tinha o mínimo interesse em fazer melhorias na colônia (Brasil), pois o único interesse dos lusitanos era explorar o máximo possível das riquezas. Só após muitas tentativas no ano de 1635 o Regente Feijó sancionou a Lei Geral nº101, lei que fornecia privilégios aos empresários que investissem em estradas de ferro.

A partir do contexto citado acima, convém lembrar que essa lei do sistema ferroviário brasileiro foi implantada com a finalidade de atender às necessidades dos empresários locais que precisavam exportar os seus produtos primários (o café principalmente). Por isso a característica marcante dos caminhos de ferro nacionais sempre foi a de estar orientado no sentido interior – litoral, isto é, ligando as áreas produtoras aos portos de exportação.

Assim, por meio do primeiro sistema de concessões de que se tem notícia no país, o Império autorizou a construção e a operação da primeira Estrada de Ferro do Brasil localizada entre o Rio e Petrópolis, a qual foi inaugurada pelo seu concessionário, o Barão de Mauá (Irineu Evangelista de Souza), no ano de 1854 com 14,5 km.

Brito (1961) destaca também que apesar de toda a propaganda feita em cima dessa ferrovia, o fracasso do empreendimento logo veio a tona. O primeiro caminho de ferro do Brasil não conseguiu ter as principais características de uma ferrovia ser econômica, estratégica ou política, pois não houve o planejamento devido e não trouxe nenhum benefício ao país ou região. Segundo o DNIT, uma história bem diferente aconteceu com a segunda ferrovia do país inaugurada entre Recife e a cidade do Cabo de Santo

Agostinho, que tinha o objetivo de chegar até o Rio São Francisco, embora não tenha atingido seu objetivo final mas ela ajudou a criar e desenvolver as cidades por onde passava e constituiu o primeiro tronco da futura da malha ferroviária nordestina.

5.2 O Crescimento Acelerado

Como cita o histórico das ferrovias segundo o DNIT, com o advento da Proclamação da República houve um segundo impulso para a construção de linhas férreas, especialmente entre os anos de 1870 e 1920, ocorreu um grande crescimento das ferrovias no Brasil o qual ficou conhecido como a “Era das Ferrovias”. Um dos fatos mais importantes nessa época do desenvolvimento da ferrovia no Brasil foi a ligação Rio-São Paulo, unindo as duas mais importantes cidades do país, no dia 8 de julho de 1877, quando os trilhos da Estrada de Ferro São Paulo (inaugurada em 1867) se uniram com os da E.F. D. Pedro II.

Ainda no histórico do DNIT, por aproximadamente 50 anos, a extensão da malha ferroviária brasileira passou de 744 Km para 28 556 e o crescimento ainda seguiu até 1960 quando atingiu-se um total de 38 339 Km. Um exemplo bastante significativo disto é a construção da Ferrovia Madeira-Mamoré em Rondônia, inaugurada em 1912, com o objetivo de transportar a borracha extraída da selva amazônica aos maiores rios deste estado, para posterior exportação. O mesmo aplica-se às inúmeras ferrovias surgidas no centro-sul brasileiro, especialmente no estado de São Paulo, durante o ciclo do café.

Assim Brito (1961) ressalta que nessa primeira fase, era clara a implantação do modal ferroviário unicamente como meio de transporte para as *commodities* brasileiras em direção aos principais portos. Não havia a intenção de articular o território, nem de integrar as regiões remotas aos centros mais dinâmicos do país (esse fato não teve ocorrência em outros países do mundo. Malhas ferroviárias que interligam todo o território são herança de um passado muito bem planejado). Com isso, pequenas ferrovias dispersas e isoladas

foram construídas por todo o território nacional, com grande diversidade de bitolas, traçados extremamente sinuosos e extensos as quais foram perdendo sua viabilidade econômica ao final dos ciclos que motivaram sua construção, obrigando o Estado a encampar várias delas para impedir as falências e o colapso econômico das regiões dependentes deste meio de transporte.

A ANTF faz um observação importante: no ano de 1910 as ferrovias nacionais tiveram um grande impulso pois puderam alcançar um novo patamar com a chegada da tração elétrica. Fora utilizada pela primeira vez no Rio de Janeiro na estrada de ferro que dá acesso ao Corcovado e a partir daí se espalhou por todo o resto do país. Contudo sua expansão logo cessou e as aparelhagens de tração elétrica logo entraram em obsolescência, ficando restritas aos transportes urbanos das grandes cidades. A decadência do sistema de energético anterior abriu as portas para as locomotivas movidas a Diesel, sendo a primeira experiência feita na Bahia em 1938.

Pode se dizer que a última tentativa de retomar a expansão ferroviária no Brasil ocorreu no governo de Getúlio Vargas, o qual realizou um grande investimento no transporte de cargas quanto de passageiros, bem como em tecnologia e operação. Ele criou a Companhia Vale do Rio Doce (antiga E.F. Vitória a Minas), modernizou toda a estrutura com o objetivo de suportar o tráfego pesado do minério de ferro. O presidente ainda criou diversos outros órgãos para cuidar e gerir as ferrovias e rodovias do país mas de nada adiantou, pois seus sucessores pouco fizeram pelas ferrovias nacionais. Afinal, investir em rodovias sempre foi a saída dos governantes para ganhar votos e mostrar ao povo o desenvolvimento do país.

5.3 Declínio das ferrovias

A década de 1920 é considerada um ponto de inflexão na história das ferrovias brasileiras. Na campanha ao governo estadual o paulista Washington Luiz adotou o lema: "Governar é abrir estradas". A frase não só entrou para a história como serviu de referência para as futuras gestões, o que fez com que o

modal ferroviário de cargas fosse gradativamente substituído pelo sistema rodoviário, fenômeno conhecido como “rodoviarização”. Relegado ao segundo plano, o modal ferroviário enfrentou diversas falências de empresas não mais lucrativas. Daí surgiu a necessidade da estatização de várias companhias ferroviárias e a centralização do comando destas ferrovias neo-estatais em uma única empresa.

Assim em 1957, no 7º Artigo da lei nº 3.115 foi criada a Rede Ferroviária Federal S/A (RFFSA), a qual unificou 42 ferrovias e tinha como objetivo eliminar trechos deficitários e focavam no transporte de cargas, em detrimento do transporte de passageiros. A RFFSA foi criada seguindo os parâmetros expostos no arquivo publicado pela União:

- Administrar, explorar, conservar, reequipar, ampliar, melhorar e manter em tráfego as estradas de ferro a ela incorporadas;
- Lançar no mercado, por seu valor nominal, obrigações ao portador de sua própria emissão ou de emissão de empresas que vierem a organizar, até o limite do dobro de seu capital integralizado, com ou sem garantia do Tesouro;
- Subscrever capital das sociedades sob seu controle e conceder-lhes empréstimos ou garantias;
- Sistematizar e fiscalizar a administração das empresas sob seu controle, bem como seus métodos e processos de operação, mediante contrato de prestação de serviços em que se garanta a essas empresas assistência técnica, contábil, jurídica e administrativa;
- Propor as revisões e modificações de tarifas, que julgar necessárias, ao Departamento Nacional de Estradas de Ferro que estudará as propostas, ouvindo os órgãos competentes e submetendo o resultado à aprovação final do Ministério da Viação e Obras Públicas;
- Elaborar o plano de atividades e aprovar os orçamentos das sociedades sob seu controle, fiscalizando a respectiva execução;

- Reestruturar os quadros de pessoal em função das necessidades de serviço e padrões de vida regionais, fixar o seu número nas empresas que organizar, sua remuneração, direitos e deveres;
- Realizar todos os trabalhos de estudo e construção de estradas de ferro que lhe forem cometidos pela União, ou para os quais lhe forem fornecidos recursos;

Segundo a ANTF, com a criação da RFFSA o transporte ferroviário no Brasil começou uma nova fase, no qual o Governo estava disposto a reorganizar as estradas de ferro, além de querer equacionar os problemas e elaborar planejamentos para o futuro. A disposição foi tão grande que a União criou a lei nº 6.171 no ano de 1974, na qual dispunha um acréscimo considerável de competências diante da primeira da primeira legislação:

- Fiscalizar, em todo o território nacional, os serviços de transporte ferroviário;
- Promover a coordenação de estudos tarifários e de custos de transportes ferroviários em geral;
- Planejar a unificação e padronização do sistema ferroviário brasileiro;
- Proceder à avaliação qualitativa e quantitativa do sistema ferroviário nacional;
- Realizar pesquisa relacionada com o aperfeiçoamento das atividades ferroviárias no País;
- Proceder à execução da parte ferroviária do Plano Nacional de Viação.
- Um ponto curioso dessa Lei foi que o Governo Federal proporcionou dentre outras atribuições a participação de 10% nos lucros sobre combustíveis.

Com diversas crises econômicas vividas pelo Brasil na década de 1970

e na posterior, a situação da RFFSA tornou-se insustentável. O investimento na malha ferroviária caiu, houve o sucateamento de algumas infraestruturas e as dívidas cresceram rapidamente. Esse novo tratamento gerou severos impactos numa classe trabalhista antes tão bem organizada, estruturada levou a ruína acelerada dessa categoria, uma vez que não conseguiu resistir às transformações ocorridas no mundo. Segundo um autor da época, ser ferroviário tinha um significado especial e chamativo, o qual o trabalhador não estava ligado somente a empresa, mas a todo um contexto histórico de trabalho e união da classe. Assim, seguindo caminho contrário ao percorrido na metade do século XX, como citado acima, houve a privatização das ferrovias sob controle das estatais.

5.4 Desestatização da malha ferroviária

Em meados de 1984, o Brasil se encaminhava para o fim do regime militar e as ferrovias apresentavam seus últimos suspiros de funcionamento logístico estatal. Apesar desse período ser muito significativo para a malha ferroviária no que se refere aos impostos e fundo de ajuda, mas foi incapaz de manter a qualidade das infraestruturas da mesma. Segundo informações do IPEA, era possível encontrar: capacidade de tráfego insignificante, trilhos velhos e fracos, falta de lastro e de dormentes, material rodante e de tração insuficiente, e principalmente, bitolas diferentes e excessivas baldeações além de apresentar elevado índice de acidentes. Diante desse contexto, a RFFSA teve expressivas perdas de mercado para o modal ferroviário e assim encontrava-se incapaz de gerar recursos para cobrir suas operações, manutenções e quitar as dívidas adquiridas ao longo do tempo.

Martins (2005) cita numa tentativa de reduzir esse problema que se agravava a cada ano. O Governo Federal definiu a RFFSA como a empresa especializada unicamente no transporte de cargas afastando os transportes urbanos dos seus domínios. Foi assim que surgiu a CBTU- Companhia Brasileira de Transportes Urbanos a qual ficou designada a controlar o transporte de passageiros sob linhas férreas. Com isso a empresa conseguiu

obter um equilíbrio financeiro e operacional e, em decorrência, a atração de investidores do setor privado.

Entretanto, o reanimado no setor ferroviário foi passageiro pois no início da década 1980 os investimentos em infraestruturas de transporte eram mínimos e as ferrovias estavam em uma situação insustentável, além disso nessa época o mercado de empréstimos passou por uma crise internacional, na qual muitos dos investimentos previstos foram cortados, principalmente em infraestrutura, o que acarretou a paralisação de muitas obras. Devido a esse contexto, o Governo Federal se viu sem condições de financiar os investimentos do setor de transportes e resolveu colocar em ação as medidas voltadas para a delegação, concessão e privatização de serviços estatais de transporte a Estados, Municípios e iniciativa privada (MARTINS, 2005).

Segundo arquivo do BNDES publicado na época, foi a partir desses acontecimentos que a Rede Ferroviária Federal S.A. foi incluída no Programa Nacional de Desestatização - PND em 10 de março de 1992, por meio do Decreto 473. Isso representou um marco histórico para o PND, tendo em vista que, com a inclusão do primeiro setor de serviço público, além de o programa entrar em uma nova fase, significava a expectativa de superar-se importante gargalo para o crescimento econômico do país na área de infraestrutura. Com essa medida o governo federal estaria estimulando a iniciativa privada a fazer investimentos num setor que, dada a escassez de recursos públicos, deteriorava-se a passos largos.

Responsáveis pelo processo de desestatização sabiam que não seria um processo fácil. A empresa se encontrava imersa em uma grande crise financeira, como citado anteriormente, precisando de grande volume de investimentos para quitar suas dívidas, fazer a manutenção de suas operações e realizar investimentos fundamentais à demanda de transporte existente.

Além disso, a RFFSA possuía um quadro de pessoal superdimensionado e sua privatização certamente exigiria uma redução brutal desse contingente, o que poderia causar grande tumulto ao processo, a exemplo do que aconteceu em alguns países que privatizaram suas empresas.

Tudo isso causava ceticismo em várias correntes de opinião, chegando, inclusive, a colocar em dúvida a viabilidade e exequibilidade do processo.

Como cita no documento do BNDES, quando a RFFSA foi incluída no PND, a legislação relativa à concessão de serviço público era incipiente, praticamente inexistindo, o que poderia afastar concorrentes, já que seriam celebrados contratos de longo prazo (30 anos) sem a existência de um marco regulatório definido. Ao longo do processo esta preocupação foi afastada. Em 13 de fevereiro de 1995 e 7 de julho de 1995, foram editadas as Leis 8.987 e 9.074, respectivamente, ambas dispondendo sobre o regime de concessão e permissão do serviço público, fato esse que emprestou maior credibilidade ao processo.

Portanto, já se imaginava, desde logo, que o modelo de desestatização para a RFFSA deveria ser diferente daquele usualmente adotado pelo PND, ou seja, a alienação de ações das empresas nele incluídas.

Assim, partiu-se para contratar consultores objetivando o estudo de um modelo próprio, capaz de viabilizar a transferência desse serviço público para a iniciativa privada, atendendo tanto aos interesses da União quanto aos dos que viessem a participar do processo e, principalmente, aos da sociedade, que deseja sempre a prestação de um serviço público de maneira adequada e eficiente.

Concluiu-se que a melhor forma seria a União outorgar a concessão do serviço de transporte ferroviário de carga e a RFFSA arrendar os bens vinculados à operação desse serviço e vender os bens de pequeno valor. Por esse modelo, a empresa permaneceria como controlada pela União, mas com o objeto social esvaziado, já que sua atividade econômica seria transferida ao setor privado. Deveria ser criado um órgão para dirimir, no âmbito administrativo, eventuais conflitos existentes entre o poder concedente, as concessionárias e os usuários.

Em decorrência dessa modelagem, os ativos da RFFSA, que se constituíam originalmente em uma única malha ferroviária, estendendo-se por cerca de 22 mil quilômetros desde o Maranhão até o Rio Grande do Sul, foram

agrupados em seis malhas, representativas de igual número de novos empreendimentos independentes e auto suficientes.

Dessa forma, foram transferidas as seis malhas ao setor privado, através de leilões públicos, pelo valor global de R\$ 1,5 bilhão. O primeiro leilão, o da Malha Oeste, ocorreu em 5 de março de 1995. E o último trecho, denominado Malha Nordeste, foi leiloado em 18 de julho de 1997. Como se pode ver abaixo as ferrovias e as empresas privadas que ganharam os respectivos leilões.

Tabela 5.1 – Malhas Leiloadas da RFFSA e FEPASA

| Malhas Regionais da RFFSA | Data do Leilão | Concessionárias | Início da Operação | Extensão (km) |
|---------------------------|----------------|---|--------------------|---------------|
| Oeste | 05/03/96 | Ferrovias Novoeste S.A. | 01/07/96 | 1.621 |
| Centro-Leste | 14/06/96 | Ferrovias Centro-Atlântica S.A. (FCA) | 01/09/96 | 7.080 |
| Sudeste | 20/09/96 | MRS Logística S.A. | 01/12/96 | 1.674 |
| Tereza Cristina | 26/11/96 | Ferrovias Tereza Cristina S.A. (FTC) | 01/02/97 | 164 |
| Sul | 13/12/96 | Ferrovias Sul-Atlântico S.A. ^(*) | 01/03/97 | 6.586 |
| Nordeste | 18/07/97 | Companhia Ferroviária do Nordeste (CFN) | 01/01/98 | 4.534 |
| Paulista | 10/11/98 | FERROBAN - Ferrovias Bandeirantes S.A. | 01/01/99 | 4.236 |
| Total | | | | 25.895 |

Fonte: Lang, 2007

Atualmente, as principais ferrovias nacionais encontram-se sob a gestão de grandes operadores privados, os quais realizam exclusivamente transporte de cargas, enquanto apenas parte residual da malha brasileira encontra-se em poder estatal. o Brasil possui apenas 29 670 Km, praticamente a mesma quilometragem existente em 1920, o que mostra a estagnação e a decadência desse transporte no Brasil nos últimos 60 anos.

6 Diagnóstico da atual malha ferroviária nacional

O transporte ferroviário não foi capaz de integrar as diversas regiões do país entre si, porque as redes ferroviárias sempre foram isoladas umas das outras, como citado acima, não havia a intenção de articular o território, nem de integrar as regiões remotas aos centros mais dinâmicos do país. A partir da recordação histórica feita anteriormente se pode entender o porque dessas ferrovias não oferecerem a estrutura tão desejada. No passado as ferrovias atendiam os centros produtores e destinavam o escoamento direto para os polos exportadores e ainda hoje é possível perceber que as ferrovias do Brasil guardam pouca relação com a criação de novos polos de desenvolvimento socioeconômico. Estas são apenas um meio de transporte eficiente para as *commodities* agrícolas e minerais negociadas pelo país, produzidas ou extraídas em áreas tradicionais ou em novas fronteiras de monocultura. Esquece-se que assim como as rodovias, as ferrovias deveriam existir com objetivo de incentivar trocas entre duas localidades e não ser simplesmente uma fonte de geração econômica unidirecional.

A partir da decadência ferroviária acumulada ao longo dos anos e culminando na desestatização da malha, o Instituto de Pesquisas Econômicas Aplicadas resolveu realizar um relatório a pedido do Ministério dos Transportes com o objetivo de detalhar a situação das ferrovias atualmente, saber o quão relegada ao esquecimento ficaram nossas ferrovias, principalmente quando comparada inevitavelmente em alguns pontos com o transporte rodoviário. O IPEA pôde diagnosticar uma série de fatores, além dos citados anteriormente, os quais ainda contribuem para a decadência do sistema:

- Marcos regulatórios defasados e inadequados à evolução recente do transporte mundial;
- Modelo de gestão do Estado no setor de transportes ultrapassado e não profissionalizado;
- A existência de bitolas diferentes não permitiu a integração das ferrovias;

- Os traços geralmente caóticos ou sinuosos e o predomínio de bitolas estreitas resultaram em grande morosidade;
- Os elevados custos de implantação das ferrovias, exigindo vultosos investimentos com retorno muito demorado, desestimularam os investidores particulares;
- Equipamentos já obsoletos (locomotivas, vagões, trilhos etc.), deficiências operacionais, deterioração das mercadorias dada a demora na entrega;
- A concorrência das rodovias, que dispõe de traçados mais funcionais, de menos burocracia, de maior rapidez e eficiência;
- Durante décadas, a política de transportes desenvolvida no Brasil não deu atenção a esse meio de transporte, o que resultou em envelhecimento da malha ferroviária, baixa tecnologia, lentidão, escassez de armazéns, administração incompetente e fretes caros;
- A maior parte da atual malha ferroviária nacional localiza-se na Região Sudeste nos estados de São Paulo e Minas Gerais. O transporte ferroviário possui algumas distorções e um bom exemplo disso é que a carga agrícola destinada à exportação seria uma excelente mercadoria para ser transportada por trem, que quase em sua totalidade utiliza caminhões. Vale lembrar que o transporte de grãos em algumas regiões é feito, em sua maior parte, por caminhões, representando 90% da produção total;
- Mesmo para as regiões onde há malha ferroviária, os custos de transporte para os usuários não são baixos, pois em geral os fretes são definidos com base nos fretes rodoviários. A maioria das ferrovias existentes opera no limite da capacidade, não atendendo toda a demanda, sendo necessário que os usuários despachem parte de sua carga por caminhões;

- As empresas privadas somente se interessam por linhas férreas altamente lucrativas, deixando algumas áreas descobertas. E as obras tocadas pelo governo federal sofrem com licenças ambientais que são morosas para serem adquiridas, e são barradas por suspeitas de corrupção pelo tribunal de contas;
- Estudos revelam que se houvessem meios de transporte mais eficazes, grande parte do desperdício nacional de alimentos poderia ser reduzido drasticamente. Consequentemente diminuindo o valor final dos produtos;
- O IPEA pode constatar através de um estudo com empresários de diferentes setores produtivos do país que apresenta as maiores dificuldades alegadas pelo empresariado para o não uso do modal ferroviário: a indisponibilidade de rotas (65% alegam que não existem as rotas para onde gostariam de mandar seus produtos), a falta de flexibilidade das operações (58%), a baixa velocidade por dia (50% alegam que é um problema que é agravado pelas más condições da malha existente e pelas invasões das faixas de domínio) e um dos aspectos deficientes que mais impactam sobre o sistema ferroviário está associado à sua ligação com os portos nacionais;
- De fato, analisando a participação das ferrovias em países de grandes dimensões territoriais (gráfico 1), observa-se a desproporção no uso destas pelo Brasil. Os países com grande extensão territorial utilizam massivamente as ferrovias, enquanto o Brasil assemelha-se à utilização de transportes como num país 5 vezes menor. (As extensões territoriais são: Rússia – 17,08 milhões km², Canadá – 9,98 milhões de km², EUA – 9,63 milhões de km², Brasil – 8,51 milhões de km², Austrália – 7,74 milhões de km², México – 1,96 milhão de km²);

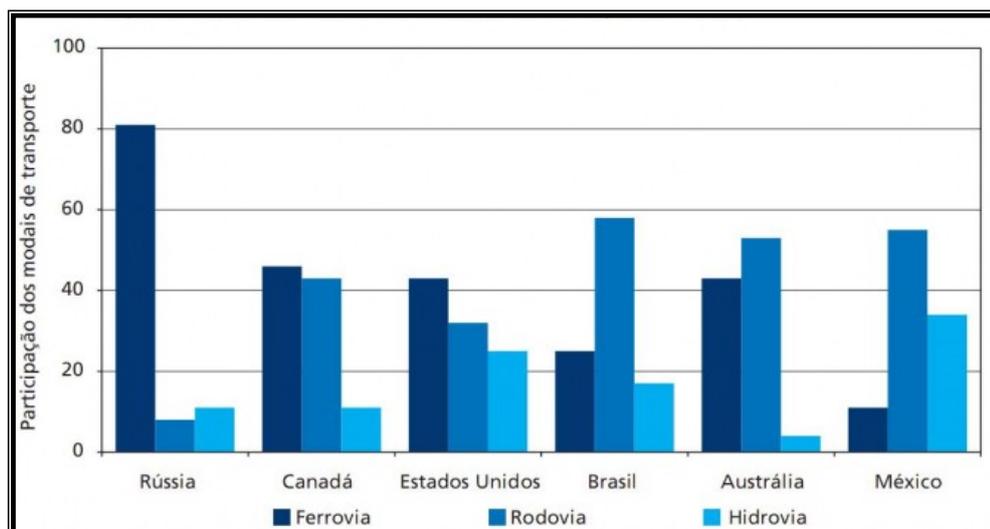


Gráfico 6.1 - Comparativo internacional das Matrizes de transporte. Fonte: IPEA – Instituto de Pesquisas Aplicadas

- Além disso, um estudo de 2008 mostra que o principal gargalo das ferrovias é sua própria construção, sinal de que elas nem sequer existem em quantidade suficiente para criar uma demanda. De acordo com o levantamento realizado é visível a demanda por novas linhas férreas por onde se possa transitar, levando as cargas através do país. São quase R\$ 50 bilhões em obras orçadas;

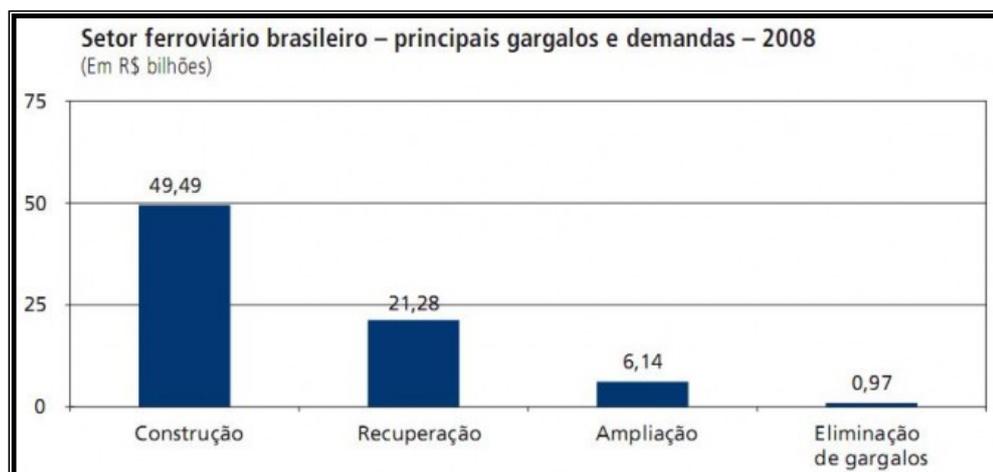


Gráfico 6.2 – Principais Gargalos e Demandas. Fonte: IPEA – Instituto de Pesquisas Aplicadas

- Com a clara necessidade de que sejam feitos investimentos em construção e modernização das ferrovias, vemos que nos últimos

anos este setor não tem sido privilegiado na divisão do bolo dos investimentos em transporte:

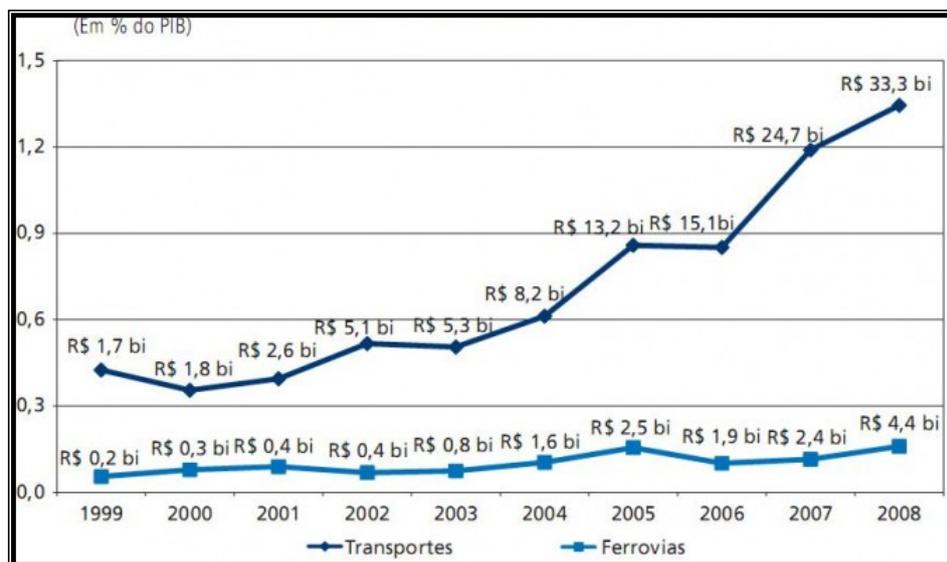


Gráfico 6.3 – Participação no PIB dos investimentos em transportes e ferrovias.
Fonte: IPEA – Instituto de Pesquisas Aplicadas

7 Contextos das malhas ferroviárias internacionais

“Nos últimos 20 anos a China construiu 35 mil quilômetros, mais do que fizemos em 200 anos, totalizando uma malha ferroviária de aproximadamente 100 mil quilômetros.” diz Paulo Resende, coordenador do núcleo de infraestrutura da Fundação Dom Cabral em entrevista ao Valor Econômico. A partir de uma realidade estampada a cada dia nas manchetes de jornais convém explicar a situação dos “caminhos de ferro” em 2 países do exterior, de maneira resumida e sendo esses ótimos exemplos para o futuro do modal nacional:

Segundo a Sociedade Nacional de Caminhos de Ferro da França (uma tradução rápida para a sigla SNCF), em 2009 foram registrados as mais de 194 linhas de trem trafegados e 110 milhões de viajantes, a companhia de trens francesa SNCF está sempre na vanguarda. O TGV, trem de grande velocidade, quebra recordes desde 1955 e já chegou a ultrapassar a marca dos 574,8 km/h em 2007. Hoje é possível atravessar o território francês a 320 Km /hora. Um exemplo é a linha *Méditerranée* que liga Paris a Marseille no sul da França em 2h55 (percurso total de 750 km) e a nova linha Leste que aproxima Strasbourg (fronteira com Alemanha) à Paris em 2h20. Para quem quiser explorar a França e continuar a visita em outro país da Europa, a malha ferroviária francesa está cada vez mais interligada às outras malhas europeias, com algumas novidades: a duração da viagem Paris-Londres em Eurostar é, por exemplo, de apenas 2h15 desde 14 de novembro do ano passado (média de 14 frequências por dia), Frankfurt estará a menos de 4 horas de Paris. Com o trem Thalys, os passageiros chegam a Bruxelas da capital francesa em 1h25 (um trem cada 30 minutos) e em Amsterdã em 4h11 (de 5 a 7 trens por dia).



Figura 7.1 - TGV após bater o recorde mundial de alta velocidade. Fonte: SNCF

Segundo a *China Railway Corporation*, a nação possui hoje a 3ª maior malha ferroviária do mundo e essas informações foram atualizadas do último dia do ano de 2013. São 13 mil quilômetros de ferrovia em alta velocidade até 350km/h) dos mais de 100 mil quilômetros totais, o que fez deste o país nos últimos anos líder mundial no setor, com larga diferença e muito à frente do Japão e da França, países pioneiros nesta tecnologia. Anualmente, são transportados 2 bilhões de pessoas e mais de 3,3 bilhões de toneladas de carga. Só no último quinquênio foram investidos US\$ 40 bilhões nas ferrovias que cruzam o País.

Dos 13 mil quilômetros de ferrovia em alta velocidade, mais de um quinto dessa extensão diz respeito à linha Pequim-Cantão, a mais longa do mundo, com 2.298 quilômetros, inaugurada há cerca de um ano. A viagem demora apenas oito horas, quase um terço menos do que o mais rápido dos trens que ligam habitualmente as duas cidades.

No histórico da *China Railway Corporation* tem-se que a primeira linha ferroviária da China foi construída em 1876 no Município de Shanghai e a primeira de construção independente, em 1881 em Tangshan, na Província de Hebei, no norte do país. Em 1949, quando foi fundada a nova China, o país contava com menos de 22 mil quilômetros de ferrovias e só a metade delas estava em condições de uso. A primeira linha chinesa de alta velocidade – uma via de 117 quilômetros entre Pequim e Tianjin - começou a funcionar em 2008, 28 anos depois do nascimento do TGV francês e hoje se configuram como a maior potência em malha ferroviária de trens de alta velocidade do

mundo. De acordo com o plano da rede ferroviária chinesa, as ferrovias de alta velocidade atingirão 19 mil quilômetros em 2015 e até 2020 a extensão total das ferrovias chegará a 120 mil quilômetros.



Figura 7.2 - Malha Ferroviária Chinesa. Fonte: *China Railway Corporation*

8 Programa de Investimento em Logística - PIL

8.1 Apresentação

Tendo em vista os exemplos mundiais, citados anteriormente, o governo brasileiro diagnosticou a necessidade de uma série de intervenções nos modais de transportes, tanto de cargas como passageiros. Para o escoamento de produtos de alto volume agregado, primeiramente realizou-se um planejamento para a cadeia logística e após fomentado o plano de ações devem ser aplicados nas infraestruturas integrantes do sistema em função do conceito de intermodalidade. Assim no dia 15 de agosto de 2012 a União lançou o Programa de Investimento em Logística - PIL. Segundo o Ministério dos Transportes os investimentos devem ultrapassar a casa dos R\$ 212 bilhões de reais para a reformulação de estradas, aeroportos, portos e ferrovias, sendo destes R\$ 99,6 bilhões para investimentos em construção e/ou melhoramentos de 11 mil quilômetros de linhas férreas.

8.2 Objetivos

De acordo com o Ministro Paulo Sérgio Passos, o programa foi construído com base em três diretrizes principais: a disponibilização de uma ampla e moderna rede de infraestrutura; a obtenção de uma cadeia logística eficiente e competitiva e a modicidade tarifária. Além disso tem como objetivo principal revolucionar o tratamento dado para os 4 pilares de transportes de carga e passageiros do nosso país. Esses investimentos chegam em um momento crucial e vem com uma série de intervenções importantes, dentre as várias citadas ao longo do texto e se for atingido o resultado esperado acredita-se que teremos um avanço como nunca se viu nos últimos anos.

Sendo assim o Governo Federal cita no documento de apresentação do PIL que para a área das ferrovias as pretensões são de fomentar um novo modelo de concessão o qual trará ferrovias em bitola larga, com alta

capacidade de transporte de cargas, traçado geométrico otimizado permitindo maiores velocidades (80 km/h), além de realizar a manutenção dos trechos já existentes viabilizando a retomada de suas operações. Com isso, será possível resgatar o transporte ferroviário como alternativa logística, com quebra de monopólio na oferta de serviços e redução de tarifas.

8.3 Metodologia

O programa contempla um novo modelo de concessão, em que os concessionários serão responsáveis pela infraestrutura, sinalização e controle da circulação de trens. Todo esse contexto sendo realizado no período de contrato de 35 anos.

Como dito acima, o objetivo na área de ferrovias contemplará antes de mais nada a retomada das ferrovias de maneira que ela seja inserida na cadeia logística do país através das parcerias público-privadas. Assim como foi mencionado pelo documento de criação do PIL, a estruturação da PPP deve seguir o seguinte modelo:

- A Concessionária detém o direito de exploração da Ferrovia.
- A VALEC compra a totalidade da capacidade da Ferrovia, remunerando a Concessionária por uma Tarifa (Tarifa pela Disponibilidade da Capacidade Operacional).
- A VALEC subcede, a título oneroso, partes do Direito de Uso aos Usuários.
- A Concessionária presta serviços de operação diretamente aos Usuários, que a remunera através de outra Tarifa (Tarifa de Fruição), na medida da utilização da Ferrovia.

Com o intuito de diminuir os riscos para quem vai investir no Brasil e mais especificamente nessa área, a empresa estatal VALEC comprará anualmente toda a capacidade operacional da ferrovia e fará ofertas públicas da capacidade adquirida, garantindo-se o direito de passagem na circulação de trens ao longo de toda a malha. A capacidade será ofertada a embarcadores,

operadores ferroviários independentes e a concessionários ferroviários (desde que já estejam presentes em outros trechos ferroviários).

O modelo de financiamento público ainda prevê investimentos para serem realizados durante o primeiro quinquênio do contrato. Poderá ser financiado até 70% do valor do investimento com uma taxa de juros de 1,0%, aplicados pelos bancos públicos brasileiros (Banco do Brasil, Caixa Econômica e BNDES). Além disso também deverá ser aplicada a Taxa de Juros de Longo Prazo conhecida por TJLP.

Ainda segundo o documento liberado pelo Ministro Paulo Passos, será função da VALEC antecipar as receitas pela disponibilidade da capacidade operacional durante o período de obras, algo em torno de 15% do valor de referência total os quais serão abatidos linearmente durante os anos das operações, desde que o concessionário cumpra o cronograma de execução física.

8.4 Empresa de Planejamento e Logística - EPL

A partir do momento que surge a perspectiva de criar-se uma integração logística com a utilização de duas ou mais modalidades de transportes para o escoamento de cargas, faz-se necessário apresentar alguns conceitos muitas vezes confundidos sobre como será realizada a sua operação, por multimodalidade ou intermodalidade. Conforme está escrito na Lei nº 9611, o primeiro conceito refere-se a um contrato único de utilização, onde a responsabilidade da carga, desde a origem até o destino, é única do operador do transporte multimodal. Já o segundo modelo de operação terá contratos individualizados referente a cada modal de transporte sendo assim dividida a responsabilidade da carga entre eles.

Tendo em vista o conceito acima, tornou-se necessário criar a Empresa de Planejamento e Logística S.A. (EPL). Uma empresa estatal que tem por finalidade estruturar e qualificar, por meio de estudos e pesquisas, o processo de planejamento integrado de logística no país, interligando rodovias, ferrovias,

portos, aeroportos e hidrovias, diminuindo os gargalos e agilizando processos de operação. O mais importante é não confundir as atribuições da EPL com a da VALEC, mencionada acima, pois são duas empresas estatais com objetivos distintos no que diz respeito à evolução ferroviária: de a primeira tem a responsabilidade de planejar e estudar os mais diversos modais de transportes em prol de um desenvolvimento econômico, seguro e sustentável. A segunda é direcionada para a manutenção, operação e construção da malha ferroviária.

Inicialmente a empresa criada em 17 de setembro de 2008 pela Lei 11.772, foi denominada Empresa de Transporte Ferroviário de Alta Velocidade S.A. (ETAV) e passou a ser Empresa de Planejamento e Logística S.A. (EPL) em 19 de dezembro de 2012 pela Lei 12.743, ampliando as suas competências podendo até incorporar em sua composição representantes da iniciativa privada, devido ao decreto 7.789/2012.

Vinculada ao Ministério dos Transportes a EPL além de estruturar e executar o planejamento integrado da logística no país, a EPL vai atuar como sócia na concessão do Trem de Alta Velocidade (TAV), com o objetivo de absorver e difundir novas tecnologias no setor. Uma das atribuições da EPL será de planejar e estruturar projetos, sob demanda, e mediante contratação a serem executados pelos respectivos órgãos contratantes. Também será possível celebrar parcerias e convênios com instituições tecnológicas e científicas que realizam atividades de pesquisa e desenvolvimento, absorção e transferência de tecnologias e licenciamento de patentes. A EPL assumirá também a função de empreendedora, para efeito de licenciamento ambiental, nos projetos de rodovias e ferrovias.

8.5 Principais investimentos em Ferrovias

A partir dos primeiros estudos realizados pela EPL, foi possível identificar pontos importantes para eliminação de gargalos ferroviários e assim ser possível contribuir para o dinamismo da cadeia logística. Assim, seguem as

informações detalhadas sobre as ferrovias que serão concedidas no âmbito do Programa.



Figura 8.1 - Novos Investimentos em ferrovias. Fonte: Ministério dos Transportes

9 Estudo de Caso

9.1 Apresentação

A partir deste parágrafo será desenvolvido uma análise de um breve estudo de caso para uma interligação ferroviária entre as cidades de Eliseu Martins no Piauí e Porto Franco no Maranhão, além disso será proposto um aprofundamento dessa alternativa de integração. Nesse ótimo exemplo pode-se observar como uma ferrovia tem capacidade de proporcionar um desenvolvimento econômico, seguro e sustentável através da intermodalidade de transportes, justamente as diretrizes de Investimento do PIL. Assim o objetivo do estudo de caso deste TCC é demonstrar a importância de uma interligação ferroviária, entre duas grandes obras do país.

Esse ramal é chamado pelo governo de ferrovia EF-232 e servirá de ligação entre a Ferrovia Nova Transnordestina e Ferrovia Norte sul, passando por dois polos muito concentradores de carga e com grandes potenciais de exportação: Uruçuí, no Piauí e Balsas, no Maranhão.

O mesmo, tem como referência um documento elaborado pela Valec no ano de 2012 nos moldes de um EVTEA (Estudo de Viabilidade Técnica, Econômica e Ambiental - EVTEA - da Ferrovia EF-232) mas que encontra-se ainda em fase de detalhamento pois a demanda de construção dessa ferrovia ainda não foi priorizada.

É previsto que ocorra a construção de uma ferrovia com aproximadamente 620 km de extensão e toda em bitola larga, pois tanto a Transnordestina como a Ferrovia Norte Sul apresentam a mesma configuração. Ocorrerá também a passagem da ferrovia nas regiões polarizadas por Balsas, no Cerrado Maranhense, e Uruçuí, no Cerrado Piauiense, hoje importantes produtores de grãos e subprodutos da industrialização da soja.



Figura 9.1 - Mapa de Situação da Ferrovia. Fonte: VALEC

Ao longo do relatório serão indicados, analisados e discutidos a viabilidade da EF-232. Devido a complexidade técnica e a grande quantidade de recursos para a conceber essa ferrovia, se fez necessário dividir o estudo em 5 grandes áreas:

- Estudo Socioeconômico, que apresentará valores como VPL (Valor Presente Líquido, em função do benefício-custo), também a análise da relação benefício/custo (B/C); além da Taxa Interna de Retorno (TIR) e o Payback. Um outro ponto demonstrado pelos consultores da empresa do governo é uma avaliação financeira da construção da EF-232 numa alternativa de Parceria Público Privada, feita com recursos públicos e a operação com recursos privados.
- No Estudo de Mercado serão demonstrados a área de influência da EF-232. Então foram estimadas a demanda de quantas toneladas anuais a serem transportadas no primeiro ano de operação da ferrovia e em um horizonte futuro de 30 anos. Majoritariamente de grãos e farelo de soja no sentido dos portos de São Luís e Belém, com carregamentos em Balsas, Uruçuí e Eliseu Martins. Bem como no sentido inverso, com produtos de abastecimento agropecuário e diversos.

- No estudo foram avaliadas alternativas de traçado, sendo comparadas sobre os pontos de vista dos custos de construção (infra e superestrutura), dos custos operacionais, e dos aspectos mais sensíveis ecologicamente (presença ou ausência de áreas protegidas, de cavernas e de populações frágeis, por exemplo).
- Os Estudos de Meio Ambiente estabeleceram o diagnóstico ambiental da área de influência indicando a situação atual da flora e da fauna, o uso dos recursos naturais, os aspectos físicos relevantes, as características da sociedade local e das populações frágeis. Apontaram, ainda, os impactos potenciais, as interferências provocadas pela futura implantação da Ferrovia, bem como análise das alternativas de traçado, concluindo pela viabilidade ambiental da ferrovia.
- Os Estudos Operacionais determinaram as características operacionais da ferrovia, a quantidade de trens, tipo de licenciamento de trens, os investimentos em frota de locomotivas e vagões, instalações e equipamentos operacionais, custos operacionais e receitas de transporte, fornecendo elementos para a avaliação econômica e financeira do empreendimento.

9.2 Estudo de Mercado

Os Estudos de Mercado foram desenvolvidos de forma a possibilitar a delimitação da área de influência econômica a ser impactada pela nova Ferrovia, a caracterização dos produtos a serem captados e as demandas por transportes. Para tanto, foram avaliadas e definidas as cargas potenciais de produção agrícola e mineral das regiões dos Estados do Maranhão e do Piauí que estão na área de influência, além de outros pontos de interesse que pudessem ser identificados como possíveis geradores de carga e que pudessem utilizar segmento ferroviário em análise.

Na sequência, foram quantificados os volumes de carga e os fluxos de transporte correspondentes, possíveis de serem realizados no horizonte de 30 anos, tendo como base a situação atual e as diversas possibilidades e perspectivas detectadas para o crescimento da demanda regional por transporte. A conclusão deste estudo está apresentado na Tabela 9.1– Produção Prevista em após conclusão da ferrovia.

Tabela 9.1–Produção Prevista em após conclusão da ferrovia.

| PRODUTO | HORIZONTE DE DEMANDA | | | |
|-----------------------|----------------------|----------------|-----------------|-----------------|
| | 2015 | 2025 | 2035 | 2045 |
| Exportação | 1.492,6 | 7.464,3 | 10.321,6 | 14.092,9 |
| Grãos (soja e farelo) | 1.318,5 | 6.702,6 | 9.310,7 | 12.799,0 |
| Óleo de Soja | 123,1 | 640,3 | 889,5 | 1.172,5 |
| Álcool | 51,0 | 121,4 | 121,4 | 121,4 |
| Importação | 299,0 | 1.859,4 | 2.482,0 | 3.280,9 |
| Fertilizantes | 115,3 | 587,4 | 816,0 | 1.117,7 |
| Milho | 0,0 | 350,0 | 390,0 | 420,0 |
| Defensivos Agrícolas | 14,4 | 73,4 | 102,0 | 139,7 |
| Óleo Diesel | 20,0 | 102,1 | 141,8 | 194,2 |
| Produtos Diversos | 149,3 | 746,4 | 1.032,2 | 1.409,3 |
| TOTAL GERAL | 1.791,6 | 9.323,6 | 12.803,6 | 17.373,8 |

Fonte: VALEC/ANTT

9.2.1 Contextualização do estudo

Apesar da região em questão apresentar as menores rendas per capita do país, atualmente, há uma concentração significativa de novos investimentos em andamento, tais como:

- A Refinaria Premium da Petrobrás, capaz de processar 600 mil barris/dia (quase 25% da atual demanda nacional). Já outros foram recentemente concluídos, como a Ferrovia Norte-Sul e a duplicação da Estrada de Ferro Carajás, além da UHE de Estreito. Todos esses citados sendo localizados no Maranhão;
- Já no Piauí são destacados a construção da Rodovia Transcerrados (PI-387), com 330km e a duplicação da indústria de óleo de soja e

farelo da Bunge, localizado em Uruçuí, e com alcance de 5.000 toneladas/dia.

Atualmente, tem-se visto no empresariado local e nos investidores recém chegados, o estabelecimento de prioridades para duas vertentes de negócios com grande potencial de demanda no Estado:

- A primeira delas e que deve-se destacar com forte presença é o agronegócio, o qual possui um grande projeto de expansão da produção da soja, cana de açúcar e etanol, especialmente na região de Balsas, no Maranhão. Desde 1995 a região apresenta altos índices de produção de soja chegando a ter capacidade de produção de 500 mil toneladas/ano, com 55 mil hectares reservado para o cultivo e capacidade de processamento de 1,5mil toneladas/dia;
- O segundo ponto a ser levado em consideração é o complexo minero metalúrgico, nos segmentos do alumínio e do minério de ferro.

Uma observação importante no estado do Piauí é que especificamente em relação à agricultura, destaca-se que a região sul e sudoeste do estado é atualmente uma área prioritária da expansão da fronteira agrícola do país, pois apresentam terra com preços reduzidos e de boa fertilidade, além da farta disponibilidade de recursos hídricos e reduzidas restrições ambientais, mas em virtude da infraestrutura precária de transporte para escoamento da produção, dificilmente grandes investidores optam pela região.

9.2.2 Área de Influência e polos

Como já foi dito em parágrafos anteriores o traçado proposto para a Ferrovia EF 232 tem início em Eliseu Martins, como prolongamento da Ferrovia Nova Transnordestina, e término em Porto Franco, no entroncamento com a Ferrovia Norte-Sul.

O estudo realizado determinou que a área de influência econômica da EF 232, se constitui de 18 municípios do Maranhão e 20 municípios do Piauí. Cabe ressaltar que, destes 38 municípios, 28 foram considerados com potencial econômico para a geração de cargas, incluídos neste grupo os municípios definidos como polos concentradores e de carregamento de cargas na ferrovia. Sendo que o principal concentrador de cargas no Maranhão é Balsas. E Uruçuí, o principal concentrador de cargas no Piauí.

As análises realizadas indicaram que as área de influência não apresentam uma região de potencial elevado de consumo. Pois no setor industrial de produção pecuária e de lavouras permanentes não foi constatado nenhum produto que viesse a se qualificar como potencial gerador de cargas ferroviárias e a produção mineral, que no Maranhão registra níveis relevantes, encontra-se situada fora da área de influência estudada. Da mesma forma, o potencial não teria na EF 232 seu principal canal de escoamento.

Poder-se-ia admitir que uma decisão estratégica da Vale do Rio Doce, proprietária da referida mina de níquel, possa vir a considerar o escoamento da produção por este novo trecho ferroviário, de forma a alcançar a Ferrovia Norte Sul no entroncamento proposto para Porto Franco. Entretanto, optou-se por desconsiderar tal possibilidade, em razão do nível de incertezas existentes, principalmente, no que se refere à decisão da empresa quanto à oportunidade de início do processo produtivo.

Ressalte-se, também, que a análise dos movimentos de importação e exportação não indicou a existência de produtos que pudessem ser considerados como demandantes do transporte ferroviário, a menos da soja e derivados.

Portanto, a demanda de transporte da Ferrovia EF 232 será constituída pelas seguintes cargas:

- Soja e Farelo de Soja
- Óleo de Soja
- Álcool

- Fertilizantes
- Defensivos Agrícolas
- Óleo Diesel

Cabe destacar que além destas, foi observado significativo potencial de transporte de milho, originado em Mato Grosso e destinado à Região Nordeste. Finalmente considerou-se provável uma demanda de importação de Produtos Diversos, a ser induzida pelo acréscimo da renda gerada pelo desenvolvimento do agronegócio na região.

9.2.3 Alocação dos fluxos de cargas

Por ser uma ferrovia de integração o fluxo de carga tanto pode ser direcionado para a nova Transnordestina como para a Ferrovia Norte Sul. Sabe-se que o principal demandante de cargas desta região serão os portos e nesse caso há uma boa quantidade de opções: Suape, Pecém, São Luiz e Belém. Sendo os dois mais fortes da região: Suape e São Luiz.

Um modal de transporte eficiente é capaz de proporcionar muitas benfeitorias para um porto, sendo a principal delas a expansão do Hinterland. Seguindo conceito aplicado na disciplina de Portos do curso de Engenharia Civil da UFPE, o hinterland é definido como a zona de impacto econômico de um porto em terra que é servida por meio de transportes para qual se encaminham, diretamente, mercadorias desembarçadas no porto ou no sentido inverso, de onde se originam para a região do porto. Assim, crê-se, os dois principais portos podem receber cargas diferentes para destinações diferentes, pois apresentam foreland diferentes (o contrário do hinterland, área de influencia em mar do porto). Enquanto Suape tem mais facilidade para se comunicar com terminais do continente Europeu, África e sul da América do Sul. Já o porto de São Luiz (Itaqui), em função dos menores custos de transporte é capaz de transporte para América do Norte e Central além dos países do norte da América do Sul.

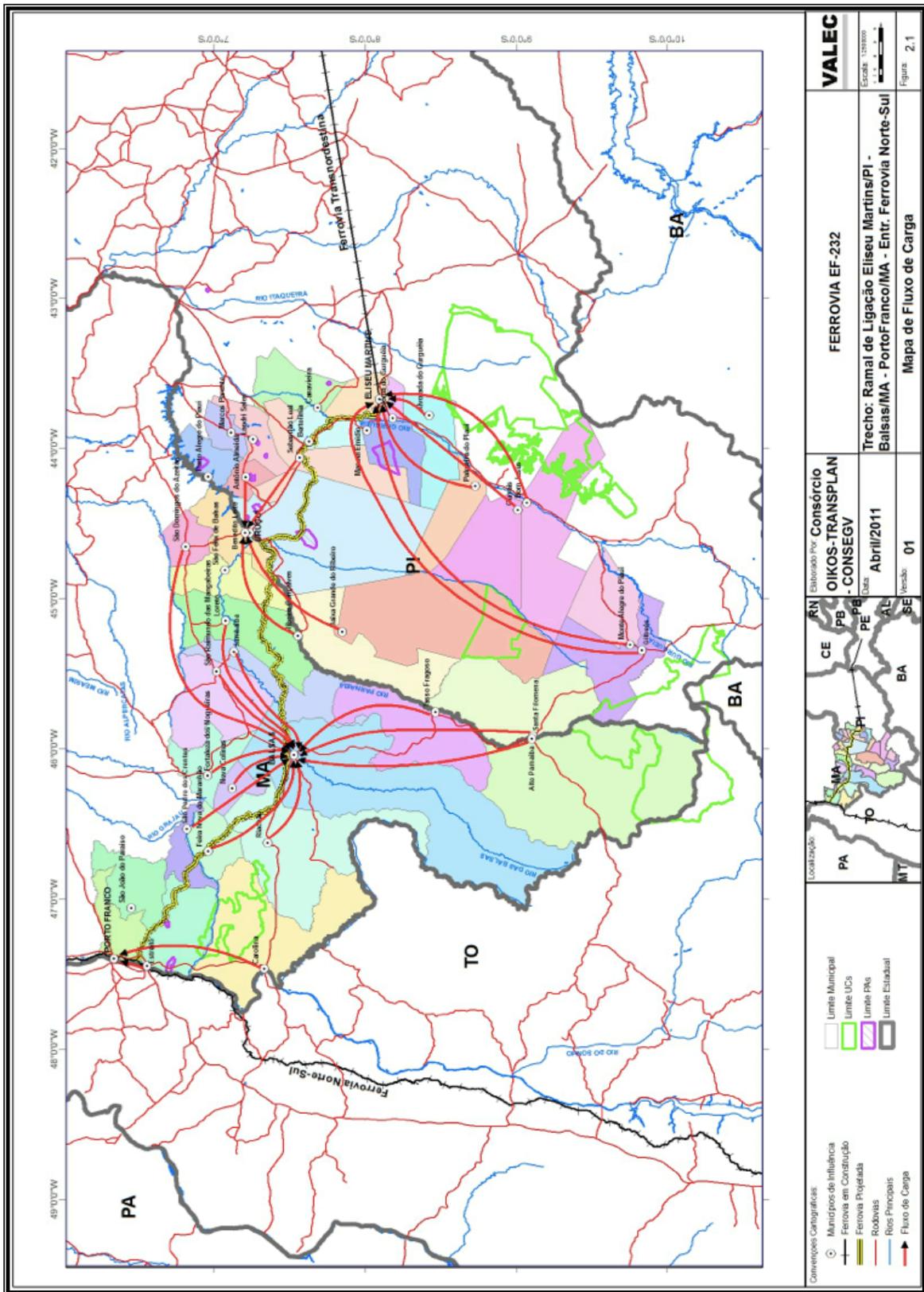


FIGURA 9.2 – Mapa de Fluxo de Cargas mostra a movimentação esperada.
 Fonte: Consórcio OIKOS-TRANSPLAN-CONSEGV

Cabe observar que as cargas alocadas em Porto Franco não constituem demanda da EF 232, pois embarcam diretamente na Ferrovia Norte Sul. Os fluxos de importação deslocam-se no sentido contrário, de Belém/São Luís até os polos da EF 232 e os municípios da área de influência da Ferrovia, além de uma importação no outro extremo de Suape/Pecém para Eliseu Martins e região.

9.2.4 Projeção da demanda de cargas

A projeção da demanda de soja na Ferrovia EF 232 baseou-se nas estimativas das áreas com aptidão agrícola para a produção mecanizada de grãos nos municípios da área de influência. Estas áreas foram obtidas a partir de avaliações de imagens do satélite Landsat, numa faixa de 200 km ao sul e 100 km ao norte do eixo da EF 232 (aproximadamente 200 mil km² - ver Figura 2.2 - Mapa da aptidão agrícola), estabelecendo as áreas potencialmente agricultáveis (relativamente planas e aptas para produção de grãos), descontando as áreas de preservação ambiental, as de reserva legal e as destinadas à proteção de aquíferos. As áreas agricultáveis são pouco aproveitadas atualmente em razão da carência de infraestrutura de transportes adequada.

As premissas para o aumento da produtividade da soja tiveram como base os estudos realizados pelo Instituto Interamericano de Cooperação para Agricultura – IICA, Cadeia Produtiva da Soja no Brasil, Cadernos Estatísticos do Agronegócio Brasileiro - 2010, Situação em 2009, e Perspectivas da Agricultura no Brasil para 2010; bem como os estudos do Instituto Matogrossense de Economia Agropecuária – IMEA, formalizados no texto: Projeções para a Produção Agropecuária em Mato Grosso. Considerou-se que a soja destinada a embarque em Uruçuí seria processada na indústria da Bunge antes da sua exportação como farelo de soja (80%) e óleo de soja (20%).

No sentido de exportação, ter-se-ia ainda a produção de álcool, com origem em São Raimundo das Mangabeiras e carregamento no polo de Balsas, cuja projeção baseou-se nos planos de expansão da Fazenda Agrosserra. No sentido de importação, as cargas de fertilizantes, defensivos agrícolas e óleo diesel, em atendimento a produção de soja, foram projetadas a partir das seguintes relações insumo-produto: 80 kg fertilizantes/1.000 kg soja, 10 kg defensivos/1.000 kg soja, 13,9 kg óleo diesel/1.000 kg soja.

Adicionalmente, foi considerada a carga de milho procedente do Estado do Mato Grosso e com destino final nos Estados do Nordeste. Finalmente foi considerada a importação adicional de Produtos Diversos, projetados como 10% das cargas de exportação. Nestas condições a Tabela 8.2 apresenta o detalhamento das demanda da Ferrovia EF-232 no período 2015 - 2045.

Tabela 9.2 - Demanda de Carga por trecho da EF232

| DEMANDA NO PERÍODO 2015 - 2045 (EM 1.000 TONELADAS) | | | | | | | | | |
|---|-----------------|-----------------|----------------|----------------|----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| Mercadoria | Polo ou Pátios | | Ano | Ano | Ano | Ano | Ano | Ano | |
| | Origem | Destino | 2015 | 2020 | 2.025 | 2030 | 2035 | 2040 | 2045 |
| Soja e Farelo | Balsas | Belém / S. Luis | 1.652,0 | 2.213,6 | 3.623,7 | 4.270,9 | 5.033,7 | 6.005,7 | 7.165,4 |
| Soja e Farelo | Uruçuí | Belém / S. Luis | 985,0 | 1.564,7 | 2.561,4 | 3.018,8 | 3.558,0 | 4.085,1 | 4.690,2 |
| Soja e Farelo | Eliseu Martins | Belém / S. Luis | 259,0 | 316,2 | 517,5 | 610,0 | 718,9 | 823,6 | 943,4 |
| Total de Soja e Farelo | | | 2.896,0 | 4.094,5 | 6.702,6 | 7.899,8 | 9.310,7 | 10.914,4 | 12.799,0 |
| Milho | Mato Grosso | Nordeste | 250,0 | 300,0 | 350,0 | 369,5 | 390,0 | 404,7 | 420,0 |
| Total de Milho | | | 250,0 | 300,0 | 350,0 | 369,5 | 390,0 | 404,7 | 420,0 |
| Óleo de Soja | Uruçuí | Belém / S. Luis | 246,2 | 391,2 | 640,3 | 754,7 | 889,5 | 1.021,3 | 1.172,5 |
| Total de Óleo de Soja | | | 246,2 | 391,2 | 640,3 | 754,7 | 889,5 | 1.021,3 | 1.172,5 |
| Alcool | Balsas | Belém / S. Luis | 101,9 | 121,4 | 121,4 | 121,4 | 121,4 | 121,4 | 121,4 |
| Total de Alcool | | | 101,9 | 121,4 | 121,4 | 121,4 | 121,4 | 121,4 | 121,4 |
| Fertilizantes | Belém / S. Luis | Balsas | 132,2 | 177,1 | 289,9 | 341,7 | 402,7 | 480,5 | 573,2 |
| Fertilizantes | Belém / S. Luis | Uruçuí | 98,5 | 156,5 | 256,1 | 301,9 | 355,8 | 408,5 | 469,0 |
| Fertilizantes | Belém / S. Luis | Eliseu Martins | 20,7 | 25,3 | 41,4 | 48,8 | 57,5 | 65,9 | 75,5 |
| Total de Fertilizantes | | | 251,4 | 358,9 | 587,4 | 692,4 | 816,0 | 954,9 | 1.117,7 |
| Defensivos | Belém / S. Luis | Balsas | 16,5 | 22,1 | 36,2 | 42,7 | 50,3 | 60,1 | 71,7 |
| Defensivos | Belém / S. Luis | Uruçuí | 12,3 | 19,6 | 32,0 | 37,7 | 44,5 | 51,1 | 58,6 |
| Defensivos | Belém / S. Luis | Eliseu Martins | 2,6 | 3,2 | 5,2 | 6,1 | 7,2 | 8,2 | 9,4 |
| Total de Defensivos Agrícolas | | | 31,4 | 44,9 | 73,4 | 86,5 | 102,0 | 119,4 | 139,7 |
| Óleo Diesel | Belém / S. Luis | Balsas | 23,0 | 30,8 | 50,4 | 59,4 | 70,0 | 83,5 | 99,6 |
| Óleo Diesel | Belém / S. Luis | Uruçuí | 17,1 | 27,2 | 44,5 | 52,5 | 61,8 | 71,0 | 81,5 |
| Óleo Diesel | Belém / S. Luis | Eliseu Martins | 3,6 | 4,4 | 7,2 | 8,5 | 10,0 | 11,4 | 13,1 |
| Total de Óleo Diesel | | | 43,7 | 62,4 | 102,1 | 120,3 | 141,8 | 165,9 | 194,2 |
| Prod. Diversos | Belém / S. Luis | Balsas | 175,4 | 233,5 | 374,5 | 439,2 | 515,5 | 612,7 | 728,7 |
| Prod. Diversos | Belém / S. Luis | Uruçuí | 123,1 | 195,6 | 320,2 | 377,4 | 444,8 | 510,6 | 586,3 |
| Prod. Diversos | Belém / S. Luis | Eliseu Martins | 25,9 | 31,6 | 51,8 | 61,0 | 71,9 | 82,4 | 94,3 |
| Total de Produtos Diversos | | | 324,4 | 460,7 | 746,4 | 877,6 | 1.032,2 | 1.205,7 | 1.409,3 |
| Total Geral | | | 4.145,0 | 5.833,7 | 9.323,6 | 10.922,1 | 12.803,6 | 14.907,5 | 17.373,8 |

Fonte: VALEC/ANTT

9.3 Alternativas de traçado

9.3.1 Estudos Existentes

Os estudos existentes para a EF-232 são: (i) uma diretriz estudada pela VALEC para todo o segmento entre Porto franco e Eliseu Martins, e (ii) o Projeto Básico entre Estreito e Balsas, proposto pelo Governo do Maranhão. Estes estudos são resumidamente descritos a seguir:

A. ESTUDO DA VALEC – ESTREITO A ELISEU MARTINS: A diretriz de traçado estudada pela VALEC faz a ligação entre Porto Franco/ MA e a cidade de Eliseu Martins/PI, passando próximo aos municípios de Manoel Emídio, Bertolândia, Sebastião Leal, Uruçuí e Ribeiro Gonçalves, no Piauí, e próximo a Balsas, Riachão e Feira Nova do Maranhão, no Maranhão. Tendo como características a rampa máxima de 1,45 %, compensada, e o raio mínimo de 343,823 m. A diretriz estudada tem 645 km de extensão. .

B. PROJETO BÁSICO ESTREITO - BALSAS: O Projeto Básico foi elaborado pela empresa Maia Melo Engenharia Ltda. para o trecho entre o Km 41 (Estreito/MA) até Balsas/MA (Km 204), sob especificações emanadas pelo Governo do Estado do Maranhão.

O estudo foi realizado inicialmente sobre fotografias aéreas em escala de 1:15.000 e, posteriormente, com restituição aerofotogramétrica na escala 1:5.000, tendo como características a rampa máxima compensada de 1,00% nos dois sentidos, e o raio mínimo de 343,823 m. O estudo cobre uma extensão aproximada de 163 km.

9.3.2 Novos Estudos

O estudo produzido pela VALEC produziu uma nova base cartográfica, deixando para trás todos os anteprojetos produzidos anteriormente e com

pobreza de detalhes. Assim, pelo menos em relação as plantas, tem-se um produto mais detalhado, mais preciso e de melhor qualidade.

Para obter o resultado esperado, utilizou-se sobre a base cartográfica ferramentas de geoprocessamento, como as cartas, imagens, curvas de nível e demais dados que podem ser:

- Localização de assentamentos;
- Comunidades quilombolas;
- Áreas de preservação ambiental e interesse arqueológico;
- Hidrografia e área de inundação;
- Localidades, perímetros urbanos e rodovias.

9.3.3 Diretrizes Estudadas

Uma vez que os pontos intermediários, Balsas e Uruçuí, são pontos obrigatórios de passagem e Porto Franco e Eliseu Martins as extremidades do trecho, a EF 242 foi subdividida em 3 (três) segmentos para estudos de alternativas:

- Porto Franco a Balsas;
- Balsas a Uruçuí;
- Uruçuí a Eliseu Martins

Foram geradas três alternativas entre os pares de pontos, buscando-se os melhores trajetos para interligar as quatro localidades, eliminando-se, nesta fase, os subtrechos ou tecnicamente inviáveis ou que tivessem impedimentos de grande monta. As alternativas estudadas devidamente combinadas geraram as 3 (três) alternativas entre os extremos do trecho em estudo, as quais foram avaliadas comparativamente.

9.3.4 Alternativas do Traçado

As diretrizes estudadas estão representadas na FIGURA 3.2 – Estudos de Diretrizes de Traçado, estabelecendo os possíveis corredores para a EF-232.

Algumas dessas alternativas estudadas mostraram-se inviáveis quando analisadas sob os aspectos de extensão total (uma delas aumentava o percurso em mais de 200 km, enquanto outra interferia com o projeto de uma UHE programada para o Rio Parnaíba, por exemplo), condicionamentos topográficos, condicionamentos geotécnicos e de custos, além de apresentar maiores impactos ambientais. Os traçados restantes apresentam o mesmo ponto de partida – Pátio de Porto Franco na Ferrovia Norte-Sul (EF-151) e o mesmo ponto de chegada - Pátio de Eliseu Martins, no final da Ferrovia Transnordestina.

A principal dificuldade para o desenvolvimento dos traçados foi a topografia da região, caracterizada por chapadões cercados por grandes vales impondo imensas variações de altura entre a crista e o pé das encostas. Próximo a Uruçuí é onde se tem a situação mais crítica, pois a cidade está localizada em meio a uma região muito acidentada, à margem do Rio Parnaíba, que é mais um obstáculo a ser vencido.

As Alternativas de Traçado Tecnicamente Viáveis estão na FIGURA 8.3, que apresenta aquelas que foram comparadas para a definição da que seria escolhida para o desenvolvimento na etapa seguinte do presente Estudo.

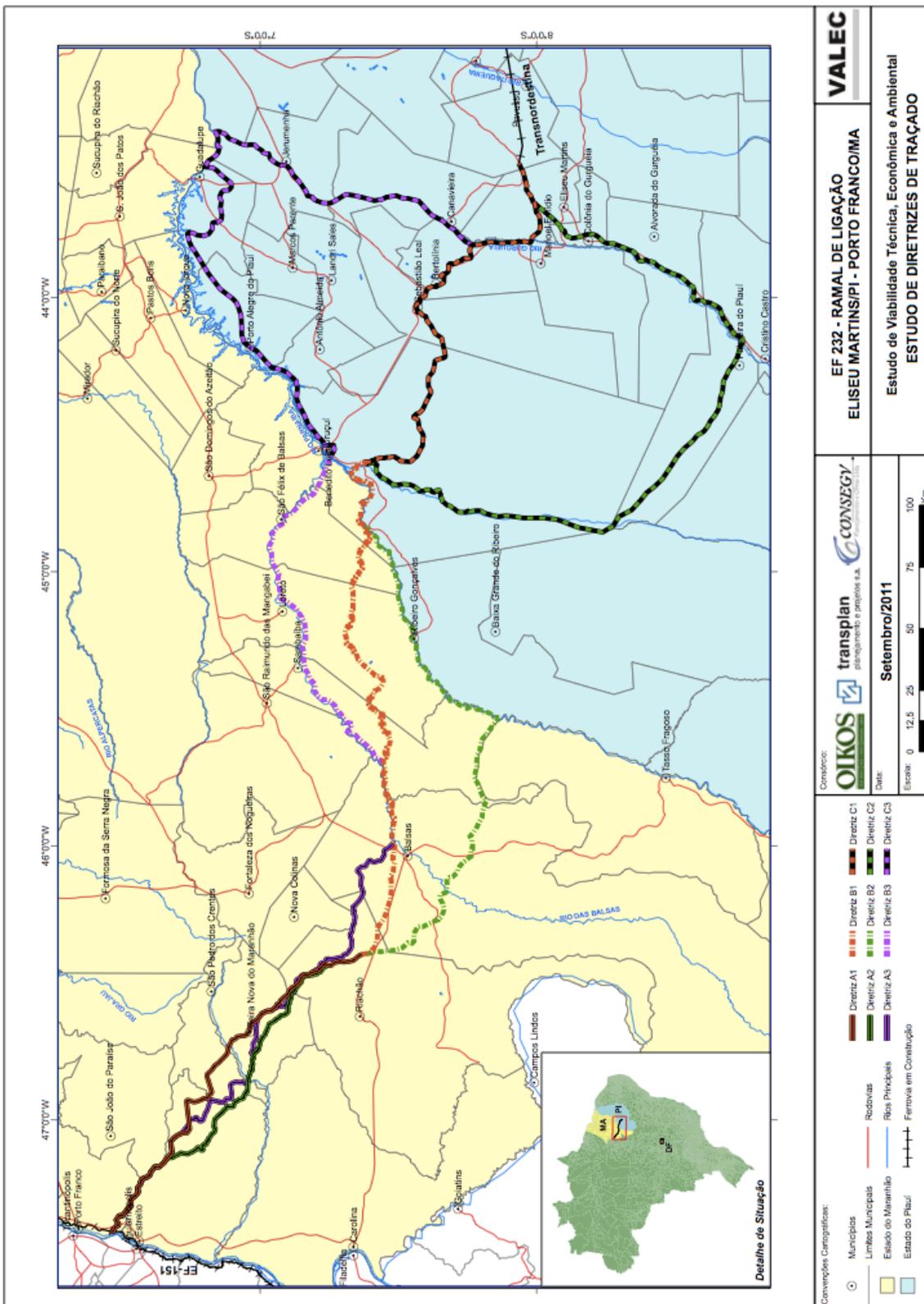


Figura 9.3: Alternativas de Traçado. Fonte: Consórcio OIKOS-TRANSPLAN-CONSEGV

Foram escolhidos e locados os desvios de cruzamento, as plataformas intermodais localizadas em Balsas/MA e Uruçuí/PI, o Pátio Operacional de Porto Franco da EF-232, necessário para intercâmbio de trens com a FNS e, ainda localização de instalações oficinas e instalações operacionais e o Pátio de Eliseu Martins, no final da EF-232, para intercâmbio com a Ferrovia Transnordestina. Após realizados os estudos de quantitativos pela consultoria contratada se pode chegar nos quantitativos básicos das alternativas de traçado que se apresentaram viáveis tecnicamente, ALTERNATIVA 01, ALTERNATIVA 02 e ALTERNATIVA 03, são apresentados na Tabela 9.3.

Tabela 9.3 – Quantitativos de infraestrutura por alternativa de traçado

| DESCRIÇÃO | UNIDADE | ALTERNATIVA 01 | ALTERNATIVA 02 | ALTERNATIVA 03 |
|-----------------------------|---------------------|----------------|----------------|----------------|
| EXTENSÃO TOTAL | km | 645,832 | 642,406 | 620,324 |
| VOLUMES | | | | |
| Corte | m³ | 113.287.671,34 | 96.431.918,95 | 83.168.298,74 |
| Aterro | m³ | 93.988.553,64 | 91.300.053,52 | 70.045.610,96 |
| VIADUTO RODOVIÁRIO | | | | |
| Quantidade | und. | 11,00 | 7,00 | 9,00 |
| Extensão Total | m | 397,00 | 297,00 | 347,00 |
| VIADUTO FERROVIÁRIO | | | | |
| Quantidade | und. | 1,00 | 1,00 | 1,00 |
| Extensão Total | m | 30,00 | 30,00 | 30,00 |
| DRENAGEM | | | | |
| Extensão de Bueiros | m | 110,50 | 42,10 | 74,70 |
| Extensão de Galerías | m | 6.241,10 | 6.046,20 | 5.800,10 |
| Sarjeta Triangular | m | 219.100,00 | 217.956,72 | 210.445,65 |
| Sarjeta Trapezoidal | m | 129.420,00 | 128.744,68 | 124.307,97 |
| Valeta de Prof. Corte | m | 213.480,00 | 212.366,04 | 205.047,63 |
| Valeta de Prof. Aterro | m | 252.150,00 | 250.834,26 | 242.190,19 |
| Entrada p/ Desc. d'Água | unid. | 3.330,00 | 3.313,00 | 3.198,00 |
| Descida d'Água Retangular | m | 45.102,00 | 44.866,65 | 43.320,49 |
| Descida d'Água em Degraus | m | 16.430,00 | 16.344,27 | 15.781,02 |
| Dissipador de Energia | unid. | 83.728,00 | 83.289,00 | 80.421,00 |
| Dreno Long. Prof. p/ Cortes | unid. | 101.245,00 | 98.532,00 | 96.432,00 |
| PONTES | | | | |
| Quantidade | unid. | 45,00 | 43,00 | 51,00 |
| Extensão Total | m | 2.855,00 | 3.000,00 | 2.470,00 |
| DESAPROPRIAÇÃO | | | | |
| Área Total | m² | 53.319.941,11 | 53.037.042,74 | 51.214.740,47 |
| CUSTO DE IMPLANTAÇÃO | 10 ⁶ R\$ | 3.072,6 | 2.861,5 | 2.673,3 |

Fonte: VALEC/ANTT

9.3.5 Comparação das características ambientais

Além de realizar uma comparação criteriosa nos itens citados acima, ainda foi realizada pela VALEC um comparativo entre os traçados em relação aos impactos ambientais.

Para fazer essa avaliação a empresa contratada elaborou uma metodologia própria que fez a comparação dos impactos ambientais com maior tendência a ocorrerem e sua influência na viabilidade socioeconômica. Sendo assim esse pontos foram traduzidos em um valor chamado de Indicador de Viabilidade (IV)

Essa alternativa se mostrou bastante interessante em termos de EVTEA pois tem-se um critério rápido e sucinto para a região em questão. Através de planilhas simples são selecionados os pontos de maior impacto, são atribuídos um nível de importância e pesos a cada um desses pontos. Assim tem-se de forma hierarquizada os critérios e pode-se refletir a significância atribuída a cada um no que diz respeito a viabilidade do empreendimento.

Apesar das grandes vantagens do método comparativo citados anteriormente, se identifica facilmente que sua utilização fica restrita aos estudos preliminares pois é uma avaliação com uma fraqueza de detalhes os quais são muito importantes quando o projeto atinge um nível executivo e necessita de uma gama de informações muito maiores. Como é sabido, todas as normas brasileiras exigem estudos dos mais avançados e abrangentes, demonstrando todos os impactos ambientais causados por uma obra em um documento denominado de EIA/RIMA.

A partir dessa metodologia foi analisado que a alternativa 03 é a melhor opção se comparada com as outras, pois apresenta menor variabilidade natural e pouco impacto na sua implantação. O que não é muito diferente das outras alternativas, como se observa na tabela já citada, pois a diferença do indicador de viabilidade entre os 3 trechos é muito pequena.

9.3.6 Escolha da alternativa

Para determinar a escolha da melhor alternativa foi realizado um estudo pela mesma empresa que coletou os dados das alternativas de traçado, sendo envolvidos os aspectos relacionados aos impactos ambientais, e aos custos de implantação e de operação, levando em consideração os seguintes aspectos:

a) Custo de implantação de cada alternativa, conforme valores apresentado anteriormente no quadro anterior, levando em conta volumes de terraplenagem, drenagem, obras de arte especiais, superestrutura da via, acessos rodoviários, pátios e desapropriação levantados pela empresa de consultoria contratada pela VALEC;

b) Demandas de transporte nas alternativas;

c) Custo operacional variável considerando o valor de R\$ 20,00/1000 TKU;

d) Custo operacional variável por km, levando em conta a demanda nos 30 anos do estudo e cálculo de valor presente com a taxa de 6% ao ano, conforme quadro no final do item;

e) Custo operacional diferencial, considerando as diferenças de extensão das alternativas tomando como base a mais curta;

f) Custo total somando os custos de implantação e custo operacional diferencial, apresentado após as conclusões;

g) Avaliação dos aspectos ambientais buscando aquela que apresenta as melhores condições ambientais.

A seguir, no Tabela 9.4 é feita comparação dos custos de implantação e do custo operacional diferencial:

Tabela 9.4 – Custo de implantação por alternativa de traçado

| ITEM | UNIDADE | ALT. 01 | ALT. 02 | ALT. 03 |
|-----------------------------|---------------------|--------------|--------------|--------------|
| CUSTO DE IMPLANTAÇÃO (A) | 10 ⁹ R\$ | 3.072.596,66 | 2.861.571,03 | 2.673.324,62 |
| EXTENSÃO | Km | 645,8 | 642,4 | 620,2 |
| CUSTO POR KM | 10 ⁹ R\$ | 4.757,6 | 4.454,4 | 4.310,1 |
| DIFERENÇA DE EXTENSÃO | Km | 25,6 | 22,17 | - |
| CUSTO OPERAC. DIFER. (B) | 10 ⁹ R\$ | 66.564 | 57.653 | - |
| CUSTO TOTAL CORRIGIDO (A+B) | 10 ⁹ R\$ | 3.139.160 | 2.919.224 | 2.874.719 |
| INDICE (%) | | 109,2 | 101,5 | 100,0 |

Fonte: VALEC/ ANTT

A análise do Tabela 9.4 – conduz à seguinte classificação:

- Menor custo: Alternativa 03
- 2o lugar: Alternativa 02
- 3o lugar: Alternativa 01 Pelo critério de custos de implantação e operação a melhor alternativa é a Alternativa 03.

Para a determinação do custo operacional diferencial foi realizado o cálculo do valor presente do custo operacional variável para 1 (um) quilômetro, com as demandas previstas no trecho Balsas- Porto Franco, onde ocorrem as maiores diferenças de extensão das alternativas estudadas, que serviu de base para a estimativa do custo operacional diferencial. Baseado em custo operacional variável/1000TKU de R\$ 20,00 e taxa de juros de 6,0%, concluíram que o custo diferencial de 1 km de via para as demandas previstas é de R\$ 2.258.561,00. Tal valor permitiu que se concluísse que a alternativa mais curta é que é a mais vantajosa, correspondendo a Alternativa 03.

9.4 Estudos de Engenharia para alternativa escolhida

Realizada a escolha do traçado se iniciam o detalhamento da alternativa, em função das características ambientais, operacionais e de implantação.

9.4.1 Pontos obrigatórios

Os Estudos de Mercado estabeleceram os polos de carga e descarga da ferrovia (Porto Franco, Balsas, Uruçuí e Eliseu Martins), o tipo e quantidade de mercadorias e as origens e destinos das cargas nos horizontes de projeto. Como consequência, qualquer alternativa do traçado deveria partir de Porto Franco, passar por Balsas e Uruçuí e chegar a Eliseu Martins, ligando a EF-232 à Ferrovia Transnordestina.

Os Estudos de Mercado indicaram que o sentido predominante de transporte será dirigido a Porto Franco e daí aos portos de Itaqui/Ponta da Madeira e Barcarena, este no caso de ser construído o trecho Açailândia - Belém da Ferrovia Norte-Sul.

9.4.2 Topografia

A configuração da área de estudo foi analisada a partir do levantamento topográfico, identificando as declividades, com a finalidade de delimitar os melhores pontos de passagem para as alternativas de localização da futura Ferrovia e a indicação dos pontos passíveis de travessia. Registre-se que a região é formada por chapadões e grandes depressões, com acentuadas variações de altitudes, restringindo as opções de atendimento aos pontos obrigatórios de passagem.

Foram mapeadas as barreiras físicas tais como rodovias pavimentadas, estradas rurais, linhas de transmissão, UHEs em projeto, etc., e as barreiras naturais representadas pelos córregos, rios e áreas alagadiças, de modo que os custos dos tratamentos destas interferências estivessem considerados nos orçamentos elaborados para este estudo.

9.4.3 Condicionantes operacionais

Como os trens originados em Eliseu Martins, Uruçuí e Balsas terão como cargas principais grãos, o óleo e o farelo de soja destinados à exportação, via principalmente São Luís ou Belém, torna-se importante que as características da EF- 232 sejam compatíveis com as da FNS. Foi obedecido o padrão da FNS para o raio mínimo na linha principal de 343,823 m, com curvas de transição para raios menores que 2.291,838 m.

A FNS tem padrões de rampa compensada de 0,6% em trechos relativamente planos, de 1,0% em região ondulada e de 1,45% em região acidentada, com trens de 84 vagões com tração dupla, tripla e quádrupla, respectivamente, com comprimento útil de cerca de 1.800 m nos desvios de cruzamento. Assim, a condição ideal para a EF-232 seria o de obter um traçado com rampa compensada máxima de 0,6% no sentido carregado (Eliseu Martins para Porto Franco), admitindo-se rampas mais acentuadas no sentido oposto, visto que deverá operar com trens mais leves, cujos vagões estarão ou vazios, ou parcialmente carregados.

A velocidade de projeto é de 60 km/h para trens com vagões carregados e de 80 km/h para trens com vagões vazios.

9.4.4 Superestrutura da via

Apesar de calculada segundo as normas da ABNT para o cálculo de uma superestrutura, a via da EF-232 obedecerá os padrões habituais da VALEC em outros projetos com carga equivalente, pois não há grande diferenciação entre as ferrovias atualmente sendo construídas. Assim sendo, ela será composta pelos seguintes elementos:

- Trilhos TR-57 ou UIC-60 soldados formando trilho longo soldado (TLS) com barras de 240 m, ligados por solda aluminotérmica. No estudo foi adotado o trilho TR-57;

- Dormente de concreto protendido monobloco para bitola 1,60 m, espaçados de 60 cm entre eixos (1.667 dormentes/km);
- Fixação elástica tipo Pandrol, Deenik ou similar;
- Palmilha isoladora;
- Calço isolador;
- Lastro de brita graduada, com espessura mínima de 30 cm abaixo do dormente no eixo dos trilhos, com consumo em trecho em tangente de 2.152 m³/m;
- Sublastro com CBR espessura de 20 cm com CBR $\geq 20\%$, EXP $\leq 2\%$ e GC $\geq 100\%$ PI;
- AMVs 1:14 otimizado, padrão AREMA, nas entradas de desvios de cruzamento e dos pátios de movimentação de carga, posicionados em tangentes horizontais e verticais;
- AMVs 1:8, padrão AREMA, nas linhas internas dos pátios de carga, posicionados em tangentes horizontais e verticais;
- Entrelaça mínima de 4,25 m

Sendo assim segue o quadro resumo:

Tabela 9.5 – Características da Via

| DISCRIMINAÇÃO | PARÂMETROS |
|---|--|
| Bitola da via | 1,60 m |
| Velocidade diretriz | 60 Km/h para trens com vagões carregados 80 Km/h para trens com vagões vazios |
| Raio mínimo na Via Principal | 343,823 m |
| Tangente mínima entre curvas reversas | 30,00 m |
| Curva de transição para R<2.291,838 m | Especificação de Projeto 80-EG-000A-17-0000 |
| Comprimento mínimo de transição | 30,00 m |
| Rampa compensada máxima (padrões VALEC) | 0,6%, 1,0% ou 1,45% |
| Rampa máxima nos pátios e desvios de cruzamento | 0,15% |
| Curva vertical | Especificação de Projeto 80-EG-000A-17-0000 |
| Superelevação máxima | 10% da bitola |
| Plataforma mínima com sublastro | Vide seção-tipo |
| Entrevia (nos desvios de cruzamento) | 4,25 m |
| Gabarito vertical mínimo | 6,65 m |
| Trem-Tipo (OAE) | TB-360 ABNT-NBR7189/82 |
| Faixa de domínio em área rural | Min.40 m para cada lado e 10 m do offset |
| Trilho | TR-57 ou UIC-60 |
| Dormente | Concreto protendido |
| Fixação | Elastica |
| Lastro | Min. 30 cm abaixo do dormente no eixo dos trilhos |
| Aparelhos de Mudança de Via - AMV | 1:14 Otimizado Linha Principal 1:8 Linhas Secundárias e Linhas Internas de Pátios |

Fonte: VALEC/ANTT

9.4.5 Obras de Terraplenagem

O Anteprojeto Geométrico e os dados das seções transversais tipo foram lançados em planta e perfil no software AutoCAD Civil 3D, que na forma de modelos tridimensionais, chamados corredores, são atualizados automaticamente. Com isso foi possível obter os volumes de corte e aterro para cada alternativa, de acordo com as quantidades apresentadas na Tabela 8.3.

9.4.6 Obras de Artes Especiais , de Drenagem e de Arte Corrente

- Pontes com vãos até 25 m

Sendo essa o maior tipo de pontes definidas pelo elaborador do traçado da alternativa 3, a solução adotada para pontes consideradas pequenas foi a clássica, em concreto protendido, com vãos de 15 (quinze) metros ou 25 (vinte e cinco) metros, formado por duas vigas longitudinais (longarinas) pré-moldadas e equidistantes de 2,50 m, com seção transversal tipo “I” protendidas, e altura estimada de 1,00 m, bi apoiadas e isostáticas.

- Pontes com extensão de 250, 500 e 1.000 m

Para as pontes de maior extensão utilizou-se também uma solução clássica em concreto protendido, com 10 (dez), 20 (vinte) e 40 (quarenta) vãos, respectivamente para pontes de extensão de 250 (duzentos e cinquenta), 500 (quinhentos) e 1.000 (mil) metros, bi-apoiados com 25 (vinte e cinco) metros cada, formado por duas vigas longitudinais (longarinas) pré-moldadas e equidistantes de 2,50 m, com seção transversal tipo “I” protendidas, e altura estimada de 1,70 m. Sendo esse tipo a de menor quantidade encontrada durante todo o trajeto da via, apenas uma ponte para cada tipo de extensão.

- Viadutos rodoviários e ferroviários

Os viadutos seguirão o mesmo princípio de cálculo das pontes, sendo bi-apoiados e em concreto protendido. Serão utilizadas vigas com seção transversal do tipo “I”. Tendo uma variabilidade maior em relação nas extensões que são entre 20 e 105 metros e uma quantidade de 10 viadutos.

- Obras de drenagem e arte corrente

Os trabalhos desenvolvidos foram baseados na Norma Ambiental VALEC nº 19 - Drenagem Superficial e Proteção Contra Erosão, e abordaram, basicamente, os seguintes aspectos: obras de drenagem superficial e obras de drenagem de grotas, no primeiro caso caracterizado por dispositivos superficiais, apresentadas diretrizes relativas à drenagem para dar escoamento às águas precipitadas sobre o corpo da estrada e áreas lindeiras, de modo a evitar que

estas tragam danos à plataforma da via. Já no segundo são caracterizados por obras de arte correntes, para dar vazão às águas superficiais e às águas das precipitações sobre o terreno natural, nos locais de travessia de talwegues.

Para a drenagem superficial foram previstos os seguintes dispositivos:

- Valetas de Proteção de Cortes e Aterros, nas cristas de corte e pé de aterros;
- Drenagem de Plataforma em Corte, constituída de sarjeta triangular com revestimento vegetal ou revestida de concreto;
- Sarjetas para Plataforma em Aterro, na borda de plataforma de aterro;
- Canaletas de Banquetas de Cortes e Aterros
- Entradas d'Água
- Descidas d'Água
- Dissipadores de Energia

9.4.7 Desapropriação

A. Cotação de preços das propriedades:

Foram realizadas consultas a corretores de imóveis e anúncios publicados em jornais e outros tipos de classificados para o estabelecimento do custo médio das terras nas regiões a serem afetadas pela implantação da EF 232.

O valor médio obtido foi de R\$ 0,14 por metro quadrado de área, ou seja, R\$ 1.400,00 por hectare. Em geral, o preço médio da terra bruta propícia para desenvolvimento da pecuária ou cultivos de arroz, milho, feijão, cana, soja, entre outras, é de R\$ 733,00 por hectare. Já o preço médio da terra

produtiva, pronta para o cultivo, com plantação existente ou pastagem formada, é de R\$ 1.780,00 por hectare.

B. Faixa de desapropriação e custo estimado:

A consultoria parceira da VALEC nesse estudo fez fotos aéreas da região e definiu que a faixa de desapropriação é a futura faixa de domínio, com largura igual a 40 metros a partir de seu eixo, em ambos os lados. Pode-se concluir que será necessário para essa ferrovia desapropriar os 51.214.740,47 m² de terrenos necessários à construção dos 620.324 m da ferrovia e deverão ser aplicados aproximadamente R\$ 7.170.063.

9.5 Estudos Econômicos

Para se dar a conclusão do estudo de caso em torno de uma viabilidade econômica para um programa de governo tem-se fundamentalmente que aplicar uma análise econômico e financeira do empreendimento. Para esse caso a VALEC dispôs de um método analisando o benefício-custo, considerando dois cenários distintos: “com a ferrovia” e “sem ferrovia”. A partir disso obteve-se resultados tanto na análise econômica, quanto na financeira.

Para ter um bom embasamento no método de análise, a primeira consideração feita foi para o cenário “com a ferrovia”, estabeleceu-se pequenas distâncias para o transporte rodoviário, pois com a existência da ferrovia o transporte de caminhões seria apenas de abastecimento de pátios e posteriormente seguiriam de trem para os portos interligados a EF 232. Assim poderia se aplicar perfeitamente o conceito de multimodalidade ou intermodalidade (explicado no capítulo (7.4), dividindo os custos e minorando os fretes mais onerosos das rodovias.

Já no cenário “sem a ferrovia EF 232”, os deslocamentos foram direcionados a Porto Franco ou a Eliseu Martins em função dos menores fretes totais de transporte do polo de origem a Belém/Itaqui ou a Pecém/Suape. Considerou-se que as cargas originadas em determinado polo seguiriam por via rodoviária até Porto Franco e por ferrovia até Belém/Itaqui, desde que o

frete total fosse menor do que a alternativa rodoviária até Eliseu Martins e ferroviária até Pecém/Suape.

Posteriormente, feitas as considerações iniciais, foi definido o mesmo horizonte de análise dos investimentos em obras de engenharia, o ano de 2045. Os benefícios diretos decorrentes da implantação da Ferrovia, que proporcionará a substituição de parte do transporte rodoviário pelo transporte ferroviário de cargas, compreenderam:

- A redução do custo de transporte, quantificada pela diferença de custos totais de transporte nos cenários sem e com a Ferrovia EF 232;
- A redução da emissão de poluentes produzidos pelo transporte de cargas, quantificada nos cenários sem e com Ferrovia EF 232 através da valoração da emissão de CO₂ pelos modais rodoviários e ferroviários;
- A redução do número de acidentes com veículos de carga, quantificada pela diferença entre os custos de acidentes rodoviários e ferroviários no cenário sem a Ferrovia EF 232 e os custos correspondentes no cenário com a Ferrovia.

Os benefícios indiretos decorrentes da implantação da Ferrovia englobaram:

- A valorização da terra, através da transformação das atuais áreas de pastagem ou similares em áreas de produção agrícola, particularmente de grãos;
- A renda adicional gerada com os empregos temporários na construção da Ferrovia e demais investimentos em construção civil;
- Os tributos gerados com os investimentos na implantação da Ferrovia.

A partir dos valores de benefícios e custos apurados, foi montado o fluxo de caixa do projeto, cujo Ano 1 corresponde a 2014, quando se considerou o

início da construção do primeiro trecho da EF 232, de Uruçuí a Porto Franco, e cujo último ano é 2045, fim do horizonte de projeção da demanda.

Tabela 9.6 – Fluxo de Caixa do Empreendimento. Unidade R\$ 10³.

| DISCRIMINAÇÃO | ANO-2 2016 | ANO-3 2017 | ANO-7 2020 | ANO-12 2025 | ANO-22 2035 | ANO-32 2045 |
|-------------------------|-----------------|---------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| Entradas | 19.928 | 70.498 | 72.764 | 123.953 | 174.871 | 211.562 |
| Lucro Após I. R. | -14.784 | -10.726 | -37.180 | 7.745 | 58.464 | 191.356 |
| Depreciação | 34.412 | 81.226 | 109.945 | 116.208 | 116.407 | 20.205 |
| Saídas | 999.620 | 67.696 | 160.972 | 34.243 | 14.380 | 30.646 |
| Investimentos | 1.101.510 | 74.596 | 160.972 | 34.243 | 14.380 | 17.767 |
| Custo da Deson. - REIDI | 101.890 | 6.900 | - | - | - | - |
| SALDO SIMPLES | -979.993 | 2.800 | -88.207 | 89.710 | 160.942 | 193.796 |

Fonte: VALEC/ANTT

Em resumo, o quadro refere-se ao 7º ano de construção, manutenção e operação parcial onde a ferrovia não gerará nenhum tipo de lucro considerável mas após passada essa época o empreendimento passará a ter forte impacto no desenvolvimento econômico.

Tendo em vista os valores para o horizonte considerado acima, a consultoria contratada pela VALEC para realizar os estudos produziu uma tabela com os valores atribuídos a cada benefício direto e indireto considerado na análise econômica e financeira, como segue na tabela abaixo:

Tabela 9.7 – Avaliação Econômica da EF 232.

| ITEM | VP (6%AA) - R\$ MIL |
|---------------------------------|---------------------|
| CUSTO DE INVESTIMENTO | 2.476.168 |
| BENEFÍCIOS | |
| BENEFÍCIOS DIRETOS | 3.060.714 |
| Redução de Custos de Transporte | 2.469.646 |
| Redução da Emissão de Poluentes | 41.104 |
| Redução de Acidentes | 549.964 |
| BENEFÍCIOS INDIRETOS | 1.683.781 |
| Valorização da Propriedade | 1.294.720 |
| Aumento da Renda - Empregos | 84.183 |
| Tributos sobre investimento | 304.878 |
| TOTAL DE BENEFÍCIOS | 4.744.495 |

Fonte: VALEC/ANTT

Após a consideração dos valores empregados na tabela acima foi realizado um cálculo para obtenção dos indicadores de viabilidade:

- Valor Presente Líquido (B-C) = R\$ 2.268.327 mil
- Relação Benefício/Custo de Investimento (B/C) = 1,92
- Taxa Interna de Retorno (TIR) = 13,25%
- E assim o projeto de implantação da Ferrovia EF 232 apresenta viabilidade econômica, uma vez que $B-C > 0$, $B/C > 1$ e $TIR > 6\%$.
- Para somar mais informações ao estudo, realizou-se o cálculo do Tempo de Recuperação do Custo de Investimento (Payback) do projeto, que indica em quanto tempo os benefícios econômicos poderão gerar retorno e assim superar os custos de investimentos iniciais. Quando se consideram os Benefícios Diretos e Indiretos, constata-se que Payback é de 13 anos. No caso de serem considerados apenas os Benefícios Diretos, o Payback aumenta para 25 anos.

Em resumo, de tudo que foi comentado no estudo de caso, concluiu-se que a Ferrovia é passível de ser implantada através da parceria entre o Governo Federal, que supriria parte do investimento (na construção da via permanente), e a Iniciativa Privada, que complementaria o investimento na construção (das instalações de apoio) e em outras instalações fixas e sistemas, efetuaria o investimento no material rodante e realizaria a operação da ferrovia.

10 Conclusão

A elaboração deste estudo teve como principal objetivo abordar os diversos aspectos do transporte ferroviário brasileiro na atualidade, tais como seu contexto histórico, suas vantagens e desvantagens, sua defasagem tecnológica no contexto mundial e os futuros investimentos propostos pelo governo através do Programa de Investimento em Logística - PIL. Assim, foi utilizada uma abordagem metodológica do tipo teórica-conceitual-cronológica de forma a esclarecer através de fatos do passado, presente e futuro a necessidade logística do país em ter um modal ferroviário de carga eficiente.

Se levarmos em consideração as dimensões continentais do Brasil, com aproximadamente 8 milhões de quilômetros quadrados, os mais de 200 milhões de habitantes e uma imensidão de riquezas naturais, tanto em quantidade como em qualidade dão ao país emergente um status de grande potencial em crescimento. Mas, em outra face, como foi diagnosticado no presente trabalho, a falta de investimentos em infraestrutura de transportes de alta capacidade e o descaso com a estrutura atual impossibilitam o desenvolvimento do modal ferroviário e a expansão da logística desse transporte.

A partir dessa constatação foi possível identificar pontos falhos cruciais no presente contexto, tendo como ponto de partida sua definição da forma mais abrangente, suas características e modelos. Além disso foram apresentadas suas vantagens e desvantagens para mostrar sua eficiência quando comparada principalmente com o modal rodoviário. Concluindo esta etapa foi possível realizar um comparativo com as principais malhas ferroviárias internacionais como China, Índia, França e Alemanha.

Assim, ao desenvolver esse trabalho foi possível encontrar diversas respostas para os grandes questionamentos existentes no início desse estudo, o quais permitiram visualizar o impacto que uma infraestrutura eficiente exerce sobre a dinâmica socioeconômica e financeira de um país. Deste modo, foi diagnosticado que atualmente a infraestrutura disponível para o setor logístico é o principal fator limitante para o crescimento da nação.

Com essa definição, foi possível então entender o porque da criação do PIL. Recentemente criado e considerado como a salvação do deficiente sistema de transportes do país. O programa chega com objetivo de revolucionar o tratamento dado para os 4 pilares dos transportes de carga e passageiros sendo investidos na ordem de 100 bilhões de reais. Essa quantia vem em um momento crucial e com uma série de intervenções importantes pois atingindo o resultado esperado acredita-se que teremos um avanço significativo comparado aos últimos anos.

Dentre os diversos investimentos proporcionados por essa medida do governo, viu-se necessário uma análise do estudo de caso de uma ferrovia de integração regional. Esse trecho conhecido por EF-232 ligando Porto Franco/MA a Eliseu Martins/PI, com 620 km de extensão, permitirá a unificação da FNS com a ferrovia Transnordestina. Essa conexão mudará a logística de escoamento da produção agrícola e mineral da região e permitirá o acesso a portos de grandes calados, mais eficientes e de menores custos, do norte e nordeste do país.

Foi possível constatar que a região dessa ferrovia é formada por cerrados adequados ao plantio de soja, cana de açúcar, para produção de álcool, e milho, mas sofre de carência de infraestrutura de transportes.

Sob essa perspectiva, pode-se concluir com esse estudo que a implantação de uma ferrovia como esta, além de fazer a integração regional entre o Nordeste, o Centro Oeste e o Norte do país, proporcionará uma logística de transporte que viabilizará o aumento da produção agrícola, o desenvolvimento de províncias minerais e um desenvolvimento financeiro e socioeconômico sustentável da região.

11 Bibliografia

- ANTF - ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS TRANSPORTAFORES FERROVIÁRIOS - <http://www.antf.org.br>;
- ANTT – Agencia Nacional de Transportes Terrestres - <http://www.antt.gov.br/index.php/content/view/4971/Caracteristicas.html>;
- BNDES - BANCO NACIONAL DO DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL - www.bndes.gov.br;
- BORGES NETO, Camilo, M.Sc., Manual Didático de Ferrovias – Universidade Federal do Paraná – UFPR. Curitiba, PR, 2012;
- BRASIL. Lei nº 3.115 - Artigo 7º, de 16 de março de 1957. Determina a transformação das empresas ferroviárias da União em sociedades por ações, autoriza a constituição da Rede Ferroviária S.A., e dá outras providências. Brasília, DF, 1957;
- BRASIL. Lei nº 6.171, de 9 de Dezembro de 1974. Extingue o Departamento Nacional de Estradas de Ferro e dá outras providências. Brasília, DF, 1974;
- BRINA, H. L. – **Estradas de Ferro – Vol. 1 e 2** – Livros Técnicos e Científicos Editora S/A. Rio de Janeiro, RJ, 1983;
- BRITO, Jose do Nascimento. **Meio século de estradas de ferro**. Rio de Janeiro, RJ, 1961;
- CRC - China Railway Corporation – www.china-railway.com.cn;
- CNT - CONFEDERAÇÃO NACIONAL DE TRANSPORTES - www.cnt.org.br;
- CONSÓRCIO OIKOS-TRANSPLAN-CONSEGV - **Estudos De Viabilidade Técnica, Econômica E Ambiental (Evtea) Da EF-232**. Brasilia, DF, 2012;
- DNIT - DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES. **Histórico das ferrovias brasileiras** - www.dnit.gov.br/ferrovias/historico. Brasília, DF, 1999;
- EPL - Empresa de Planejamento e S.A. - <http://www.epl.gov.br>;
- IPEA – INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA – **Transporte Ferroviário de Cargas no Brasil: Gargalos e**

Perspectivas para o Desenvolvimento Econômico e Regional.
Secretaria de Assuntos Estratégicos da Presidência da República.

Brasília, DF, 17 de maio de 2010;

- MARTINS, Ricardo Silveira; CAIXETA FILHO, José Vicente. **O desenvolvimento dos sistemas de transporte: auge, abandono e reativação recente das ferrovias.** Teoria e Evidência Econômica. Passo Fundo, v. 6, nov. 1998;
- MARTINS, Ellen Regina Capistrano. **Regulamentação do Transporte Ferroviário de Carga.** Apostila do Curso de Especialização em Transporte Ferroviário de Carga. IME – Instituto Militar de Engenharia. Rio de Janeiro, 2005;
- Ministério dos Transporte do Brasil - www2.transportes.gov.br/bit/03ferro/ferro.html;
- PIL - PROGRAMA DE INVESTIMENTOS EM LOGÍSTICA - <http://www.logisticabrasil.gov.br/ferrovias2>;
- SANTOS, Alexandre Facini dos; Gerenciamento da confiabilidade em projetos de material rodante ferroviário/ A.F. dos Santos – ed. Rev. – São Paulo, 2007;
- SNCF – SOCIÉTÉ NATIONALE DES CHEMINS DE FER FRANÇAIS - www.sncf.com/;
- The Northern Echo - www.thenorthernecho.co.uk/history/railway/stockton;
- UFPE – UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO – Centro de Tecnologia e Geociências. Material Didático da Disciplina de Portos e Hidrovias. Recife, PE, 2013;
- USP – UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO – Escola Politécnica. Material Didático da Disciplina de Transportes Ferroviários. <http://sites.poli.usp.br/d/ptr0540/>, São Paulo, SP, 2012;
- VALEC - Engenharia, Construções e Ferrovias S.A. - www.valec.gov.br/.