



REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL

VALEC



**MINISTÉRIO
DOS TRANSPORTES**

**Estudos de Viabilidade Técnica, Econômica e Ambiental (EVTEA) da EF 232 –
Ramal de Ligação Eliseu Martins (PI) - Balsas (MA) - Porto Franco (MA)
Entroncamento com Ferrovia Norte - Sul (EF-151)**

VOLUME 1 - RELATÓRIO DO ESTUDO

CONSÓRCIO:

OIKOS
ISO 9001 14001 18001



transplan
planejamento e projetos s.a.

CONSEGV
Planejamento e Obras Ltda

Abril / 2012

**ESTUDOS DE VIABILIDADE TÉCNICA, ECONÔMICA E AMBIENTAL (EVTEA) DA EF 232
– RAMAL DE LIGAÇÃO ELISEU MARTINS (PI) - BALSAS (MA) - PORTO FRANCO (MA)-
ENTRONCAMENTO COM FERROVIA NORTE-SUL (EF-151)**

**VOLUME 1
RELATÓRIO DO ESTUDO**

Abril/2012

CONTEÚDO

1.	APRESENTAÇÃO	2
2.	ESTUDOS DE MERCADO	4
2.1.	OBJETIVO	4
2.2.	CONTEXTUALIZAÇÃO DO ESTUDO	4
2.2.1.	O ESTADO DO MARANHÃO	4
2.2.2.	O ESTADO DO PIAUÍ	5
2.3.	ÁREA DE INFLUÊNCIA E POLOS	6
2.4.	DEFINIÇÃO DAS CARGAS POTENCIAIS	7
2.5.	ALOCAÇÃO DOS FLUXOS DE CARGAS	8
2.6.	PROJEÇÃO DA DEMANDA DE CARGAS	8
3.	ALTERNATIVAS DE TRAÇADO	14
3.1.	ESTUDOS EXISTENTES	14
3.2.	NOVOS ESTUDOS	14
3.2.1.	PREPARAÇÃO DE BASE CARTOGRÁFICA	14
3.2.2.	DIRETRIZES ESTUDADAS	15
3.3.	ALTERNATIVAS DE TRAÇADO	16
3.3.1.	IDENTIFICAÇÃO DAS ALTERNATIVAS DE TRAÇADO	16
3.3.2.	ALTERNATIVA 01	21
3.3.3.	ALTERNATIVA 02	22
3.3.4.	ALTERNATIVA 03	22
3.3.5.	CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS DAS ALTERNATIVAS	23
3.3.6.	QUANTITATIVOS BÁSICOS DAS ALTERNATIVAS E CUSTOS	23
3.4.	ESTUDO COMPARATIVO DAS ALTERNATIVAS	24
3.5.	AVALIAÇÃO TÉCNICA DOS TRAÇADOS	25
3.6.	COMPARAÇÃO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS	26
3.7.	SELEÇÃO DA ALTERNATIVA E CONCLUSÕES	29

4.	<u>ESTUDOS DE ENGENHARIA DA ALTERNATIVA ESCOLHIDA</u>	31
4.1.	CONDICIONANTES DE TRAÇADO _____	31
4.1.1.	DEMANDAS DE TRANSPORTE E PONTOS OBRIGATÓRIOS _____	31
4.1.2.	TOPOGRAFIA E INTERFERÊNCIAS _____	31
4.1.3.	CONDICIONANTES OPERACIONAIS _____	31
4.1.4.	CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS BÁSICAS _____	32
4.1.5.	POSIÇÃO DOS DESVIOS DE CRUZAMENTO E DOS PÁTIOS _____	32
4.2.	ESTUDOS GEOLÓGICOS E GEOTÉCNICOS _____	34
4.2.1.	GEOLOGIA DA REGIÃO _____	34
4.2.2.	ESTUDOS GEOTÉCNICOS _____	34
4.3.	ANTEPROJETO GEOMÉTRICO _____	34
4.3.1.	INTRODUÇÃO _____	34
4.3.2.	CARACTERIZAÇÃO DO ANTEPROJETO _____	35
4.4.	ANTEPROJETO DE TERRAPLENAGEM _____	36
4.5.	ESTUDOS HIDROLÓGICOS _____	36
4.6.	ANTEPROJETO DE DRENAGEM E OBRAS DE ARTE CORRENTES _____	38
4.7.	OBRAS DE ARTE ESPECIAIS _____	39
4.8.	SUPERESTRUTURA DA VIA _____	42
4.9.	INTERFERÊNCIAS E OBRAS COMPLEMENTARES _____	44
4.10.	DESAPROPRIAÇÃO _____	44
4.11.	SISTEMAS DE LICENCIAMENTO DE TRENS E NOS TERMINAIS _____	44
4.12.	CUSTOS E ORÇAMENTOS _____	45
5.	<u>ESTUDOS OPERACIONAIS</u>	47
5.1.	OBJETIVO _____	47
5.2.	EXTENSÕES BÁSICAS DA EF-232 _____	47
5.3.	CARACTERÍSTICAS GERAIS DA VIA _____	47
5.4.	PRAZOS PARA A CONSTRUÇÃO E ENTRADA EM OPERAÇÃO _____	48
5.5.	TOTAL DA PRODUÇÃO, TARIFA E RECEITA POR PATAMAR _____	48
5.6.	TRENS-TIPO E FROTA DE MATERIAL RODANTE _____	48

5.7.	RESUMO DOS INVESTIMENTOS PREVISTOS	50
5.8.	CUSTOS OPERACIONAIS	51
5.9.	DEPRECIÇÃO POR TIPO DE INVESTIMENTO	51
5.10.	DEMONSTRATIVOS DE RESULTADOS E FLUXO DE CAIXA	52
6.	<u>ESTUDOS DE MEIO AMBIENTE</u>	54
6.1.	DIAGNÓSTICO AMBIENTAL DO MEIO FÍSICO	54
6.2.	DIAGNÓSTICO AMBIENTAL DO MEIO BIÓTICO	57
6.2.1.	FAUNA	57
6.2.2.	FLORA	58
6.3.	DIAGNÓSTICO SOCIO- AMBIENTAL	59
6.4.	MEDIDAS MITIGADORAS	62
7.	<u>ESTUDOS ECONÔMICOS</u>	66
7.1.	MÉTODO	66
7.2.	ALOCAÇÃO DOS FLUXOS	67
7.3.	ANÁLISE ECONÔMICA	67
7.3.1.	MÉTODO	67
7.3.2.	AVALIAÇÃO ECONÔMICA	68
7.3.3.	ANÁLISE FINANCEIRA	70
7.3.4.	ALTERNATIVA CONCESSÃO	70
7.3.5.	ALTERNATIVA PARCERIA PÚBLICA - PRIVADA	71
8.	<u>CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES</u>	73
8.1.	CONCLUSÕES	73
8.1.1.	DO PONTO DE VISTA ECONÔMICO	73
8.1.2.	DO PONTO DE VISTA FINANCEIRO	73
8.1.3.	DO PONTO DE VISTA AMBIENTAL	74
8.1.4.	DO PONTO DE VISTA DE ENGENHARIA	74
8.2.	RECOMENDAÇÕES	74
8.2.1.	QUESTÕES AMBIENTAIS	74

8.2.2. QUESTÕES DE MERCADO _____	74
8.2.3. QUESTÕES DE ENGENHARIA _____	75
8.2.4. QUESTÕES OPERACIONAIS _____	75
8.2.5. ALTERNATIVA PPP _____	75
9. ANEXOS _____	76

ÍNDICE DE QUADROS

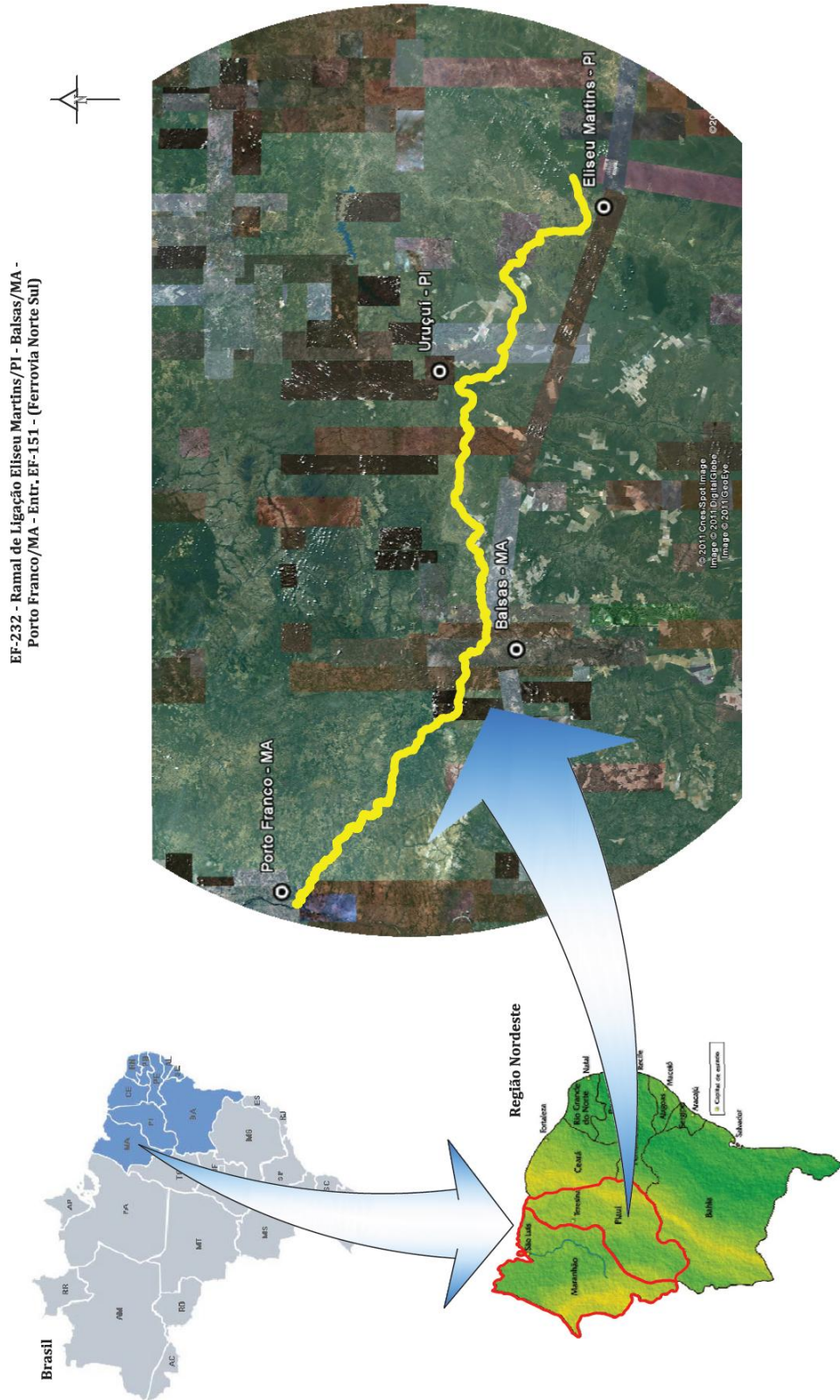
QUADRO 2.1 - PRODUÇÃO PREVISTA (EM TONELADA ÚTIL - TU) _____	4
QUADRO 2.2 – DEMANDA DA FERROVIA EF-232 _____	13
QUADRO 3.1 - CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS DOS TRAÇADOS. _____	23
QUADRO 3.2 - QUANTITATIVOS BÁSICOS DOS TRAÇADOS E CUSTOS. _____	24
QUADRO 3.3 - COMPARATIVO DE CUSTOS DE IMPLANTAÇÃO E CUSTO OPERACIONAL DIFERENCIAL _____	26
QUADRO 3.4 – CRITÉRIOS PARA AVALIAÇÃO DAS ALTERNATIVAS LOCACIONAIS _____	28
QUADRO 3.5 – PONTUAÇÃO DE CADA ALTERNATIVA _____	29
QUADRO 3.6 - COMPARATIVO DAS ALTERNATIVAS DE TRAÇADO _____	30
QUADRO 4.1 – CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS BÁSICAS _____	33
QUADRO 4.2 - VOLUMES DE CORTE/ATERRO DO TRAÇADO SELECIONADO. _____	36
QUADRO 4.3 – ESTAÇÕES PLUVIOMÉTRICAS – ANA/CPRM _____	37
QUADRO 4.4 - METODO DO CÁLCULO DAS VAZÕES. _____	39
QUADRO 4.5 - QUANTITATIVOS OBRAS DE ARTE _____	39
QUADRO 4.6 - RELAÇÃO DE PONTES DA EF-232 _____	41
QUADRO 4.7 - RELAÇÃO DE VIADUTOS RODOVIÁRIOS E FERROVIÁRIOS _____	42
QUADRO 4.8 – QUANTITATIVOS DA SUPERESTRUTURA DA VIA _____	43
QUADRO 4.9 - RESUMO DOS CUSTOS DE IMPLANTAÇÃO _____	46
QUADRO 5.1 - PRODUÇÃO TARIFA E RECEITA _____	48
QUADRO 5.2 – CARACTERÍSTICA DOS TRENS _____	49
QUADRO 5.3 - TRENS DE CARGA, PASSAGEIRO E SERVIÇO POR DIA E POR TRECHO (EM PARES DE TRENS) _____	49
QUADRO 5.4 - VAGÕES NECESSÁRIOS POR PATAMAR DE DEMANDA _____	49

QUADRO 5.5 - LOCOMOTIVAS NECESSÁRIAS POR PATAMAR _____	49
QUADRO 5.6 – INVESTIMENTOS NA ÁREA DE INFRAESTRUTURA _____	50
QUADRO 5.7 – INVESTIMENTOS NA ÁREA DE OPERAÇÃO _____	50
QUADRO 5.8 – INVESTIMENTO TOTAL DA FERROVIA _____	51
QUADRO 5.9 – CUSTOS OPERACIONAIS _____	51
QUADRO 5.10 – CUSTOS TOTAIS _____	51
QUADRO 5.11 – DEPRECIAÇÃO DOS ATIVOS _____	52
QUADRO 5.12 - DEMONSTRATIVO DE RESULTADOS _____	52
QUADRO 5.13 – FLUXO DE CAIXA _____	53
QUADRO 6.1 – PROGRAMAS AMBIENTAIS _____	63
QUADRO 7.1 – AVALIAÇÃO ECONÔMICA DA EF 232 _____	69
QUADRO 7.2 – AVALIAÇÃO DA ALTERNATIVA PPP _____	72

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 2.1 – MAPA DE FLUXO DE CARGA _____	9
FIGURA 2.2 – MAPA DE POTENCIAL AGRÍCOLA _____	11
FIGURA 3.1 - ALTERNATIVAS DE TRAÇADO _____	17
FIGURA 3.2 - ALTERNATIVAS DE TRAÇADO VIÁVEIS _____	19
FIGURA 7.1 – CONFIGURAÇÃO DA MALHA _____	66

MAPA DE SITUAÇÃO



1. APRESENTAÇÃO

Este Estudo de Viabilidade Técnica, Econômica e Ambiental - EVTEA - da Ferrovia EF-232 – Ramal de Ligação Eliseu Martins (PI) - Balsas (MA) - Porto Franco (MA)- Entroncamento com Ferrovia Norte-Sul (EF-151), passando por Uruçuí, foi decorrente do Contrato 091/10 firmado entre a VALEC e o Consórcio OIKOS-TRANSPLAN-CONSEGV.

O Estudo prevê a construção de uma ferrovia com bitola larga e aproximadamente 620 km de extensão, com pontos de passagem nas regiões polarizadas por Balsas, no Cerrado Maranhense, e Uruçuí, no Cerrado Piauiense, hoje importantes produtores de grãos e subprodutos da industrialização da soja.

Os Estudos indicaram a Viabilidade da EF-232, com Valor Presente Líquido (Benefício-Custo) de R\$ 2.268,33 milhões, Relação Benefício/Custo (B/C) de 1,92; Taxa Interna de Retorno (TIR) de 13,25% e Payback de 13 anos. A Avaliação Financeira indicou a viabilidade com TIR de 15,23% numa alternativa de Parceria Público Privada, com a implantação da Ferrovia EF-232 feita com recursos públicos e a operação com recursos privados.

Os Estudos de Mercado da área de influência da EF-232 estimaram que a demanda será de cerca de 4 milhões de toneladas anuais já em 2015 e de 17 milhões de toneladas em 2045, majoritariamente de grãos e farelo de soja no sentido dos portos de São Luís e Belém, com carregamentos em Balsas, Uruçuí e Eliseu Martins.

Os Estudos de Engenharia e de Meio Ambiente foram realizados sobre plantas na escala 1:20.000 construídas pelo consórcio contratado. No estudo foram avaliadas três alternativas de traçado, que foram 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).

O EVTEA da EF-232 é composto e apresentado na seguinte forma:

Volume 1 - Relatório do Estudo - Contém um resumo dos estudos realizados pelo Consórcio, culminando com a síntese das conclusões e recomendações..

Volume 2 - Memória Justificativa - Apresenta a íntegra da Memória dos estudos realizados, e é composta pela descrição e pela justificativa dos estudos realizados, dos métodos empregados e dos resultados obtidos na elaboração do EVTEA.

Ele é composto pelos seguintes tomos:

- Volume 2.1 - Estudos de Inserção Ambiental
- Volume 2.2 - Estudos de Mercado
- Volume 2.3 - Estudos Operacionais
 - Anexo 2.3.A - Quadros e Esquemas da Parte B e Quadros da Parte C
 - Anexo 2.3.B – Sistema de Licenciamento de Trens na EF-232 e Cálculo de Desempenho de Trens, Capacidade da Via e Ciclo Estradal

- Anexo 2.3.C – Tomo I – Simulações de Desempenho Operacional de Trens na EF-232
- Anexo 2.3.C – Tomo II – Simulações de Desempenho Operacional de Trens na EF-232
- Volume 2.4 - Estudos de Engenharia
 - Anexo ao Volume 2.4 – Memória de Cálculo de Orçamento e Custos Unitários
- Volume 2.5 - Estudos Socioeconômicos
- Volume 2.6 - Estudos de Engenharia - Desenhos

Volume 3 - Estudos de Viabilidade – Apresenta o método usado na verificação da viabilidade e as alternativas testadas comparativamente num cenário “SEM O PROJETO” e “COM O PROJETO” bem como os custos dos investimentos em serviços e obras necessários as análises técnico-econômicas da alternativa escolhida, a avaliação econômica e financeira com os indicadores TIR, VPL, B/C, B-C e Payback. Este volume contém as “Conclusões e Recomendações” com as orientações, instruções e observações relevantes para as etapas seguintes de elaboração de Projetos de Engenharia e da obtenção das Licenças Ambientais.

Volume 4 - Informações Contratuais - Informações sintéticas sobre a Licitação, Contrato, a Empresa Contratada, os certificados, registros e autorizações da empresa e identificação dos profissionais responsáveis pela elaboração de cada um dos itens constituintes do Estudo, com os nomes completos e respectivos números de registro nos órgãos de controle do exercício da profissão, nos Conselhos Regionais de Classes Profissionais correspondentes (CREA; CORECON; CRBIO, etc.), as respectivas ARTs e cópia do Termo de Referência que serviu de base para a elaboração do estudo.

Volume 5 – Resumo Executivo - Relatório de Viabilidade de Projetos de Obras de Grande Vulto para infraestrutura de transportes. Elaborado conforme especificações presentes no Manual de Apresentação de Estudos de Viabilidade de Projetos de Grande Vulto - Versão 2.0, aprovado na 5ª reunião ordinária da Comissão de Monitoramento e Avaliação do Plano Plurianual 2008-2011 (CMA) - Resolução CMA/MP nº 5, de 17 de setembro de 2009.

2. ESTUDOS DE MERCADO

2.1. OBJETIVO

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 as potencialidades de produção agrícola e mineral das regiões dos Estados do Maranhão e do Piauí que estão na área e 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 no QUADRO 2.1-PRODUÇÃO PREVISTA EM TU.

QUADRO 2.1 - PRODUÇÃO PREVISTA (EM TONELADA ÚTIL - TU)

1.000 TU

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

2.2. CONTEXTUALIZAÇÃO DO ESTUDO

2.2.1. O ESTADO DO MARANHÃO

Nos últimos anos o Estado do Maranhão tem registrado taxas de crescimento expressivas: entre 1995 e 2007, o PIB estadual cresceu 60%; somente no ano de 2010 o crescimento do Produto alcançou cerca de 10%. Por outro lado, o Estado ainda convive com baixos indicadores sociais. Em termos nacionais, a renda per capita só é superior a renda per capita do Estado do Piauí, enquanto os indicadores referentes aos serviços de saneamento apresentam-se na última posição em termos nacionais. O

Estado registra, também, uma das mais altas taxas de mortalidade infantil do país, além do analfabetismo atingir 20% da população com idade superior a 15 anos, enquanto 90% dos municípios não possuem circulação oficial de jornais.

Entretanto constata-se, nesse momento, uma concentração significativa de novos investimentos em andamento, tal como a refinaria Premium da Petrobrás, capaz de processar 600 mil barris/dia (quase 25% da atual demanda nacional), enquanto outros foram recentemente concluídos, como a Ferrovia Norte-Sul, a duplicação da Estrada de Ferro Carajás e a UHE de Estreito.

Na área da biomassa deve-se destacar o projeto de expansão da produção de cana de açúcar e de etanol, especialmente a da Fazenda Agrosserra, instalada desde 1988 em São Raimundo das Mangabeiras, na região de Balsas.

No mesmo sentido, os órgãos estaduais de planejamento e as entidades representativas do empresariado local têm estabelecido prioridades para duas vertentes de negócios com grande potencial de incremento no Estado:

- **O agronegócio**, implementado na Região Sul do Estado, principalmente nos municípios de Balsas, Riachão, Tasso Fragoso, Alto Parnaíba, Fortaleza das Nogueiras, Loreto, Sambaíba e São Raimundo das Mangabeiras;
- **O complexo minero metalúrgico**, estabelecido na Região Leste, nos municípios de Açailândia, Imperatriz e Santa Inês; e, na Região Norte, em torno de São Luís, nos segmentos do alumínio e do minério de ferro.

Quanto ao agronegócio, destacam-se:

A instalação da SEAGRO, em 1995, no Município de Balsas, em pleno cerrado maranhense, dispendo atualmente de 55 mil hectares voltados para a produção de soja, em volume superior a 500 mil toneladas por ano;

- A implantação da ABC Inco, empresa do Grupo Algar, com uma unidade de esmagamento de grãos, no Município de Porto Franco, com capacidade de processamento de 1,5 mil toneladas por dia;
- O projeto da Notaro Alimentos, em Balsas, para implantação de um complexo agropecuário para produção avícola e beneficiamento de soja.

O Porto de Itaqui, em São Luís, vem se mostrando como a melhor alternativa de escoamento para a exportação de grãos. O terminal em implantação (TEGRAM) terá uma capacidade final de 15 milhões de toneladas por ano.

2.2.2. O ESTADO DO PIAUÍ

O Piauí é o Estado brasileiro com menor renda per capita do país. Caracteriza-se por ter uma economia pouco diversificada, com um setor industrial que participa com apenas 16% da economia local, ainda assim considerando que nele estão incluídos os segmentos de exploração mineral, transformação e construção civil. A agricultura ainda é predominantemente familiar, a despeito do recente avanço do agronegócio empresarial na região do cerrado.

O setor terciário tem sido responsável por cerca de 70% da formação da renda. Os setores primário e secundário, embora minoritários na formação da renda total, absorvem parcelas significativas da mão de obra, distribuídas entre as seguintes atividades: extrativismo vegetal, extrativismo mineral, pecuária e agricultura.

Especificamente em relação à agricultura, destaca-se que a região sul sudoeste do Piauí é atualmente uma área prioritária da expansão da fronteira agrícola do país, na medida em que as terras ainda registram preços reduzidos apesar da boa fertilidade, farta disponibilidade de recursos hídricos e reduzidas restrições ambientais, em virtude da infraestrutura precária de transporte para escoamento da produção.

A produção obtida no território do Piauí utiliza como saídas os Portos de Suape (PE), Pecém (CE) e Itaqui (MA), sendo o último a opção considerada ideal.

Devem ser destacados vários grandes investimentos em andamento no sul do Estado, entre os quais:

- A construção da Rodovia Transcerrados (PI-387), que liga Santa Filomena a Sebastião Leal, com 330 km;
- A duplicação da indústria de óleo de soja e farelo da Bunge, em Uruçuí, que já alcançou a capacidade de 5.000 toneladas por dia.

2.3. ÁREA DE INFLUÊNCIA E POLOS

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, conforme indicação apresentada a seguir:

Maranhão:

Carolina, Estreito, Feira Nova do Maranhão, Porto Franco, São Pedro dos Crentes, Benedito Leite, Loreto, Sambaíba, São Domingos do Azeitão, São Raimundo das Mangabeiras, Alto Parnaíba, Balsas, Fortaleza das Nogueiras, Nova Colinas, Riachão e Tasso Fragoso. O principal concentrador de cargas no Maranhão é Balsas.

Piauí:

Eliseu Martins, Palmeira do Piauí, Alvorada do Gurguéia, Bom Jesus, Currais, Santa Filomena, Gilbués, Monte Alegre do Piauí, Antônio Almeida, Baixa Grande do Ribeiro, Ribeiro Gonçalves, Sebastião Leal e Uruçuí, o último constituindo o principal concentrador de cargas do Piauí.

2.4. DEFINIÇÃO DAS CARGAS POTENCIAIS

As análises realizadas indicaram que a área de influência do novo trecho ferroviário registra baixa densidade populacional, não se apresentando, desta forma, como uma região de potencial elevado de consumo. Esta condição é confirmada também pela baixa renda per capita apurada.

Os montantes do Valor Adicionado Bruto do Setor Industrial foram bastante limitados, confirmando a baixa representatividade deste grupo de atividades.

Também a produção pecuária não se mostrou como fator indutor da economia local. Quanto à produção das lavouras permanentes, não foi constatado qualquer produto que viesse a se qualificar como potencial gerador de cargas ferroviárias.

A produção mineral, que no Maranhão registra níveis relevantes, encontra-se situada fora da área de influência estudada. Da mesma forma, o potencial de produção mineral (minério de ferro, minério de níquel, rocha fosfática) presente no Piauí, está posicionado em áreas que não teriam na EF 232 seu principal canal de escoamento.

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.

Aliás, em termos de lavoura temporária, além da soja e da cana de açúcar, cuja industrialização é direcionada para a produção de álcool, não foram detectadas oportunidades relevantes de demanda por transporte na análise dos demais produtos, entre os quais o algodão, o arroz, o feijão e o milho.

Adicionalmente, os estudos realizados indicaram, como potenciais demandantes de transporte, os fertilizantes, os defensivos agrícolas e o óleo diesel, insumos necessários à produção da soja.

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.

2.5. ALOCAÇÃO DOS FLUXOS DE CARGAS

Os fluxos de carga foram alocados entre os municípios da área de influência e os polos de carregamento (Porto Franco, Balsas, Uruçuí e Eliseu Martins) em função das menores distâncias de transporte rodoviário. A partir destes polos, as cargas seguirão para exportação por Belém (Barcarena)/São Luis (Itaquí), em função dos menores custos de transporte.

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 Luis até os polos da EF 232 e os municípios da área de influência da Ferrovia.

A FIGURA 2.1 – Mapa de Fluxo de Cargas mostra a movimentação esperada.

2.6. PROJEÇÃO DA DEMANDA DE CARGAS

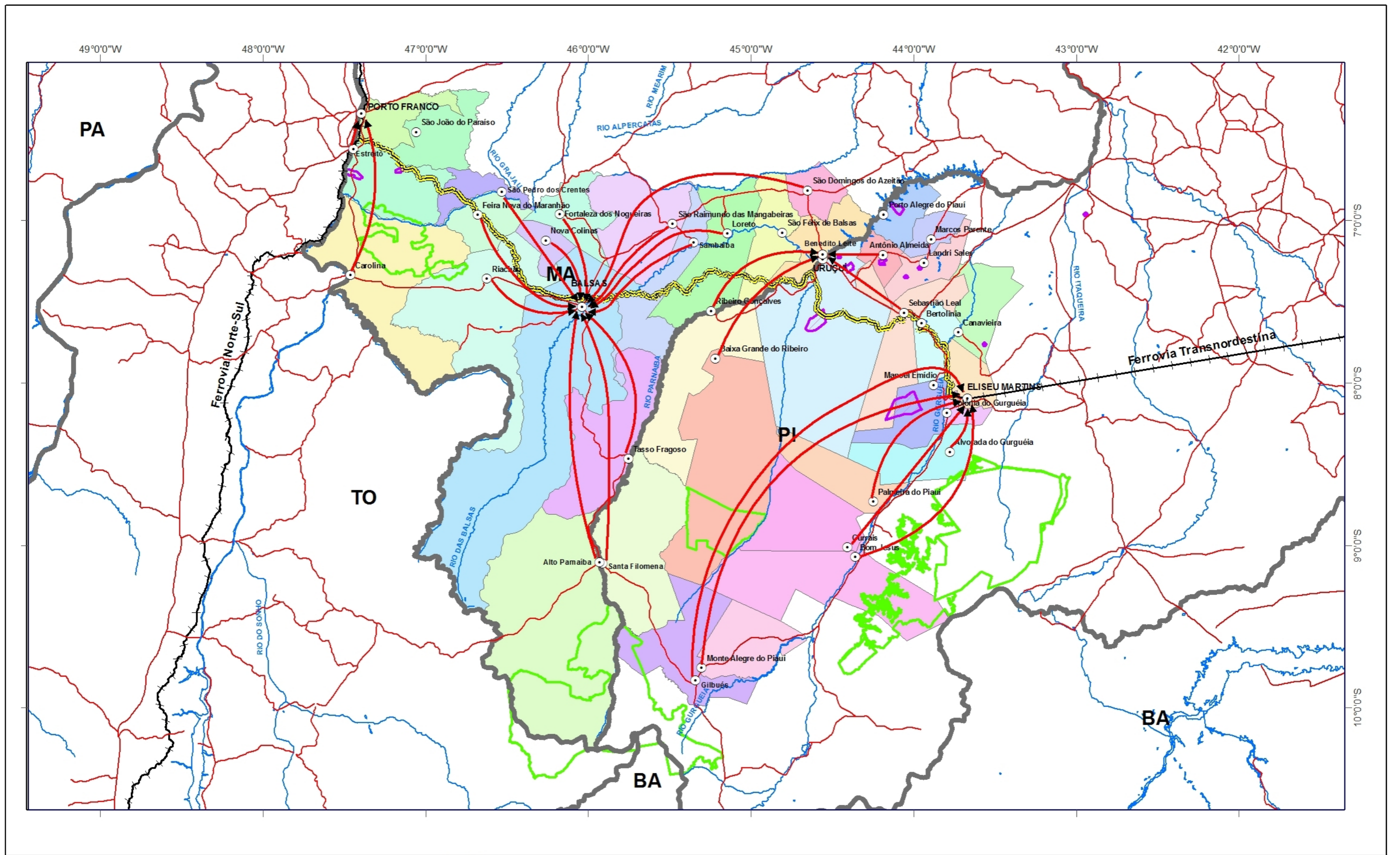
A projeção da demanda de soja na Ferrovia EF 232 baseou-se nas estimativas das áreas com aptidão agrícola para a produção mecanizada de grãos nos municípios da área de influência. Estas áreas foram obtidas a partir de avaliações de imagens do satélite Landsat, numa faixa de 200 km ao sul e 100 km ao 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%).

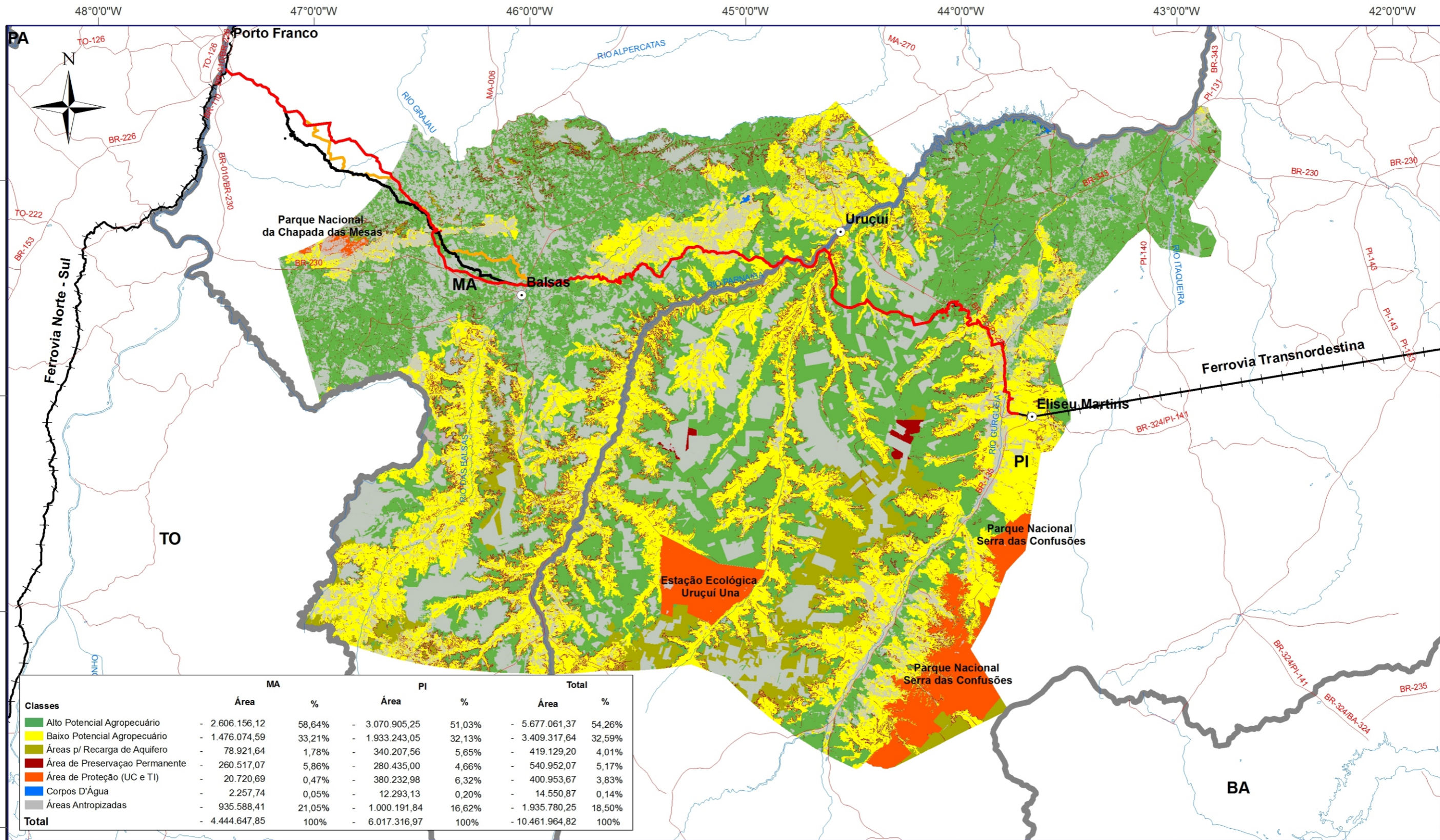
No sentido de exportação, ter-se-ia ainda a produção de álcool, com origem em São Raimundo das Mangabeiras e carregamento no polo de Balsas, cuja projeção baseou-se nos planos de expansão da Fazenda Agrosserra. No sentido de importação, as cargas de fertilizantes, defensivos agrícolas e óleo diesel, 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, com base nas estatísticas dos leilões de venda realizados pela CONAB, 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 o QUADRO 2.2 apresenta a demanda da Ferrovia EF-232 no período 2015 - 2045.



<p>Convenções Cartográficas:</p> <ul style="list-style-type: none"> ⊙ Municípios de Influência — Ferrovias em Construção — Ferrovias Projetadas — Rodovias — Rios Principais → Fluxo de Carga <ul style="list-style-type: none"> □ Limite Municipal □ Limite UCs □ Limite PAs □ Limite Estadual 	<p>Localização:</p>	<p>Elaborado Por: Consórcio OIKOS-TRANSPLAN - CONSEGV</p> <p>Data: Abril/2011</p> <p>Versão: 01</p>	<p>FERROVIA EF-232</p> <p>Trecho: Ramal de Ligação Eliseu Martins/PI - Balsas/MA - PortoFranco/MA - Entr. Ferrovia Norte-Sul</p> <p>Mapa de Fluxo de Carga</p>	<p>VALEC</p> <p>Escala: 1:2500000</p> <p>Figura: 2.1</p>
---	---------------------	--	---	---

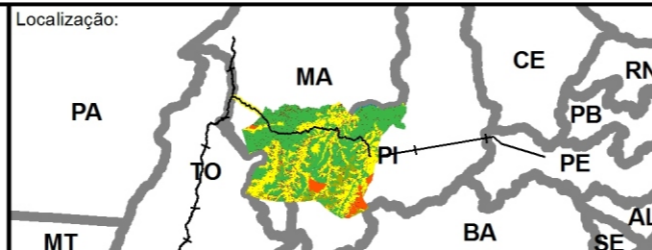


Classes	MA		PI		Total	
	Área	%	Área	%	Área	%
Alto Potencial Agropecuário	2.606.156,12	58,64%	3.070.905,25	51,03%	5.677.061,37	54,26%
Baixo Potencial Agropecuário	1.476.074,59	33,21%	1.933.243,05	32,13%	3.409.317,64	32,59%
Áreas p/ Recarga de Aquífero	78.921,64	1,78%	340.207,56	5,65%	419.129,20	4,01%
Área de Preservação Permanente	260.517,07	5,86%	280.435,00	4,66%	540.952,07	5,17%
Área de Proteção (UC e TI)	20.720,69	0,47%	380.232,98	6,32%	400.953,67	3,83%
Corpos D'Água	2.257,74	0,05%	12.293,13	0,20%	14.550,87	0,14%
Áreas Antropizadas	935.588,41	21,05%	1.000.191,84	16,62%	1.935.780,25	18,50%
Total	4.444.647,85	100%	6.017.316,97	100%	10.461.964,82	100%

Convenções Cartográficas:

- Municípios de Influência
- Ferrovias em Construção
- Rodovias
- Rios Principais
- Traçado 01
- Traçado 02
- Traçado 03
- ▭ Limite Estadual
- ▭ Limite Municipal

Localização:



Elaborado Por: **Consórcio OIKOS-TRANSPAN - CONSEGV**

Data: **Julho/2011**

Versão: **01**

FERROVIA EF-232

Trecho: Ramal de Ligação Eliseu Martins/PI - Balsas/MA - PortoFranco/MA - Entr. Ferrovia Norte-Sul

Mapa de Potencialidade Agrícola

VALEC

Escala: 1:2.000.000
0 5 10 20
Km

Figura: 2.2

QUADRO 2.2 – DEMANDA DA FERROVIA EF-232

DEMANDA NO PERÍODO 2015 - 2045 (EM 1.000 TONELADAS)												
Mercadoria	Polo ou Pátios		Ano	Ano	Ano	Ano	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			
Oleo Diesel	Belém / S. Luis	Balsas	23,0	30,8	50,4	59,4	70,0	83,5	99,6			
Oleo Diesel	Belém / S. Luis	Uruçuí	17,1	27,2	44,5	52,5	61,8	71,0	81,5			
Oleo 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			

3. ALTERNATIVAS DE TRAÇADO

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. O estudo foi realizado sobre plantas na escala 1:100.000, 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.

3.2. NOVOS ESTUDOS

3.2.1. PREPARAÇÃO DE BASE CARTOGRÁFICA

Apesar dos Termos de Referência estabelecerem como meta a elaboração de um anteprojeto na escala 1:50.000, o consórcio OIKOS-TRANSPLAN-COSEGV construiu uma nova base cartográfica, agora na escala 1:20.000, com todas as informações levantadas ao longo do eixo básico estudado, resultando num produto mais detalhado, mais preciso e de melhor qualidade. Ele está apresentado, em meio gráfico, na escala 1:40.000, unicamente para tornar possível a impressão do trabalho em tamanho A3, mais facilmente manuseável em trabalhos de escritório do que o A1, tradicionalmente usado em obras, no campo.

Para tanto, foram empregadas ferramentas de geoprocessamento e, sobre a base cartográfica, foi criado um mosaico para a complementação e atualização das informações, contendo todas as imagens de satélite de alta resolução e curvas de nível com equidistância de 10,0 m, que foram usadas para os Estudos de Alternativas e para o Projeto Geométrico e de 5,00m, usadas para o cálculo das vazões das bacias hidrográficas.

- Cartas

Foram empregadas ferramentas de geoprocessamento que permitiram a criação de uma base cartográfica e, utilizando-se o software Autodesk AutoCAD Civil 3D, ali foram dispostas todas as informações relevantes aos estudos e projetos a serem realizados.

- Imagens

Sobre a base cartográfica, para a complementação e atualização das informações, foi criado um mosaico, contendo todas as imagens de satélite visualizadas no Software Google Earth Pro 6.0.2, com imagens de alta resolução disponibilizadas pela Digital Globe próximo a Porto Franco-MA, e o restante do trecho apresenta em sua maioria imagens disponibilizadas pela CNES/SPOT.

- Curvas de Nível

As curvas de nível foram extraídas a partir dos modelos numéricos de elevação com resolução espacial de 90 m das cenas da Shuttle Radar Topography Mission - SRTM da U.S. Geological Survey - USGS, através do software Global Mapper. Foram utilizadas ao todo 20 cenas da SRTM. Esses dados foram importados para o AutoCAD Civil 3D gerando a superfície de nível, chamada de surface.

Com a surface criada, foram definidas visualizações de curvas de nível com equidistância de 10,0 m para os Estudos de Alternativas e Projeto Geométrico e com equidistância de 5,0 m para determinação das bacias hidrográficas de contribuição utilizadas nos Estudos Hidrológicos e Projeto de Drenagem.

- Demais dados

Foram identificados e vetorizados ao monitor os elementos cartográficos presentes nas cartas topográficas e que foram considerados relevantes ao estudo, tais como: hidrografia, área de inundação, localidades, perímetros urbanos, rodovias e estradas, linhas de transmissão de energia e divisas estaduais.

Também foram levantadas informações acerca da localização de assentamentos e comunidades quilombolas junto às superintendências Regionais do INCRA - Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária do Maranhão e Piauí, além do ITERMA - Instituto de Colonização e Terras do Maranhão e INTERPI - Instituto de Terras do Piauí, bem como áreas de preservação ambiental, de interesse arqueológico e pontos turísticos informadas pela equipe de meio ambiente.

3.2.2. 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.

3.3. ALTERNATIVAS DE TRAÇADO

3.3.1. IDENTIFICAÇÃO DAS ALTERNATIVAS DE TRAÇADO

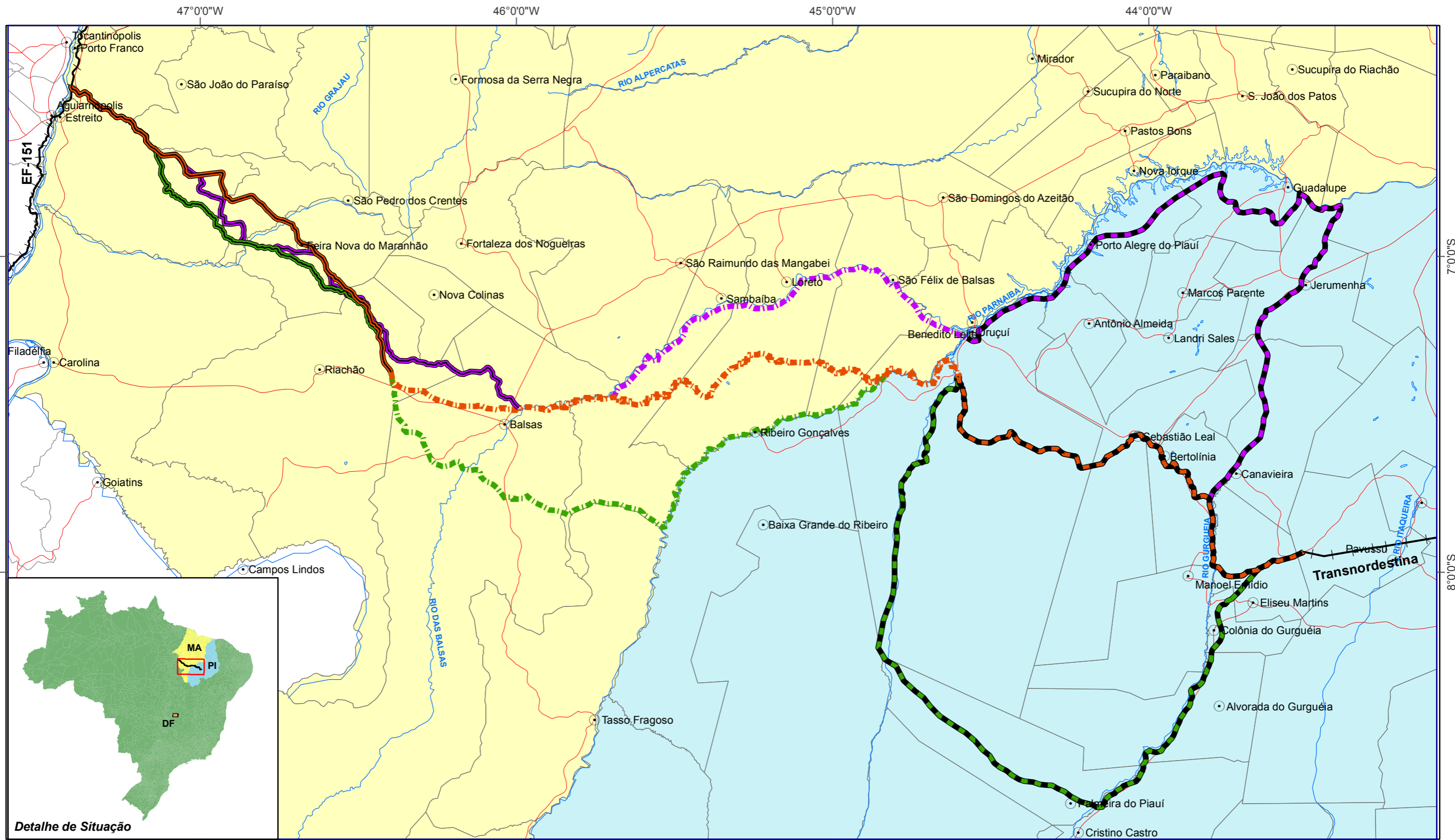
As diretrizes estudadas estão representadas na FIGURA 3.1 – Estudos de Diretrizes de Traçado, estabelecendo os possíveis corredores para a EF-232.

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 3.2, que apresenta aquelas que foram comparadas para a definição da que seria escolhida para o desenvolvimento na etapa seguinte do presente Estudo.

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.



Convenções Cartográficas:

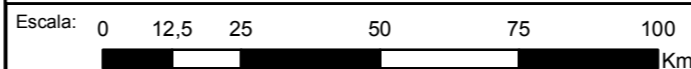
- | | | | |
|----------------------|---------------|-------------------|---------------------------|
| ○ Municípios | — Diretriz A1 | — Diretriz B1 | — Diretriz C1 |
| — Limites Municipais | — Diretriz A2 | — Diretriz B2 | — Diretriz C2 |
| — Estado do Maranhão | — Diretriz A3 | — Diretriz B3 | — Diretriz C3 |
| — Estado do Piauí | — Rodovias | — Rios Principais | — Ferrovias em Construção |

Consórcio:



Data:

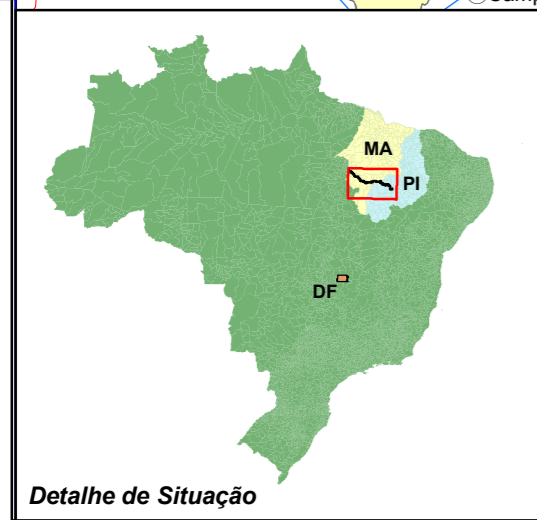
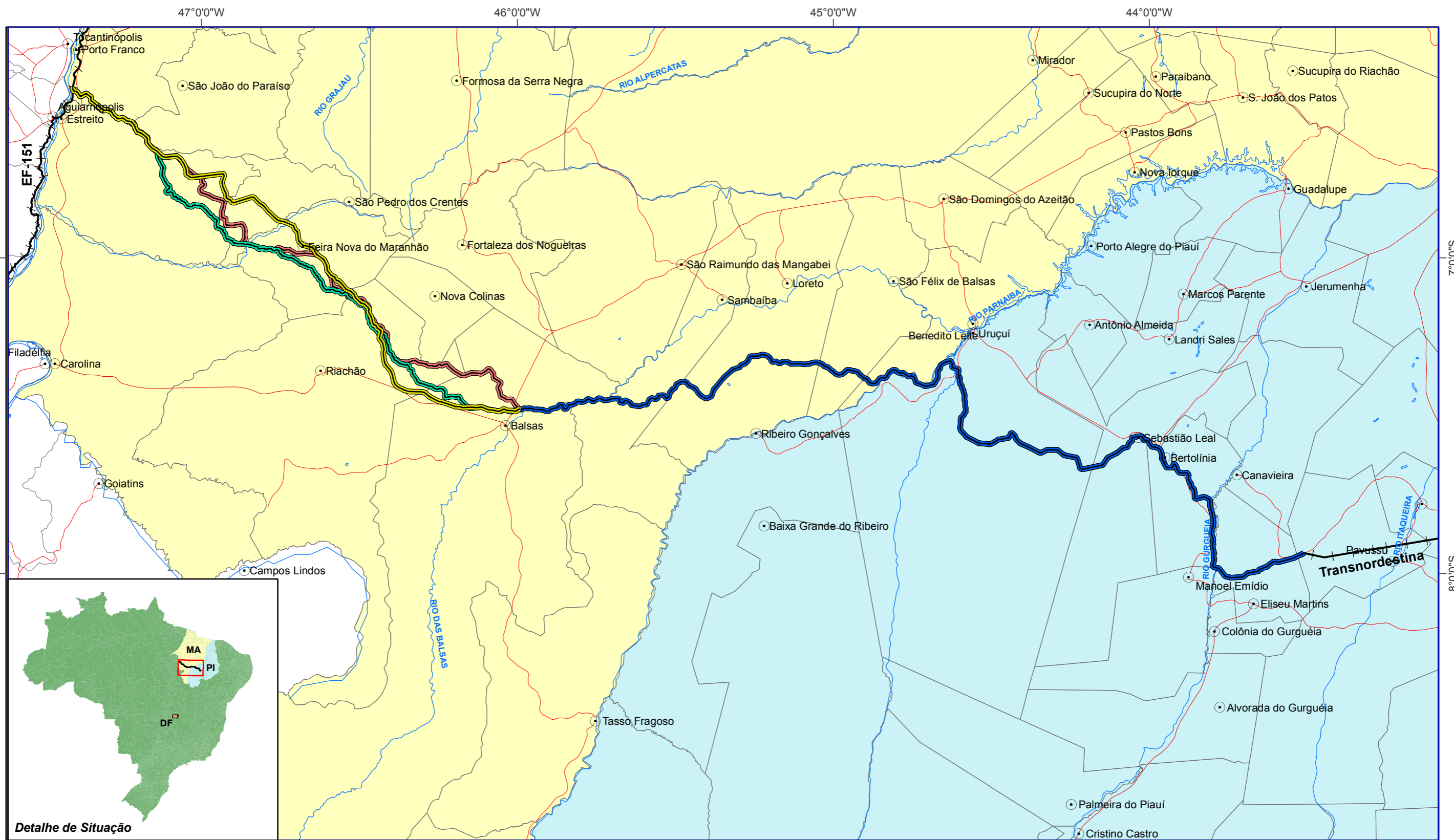
Setembro/2011



**EF 232 - RAMAL DE LIGAÇÃO
ELISEU MARTINS/PI - PORTO FRANCO/MA**



**Estudo de Viabilidade Técnica, Econômica e Ambiental
ESTUDO DE DIRETRIZES DE TRAÇADO**



Convenções Cartográficas:

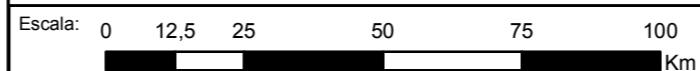
- Municípios
- Limites Municipais
- Estado do Maranhão
- Estado do Piauí
- Ferrovia em Construção
- Rodovias
- Rios Principais
- Alternativa 01 (VALEC)
- Alternativa 02 (MAIA MELO)
- Alternativa 03 (CONSÓRCIO)
- Alternativa Comum

Consórcio:



Data:

Setembro/2011



**EF 232 - RAMAL DE LIGAÇÃO
ELISEU MARTINS/PI - PORTO FRANCO/MA**



**Estudo de Viabilidade Técnica, Econômica e Ambiental
ESTUDO DE ALTERNATIVAS DE TRAÇADO**

3.3.2. ALTERNATIVA 01

- Subtrecho Porto Franco - Balsas:

A diretriz foi constituída pelo estudo de traçado da VALEC, que tem início no pátio de Porto Franco da FNS, localizado no km 191+040 da EF-151 e segue para Eliseu Martins passando por Balsas e Uruçuí. A Diretriz A1 é referente ao subtrecho Porto Franco - Balsas, com aproximadamente 200 km.

A diretriz definida pela VALEC apresenta curvas horizontais com raio mínimo de 343,823m.

Não se contou com o projeto vertical (localizaram-se apenas as plantas) fato que obrigou o Consórcio a definir o perfil da linha, adotando rampa máxima de 0,6% compensada no sentido mais carregado (Balsas-Porto Franco) e 1,0% no sentido menos carregado.

Um dos maiores aspectos negativos desta alternativa é relativo aos elevados volumes de terraplenagem, resultando em altos custos com movimentação de terra e de materiais pétreos (3ª categoria).

- Subtrecho Balsas - Uruçuí:

A diretriz é também constituída pelo traçado estudado pela VALEC nos quais foram realizados ajustamentos geométricos horizontais e verticais. Estes ajustes permitiram a utilização de rampa máxima de 0,6% compensada no sentido mais carregado, que é de Uruçuí para Balsas, mas houve necessidade de utilização de rampa de 1,0% compensada no sentido oposto, o menos carregado.

Este traçado parte de Balsas, atravessa o Rio das Balsas e segue em direção leste até encontrar e atravessar o Rio Parnaíba, prosseguindo pelo seu vale até região próxima do sul da cidade de Uruçuí. Foi prevista a implantação de pátio de movimentação de carga na margem direita do Rio Parnaíba, em local com acesso rodoviário.

- Subtrecho Uruçuí - Eliseu Martins:

O trecho entre Uruçuí/PI e Eliseu Martins/PI é o mais crítico a ser transposto. A alternativa estudada pela VALEC mostrou-se factível desde que fosse empregada rampa máxima compensada de 1,45% nos dois sentidos. Neste trecho, a operação de trens deverá ser feita com duas locomotivas adicionais de auxílio, totalizando 4 unidades, para fazer frente a esta rampa.

O traçado parte de Uruçuí e segue em direção sudeste até encontrar o Rio Gurguéia, na altura de Canaveira, percorrendo o vale do rio em direção ao sul, voltada para a sua nascente, até próximo de Eliseu Martins onde o traçado sai do vale e retoma a direção leste até chegar ao final da Ferrovia Transnordestina. A extensão total é de cerca de 220 km.

3.3.3. ALTERNATIVA 02

- Subtrecho Porto Franco - Balsas:

Para a diretriz deste trecho foi utilizado o Projeto Básico desenvolvido pela empresa Maia Melo Engenharia do trecho: Estreito - Eliseu Martins, Subtrecho: Córrego de São Jorge – Balsas, Segmento: km 43+000 – 206+650, para o Governo do Estado do Maranhão, em convênio estabelecido pela VALEC.

O projeto tem início no Km 43 do traçado estudado pela VALEC, derivando para a direita deste estudo. Para que fosse possível fazer estudo comparativo de alternativas, optou-se por dar continuidade ao projeto básico fazendo a ligação até a FNS em Porto Franco.

Cabe salientar que o traçado proposto no Projeto Básico adotava o padrão de rampa compensada de 1,0% em qualquer sentido, representando necessidade de tração com mais locomotivas e conseqüente custo operacional maior.

Verificou-se a possibilidade de realizar ajustes geométricos, tanto horizontais como verticais, para adequar a geometria existente às características técnicas desejáveis para o trecho, sendo o principal deles a utilização de rampa compensada de 0,6% no sentido mais carregado e 1,0% no sentido menos carregado. Estes ajustes foram realizados obtendo-se volumes de terraplenagem ligeiramente maiores, pouco significativo para o custo estimado das obras da via permanente.

Sob o aspecto ambiental o traçado apresenta restrições por passar pela Cachoeira de Santa Bárbara, no município de Riachão, que é o principal ponto turístico da região e ainda tem obrigatoriamente interferência com a malha urbana de Balsas, ambas representando aspectos negativos significativos desta alternativa.

- Subtrecho Balsas - Uruçuí:

A alternativa tecnicamente viável foi de utilização da mesma diretriz da Alternativa 01, que é constituída pela diretriz estudada pela VALEC com as devidas adequações.

- Subtrecho Uruçuí - Eliseu Martins:

Analogamente a alternativa tecnicamente viável foi de utilização da mesma diretriz da Alternativa 01.

3.3.4. ALTERNATIVA 03

- Subtrecho Porto Franco - Balsas:

A diretriz proposta pelo Consórcio tem origem no pátio existente em Porto Franco, com características de um refinamento da diretriz estudada pela VALEC, acrescentando ajustamentos geométricos horizontais com o intuito de melhorar a condição dos raios de curvatura, onde se adotou o raio mínimo de 500 m. Com

relação ao projeto vertical foi adotada a rampa máxima de 0,6% compensada no sentido mais carregado e 1,0% no sentido menos carregado.

O traçado acompanha o estudo da VALEC até um pouco além do Km 43, onde se afasta pelo sul e se encaixa entre as outras alternativas, seguindo na direção sudeste e cruzando as demais logo após Riachão, chegando ao norte da zona urbana de Balsas.

Esta alternativa possibilitou que fossem minimizados os volumes e os custos de terraplenagem, além de eliminar as interferências com a malha urbana de Balsas.

- Subtrecho Balsas - Uruçuí:

A alternativa tecnicamente viável foi de utilização da mesma diretriz da Alternativa 01, que é constituída pela diretriz estudada pela VALEC com as devidas adequações.

- Subtrecho Uruçuí - Eliseu Martins:

Analogamente a alternativa tecnicamente viável foi de utilização da mesma diretriz da Alternativa 01.

3.3.5. CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS DAS ALTERNATIVAS

No QUADRO 3.1 estão apresentadas as características geométricas horizontais e verticais das Alternativas de Traçado estudadas para a ferrovia EF-232.

QUADRO 3.1 - CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS DOS TRAÇADOS.

DESCRIÇÃO	UNIDADE	ALTERNATIVA 01	ALTERNATIVA 02	ALTERNATIVA 03
EXTENSÃO TOTAL	km	645,832	642,406	620,324
<i>HORIZONTAL</i>				
EXT. EM TANGENTE	km	375,856	319,770	397,136
EXT. EM CURVA	km	269,976	322,636	223,188
<i>VERTICAL</i>				
Ext. 0,15%	km	345,429	323,903	255,223
Ext. 0,60%	km	180,703	193,903	259,001
Ext. 1,00%	km	102,200	107,100	82,100
Ext. 1,45%	km	17,500	17,500	24,000

Fonte: elaborado pelo Consórcio OIKOS-TRANSPLAN-CONSEGV

3.3.6. QUANTITATIVOS BÁSICOS DAS ALTERNATIVAS E CUSTOS

Os quantitativos básicos das alternativas de traçado que se apresentaram viáveis tecnicamente, ALTERNATIVA 01, ALTERNATIVA 02 e ALTERNATIVA 03, são apresentados no QUADRO 3.2.

QUADRO 3.2 - QUANTITATIVOS BÁSICOS DOS TRAÇADOS E CUSTOS.

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 Galerias	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	10⁶R\$	3.072,6	2.861,5	2.673,3

Fonte: elaborado pelo Consórcio OIKOS-TRANSPLAN-CONSEGV

3.4. ESTUDO COMPARATIVO DAS ALTERNATIVAS

O estudo comparativo das Alternativas de traçado foi elaborado por uma equipe multidisciplinar, envolvendo os aspectos relacionados aos impactos ambientais, e aos custos de implantação e de operação, levando em consideração os seguintes aspectos:

a) Engenharia: quantidades, topografia do terreno onde passa o traçado e estabilidade, obras de arte de grande vulto com interferência no cronograma e custos de implantação;

b) Operação Ferroviária: avaliação dos custos operacionais e de investimentos em frota de locomotivas e vagões em função das características dos traçados e suas extensões;

c) Meio Ambiente: avaliação dos impactos ambientais de cada alternativa relativos a: áreas de proteção ambiental, matas ciliares, flora, fauna, aspectos do meio físico tais como recursos hídricos, erosão e instabilidade, interferências com comunidades indígenas, ribeirinhas, quilombolas e assentamentos, patrimônio histórico, cultural, paisagístico e turístico, bem como a potencial interceptação de áreas urbanas.

3.5. AVALIAÇÃO TÉCNICA DOS TRAÇADOS

A. Método

A partir dos dados gerados pelos Estudos de Meio Ambiente, Estudos de Engenharia e dos Estudos Operacionais foi realizada avaliação dos traçados levando em conta os seguintes pontos:

a) Custo de implantação de cada alternativa, conforme valores apresentado anteriormente no item 3.3.6, levando em conta volumes de terraplenagem, drenagem, obras de arte especiais, superestrutura da via, acessos rodoviários, pátios e desapropriação;

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.

B. Comparação de Custos

A seguir, no QUADRO 3.3 é feita comparação dos custos de implantação e do custo operacional diferencial:

QUADRO 3.3 - COMPARATIVO DE CUSTOS DE IMPLANTAÇÃO E CUSTO OPERACIONAL DIFERENCIAL

ITEM	UNIDADE	ALT. 01	ALT. 02	ALT. 03
CUSTO DE IMPLANTAÇÃO (A)	10³ R\$	3.072.596,66	2.861.571,03	2.673.324,62
EXTENSÃO	Km	645,8	642,4	620,2
CUSTO POR KM	10³ R\$	4.757,6	4.454,4	4.310,1
DIFERENÇA DE EXTENSÃO	Km	25,6	22,17	-
CUSTO OPERAC. DIFER. (B)	10³ R\$	66.564	57,653	-
CUSTO TOTAL CORRIGIDO (A+B)	10³ R\$	3.139,160	2.919,224	2.874,719
ÍNDICE (%)		109,2	101,5	100,0

Fonte: elaborado pelo Consórcio OIKOS-TRANSPLAN-CONSEGV

A análise do QUADRO 3.3 – 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.

Os cálculos, apresentados detalhadamente no Volume 2.4 – Estudos de Engenharia, 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**.

3.6. COMPARAÇÃO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS

Para a avaliação das alternativas de traçado consideradas foi necessário elaborar metodologia própria para comparar os impactos ambientais potenciais associados a cada uma e, com isso, sua maior ou menor viabilidade socioambiental, traduzidos para um Indicador de Viabilidade (IV).

Em primeiro lugar, foi necessário estabelecer critérios a partir dos quais tais impactos pudessem ser avaliados, considerando: i) a importância dos mesmos para a viabilidade socioambiental do empreendimento; ii) a possibilidade de tradução destes critérios em valores quantitativos mensuráveis, de forma a tornar possível efetuar comparações entre as alternativas consideradas.

Em segundo lugar, deve ser conduzida uma avaliação analítica para avaliar a importância de cada um dos critérios elencados no que diz respeito à viabilidade socioambiental do empreendimento, que possam se traduzir em diferentes pesos associados a cada critério.

O QUADRO 3.4 - Critérios para Avaliação das Alternativas Locacionais apresenta o elenco dos critérios escolhidos a partir das considerações anteriores, especificando sua relevância com relação à viabilidade do empreendimento e a unidade de medida a ser utilizada.

Depois de estabelecidos os critérios, foi possível atribuir pesos a cada um dos mesmos, de forma que refletissem a importância relativa de cada para a viabilidade do empreendimento. Isto significa, em outros termos, hierarquizar tais critérios a partir da relevância que se atribua a cada um no que diz respeito àquela viabilidade. Deve-se notar que, em termos metodológicos, a não atribuição de pesos significaria afirmar, implicitamente, que cada um dos critérios contribui da mesma forma para a viabilidade do empreendimento, o que não parece uma hipótese razoável. Depois de selecionados os critérios, foram quantificadas as ocorrências observadas para cada uma das Alternativas.

Finalmente, como forma de traduzir os valores observados em valores comparáveis e passíveis de agregação em um indicador único de viabilidade, utilizou-se a parametrização: os resultados foram transformados para uma escala de 0 a 1, sendo 1 o melhor resultado.

A seguir foram aplicados esses valores aos pesos dados a cada item, chegando-se ao QUADRO 3.5 – Pontuação de Cada Alternativa.

Os Indicadores de Viabilidade para cada uma das Alternativas podem variar no intervalo de 0 a 100, de acordo com a fórmula e a aplicação do método leva aos seguintes valores:

- Indicador de Viabilidade da Alternativa 01: 86,5
- Indicador de Viabilidade da Alternativa 02: 86,7
- Indicador de Viabilidade da Alternativa 03: 90,4

De acordo com este resultado concluiu-se que a **Alternativa 03** é aquela que apresentou a **melhor viabilidade do ponto de vista ambiental**.

QUADRO 3.4 – CRITÉRIOS PARA AVALIAÇÃO DAS ALTERNATIVAS LOCACIONAIS

CRITÉRIO	RELEVÂNCIA	UNIDADE DE MEDIDA
Travessias de cursos de água	Impactos ambientais negativos	Número de travessias
Locais propensos a problemas com obras de engenharia – erosão e instabilização	Dificuldades para o projeto de engenharia e Impactos ambientais negativos	km interceptados
Locais com declividade do tipo forte ondulado + montanhoso + escarpado	Dificuldades para o projeto de engenharia e Impactos ambientais negativos	km interceptados
Locais com vulnerabilidade à erosão (classes moderadamente instável + instável)	Dificuldades para o projeto de engenharia e Impactos ambientais negativos	km interceptados
Extensão	Custos do Projeto	km
Supressão de vegetação de Mata Ciliar/Galeria	Perda de Populações Nativas da Flora e da Fauna	Hectares suprimidos
Supressão da vegetação de Savana Arbórea Aberta	Perda de Populações Nativas da Flora e da Fauna	Hectares suprimidos
Supressão da Vegetação de Savana Arbórea Densa	Perda de Populações Nativas da Flora e da Fauna	Hectares suprimidos
Interceptação de UC de Proteção Integral	Impactos ambientais negativos Dificuldades em obtenção de licenças ambientais	Hectares interceptados
Interceptação de UC de Uso Sustentável	Impactos ambientais negativos	Hectares interceptados
Interceptação de Zonas de Amortecimento de UC	Impactos ambientais negativos	Hectares interceptados
Interceptação de Áreas Prioritárias para Conservação da Biodiversidade	Impactos ambientais negativos	Número de Interceptações
Interferência com Terras Indígenas	Impactos sociais negativos. Dificuldades em obtenção de licenças ambientais	Número de Interferências
Interferência com comunidades ribeirinhas ou povoados rurais	Impactos sociais negativos	Número de interferências
Interferência com Comunidades Quilombolas	Impactos sociais negativos. Dificuldades em obtenção de licenças ambientais	Número de Interferências
Interferência com Projetos de Assentamento	Impactos sociais negativos. Dificuldades em obtenção de licenças ambientais	Número de Interferências
Interferência com Patrimônio Histórico e Cultural	Impactos sociais negativos	Número de interferências
Interferência com Patrimônio Paisagístico e Turístico	Impactos sociais e ambientais negativos	Número de Interferências
Interceptação de áreas periurbanas	Impactos sociais negativos	Hectares interceptados

Fonte: elaborado pelo Consórcio OIKOS-TRANSPLAN-CONSEGV

QUADRO 3.5 – PONTUAÇÃO DE CADA ALTERNATIVA

CRITÉRIO	PESO	ALT. 01	ALT. 02	ALT. 03
Travessias de cursos de água	40	40,0	38,8	38,8
Locais propensos a problemas com obras de engenharia – erosão e instabilização	15	3,35	3,17	15,0
Locais com declividade do tipo forte ondulado + montanhoso + escarpado	15	15,0	14,6	14,8
Locais com vulnerabilidade à erosão (classes moderadamente instável + instável)	15	13,7	15,0	6,35
Extensão	5	4,97	5,00	4,96
Supressão de vegetação de Mata Ciliar/ Galeria	40	40,0	33,7	34,4
Supressão da vegetação de Savana Arbórea Aberta	30	30,0	28,7	28,2
Supressão da Vegetação de Savana Arbórea Densa	30	23,4	27,8	30,0
Interferência com comunidades ribeirinhas ou povoados rurais	40	29,6	40,0	33,3
Interferência com Projetos de Assentamento	20	20,0	14,0	17,5
Interferência com Patrimônio Paisagístico e Turístico	10	8,18	7,50	10,0
Interceptação de áreas periurbanas	15	9,60	9,91	15,0
SOMA	275	237,	238,	248,
INDICADOR DE VIABILIDADE	-	86,5	86,7	90,4

Fonte: elaborado pelo Consórcio OIKOS-TRANSPLAN-CONSEGV

3.7. SELEÇÃO DA ALTERNATIVA E CONCLUSÕES

A avaliação das alternativas conduz às seguintes conclusões:

a) Do ponto de vista ambiental, em que foram considerados os diversos aspectos envolvidos nos traçados, quantificados e ponderados, obteve-se a seguinte classificação:

- Indicador de Viabilidade da Alternativa 01: 86,5
- Indicador de Viabilidade da Alternativa 02: 86,7
- Indicador de Viabilidade da Alternativa 03: 90,4

De acordo com este resultado conclui-se que a **Alternativa 03** é aquela que apresenta a melhor viabilidade do ponto de vista ambiental.

b) Nos aspectos de custo de implantação das alternativas de traçado a melhor delas é a **Alternativa 03**,

c) No aspecto operacional a alternativa de menor custo é a **Alternativa 03**;

d) Coincidentemente a **Alternativa 03** é aquela que apresenta as melhores condições nos aspectos ambientais, operacionais e de custo de implantação, sendo aquela que o Consórcio entendeu que deveria ser a alternativa a ser detalhada, a qual foi referendada pela VALEC.

O QUADRO 3.6 - apresenta o Comparativo das Alternativas de Traçado, sob os aspectos de engenharia, operação e meio ambiente.

QUADRO 3.6 - COMPARATIVO DAS ALTERNATIVAS DE TRAÇADO

ITEM	ALTERNATIVA 01	ALTERNATIVA 02	ALTERNATIVA 03
Viabilidade Ambiental	2º lugar	3º lugar	1º lugar
Problemas Sérios de Traçado	-	Passa pela Cachoeira de Santa Bárbara	-
Extensão (km)	645,8	642,4	620,3
Custo de implantação (10 ⁶ R\$)	3.072,5	2.861,6	2.673,3
Rampas Máximas Eliseu Martins p/ Uruçuí (exp.)	1,45	1,45	1,45
Rampas Máximas Uruçuí p/ Balsas (exp.)	0,6%	0,6%	0,6%
Rampas Máximas Balsas p/ Porto Franco (exp.)	0,6%	0,6% (originalmente 1,0%)	0,6%
Rampas no sentido de Importação: P.Franco/ Balsas/ Uruçuí/ Eliseu Martins	1,0% / 0,6% / 1,45%	1,0% / 0,6% / 1,45%	1,0% / 0,6% / 1,45%
Raio mínimo (m)	343,823	343,823	343,823 (500 entre P. Franco - Balsas)
% em curva	41,80	50,22	35,98
Custo Operacional	maior	médio	menor
Frota Necessária	maior	médio	menor

Fonte: elaborado pelo Consórcio OIKOS-TRANSPLAN-CONSEGV

4. ESTUDOS DE ENGENHARIA DA ALTERNATIVA ESCOLHIDA

4.1. CONDICIONANTES DE TRAÇADO

4.1.1. DEMANDAS DE TRANSPORTE E 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 os 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 Itaquí/Ponta da Madeira e Barcarena, este no caso de ser construído o trecho Açailândia - Belém da Ferrovia Norte-Sul.

4.1.2. TOPOGRAFIA E INTERFERÊNCIAS

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.

4.1.3. 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. Os estudos de traçado, conseqüentemente, se submeteram à Especificação de Projeto da VALEC 80-EG-000A-17-0000 Rev. 1. 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 1800 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.

Entretanto, esta condição não foi passível de ser atendida ao longo de toda a Ferrovia, o que exigiu que se projetasse auxílio de tração nos trechos de rampa mais acentuada. Este princípio foi aplicado no trecho Eliseu Martins - Uruçuí, onde houve necessidade de utilizar rampa compensada de 1,45% no sentido de exportação, que é o mais carregado. Entre Uruçuí e Porto Franco, contudo, foi possível utilizar a rampa máxima de 0,6% em todo o segmento no sentido de exportação. Nos desvios de cruzamento e nos pátios de carga e descarga as rampas máximas deverão ser de 0,15%.

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

4.1.4. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS BÁSICAS

No QUADRO 4.1 são apresentadas as características técnicas básicas adotadas para o projeto do EVTEA da EF-232.

4.1.5. POSIÇÃO DOS DESVIOS DE CRUZAMENTO E DOS PÁTIOS

Na Alternativa 03 foram locados desvios ou pátios de cruzamentos com 2012 m de extensão, com intervalos médios de 20 km no trecho compreendido entre Porto Franco e Balsas, de 30 km no trecho Balsas - Uruçuí e de 50 km entre Uruçuí - Eliseu Martins.

Também foram posicionados dois terminais de movimentação de cargas em Balsas e Uruçuí, bem como os pátios de intercâmbio da EF-232 em Porto Franco, com a FNS, e Eliseu Martins com a Ferrovia Transnordestina.

QUADRO 4.1 – CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS BÁSICAS

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	Elástica
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: elaborado pelo Consórcio OIKOS-TRANSPLAN-CONSEGV

4.2. ESTUDOS GEOLÓGICOS E GEOTÉCNICOS

4.2.1. GEOLOGIA DA REGIÃO

No levantamento da região abrangida pela EF-232 foram utilizadas as cartas geológicas produzidas pelo Ministério das Minas e Energia, Departamento Nacional da Produção Mineral - DNPM, através do Projeto Radam, consistindo nas Folhas SB-23/24 (Teresina/Jaguaribe) e SC-23/24 (Rio São Francisco/Aracajú), na escala 1:1.000.000. Estes dados foram, complementados por interpretação das imagens de satélite, cujas conclusões foram inseridas na base cartográfica, permitindo determinar as diferentes faixas de domínios geológicos presentes ao longo da diretriz do traçado.

4.2.2. ESTUDOS GEOTÉCNICOS

Os Estudos Geotécnicos foram dirigidos ao conhecimento dos materiais do subleito e daqueles que serão cortados e que comporão a estrutura dos aterros. Nesta fase do trabalho foram realizadas vistorias “in loco” com a realização de sondagens com coletas de amostras e realização de ensaios de laboratório, de modo a fornecer os subsídios para orientação no Projeto de Terraplenagem.

O estudo também se concentrou na busca e localização de materiais pétreos para uso em concreto e na constituição do lastro, pois elas são bastante raras em domínios sedimentares como a bacia do Parnaíba. Algumas pedreiras selecionadas estão no Estado do Piauí, nos Municípios de Teresina e Floriano. No Maranhão, a pedreira indicada é a de Porto Franco, a mesma que vem sendo utilizada nas obras da EF-151 (Ferrovia Norte-Sul). Aparentemente, será mais interessante iniciar a construção da superestrutura no sentido de Porto Franco para Eliseu Martins, podendo contar, assim, com transporte ferroviário para o lastro que será destinado à EF 242.

4.3. ANTEPROJETO GEOMÉTRICO

4.3.1. INTRODUÇÃO

Os Estudos Topográficos e os Estudos de Traçado da Alternativa 03, associados aos Estudos Hidrológicos e Geotécnicos/Geológicos, forneceram os dados para a elaboração do Anteprojeto Geométrico da alternativa escolhida. Ele foi elaborado observando as disposições da Especificação de Projeto VALEC 80-EG-000A-17-0000 Rev.1, no Manual de Projeto Geométrico de Rodovias Rurais (1999), na IS-207 Instrução de Serviço para Estudos Preliminares para Rodovias (Estudo de Traçado), na IS-208 Instrução de Serviço para Projeto Geométrico, todos do DNIT, e nas normas pertinentes emitidas pela ABNT e da AREMA.

4.3.2. CARACTERIZAÇÃO DO ANTEPROJETO

Para a elaboração do anteprojeto, foram obtidas cenas do Modelo Digital de Elevação da SRTM – Missão Topográfica Radar Shuttle, com resolução espacial de 90 m, processadas no software AutoCAD Civil 3D. A base cartográfica foi gerada na escala 1:20.000 com curvas de nível com equidistância igual a 10 m.

Para a complementação das informações geográficas foram utilizados mosaicos formados pelas cartas do IBGE/DSG em escala de 1:100.000 e mosaicos de imagens de satélite georreferenciadas e ortorretificadas, atendendo à escala de trabalho fixada em 1:20.000. Os dados foram produzidos no Sistema de Projeções UTM Sirgas 2000 fuso 23.

Foram previstos ao longo da ferrovia (i) o Pátio de Intercâmbio com a FNS em Porto Franco, no início do traçado, (ii) os Terminais Intermodais de Cargas em Balsas e (iii) Uruçuí e (iv) o Pátio de Intercâmbio com a Ferrovia Transnordestina em Eliseu Martins no final do traçado.

Também foram definidos os desvios de cruzamento com rampa máxima de 0,15%, conforme apresentado no Plano de Vias.

Procurou-se adaptar o greide do projeto às condições topográficas do local, respeitando as especificações de projeto, evitando grandes movimentações de terra. Esse propósito foi prejudicado em alguns pontos devido à necessidade de transposição dos cursos d'água e caminhos preferenciais que foram interceptados pela ferrovia.

Os principais aspectos observados para elaboração do Anteprojeto Geométrico consistiram na definição das características técnicas dos alinhamentos horizontais e verticais e das dimensões da plataforma.

O Anteprojeto Geométrico elaborado obedeceu aos seguintes princípios:

- Definir a ocupação da faixa de intervenção minimizando os custos de implantação, os impactos ambientais e sociais e dar suporte ao desenvolvimento sustentável da região lindeira à faixa de intervenção;
- Manter a ferrovia com faixa de domínio definida e com o mínimo de interferências possíveis com as áreas urbanizadas, minimizando os custos com desapropriações;
- Manter as características técnicas adequadas com o propósito de possibilitar a operação de forma otimizada e produtiva, integrada às ferrovias com que se liga;
- Em segmentos críticos, dotar a ferrovia de características geométricas mais restritas, procurando minimizar os custos de implantação, minimizando os impactos ambientais e às desapropriações, adequando a operação ferroviária às condições encontradas.
- O projeto planialtimétrico foi elaborado em consonância com as características técnicas definidas anteriormente verificando a sua

exequibilidade com base na caracterização da topografia obtido nos desenhos dos estudos topográficos.

4.4. ANTEPROJETO 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 no QUADRO 4.2

QUADRO 4.2 - VOLUMES DE CORTE/ATERRO DO TRAÇADO SELECIONADO.

	UNIDADE	VALORES
EXTENSÃO TOTAL	km	620.324,077
VOLUMES		
Corte	m ³	83.168.298,74
Aterro	m ³	70.045.610,96

Fonte: elaborado pelo Consórcio OIKOS-TRANSPLAN-CONSEGV

A compensação de cortes e aterros indicaram a necessidade de utilização de empréstimos laterais ou a localização de jazidas para a obtenção dos materiais complementares tanto para os aterros como para a camada final do subleito e sublastro.

4.5. ESTUDOS HIDROLÓGICOS

A - Informações Básicas

Os Estudos Hidrológicos tiveram a finalidade principal de fazer a avaliação das precipitações e intensidades máximas de chuva, de forma a fornecer subsídios para a determinação da seção de vazão das obras hidráulicas necessárias à transposição dos cursos d'água dos trechos em estudo.

Os trabalhos basearam-se nas diretrizes das Especificações Gerais para Elaboração dos Estudos Hidrológicos (Nº 80-EG-000F-17-7005) da VALEC, utilizada nos projetos da Ferrovia Norte-Sul.

Foram coletados dados de 06 (seis) estações pluviométricas distribuídas espacialmente ao longo da diretriz de traçado da ferrovia, e que são disponibilizados pelo Sistema de Informações Hidrológicas (HidroWeb – Séries Históricas) da Agência Nacional de Águas (ANA). Eles compõem o QUADRO 4.3.

QUADRO 4.3 – ESTAÇÕES PLUVIOMÉTRICAS – ANA/CPRM

CÓDIGO	POSTO	MUNICÍPIO - UF	LATITUDE	LONGITUDE	ALTITUDE	DADOS
00746006	Balsas	Balsas - MA	07°31'21" S	46°02'03" W	255 m	1982-2010
00746008	Morro Vermelho	Riachão - MA	07°09'28" S	46°33'16" W	385 m	1985-2010
00745004	Sambaíba	Sambaíba - MA	07°08'19" S	45°20'52" W	230 m	1977-2010
00843010	Ponte BR-324	Manoel Emídio - PI	08°05'38" S	43°48'52" W	-	2005-2010
00745003	Ribeiro Gonçalves	Ribeiro Gonçalves - PI	07°33'29" S	45°14'36" W	150 m	1962-2010
00647000	Tocantinópolis	Tocantinópolis - TO	06°17'19" S	47°23'31" W	126 m	1970-2009

Fonte: elaborado pelo Consórcio OIKOS-TRANSPLAN-CONSEGV

Foi realizada a análise estatística dos dados de pluviometria, sobretudo das precipitações máximas diárias observadas, estabelecendo os seguintes parâmetros:

1. Precipitações médias anuais de chuva;
2. Número de dias chuvosos no mês;
3. Alturas pluviométricas mensais.

Com a aplicação do método estatístico de Ven Te Chow - Gumbel foi possível obter as alturas máximas de 1 dia para os períodos de retorno de 10, 15, 25, 50 e 100 anos para cada estação pluviométrica estudada, sendo então elaboradas as equações de chuvas intensas pelo método da desagregação da chuva de 24h.

B. Estudo das bacias hidrográficas

Com a definição das três alternativas de traçado propostos para a ferrovia EF-232, foram identificadas e cadastradas as bacias de contribuição de todos os talwegues que interceptariam os traçados. Ao todo, foram levantadas 193 bacias para o estudo da Alternativa 03¹, cujos parâmetros físicos foram utilizados no dimensionamento hidráulico dos dispositivos de drenagem.

As bacias pertencentes às áreas de influência dos seis postos pluviométricos estudados foram verificadas através do Método do Polígono de Thiessen formado pelas estações pluviométricas analisadas.

As bacias hidrográficas tiveram seus parâmetros topométricos aferidos em Cartas Topográficas do DSG - Diretoria de Serviço Geográfico e IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, escala 1:100.000. Com o emprego do software da Autodesk AutoCAD Civil 3D foram determinados para todas as bacias os seguintes parâmetros físicos:

1. Área superficial, em km²;

¹ No estudo de alternativas foram estudadas também 192 bacias de contribuição para a Alternativa 01 e 211 bacias para a Alternativa 02.

2. Extensão longitudinal da linha de talvegue, em km;
3. Declividade média equivalente, em m/m;
4. Coeficientes de deflúvio relativo às bacias hidrográficas;
5. Número de deflúvio ou número da curva (curve number).
6. Cálculo do tempo de concentração das bacias hidrográficas com o uso da expressão de Kirpich, estabelecida no boletim "California Culvert Practice", publicado em 1942 pelo "California Highway and Public Works".

4.6. ANTEPROJETO DE DRENAGEM E OBRAS DE ARTE CORRENTES

A. Método adotado

- 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, caracterizadas por dispositivos superficiais, apresentadas diretrizes relativas à drenagem para dar escoamento às águas precipitadas sobre o corpo estradal e áreas lindeiras, de modo a evitar que estas tragam danos à plataforma da via;
 - Obras de drenagem de grotas, caracterizadas 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 talvegues.

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

O dimensionamento das obras de arte correntes foi condicionado pelo cálculo das vazões, realizado conforme as Especificações Gerais para Elaboração dos Estudos Hidrológicos (Nº 80-EG-000F-17-7005) da VALEC, utilizada nos Projetos da Ferrovia Norte-Sul, procedendo-se a decisão quanto aos dispositivos conforme o QUADRO 4.4.

QUADRO 4.4 - METODO DO CÁLCULO DAS VAZÕES.

ÁREA DE CONTRIBUIÇÃO	MÉTODO DE CÁLCULO
BACIAS ATÉ 1,0 km ²	Método Racional
BACIAS ENTRE 1,0 Km ² E 10,0 km ²	Método Racional acrescido de coeficiente de
BACIAS ENTRE 10,0 Km ² E 20,0 km ²	Método do Hidrograma Triangular Sintético
BACIAS IGUAL OU ACIMA DE 20,0 km ²	Método do Hidrograma Unitário

Fonte: elaborado pelo Consórcio OIKOS-TRANSPLAN-CONSEGV

B. Resultados obtidos

Os resultados obtidos estão apresentados no Quadro 4.5.

QUADRO 4.5 - QUANTITATIVOS OBRAS DE ARTE

ITEM	UNIDADE	QUANTIDADES
DRENAGEM – O.A.C.		
BDTC Ø 1,20m	m	26,9
BTTC Ø 1,00m	m	47,8
BTTC Ø 1,20m	m	26,9
BSCC 2,00 x 2,00 m	m	399,4
BSCC 2,50 x 2,50 m	m	487,9
BSCC 3,00 x 3,00 m	m	751,4
BDCC 2,00 x 2,00 m	m	288,2
BDCC 2,50 x 2,50 m	m	1155
BDCC 3,00 x 3,00 m	m	1340,2
BTCC 2,50 x 2,50 m	m	305,4
BTCC 3,00 x 3,00 m	m	1072,6
PONTES – O.A.E.		
Quantidade	unid.	51
Extensão Total	m	2.470,0

Fonte: elaborado pelo Consórcio OIKOS-TRANSPLAN-CONSEGV

4.7. OBRAS DE ARTE ESPECIAIS

Em se tratando de estudo de viabilidade, em que a base topográfica permite apenas a definição aproximada das dimensões das obras de arte, a quantificação das características das obras de arte é aproximada, condizente com o nível do estudo.

A. Pontes ferroviárias

- Pontes com vãos até 25 m

A solução adotada 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, biapoiadas e isostáticas.

Sobre as longarinas se apoiará o tabuleiro em laje de concreto armado, com 2 (dois) balanços com largura total de 5,85 m. Terá espessura variável de 34,0 cm no eixo, e 27,0 cm nas extremidades, acompanhando uma declividade de 2% para drenagem das águas pluviais sobre o tabuleiro. A laje em concreto será projetada com parte em pré-laje de concreto armado com espessura de 6,0 cm e o complemento em laje de concreto armado moldada "in loco", minimizando os custos de escoramentos provisórios. A largura adotada (5,85 m) comportará uma parte central com largura de 4,65 m para acomodação dos elementos de suporte da ferrovia (trilhos, dormentes e lastro) e duas faixas laterais com 0,60 m cada para acomodação de possíveis tubulações e passagem de equipe de manutenção da via.

- Pontes com extensão de 250, 500 e 1.000 m

Trata-se de 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, biapoiados 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.

Sobre as longarinas se apoiará o tabuleiro em laje de concreto armado, e dotadas de 2 balanços com largura total de 5,85 m. Terá espessura variável de 34 cm no eixo, e 27,0 cm nas extremidades, acompanhando uma declividade de 2% para drenagem das águas pluviais sobre o tabuleiro. A laje em concreto será projetada com parte em pré-laje com espessura de 6,0 cm e o complemento em laje moldada "in loco", minimizando os custos de escoramentos provisórios. A largura adotada (5,85 m) comportará uma parte central com largura de 4,65 m para acomodação dos elementos de suporte da ferrovia (trilhos, dormentes e lastro) e duas faixas laterais com 0,60 m cada para acomodação de possíveis tubulações e passagem de equipe de manutenção da via.

No QUADRO 4.6 é apresentada a relação das 51 pontes ferroviárias da EF-232, definidas pelos Estudos Hidrológicos, com sua localização e extensão, incluindo as três pontes de grande extensão com 1000 m, 500 m e 250 m, nas proximidades de Uruçuí.

QUADRO 4.6 - RELAÇÃO DE PONTES DA EF-232

Nº	KM DO EIXO	EXTENSÃO(M)	Nº	KM DO EIXO	EXTENSÃO(M)
1	20387,52	15,00	26	282699,84	15,00
2	27973,26	15,00	27	284384,62	15,00
3	37365,74	15,00	28	374052,04	15,00
4	42299,71	15,00	29	378254,09	15,00
5	55230,67	15,00	30	387713,01	15,00
6	82464,00	15,00	31	394561,47	250,00
7	98800,00	15,00	32	401225,96	1.000,00
8	110335,93	15,00	33	405026,88	15,00
9	112100,00	15,00	34	425803,03	500,00
10	151300,02	15,00	35	427237,55	15,00
11	158438,15	15,00	36	434702,57	15,00
12	167400,00	15,00	37	437814,14	15,00
13	173700,86	15,00	38	440584,52	15,00
14	177404,87	15,00	39	442461,99	15,00
15	187992,76	15,00	40	444806,44	15,00
16	193957,60	15,00	41	463706,80	15,00
17	201676,51	15,00	42	510675,02	15,00
18	206930,89	15,00	43	525260,94	15,00
19	208735,23	15,00	44	535578,51	15,00
20	224700,71	15,00	45	555882,88	15,00
21	233100,49	15,00	46	563590,46	15,00
22	244583,52	15,00	47	575079,21	15,00
23	256216,96	15,00	48	580317,72	15,00
24	268950,48	15,00	49	586159,10	15,00
25	281882,66	15,00	50	605120,00	15,00
			51	611397,40	15,00

Fonte: elaborado pelo Consórcio OIKOS-TRANSPLAN-CONSEGV

Estima-se o custo por m² das pontes ferroviárias entre R\$7.700,00 (sete mil e setecentos reais) e R\$5.600,00 (cinco mil e seiscentos reais).

B. Viadutos rodoviários e ferroviários

No QUADRO 4.7 é apresentada a relação de viadutos rodoviários e ferroviários, com informações de extensão, gabarito e esconsidade. A estrutura dos viadutos ferroviários deverá ser a mesma indicada para as pontes ferroviárias, isto é, com modulação de vãos de vinte e cinco (25) metros, em vigas protendidas tipo I.

QUADRO 4.7 - RELAÇÃO DE VIADUTOS RODOVIÁRIOS E FERROVIÁRIOS

KM	EXTENSÃO (M)	GABARITO ÚTIL (M)	ESCONSIDADE	TIPO
2 + 588,00	35,00	5,50	61°(D)	Rodoviário
4 + 301,00	50,00	5,50	29°(E)	Rodoviário
117 + 982,00	35,00	5,50	49°(E)	Rodoviário
120 + 603,00	25,00	5,50	22°(E)	Rodoviário
126 + 041,00	25,00	5,50	35°(D)	Rodoviário
135 + 705,00	20,00	5,50	23°(E)	Rodoviário
145 + 815,00	105,00	5,50	57°(E)	Rodoviário
230 + 559,00	22,00	5,50	35°(D)	Rodoviário
535 + 854,00	30,00	6,75	52°(D)	Ferroviário
590 + 797,00	30,00	5,50	57°(D)	Rodoviário

Fonte: elaborado pelo Consórcio OIKOS-TRANSPLAN-CONSEGV

C. Passagens ferroviárias inferiores

As passagens inferiores terão a seção transversal de um quadro retangular estrutural de concreto armado, formado por uma laje de fundo, por onde passará a via ferroviária, por duas paredes verticais e por uma laje superior que será apoio para a pavimentação superior, por onde passarão as vias rodoviárias.

4.8. SUPERESTRUTURA DA VIA

A superestrutura da via da EF-232 obedecerá os padrões habituais da VALEC em outros projetos com carga equivalente, sendo composta pelos seguintes elementos:

- Trilhos TR-57 ou UIC-60 soldados formando trilho longo soldado (TLS) com barras de 240 m, ligados por solda alumino térmica. 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, Denik 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

Os quantitativos da superestrutura da via estão apresentados no QUADRO 4.8.

QUADRO 4.8 – QUANTITATIVOS DA SUPERESTRUTURA DA VIA

ITEM	DMT (KM)	UNID.	VALORES
SUBLASTRO			
Regularização do Subleito		m ²	4.776.495,390
Sublastro de solo estabilizado granulometricamente s/ mistura	50,0	m ³	930.486,116
FORNECIMENTO DE MATERIAL			
Fornecimento de trilho TR-57 - barra de 12 m		t	74.438,890
Fornecimento de brita para lastro		m ³	1.457.761,400
Transporte de brita	50,0	m ³ x km	72.888.070,000
Fornecimento de dormente de concreto protendido para bitola larga		unid	1.034.080,000
Fornecimento de grampo elástico		unid	4.136.320,000
Fornecimento de palmilha amortecedora		unid	2.068.160,220
Fornecimento de calço isolador		unid	4.136.320,430
AMV 1:14 otimizado		cj	32,000
IMPLANTAÇÃO DA VIA			
Montagem de grade		m.via	620.324,080
Lastreamento de linha		m ³	1.457.761,400
Alinhamento, nivelamento e socaria		m.via	620.324,080
Regularização de lastro		m.via	620.324,080
Solda elétrica de trilho para formação de TLS		unid	103.381,330
Solda aluminotérmica para formação de trilho contínuo		unid	5.169,370
Instalação de AMV 1:14 otimizado		unid	32,000
TRANSPORTE DE MATERIAL			
Carga e descarga de trilho quando fornecido pela VALEC		t	70.716,940
Transporte rodoviário de trilhos quando fornecido pela VALEC	50,0	t x km	3.535.846,800
Carga de dormentes		t	497.392,530
Descarga de dormentes		t	497.392,530

Fonte: elaborado pelo Consórcio OIKOS-TRANSPLAN-CONSEGV

4.9. INTERFERÊNCIAS E OBRAS COMPLEMENTARES

Foram identificadas as interferências com a malha rodoviária e previstos viadutos, em geral rodoviários, por aceitarem condições geométricas menos exigentes. Eles estão apresentados no QUADRO 4.7, inserido antes.

Estimou-se que serão necessárias passagens de nível intercaladas a cada 5 km, fator considerado nos custos de implantação. Também foram estimados empiricamente os investimentos necessários para a implantação de passagens de gado e de animais silvestres.

O traçado evitou as áreas urbanas, não apresentando interferências desta natureza.

4.10. 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 faixa de desapropriação é a futura faixa de domínio, com largura igual a 40 metros a partir de seu eixo, em ambos os lados. Para os locais onde o offset do corte ou do aterro ultrapassou a faixa de domínio, foi aplicada a largura do offset acrescido de 10 metros a partir dessas linhas. Para desapropriar os 51.214.740,47 m² de terrenos necessários à construção dos 620.324 m da ferrovia deverão ser aplicados aproximadamente R\$ 7.170.063.

4.11. SISTEMAS DE LICENCIAMENTO DE TRENS E NOS TERMINAIS

Um aspecto considerado no estudo foi a definição preliminar dos sistemas de licenciamento de trens nos desvios de cruzamento e nos pátios de movimentação de carga ou operacionais a exemplo de Porto Franco, da EF-232, Balsas, Uruçui e Eliseu Martins.

Para efeito de Licenciamento de trens, considerou-se a implantação de Centro de Controle Operacional (CCO), em Porto Franco, atuando sobre o Sistema

de Controle Centralizado (CTC), adotando o conceito de bloqueio fixo, de forma a simplificar os requisitos dos sistemas operacionais em termos de desempenho.

São previstos os seguintes sistemas:

- (a) Sistema de Telecomunicações – ST
- (b) Sistema de Equipamentos de Via –SEV
- (c) Sistema de Controle de Bordo – SCB
- (d) Sistema de Controle Centralizado – SCC
- (e) Sistemas de Sinalização Local –SSL

O Sistema de Transmissão por Satélite fornecerá os meios para transmissão de dados entre os sistemas de Controle Centralizado no CCO e os Computadores de Bordo dos Trens , fazendo o licenciamento dos trens através de telegramas codificados e também permitir a troca de mensagens livres entre despachador e maquinista. É prevista a sinalização dos pátio de carga e descarga.

A partir destas definições, foram estabelecidos os investimentos necessários para dotar a EF-232 de sistema de licenciamento e comunicação. Estes investimentos estão considerados nos investimentos necessários à operação ferroviária.

4.12. CUSTOS E ORÇAMENTOS

Os custos unitários que foram utilizados para a montagem dos orçamentos das alternativas foram elaborados utilizando as seguintes fontes:

- SICRO II, da região do Maranhão, para os itens abrangidos pelo sistema do DNIT, essencialmente terraplenagem e serviços preliminares, complementa- do com algumas composições;
- SINAPI, da Caixa Econômica Federal, para custos regionais e índices da construção civil;
- Dados de custos da VALEC para itens ferroviários;
- Cotação de preço para alguns componentes;
- Composição de Preço Unitário – CPU quando necessário.

A data-base para os custos foi estabelecida para fevereiro de 2011 e as informações corrigidas para esta moeda.

O QUADRO 4.9 contém o resumo do orçamento da Alternativa 03, a mesma que apresentou os menores custos de implantação.

QUADRO 4.9 - RESUMO DOS CUSTOS DE IMPLANTAÇÃO

DESCRIMINAÇÃO		VALOR (R\$)
1.0	Serviços Preliminares	19.239.043,93
2.0	Terraplanagem	744.833.723,34
3.0	Superestrutura Ferroviária	1.293.805.470,49
4.0	Drenagem	208.317.723,51
5.0	Obras Complementares	116.675.615,44
6.0	Obras de Arte Especiais	141.606.522,44
7.0	Desapropriação	7.170.063,66
8.0	Canteiro de obras, Mobilização e Desmobilização	14.415.509,18
9.0	Supervisão e Administração	38.190.955,08
10.0	Custo do Meio Ambiente	25.418.405,31
11.0	Elaboração de Projeto	63.351.591,80
TOTAL GERAL DO ORÇAMENTO (R\$)		2.673.324.624

Fonte: elaborado pelo Consórcio OIKOS-TRANSPLAN-CONSEGV

5. ESTUDOS OPERACIONAIS

5.1. OBJETIVO

Os Estudos Operacionais tiveram por objetivo apresentar os dados e custos operacionais, incluídos os investimentos ao longo do tempo em frota e instalações necessárias para a exploração da EF – 232, de Porto Franco a Eliseu Martins.

5.2. EXTENSÕES BÁSICAS DA EF-232

O anteprojeto proposto para a EF-232 tem as seguintes extensões básicas:

- 6,9 km entre o ponto de conexão com a FNS e o Terminal de Integração da EF - 232 em Porto Franco (MA)
- 219,3 km entre o Terminal de Integração de Porto Franco (MA) e o Polo de Balsas (MA);
- 185,6 km entre o Polo de Balsas (MA) e o Polo de Uruçuí (PI);
- 209,9 km entre o Polo de Uruçuí (PI) e o Polo de Eliseu Martins (PI);
- Extensão total da EF-232, base cálculo do custo de construção – 622,8 km (inclui pátio em Eliseu Martins)

5.3. CARACTERÍSTICAS GERAIS DA VIA

- Bitola de 1,60 m;
- Sentido Exportação: Eliseu Martins a Porto Franco;
- Sentido Importação: Porto Franco a Eliseu Martins
- Rampa máxima por trecho:
 - Porto Franco (MA) - Km 0,0 ao Polo de Balsas – Rampa de 0,60% no sentido de exportação e 1,00 % na importação;
 - Polo de Balsas ao Polo de Uruçuí - Rampa de 0,60 % no sentido exportação e 0,60 % na importação;
 - Polo de Uruçuí ao Polo de Eliseu Martins - Rampa de 1,45 % nos sentidos exportação e importação;
- Raio mínimo de 343,823 m, na via principal e 150m nos pátios. Excepcionalmente usou-se raio de 100m nos triângulos destinados a reversão das locomotivas;
- Capacidade de suporte da via: TB-32 (32 toneladas brutas por eixo); TB-360 para as OAE's;
- Trilhos TR-57 e fixações elásticas;
- Dormentes – Monobloco de concreto protendido para bitola de 1,60m;

- AMVs - para trilhos TR-57, com aberturas de 1:14 otimizados, para a linha principal e 1:8 para as linhas internas dos terminais;
- Faixa de domínio mínima de 40 metros de cada lado a partir do eixo da ferrovia ou 10 m a partir do offset, o que for maior.

5.4. PRAZOS PARA A CONSTRUÇÃO E ENTRADA EM OPERAÇÃO

- Pátio de Porto Franco (MA) ao Polo de Balsas (MA) – 226,2 km;
 - Início das obras em janeiro de 2014
 - Entrega até dezembro 2014 – Início da operação em julho de 2015;
- Polo de Balsas (MA) ao Polo de Uruçuí (PI) – 185,6 km;
 - Início das obras em janeiro de 2014
 - Entrega até dezembro 2014 – Início da operação em julho de 2015;
- Polo de Uruçuí (PI) ao Polo Eliseu Martins (PI) – 209,9 km;
 - Início das obras em janeiro de 2015
 - Entrega até dezembro 2015 – Início da operação em julho de 2016;

5.5. TOTAL DA PRODUÇÃO, TARIFA E RECEITA POR PATAMAR

Estão previstos o transporte de soja em grão, farelo, milho, óleo de soja, álcool, fertilizantes, defensivos agrícolas, óleo diesel e demais produtos, cujos volumes totais, tarifas e receitas encontram-se no QUADRO 5.1.

QUADRO 5.1 - PRODUÇÃO TARIFA E RECEITA

ITEM	2015	2020	2025	2035	2045
TU 10 ³	1.792	5.834	9.324	12.804	17.374
TKU 10 ⁶	543	2.026	3.209	4.387	5.855
Distância Média em km	303,0	347,3	344,2	342,6	337,0
Prod. Médio – R\$/1000 TKU	97,81	90,42	90,33	90,33	90,73
Receita Operacional - R\$ 10 ³	53.091	183.178	289.896	396.213	531.271
Outras Receitas - R\$ 10 ³	2.124	7.377	11.596	15.849	21.251
RECEITA TOTAL – RS 10³	55.214	190.505	301.492	412.064	552.522

Fonte: elaborado pelo Consórcio OIKOS-TRANSPLAN-CONSEGV

5.6. TRENS-TIPO E FROTA DE MATERIAL RODANTE

Os trens serão formados por Tração Dupla + Auxílio de Dupla de Locomotivas, conforme QUADRO 5.2. As quantidades diárias de trens são apresentadas no Quadro 5.3. As frotas de vagões e locomotivas, por patamar, são apresentadas nos QUADROS 5.4 e 5.5, respectivamente.

QUADRO 5.2 – CARACTERÍSTICA DOS TRENS

SENTIDO	TIPO DE TREM	QUANTIDADE		PESO (T)		COMPRIMENTO (M)	
		LOCO	VAG.	ÚTIL	BRUTO	TREM	DESVIO
Exportação	Soja + Farelo (1)	2	92	8.288	11.050	1.645	1.793
	Álcool.(1)	2	85	7.438	11.050	1.647	1.785
	Carga Geral (1)	2	84	5.740	6.237	1.647	1.796
Importação	Grãos + Farelo	2	92	-	2.763	1.645	1.793
	O. Diesel (1)	2	85	-	2.763	1.647	1.785
	Carga Geral	2	84	5.740	6.237	1.647	1.796

Fonte: elaborado pelo Consórcio OIKOS-TRANSPLAN-CONSEGV

OBS:(1) – Estes trens receberão auxílios de 2 locos no trecho de Uruçuí / Eliseu Martins

**QUADRO 5.3 - TRENS DE CARGA, PASSAGEIRO E SERVIÇO POR DIA E POR TRECHO
(EM PARES DE TRENS)**

TRECHO	HORIZONTE				
	2015	2020	2025	2035	2045
T. Porto Franco / Polo de Balsas	3,3	5,6	7,2	8,8	10,8
Polo de Balsas / Polo de Uruçuí	2,8	4,4	5,2	6,0	6,9
Polo de Uruçuí / Polo de E. Martins	-	3,3	3,4	3,6	3,7

Fonte: elaborado pelo Consórcio OIKOS-TRANSPLAN-CONSEGV

QUADRO 5.4 - VAGÕES NECESSÁRIOS POR PATAMAR DE DEMANDA

TIPO DO VAGÃO	PRODUTO A SER TRANSPORTADO	QUANTIDADE NECESSÁRIA POR PATAMAR				
		2015	2020	2025	2035	2045
HFT – Hooper Fechado	Grãos + Farelo	91	327	524	723	985
FHT – Fechado Hooper	Fertilizante + Defensivos	13	55	110	183	305
TCT – Tanque p/ G. Líquido	Álcool+Óleo Soja/Diesel	15	45	69	94	124
TOTAL GERAL		139	488	803	1.138	1.602

Fonte: elaborado pelo Consórcio OIKOS-TRANSPLAN-CONSEGV

QUADRO 5.5 - LOCOMOTIVAS NECESSÁRIAS POR PATAMAR

TIPO DE LOCOMOTIVA	TIPO DE TREM	QUANTIDADE NECESSÁRIA POR PATAMAR				
		2015	2020	2025	2035	2045
GE/GM – 4.400 HP, 180 t de Peso Aderente	Grãos + Fertilizantes	1,9	7,2	11,4	15,7	21,4
	Carga Geral	0,9	3,2	5,3	7,4	10,1
	Total	2,8	10,4	16,7	23,1	31,5

Fonte: elaborado pelo Consórcio OIKOS-TRANSPLAN-CONSEGV

5.7. RESUMO DOS INVESTIMENTOS PREVISTOS

Os investimentos em infraestrutura estão apresentados no QUADRO 5.6., os investimentos para operação no QUADRO 5.7 e o Investimento total no QUADRO 5.8.

QUADRO 5.6 – INVESTIMENTOS NA ÁREA DE INFRAESTRUTURA

Unidade R\$ 10³

ITEM	TOTAL	2014	2015	2016	2017	2020	2035/45
Construção Linha	2.673.089	1.767.467	905.623	-	-	-	-
Implantação de Desvios	18.272	-	-	-	-	-	18.272
Polos de Carga - Total	177.304	-	59.228	6.278	-	111.799	-
Implantação de Sistemas	34.927	-	19.958	8.449	-	3.332	3.188
Prédios/Oficina/ Estaleiros	25.491	-	15.019	3.682	6.494	-	-
Mat. Rodante (Serv. Int.)	26.079	-	11.948	2.183	11.948	-	-
Guindaste Socorro	11.512	-	5.756	5.756	-	-	-
Equipamentos de Via	21.746	-	7.026	-	4.804	9.917	-
Equip. a Bordo Interno	2.625	-	1.313	-	1.313	-	-
TOTAL GERAL	2.990.749	1.767.467	1.025.869	26.348	24.558	125.047	21.460

Fonte: elaborado pelo Consórcio OIKOS-TRANSPLAN-CONSEGV

QUADRO 5.7 – INVESTIMENTOS NA ÁREA DE OPERAÇÃO

Unidade R\$ 10³

ITEM	TOTAL	2015	2016	2020	2025	2035	2045
Aquisição de locomotivas	160.000	15.000	10.000	5.000	5.000	5.000	5.000
Equip. a Bordo - Lic. Trem	20.264	1.900	1.267	633	633	633	633
Aquisição de vagões	426.429	37.145	18.769	18.404	16.726	8.747	12.137
Ofic. Posto p/ locomotivas	16.374	4.912	4.912	3.275	3.275	-	-
Posto Revista / Abastecim.	3.383	3.383	-	-	-	-	-
Oficina Posto p/ vagões	23.082	6.925	6.925	4.616	4.616	-	-
Pátio Ferroviário Oficina	19.979	5.994	5.993	3.996	3.996	-	-
Dormitório de equipagem	764	382	382	-	-	-	-
TOTAL	670.276	75.640	48.248	35.925	34.246	14.381	17.770

Fonte: elaborado pelo Consórcio OIKOS-TRANSPLAN-CONSEGV

Nota: Investimentos com previsão nos anos indicados. O total é citado apenas para se ter uma informação do volume de recursos em cada atividade

QUADRO 5.8 – INVESTIMENTO TOTAL DA FERROVIA

Unidade R\$ 10³

ITEM	TOTAL	2014	2015	2016	2017	2020	2025	2035/45
Infraestrutura	2.990.749	1.767.467	1.025.869	26.348	24.558	125.047	-	21.460
Operação	670.242	-	75.640	48.248	30.035	35.925	34.246	32.151
TOTAL GERAL	3.660.991	1.767.467	1.101.509	74.596	54.953	160.972	34.246	53.611

Fonte: elaborado pelo Consórcio OIKOS-TRANSPLAN-CONSEGV

Nota: Investimentos com previsão nos anos indicados. O total é citado apenas para se ter uma informação do volume de recursos em cada atividade

5.8. CUSTOS OPERACIONAIS

Os custos operacionais sensu strictu da ferrovia, por patamar, estão apresentados no QUADRO 5.9. O QUADRO 5.10, por sua vez, apresenta os Custos Totais acrescidos daqueles considerados administrativos.

QUADRO 5.9 – CUSTOS OPERACIONAIS

Unidade R\$ 10³

ITEM	2015	2016	2020	2025	2035	2045
Manutenção da Via/Sistema	8.198	13.565	39.517	58.022	58.022	58.022
Manutenção do M. Rodante	2.985	5.881	17.980	24.807	32.763	43.929
Operação	11.139	21.287	31.154	45.039	59.009	76.630
Custo Total	22.502	40.733	88.650	127.868	149.794	178.581
CUSTO R\$/10³ TKU	41,09	30,08	43,76	39,84	34,15	30,50

Fonte: elaborado pelo Consórcio OIKOS-TRANSPLAN-CONSEGV

QUADRO 5.10 – CUSTOS TOTAIS

Unidade R\$10⁶

ITEM	2015	2016	2020	2025	2035	2045
Outras Despesas	9.367	10.703	26.917	36.339	39.247	25.820
Custos Operacionais	22.502	40.733	88.650	127.868	149.794	178.581
Total Geral	31.669	51.436	115.567	164.207	189.041	204.402
CUSTO R\$/10³ TKU	58,34	37,98	57,05	51,17	43,10	34,91

Fonte: elaborado pelo Consórcio OIKOS-TRANSPLAN-CONSEGV

5.9. DEPRECIAÇÃO POR TIPO DE INVESTIMENTO

O QUADRO 5.11 apresenta a taxa de depreciação por tipo de investimento e os valores por patamar.

QUADRO 5.11 – DEPRECIAÇÃO DOS ATIVOS

Unidade R\$ 10³

ITEM	TAXA (%)	2015	2016	2020	2025	2035	2045
Locomotivas/Outros	5,88	2.263	3.264	6.304	7.960	5.222	4.639
Vagões	5,00	2.081	1.048	5.007	8.381	11.583	8.497
Via Perm./ Sistemas	3,33	29.485	75.329	96.071	96.071	96.643	5.330
Instal. / Edificações	3,33	610	1.585	2.563	2.959	2.959	1.739
TOTAL GERAL	-	34.412	81.226	109.945	116.208	116.407	20.205

Fonte: elaborado pelo Consórcio OIKOS-TRANSPLAN-CONSEGV

5.10. DEMONSTRATIVOS DE RESULTADOS E FLUXO DE CAIXA

Os quadros a seguir resumem os dados principais para a determinação das viabilidades econômica e financeira da EF-232 no trecho de Porto Franco a Eliseu Martins. Os dados estão apresentados em 2 (dois) quadros-resumo: QUADRO 5.12 – Demonstrativo de Resultados e QUADRO 5.13 – Fluxo de Caixa

QUADRO 5.12 - DEMONSTRATIVO DE RESULTADOS

Unidade R\$ 10³

ITEM	ANO-2 2015	ANO-3 2016	ANO-7 2020	ANO-12 2025	ANO-22 2035	ANO-32 2045
Receita Total	55.214	131.682	190.505	301.492	412.064	552.522
PIS / COFINS (9,25)	5.107	12.181	17.622	27.888	38.116	51.108
Receita – PIS/COFINS	50107	119.501	172.884	273.604	373.948	501.414
Créditos do PIS/COFINS	1.109	2.736	14.534	17.611	19.061	13.001
Receita Operac. + Créditos	51.216	121.877	187.418	291.215	383.009	514.414
Custos Serviços Vendidos	66.081	132.663	225.512	280.415	305.448	224.607
-Área de Via+Sist. (fix.+var.)	8.198	13.565	39.5168	58.008	58.008	58.008
-Área de M.R. e Guindaste)	2.965	5.881	17.980	24.501	32.651	43.151
-Área Operação (fix+var.)	11.139	21.287	31.154	44.040	57.469	74.523
- Despesas Operacionais	9.367	10.703	26.917	36.339	39.247	25.820
-Depreciação/Amortização	34.412	81.226	109.945	116.208	116.407	20.205
Result. Operacional Líquido	-14.784	-10.726	-37.180	11.375	88.582	289.934
Cont. Social+ Imp.Renda	-	-	-	3.990	30.118	98.577
Res. Líq. Após Impostos	-14.784	-10.726	-37.180	7.745	58.464	191.356

Fonte: elaborado pelo Consórcio OIKOS-TRANSPLAN-CONSEGV

QUADRO 5.13 – FLUXO DE CAIXA

Unidade R\$ 10⁹

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: elaborado pelo Consórcio OIKOS-TRANSPLAN-CONSEGV

6. ESTUDOS DE MEIO AMBIENTE

6.1. DIAGNÓSTICO AMBIENTAL DO MEIO FÍSICO

A análise dos condicionantes ambientais avaliou como de menor impacto aquela de número 03 escolhendo-a como prioritária para constituir a EF 232 - Ramal de Ligação Eliseu Martins (PI)- Balsas (MA) - Porto Franco (MA) - Entroncamento com Ferrovia Norte-Sul (EF-151).

Este traçado, juntamente com os outros dois, atravessa quase exclusivamente unidades geológicas pertencentes à Bacia Sedimentar do Parnaíba, que tem sedimentação predominantemente siliciclástica e cortam o Domínio das Bacias e Coberturas Sedimentares, mais precisamente a Região da Bacia Sedimentar do Meio-Norte.

Ao longo desses traçados, são observáveis rochas areníticas (média e fina), siltitos, conglomerados e argilitos, que apresentam estruturas como laminações e estratificações plano-paralela e cruzada. Também são vistos calcários em áreas mais restritas e basaltos de coloração verde-escura (rocha sã) e com tons esverdeados e arroxeados (quando alterados).

Nas áreas de ocorrências dessas rochas estão esculpido relevos resultantes de ações climáticas que favoreceram o aplanamento e a instalação de topos tabulares e convexos. O relevo, em geral, apresenta-se em patamares escalonados com as mudanças de níveis altimétricos marcadas por escarpas. Os vales são abertos, em sua maioria, apresentando-se na forma de U. Nas escarpas das elevações ocorrem depósitos de sopé de escarpas, penhascos ou encostas íngremes (tálus de encosta), constituídos de fragmentos de rochas soltos ou ordinariamente misturados com solo (colúvio).

O relevo apresenta variações de superfícies entre o plano e o escarpado, com predomínio das extensões de áreas com relevo plano e suave ondulado. São comuns as ocorrências de áreas com baixo grau de dissecação pela hidrografia e de entalhamento dos vales. Nessas áreas com topos planos, desenvolvem-se atividades agropecuárias.

A dinâmica das vertentes é ligeira, moderada e forte, caracterizadas pela presença de erosão dos tipos laminar, sulcos e ravinas. As ravinas ocorrem em áreas de relevo suave ondulado e ondulado que exibem vertentes convexas.

Os processos de escoamentos superficiais difusos e lentos favorecem a erosão laminar e os escoamentos concentrados formam sulcos rasos e profundos (ravinas), frequentes ou não. Os escoamentos superficiais concentrados mostram facilidade de escavação em material inconsolidado e na rocha alterada. Na construção da ferrovia, as estruturas de drenagem configuram importantes recursos para evitar danos às obras.

Os movimentos de massa do tipo quedas ou desprendimentos de blocos são observáveis nas escarpas de mudanças de níveis altimétricos do relevo, sendo

perceptíveis por meio de cicatrizes deixadas nos paredões que marcam esses taludes naturais. Também são visíveis movimentos do tipo pastilhamento (em siltitos) que podem trazer problemas erosivos em cortes durante a construção da ferrovia.

Considerando os componentes: rocha, relevo, solos, clima e cobertura vegetal em seus diferentes graus de vulnerabilidade à perda de solos por erosão, percebe-se que as diretrizes da ferrovia cruzam paisagens moderadamente vulneráveis, medianamente estável/vulnerável, moderadamente estáveis e estáveis.

Nas áreas moderadamente vulneráveis predominam processos morfogenéticos, aqueles formadores do relevo atual. Eles são evidenciados pelos processos erosivos, sobretudo, os de escoamentos difusos e concentrados, que formam sulcos rasos, por vezes frequentes, e sulcos profundos. A vulnerabilidade é resultante, sobretudo, das presenças de um substrato rochoso compostos por arenitos, folhelhos e siltitos; de Neossolos Quartzarênicos ou Litólicos; de relevos de topo convexos; e de uma cobertura vegetal que oferece baixa proteção ao substrato. Nesses terrenos, as intervenções humanas no meio ambiente requerem atenção quanto ao escoamento superficial.

As áreas medianamente estável/vulnerável englobam os terrenos que tendem a uma situação de equilíbrio entre os processos pedogenéticos e morfogenéticos. Nestas áreas encontram-se escoamentos difusos e concentrados, que geram sulcos rasos e profundos. Essas áreas são marcadas pelos altos graus de vulnerabilidade das rochas e dos materiais inconsolidados que são compensados pelos outros fatores associados à vulnerabilidade (relevo, clima e vegetação).

As áreas moderadamente estáveis representam as paisagens que tendem para o prevalescimento dos processos pedogenéticos em detrimento a uma fraca atuação dos processos morfogenéticos. Nesses terrenos, há predominância de solos mais profundos (Latosolos), litologias basálticas ou sedimentares areníticas. Apresentam também uma dominância de vegetação de cerrado sentido restrito, e relevos de topo tabular.

As áreas estáveis caracterizam-se por situações onde os processos formadores dos solos prevalecem sobre os formadores do relevo. Essas áreas são geralmente bem planas, onde as declividades não ultrapassam os 2%, favorecendo a formação dos solos profundos diretamente sobre as rochas matrizes. As áreas estáveis vinculam-se aos terrenos de rochas basálticas ou sedimentos finos (argilito e siltito) e de Latossolos, onde a cobertura vegetal é predominantemente mais densa (Cerradão ou Floresta Estacional).

Quando se analisa, a questão da água subterrânea, verifica-se que as diretrizes da ferrovia passam na Província Hidrogeológica da Bacia Sedimentar do Parnaíba, que tem o terceiro potencial de produtividade de águas subterrâneas do Brasil. As diretrizes da ferrovia cortam os aquíferos o Poti-Piauí, os mais produtivos (em condições de artesianismo); Corda-Motuca e Sambaíba, de menor produtividade, mas de captação mais econômica; além dos aquíferos Pedra de Fogo e Mosquito.

As formações Poti-Piauí são tratadas como sendo um sistema aquífero de extensão regional, livre e confinado (BRASIL, 1983). As formações Corda-Motuca possuem reduzida produtividade, mas suas águas são exploradas, em geral, em poços escavados na zona vadosa. A Formação Corda representa uma unidade hidrogeológica muito promissora à captação de água subterrânea. Apesar da sua pouca expressão, a Formação Sambaíba é um importante aquífero de caráter local. O aquífero vem sendo usado por meio de poços profundos, mas a extração de água comumente se dá em poços escavados manualmente (poços rasos).

A Formação Pedra de Fogo tem um fraco potencial hidrogeológico, sendo os aquíferos livres aproveitados por meio de poços rasos e profundos. São comuns os poços escavados que retiram água da zona vadosa. A Formação Mosquito também apresenta uma importância hidrogeológica muito pequena. O que favorece o armazenamento de água nessa unidade são os arenitos e as descontinuidades planares nos basaltos, ou seja, fratura, diáclases e juntas.

Os principais usos das águas subterrâneas são para: abastecimento doméstico; abastecimento doméstico/dessedentação animal; irrigação; abastecimento urbano; abastecimento múltiplo e pecuária (SIAGAS, 2011).

A recarga dos aquíferos ocorre diretamente da infiltração das águas das chuvas. A infiltração é facilitada nos locais de solos arenosos com topografia plana e suave ondulada e com vegetação primitiva, a qual contribui para o aumento do tempo de permanência das águas pluviais e dificulta o escoamento superficial. Os setores com cotas topográficas mais elevadas também são essenciais na recarga dos aquíferos. Nas áreas cobertas por vegetação primitiva e nas áreas de pecuária (pastagem plantada), a contaminação é desprezível, respectivamente pela inexistência e baixa carga de poluentes. No entanto, havendo um aumento da carga de contaminantes por meio da intensificação de usos da terra, especialmente em termos agrícolas, a vulnerabilidade à contaminação das águas pode passar a ser significativa.

A mineração, ao longo das diretrizes, restringe-se às áreas com processos com títulos minerários registrados no DNPM (DNPM, 2011), em fases de requerimento de pesquisa, requerimento de lavra, licenciamento e em autorização de pesquisa. As substâncias de interesse para atividades de mineração são calcário (fabricação de cal e corretivo de solos); minérios de ferro e de ouro (industrial); e turfa (energético).

Não foram observadas, cavidades naturais subterrâneas próximas das diretrizes da ferrovia, considerando a base nos dados do ICMBIO (2008) e informações obtidas em campo. Todavia, o mapa de potencialidade de ocorrência de cavidades subterrâneas baseada na litologia mostra que as diretrizes atravessam formações geológicas que apresentam, pela natureza de suas rochas, condições de cavernamentos de médio (formações Corda, Pedra de Fogo, Sambaíba, Poti, Piauí e Motuca) e baixo (Formação Mosquito) graus de potencialidade.

Os prováveis locais de cavernas, lapas ou grutas, ou abrigos, são os arenitos/siltitos quando formam escarpas íngremes e abruptas, encontrados nas formações Piauí, Poti, Motuca e Sambaíba. A Formação Pedra de Fogo, que detém a maior extensão do traçado escolhido, merece atenção especial para a realização de inventário espeleológico, sobretudo no Trecho Balsas - Eliseu Martins, haja vista que nele constam ocorrências de calcários.

6.2. DIAGNÓSTICO AMBIENTAL DO MEIO BIÓTICO

6.2.1. FAUNA

O levantamento de dados secundários não revelou a existência de área ou porção de ambiente particular que tenha sido considerada de especial importância para a fauna terrestre ou aquática, ao longo de toda área de influência direta das alternativas de traçado sob análise deste estudo. Nenhum dos especialistas em fauna destacou, em publicação ou relatório, em qualquer das localidades implicadas, a existência, de: i. – população importante de espécie ameaçada; ii. – área de nidificação de espécie chave ou ameaçada; iii. – dormitório tradicional de espécies locais ou transitórias; iv. – local tradicionalmente de parada e descanso de espécies migratórias, e iv. – ambiente relictual de importância biogeográfica.

A composição da fauna ocorrente na região sob análise deste estudo de viabilidade, é característica do Bioma Cerrado. Nesta porção do bioma – devido à proximidade geográfica – a fauna recebe elementos vinculados aos biomas Amazônia e Caatinga. Essa influência é percebida no caso amazônico nas matas ciliares e florestas ombrófilas e estacionais do trecho oeste da área. A influência estépica ou da Caatinga é notada apenas no trecho mais a leste.

A grande maioria das espécies de mamíferos encontradas no Cerrado Norte do Brasil tem distribuição geográfica ampla, são relativamente comuns e tem baixa especificidade de habitat, apresentando, portanto, um baixo grau de vulnerabilidade à extinção. Por outro lado, há informação da ocorrência de, pelo menos, sete espécies de mamíferos oficialmente ameaçados de extinção em localidades implicadas na área estudada.

A compilação das informações disponíveis acerca da avifauna da área sob análise resultou numa listagem de mais de 400 espécies. Esta riqueza deriva justamente da conjunção de elementos característicos dos três biomas em proximidade e dos vários habitats existentes. Os ambientes florestais são os mais importantes para avifauna regional, por manter populações das formas da Amazônia oriental (algumas ameaçadas) e outras privativas das matas secas do interior do Brasil.

A fauna de peixes da bacia do Tocantins é mais bem conhecida qualitativamente, mas foi flagrantemente reduzida após a instalação e operação dos empreendimentos hidrelétricos. A da bacia do Parnaíba é menos rica em

espécies de peixes e, historicamente, menos estudada. As matas ciliares, por sua vez, são fundamentais para a retenção das assembleias de peixes na medida em que desempenham importante papel na manutenção da qualidade da água.

É relevante mencionar que no médio - baixo rio Tocantins e na bacia do Parnaíba não se verificam espécies de peixes ameaçadas de extinção, conforme a Lista do IBAMA.

6.2.2. FLORA

A descrição da vegetação foi feita a partir dos dados secundários levantados e considerando o mapeamento da vegetação, em consulta ao banco de dados do IBGE e do IBAMA/PRODES. Esta busca orientada à internet forneceu as informações necessárias para descrição e caracterização da vegetação, sendo indicadas, em adição, espécies ameaçadas e de uso popular.

O sistema de classificação da vegetação utilizado foi proposto por Veloso et al (1991). Segundo este, as áreas contempladas para se implantar o empreendimento atravessam ou tangenciam a Savana (Cerrado), a Floresta Estacional e a Floresta Ombrófila.

Na "Savana arbórea densa", foram detectadas 96 espécies, distribuídas em 63 gêneros e 37 famílias ocorrentes na região, dentre as 37 famílias, aquelas mais ricas em termos de espécies foram Fabaceae (18), Vochysiaceae (8), Malpighiaceae (7) e Bignoniaceae (5). Dentre as espécies destacadas como de ocorrência potencial na região, nenhuma consta entre as classes consideradas ameaçadas de extinção pela lista do Ministério do Meio Ambiente (MMA).

Na "Savana arbórea aberta", foram detectadas 72 espécies, distribuídas em 53 gêneros, 27 famílias ocorrentes na região. Das 27 famílias registradas, Fabaceae (19), Vochysiaceae (7), Malpighiaceae, Bignoniaceae, Euphorbiaceae, Erythrocylaceae e Apocynaceae (4) foram as de maior riqueza. Dentre as espécies destacadas como de ocorrência potencial na região, apenas *Astronium fraxinifolium* consta na lista de espécies ameaçadas do MMA. Entretanto, é uma espécie cujos dados ainda são deficientes para classificá-la entre as classes de ameaça aceitas pelo MMA.

Foram detectadas na "Floresta Estacional Decidual" da região, as espécies *Anadenanthera colubrina* e *Apuleia leiocarpa*. Além destas duas espécies, foram relacionadas para esta formação outras 151, sendo todas as 153 espécies distribuídas em 100 gêneros e 40 famílias. A família Fabaceae foi mais uma vez a mais rica (25 espécies), seguida de Bignoniaceae, Apocynaceae, Malvaceae (5) e Erythroxlaceae (4). Duas das espécies de ocorrência potencial na área constam na lista do MMA como ameaçadas de extinção, sendo elas *Amburana cearensis* e *Erythroxlum bezerrae*.

O levantamento de dados na “Floresta Estacional Semi-decidual” aponta a ocorrência potencial de 75 espécies, subdivididas em 65 gêneros e 28 famílias. Outra vez, Fabaceae foi a família mais rica (31 espécies), seguida por Euphorbiaceae (15), Myrtaceae (11), Bignoniaceae (8), Malvaceae (7), Rubiaceae e Sapindaceae (6). Das formações contempladas neste estudo, esta foi a que o levantamento apontou mais espécies na lista de flora ameaçada de extinção do MMA. Foram três, sendo Myracrodruon urundeuva e Pilocarpus trachylophus registradas como ameaçadas de extinção e Astronium fraxinifolium, como espécie de dados deficientes para uma classificação mais determinística.

A “Floresta Ombrófila Densa” consta como a formação menos representada na área de influência do empreendimento, existindo poucos dados de fácil acesso sobre a composição florística e estrutura desta vegetação. Ainda assim, foi possível reunir um conjunto de 112 espécies que são potencialmente encontradas na região. Estas estão divididas em 92 gêneros e 31 famílias, das quais Fabaceae (28), Myrtaceae (8), Annonaceae, Malvaceae, Sapotaceae (as três com seis espécies) e Rubiaceae (5). Nenhuma espécie relacionada consta na lista de espécies ameaçadas do MMA.

A implantação e operação de um novo empreendimento podem causar impactos que variam de acordo com o tipo de empreendimento a ser conduzido. No caso do empreendimento considerado no presente estudo de viabilidade, os impactos esperados (desmatamento, aumento do efeito de borda, criação do efeito barreira) são aqueles mais evidentes e que geralmente estão presentes em atividades deste tipo (instalação e operação de uma ferrovia). Ainda assim, no que diz respeito à flora identificada como potencialmente presente na região, nenhum dos impactos potenciais parece apresentar consequências deletérias ou que possam vir a atingir áreas ecologicamente importantes na região, de forma a inviabilizar o empreendimento.

6.3. DIAGNÓSTICO SOCIO- AMBIENTAL

A Área de Influência (AI) do empreendimento ocupa 125 mil km² e engloba 38 municípios (20 no Estado do Piauí e 18 no Estado do Maranhão). Abriga uma população de 441 mil habitantes, sendo seus principais polos Balsas/MA e Uruçuí/PI. No Piauí, destaca-se igualmente Bom Jesus como centro municipal de comercialização da produção de soja e venda de insumos agrícolas. No Maranhão, os núcleos de Carolina, Estreito e Porto Franco adquiriram relevo com a chegada de empreendimentos como a UHE Estreito e a Ferrovia Norte Sul, tornando-se também centros municipais.

A quase totalidade dos municípios (81,6%) é de pequeno porte (até 20.000 habitantes). Destes, 24 apresentam populações inferiores a 10 mil habitantes, ou seja, são caracterizados como muito pequenos em termos populacionais. Apenas Balsas/ MA tem mais de 50 mil habitantes. A densidade demográfica é de 4,0

hab./km², muito inferior àquela do Estado do Maranhão (17,0 hab./km²), do Piauí (12,4 hab./km²) e inferior à do Brasil (19,9 hab./ km²).

O crescimento demográfico anual da AI, entre 2000 e 2010, foi acima da média nacional, 1,9% ao ano (a.a.) contra 1,2% a.a., e também superior às médias para os Estados do Piauí (1,1%) e do Maranhão (1,5%). Estas taxas de crescimento, no entanto, são elevadas por conta dos municípios produtores de soja, que representam uma importante fronteira agrícola, atraindo novos investimentos e também famílias em busca de oportunidades. São eles: Balsas e São Raimundo das Mangabeiras, no Maranhão, e Uruçuí, Landri Sales, Ribeiro Gonçalves, Baixa Grande do Ribeiro, Bom Jesus, Santa Filomena, Currais e Colônia do Gurguéia, no Piauí. Já o município de Estreito/MA, que apresenta a maior taxa de crescimento demográfico (5,1% a.a.), tem a sua dinâmica condicionada pelos novos investimentos presentes em seu território que também se refletem no município vizinho de Porto Franco/MA.

Para o conjunto da AI, cerca de 55,0% dos municípios apresentam uma dinâmica populacional centrada no crescimento vegetativo ou mesmo negativo da população. Em resumo, não há no momento uma significativa pressão demográfica na região.

Assim, do ponto de vista da implantação da Ferrovia, a área de influência não apresenta grandes obstáculos demográficos. Além de o traçado não interceptar áreas urbanas, transcorre em uma área rural de baixa densidade populacional. Cerca de 75,0% dos municípios apresenta densidade no intervalo entre 0,5 e 5,0 hab./km².

Do **ponto de vista econômico**, a área de influência constitui-se em um espaço agrícola emergente, principalmente para o plantio da soja. Cerca de 79,0% dos municípios cultivam a soja e a **produção da área de influência no Piauí representa 90,0% do Estado e da área de influência maranhense 86,0%**. Destaca-se que, à exceção de Tasso Fragoso, todos os municípios da AI maranhense são produtores de soja.

Embora a soja gere somente cerca de um emprego para cada 167 a 200 ha, devido ao seu alto grau de mecanização, cria certa quantia de empregos indiretos nos setores associados a serviços, como a venda de insumos agrícolas, máquinas e transporte. Dessa forma, vem contribuindo para a geração de emprego e renda na região, tendo em vista seus impactos nos demais elos que compõem sua cadeia produtiva. As principais empresas da região estão relacionadas ao arranjo produtivo da soja; além disto, há o estímulo ao comércio local de máquinas, calcário, fertilizantes, agroquímicos e sementes.

A menor competitividade da produção de soja regional em face de outras áreas produtoras é determinada pela infraestrutura inadequada (apenas rodovias, quase todas em péssimo estado de conservação).

Convive com a agroindústria uma estrutura produtiva tradicional, baseada na pecuária e nas culturas de subsistência, principalmente nos municípios

piauienses como Bertolândia, Canavieira, Colônia do Gurguéia, Barreiras do Piauí, Canavieira, Guadalupe, Eliseu Martins e Manoel Emídio.

Dentro dessa estrutura tradicional, a principal atividade é a pecuária extensiva que coexiste com uma agricultura de subsistência e extrativismo vegetal. A agricultura é pouco diversificada, predominando as culturas temporárias como o arroz, o feijão, o milho e a mandioca. As atividades agrícolas apresentam baixo nível tecnológico e produtividade e os principais produtos têm rendimento médio inferior ao alcançado no Brasil. Os municípios com esse perfil são marcados, principalmente, pela elevada participação do setor de serviços na composição de suas respectivas rendas, com média de 71,4% em 2008. Relacionado a isto, está a elevada participação das transferências governamentais na renda desses municípios.

No Piauí, de Eliseu Martins a Sebastião Leal e no vale do Gurguéia (até aproximadamente Cristino Castro), predomina uma estrutura produtiva tradicional baseada na pecuária extensiva e agricultura de subsistência. Já no sul/sudoeste, as chapadas são ocupadas pela agricultura comercial. Nos Vales (baixões) residem pequenos produtores familiares que constituem povoados e comunidades sempre próximas aos rios, como no vale do rio Uruçuí Preto.

De Sebastião Leal/PI até Riachão/MA, predominam os cultivos mecanizados de soja. De Riachão a Porto Franco/MA, a paisagem é dominada pelas atividades ligadas à pecuária extensiva. Esta forma produtiva, a pecuária praticada em moldes tradicionais, ocupa um número reduzido de pessoas e não enseja a formação de núcleos rurais. Os empregados (vaqueiros) vivem na propriedade e, eventualmente, desenvolvem algum plantio de subsistência. Há plantios comerciais de soja e tomate em Estreito e Porto Franco.

O uso do solo é marcado pelo predomínio das pastagens (41,9% da área dos estabelecimentos rurais), seguido pelas matas/florestas (32,1%) em detrimento das lavouras (25,9%).

Quanto às **populações frágeis** não foram identificadas **Comunidades Quilombolas** tituladas ou em processo de titulação nos municípios que Integram a Área de Influência do empreendimento, embora tenham sido identificadas comunidades em suas proximidades. Inexistem, igualmente, **Terras Indígenas**.

Registra-se a significativa presença de comunidades ribeirinhas, associadas ao grande número de rios presente na região. Destacam-se, em particular, os municípios localizados na Bacia do Rio Parnaíba.

Embora a soja seja a atividade econômica central na região, realizada de forma empresarial, a agricultura familiar é expressiva, em particular nos municípios piauienses de Antonio Almeida, Bertolândia e Eliseu Martins, assim como em Feira Nova do Maranhão e São Pedro dos Crentes/MA. Há Projetos de Assentamento da Reforma Agrária em 19 dos 38 municípios que compõem a área de influência.

O patrimônio histórico, cultural e paisagístico é relativamente reduzido, bem como o número de municípios e regiões com potencialidade turística.

Do ponto de vista arqueológico, a região é considerada significativa para a compreensão dos processos da ocupação pretérita brasileira, como atesta a pesquisa realizada pela arqueóloga Niede Guidon, na Serra da Capivara, que se encontra próxima, mas fora da Área de Influência. Esses estudos estimam que a presença humana no Nordeste remonta há mais de 100 mil anos.

De acordo com os dados disponibilizados no Cadastro Nacional de Sítios Arqueológicos (CNSA), do IPHAN, o Estado do Maranhão apresenta 110 sítios arqueológicos cadastrados e o Estado do Piauí apresenta mais 1.838 sítios.

Dos 38 municípios que compõe a Área de Influência apenas 14 apresentaram sítios arqueológicos cadastrados no CNSA/IPHAN. Esse baixo número de registros na Área de Influência pode ser entendido pela carência de pesquisas arqueológicas realizadas ou pela e deficiência de atualização do banco de dados oficial. No banco de dados do CNSA/IPHAN existem 51 sítios arqueológicos registrados para a Área de Influência, sendo 33 no Maranhão e 18 no Piauí.

6.4. MEDIDAS MITIGADORAS

As medidas mitigadoras dos impactos gerados pelas atividades de construção bem como as relativas ao monitoramento e ao controle da qualidade ambiental e ainda as de proteção ambiental deverão estar detalhadas em Programas Ambientais.

Os Programas Ambientais relacionados no QUADRO 6.1. são derivados dos diagnósticos ambientais (meios físico, biótico e antrópico) da área de influência, frente à introdução da ferrovia naqueles meios. Eles se traduzem em um conjunto de ações, destinadas basicamente a evitar ou a mitigar as consequências dos impactos provocados pelas obras e pelas instalações de apoio, buscando soluções para alguns dos processos potenciais de degradação ambiental que podem ser deflagrados por elas.

QUADRO 6.1 – PROGRAMAS AMBIENTAIS

PROGRAMAS AMBIENTAIS	OBJETIVOS/METAS
Prevenção/Contenção de Processos Erosivos e de Instabilização	Identificar e analisar causas e situações de risco quanto à ocorrência de processos de erosão e instabilidade de taludes e escavações e prevenir situações que possam vir a comprometer o corpo estradal, ou atingir áreas limítrofes. Inclusão de especificações técnicas para orientar os empreiteiros quanto ao processo construtivo
Redução de Impactos na Instalação e Operação de Canteiros; Gerenciamento de Resíduos;	Minimizar alterações na qualidade das águas de rios/riachos a jusante de obras e canteiros e a presença de insetos, odores, poluição do solo; Controlar o nível de ruídos, de vibrações e de poluição do ar, principalmente nas proximidades de áreas de ocupação urbana. Inclusão de especificações técnicas para orientar o(s) empreiteiro (s) sobre a disposição de lixo, esgotos sanitários, etc.
Salvamento Arqueológico	Realizar o salvamento dos sítios arqueológicos existentes na área de construção da Ferrovia, incluindo-se quaisquer outros locais que sofrerão interferências físicas tais como canteiro de obras, área de empréstimo, bota-fora, entre outras
Prevenção às Queimadas	Identificar e analisar causas e situações de risco quanto à ocorrência de queimadas que podem envolver a faixa de domínio da Ferrovia e prevenir situações que possam vir a comprometer o corpo estradal, ou atingir áreas limítrofes. Execução de medidas de proteção; treinamento em técnicas de combate ao fogo e extensão para a região das campanhas educativas do IBAMA usadas no PREVFOGO.
Controle da Qualidade das Águas	Avaliação dos efeitos/alterações potenciais gerados pela Ferrovia sobre os materiais hidrobiogeoquímicos fluviais e subterrâneos, sobretudo aqueles considerados pela legislação pertinente ao controle da qualidade das águas
Monitoramento e Controle de Emissões Atmosféricas;	Reduzir as emissões de gases e poeira e, conseqüentemente, reduzir seu impacto sobre as comunidades lindeiras e trabalhadores das obras, por meio da implantação de uma série de medidas de controle. Definir os parâmetros que serão controlados e os métodos de monitoramento que serão usados.
Monitoramento e Controle de Ruídos;	Orientar as ações que devem ser realizadas para controlar a emissão de ruídos e de vibrações geradas pelas atividades de construção da Ferrovia e, assim, reduzir ao máximo os efeitos negativos sobre os moradores rurais, as comunidades lindeiras e sobre a fauna, seja a silvestre, sejam as criações mantidas nas propriedades rurais vizinhas do empreendimento.

PROGRAMAS AMBIENTAIS	OBJETIVOS/METAS
Educação Ambiental	Propiciar aos operários, às populações das pequenas cidades e vilas que estejam nas proximidades das obras ou de instalações de empreiteiros, o conhecimento adequado sobre a possibilidade de ocorrência de acidentes envolvendo o meio ambiente e sua própria segurança
Comunicação Social	Informar as comunidades envolvidas sobre o empreendimento permitindo a participação e a agregação de comentários e sugestões. Sensibilizar a comunidade para apoiar as medidas de preservação ambiental que serão implementadas
Gestão Ambiental	Elaborar os procedimentos para a coordenação e a articulação das ações nas diversas fases do empreendimento; Elaborar procedimentos técnico-gerenciais para a implementação das ações durante as obras; Elaborar procedimentos de articulação com os diversos segmentos governamentais e sociais afetados pelas obras; Elaborar procedimentos e instrumentos para o monitoramento e o acompanhamento na fase de operação.
Proteção da Fauna e da Flora	Proibir do uso do fogo para reduzir o volume dos restos vegetais; Proibir a utilização de explosivos para a remoção da vegetação; Não permitir o uso de herbicidas e desfolhantes; Exigir a estocagem do material oriundo da limpeza do terreno para posterior espalhamento e incorporação nas áreas onde seja necessária a recuperação da vegetação; Aproveitar os resíduos da capina e desmatamento para emprego como adubo nas áreas a serem recuperadas, na forma de "mulching". Recomposição da vegetação da faixa de domínio utilizando espécies arbóreas nativas características de cada região. Adaptação do sistema de drenagem para permitir o escape de animais Construção de passagens para animais, projetadas de forma a deixarem um vão livre ideal mínimo de 2 m de altura por um mínimo de 5 m de largura. Medidas educativas e de controle dos trabalhadores da obra
Monitoramento e Controle de Atropelamentos de Fauna.	Avaliar a mortalidade de animais por atropelamento Avaliar a eficácia das passagens de fauna para o trânsito de animais através da ferrovia; Estudar a permeabilidade da barreira formada pela ferrovia; Gerar informações que permitam sugerir medidas mitigadoras adicionais às já propostas
Apoio à criação de Unidades de Conservação	Destinar recursos, em comum acordo com o ICMBio, para a implantação de pelo menos uma Unidade de Conservação

PROGRAMAS AMBIENTAIS	OBJETIVOS/METAS
Apoio às Comunidades Frágeis	Detalhar medidas de apoio para comunidades frágeis de forma a garantir a sobrevivência e as compensações por perdas eventuais
Indenização e Relocação da População	Descrever a política, as diretrizes e os procedimentos para que ocorra a aquisição de terras; e/ou a indenização das benfeitorias; e/ou o reassentamento de proprietários rurais; e/ou as compensações por perdas eventuais, de pessoas, famílias ou empresas cujos bens imóveis serão atingidos pelo polígono delimitado no Decreto de Utilidade Pública para fins de desapropriação.

Fonte: elaborado pelo Consórcio OIKOS-TRANSPLAN-CONSEGV

7. ESTUDOS ECONÔMICOS

7.1. MÉTODO

Foram comparados e analisados os cenários “com a Ferrovia EF 232” e “sem a Ferrovia EF 232”, avaliados com base nos fluxos de transporte identificados nos Estudos de Mercado, nos condicionantes da operação e nos custos operacionais determinados nos Estudos Operacionais e nos investimentos calculados nos Estudos de Engenharia.

A Análise Econômica apresenta os resultados do empreendimento para a sociedade brasileira, com a determinação dos benefícios diretos e indiretos, a determinação dos custos e a avaliação econômica. Conforme demonstrado, o investimento na EF 232 mostrou-se viável do ponto de vista econômico.

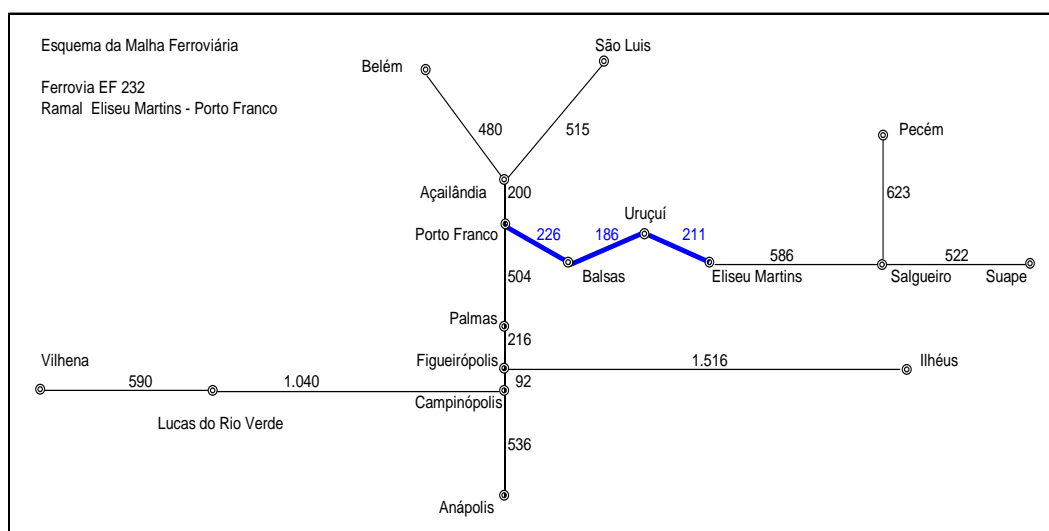
A Análise Financeira apresenta os resultados do empreendimento sob o ponto de vista privado, ou seja, o retorno obtido diretamente pelo empreendimento, avaliando também alternativas de concessão e de parceria público-privada.

Sob estes enfoques, 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.

Em ambas as análises, considerou-se que a Ferrovia EF 232 será construída em etapas, com o início da construção em 2014; o início da operação comercial do Trecho Uruçuí – Porto Franco em julho de 2015; e o início da operação do Trecho Eliseu Martins – Uruçuí em julho de 2016.

Nesta ocasião, a malha ferroviária da Região teria a configuração apresenta- da na FIGURA 7.1 a seguir.

FIGURA 7.1 – CONFIGURAÇÃO DA MALHA



Fonte: elaborado pelo Consórcio OIKOS-TRANSPLAN-CONSEGV

7.2. ALOCAÇÃO DOS FLUXOS

Para a obtenção da produção da EF-232, a demanda de cargas da ferrovia, definida a partir dos Estudos de Mercado, foi ajustada ao cronograma de operação da ferrovia.

No **cenário “com a ferrovia EF 232”**, os fluxos foram alocados em função das menores distâncias rodoviárias entre os municípios de origem das cargas e os polos de carregamento (terminais) da ferrovia, localizados em Eliseu Martins, Uruçuí e Balsas. Após ingressar na ferrovia, as cargas seguiriam para exportação por Belém/Itaqui, admitindo-se igual repartição entre estes dois portos. Considerando que os custos portuários e marítimos tendem a ser equivalentes, esta alocação baseou-se em considerações sobre as distâncias de transporte ferroviário e os custos operacionais correspondentes, que são menores no sentido EF 232 – Belém/Itaqui, em função das menores rampas existentes no trajeto.

No **cenário “sem a ferrovia EF 232”**, os fluxos foram alocados 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, portanto, 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.

A fim de se ter um balizador para a alocação dos fluxos de cargas, foi realizada uma pesquisa dos fretes rodoviários e ferroviários praticados na região de Porto Franco. Com base nos dados obtidos, para fins de alocação dos fluxos, adotou-se a relação frete ferroviário / frete rodoviário igual a 70% para a soja e os demais produtos.

7.3. ANÁLISE ECONÔMICA

7.3.1. MÉTODO

A viabilidade econômica da EF 232 foi analisada através da comparação entre os benefícios econômicos (diretos e indiretos) do projeto e os custos econômicos (investimento), referidos a fevereiro/2011.

O horizonte de análise compreendeu o período de 2014 a 2045; para desconto dos fluxos de caixa dos benefícios e custos adotou-se a TJLP, igual a 6% ao ano; foram calculados os indicadores de viabilidade Valor Presente Líquido (B-C), Relação Benefício Custo (B/C), Taxa Interna de Retorno (TIR) e Tempo de Recuperação do Custo de Investimento (PAYBACK).

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.
- Os custos de investimento para implementação da Ferrovia EF 232 foram apurados nos Estudos de Engenharia e nos Estudos Operacionais, compreendendo os custos de construção da via, os investimentos nos pátios, oficinas e outras edificações, os investimentos na frota de locomotivas e vagões, bem como o investimento na compensação pelo passivo ambiental.

Com vistas à avaliação econômica da Ferrovia EF 232, os valores de investimento, inicialmente calculados na condição financeira, foram transformados para a condição econômica.

7.3.2. AVALIAÇÃO ECONÔMICA

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.

O fluxo de caixa apresenta os seguintes indicadores econômicos:

- 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%

Como se verifica pelos indicadores calculados, o projeto de implantação da Ferrovia EF 232 é economicamente viável, uma vez que $B-C > 0$, $B/C > 1$ e $TIR > 6\%$.

Em complemento, os cálculos foram refeitos considerando-se, porém, apenas os Benefícios Diretos do projeto. A viabilidade da EF 232 foi confirmada pelos indicadores econômicos, mesmo sem a totalidade dos benefícios:

- Valor Presente Líquido (B-C) = R\$ 584.546 mil
- Relação Benefício/Custo de Investimento (B/C) = 1,24
- Taxa Interna de Retorno (TIR) = 7,74%.

Os resultados da Avaliação Econômica, calculados considerando a totalidade dos Benefícios Diretos e Indiretos, são resumidos no QUADRO 7.1, a seguir.

QUADRO 7.1 – 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: elaborado pelo Consórcio OIKOS-TRANSPLAN-CONSEGV

Adicionalmente foi calculado o Tempo de Recuperação do Custo de Investimento (Payback) do projeto, que indica em quanto tempo os benefícios econômicos até então gerados igualarão os custos de investimento até então incorridos, todos em valores presentes. 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.

A análise de sensibilidade dos resultados da avaliação econômica foi realizada considerando-se que os custos para implantação da Ferrovia EF 232 possam vir a superar os montantes originalmente estimados. Da mesma forma, admitiu-se que os benefícios oriundos da implantação da nova ferrovia possam se apresentar inferiores aos originalmente indicados.

Quando se considera a variação conjunta dos Benefícios Diretos e Indiretos (redução de 30%) e dos Custos (aumento de 30%) chega-se aos seguintes resultados:

- Valor Presente Líquido (B-C) = R\$ 335.565

- Relação Benefício/Custo de Investimento (B/C) = 1,10
- Taxa Interna de Retorno (TIR) = 6,98%

Verifica-se que a Ferrovia EF 232 permanece economicamente viável, mesmo que ocorra simultaneamente o aumento de 30% no Custo de Investimento e a redução de 30% nos Benefícios Diretos e Indiretos.

7.3.3. ANÁLISE FINANCEIRA

A análise financeira da Ferrovia EF 232 foi realizada visando verificar se as receitas auferidas pela Ferrovia seriam suficientes para cobrir os custos e despesas com a prestação dos serviços (operação, manutenção e despesas gerais), amortizar o investimento realizado e proporcionar remuneração adequada ao operador / investidor.

Foram analisadas alternativas de concessão e de parceria público-privada (PPP), como forma de financiamento da implantação da Ferrovia.

O método de análise consistiu em obter o fluxo de caixa do projeto, que apresenta ano a ano as entradas e saídas de caixa; e calcular os indicadores de rentabilidade: Valor Presente Líquido (VPL) e Taxa Interna de Retorno (TIR).

Para desconto do fluxo de caixa e obtenção do valor presente líquido (VPL) adotou-se o Custo Médio Ponderado de Capital (WACC) de 9% ao ano, que incorpora o custo do capital próprio e o custo do capital de terceiros.

O horizonte de análise foi o mesmo adotado na avaliação econômica, ou seja, Ano 1 igual a 2014 (início da construção) e último ano igual a 2045 (horizonte da projeção da demanda).

Os fretes adotados para estimar as receitas da Ferrovia foram definidos tomando o limite superior as Tabelas Tarifárias homologadas pela ANTT para a Ferrovia Norte Sul, atualizadas para fevereiro de 2011 pelo IGP-DI, ajustados pelo fator de 0,85 para refletir as condições comerciais que seriam praticadas.

7.3.4. ALTERNATIVA CONCESSÃO

Inicialmente considerou-se a possibilidade da concessão da construção e exploração da Ferrovia EF-232 à iniciativa privada, nos termos da Lei no 8.987/1995.

Esta alternativa, entretanto, mostrou ser inviável do ponto de vista financeiro, uma vez que apresentou os seguintes indicadores:

- Valor Presente Líquido (VPL) a 9 % = R\$ 1.517 milhões (negativo)
- Taxa Interna de Retorno (TIR) = 4,59 %.

7.3.5. ALTERNATIVA PARCERIA PÚBLICA - PRIVADA

Analisou-se então a alternativa de Parceria Pública- Privada (PPP), conforme previsto na Lei no 11.079/2004, segundo a qual parte dos recursos para investimentos e custos poderão ser supridos pelo Poder Público.

Considerou – se, assim, que caberia ao Governo Federal a Construção da Linha e 1ª Etapa dos Desvios, orçados em R\$ 2.673 milhões, cabendo ao Concessionário Privado a realização dos demais investimentos nas Áreas de Infraestrutura e Operação, bem como a Compensação pelo Passivo Ambiental, além da operação e exploração da Ferrovia.

Os valores presentes resultantes são resumidos no QUADRO 7.2, a seguir. Observa-se que esta alternativa é viável, posto que:

- O Valor Presente Líquido é positivo, no montante de R\$ 383 milhões.
- A Taxa Interna de Retorno foi calculada em 15,23 %, superior, portanto, ao custo médio ponderado de capital, que é 9%.

Das análises efetuadas conclui-se, portanto, que o financiamento da implantação da Ferrovia EF-232 poderá ser feito em parceria, com recursos públicos e recursos privados.

Caberia ao Governo Federal, através da VALEC, a Construção da Linha e da 1ª Etapa dos Desvios, com um investimento total de R\$ 2.673 milhões, sendo R\$ 1.767 milhões no Ano 1 e R\$ 906 milhões no Ano 2.

Caberia ao Concessionário Privado a realização dos demais investimentos, no montante de R\$ 988 milhões, distribuídos ao longo do período da concessão. Caberia, ainda, ao Concessionário privado arcar com a compensação pelo passivo ambiental (R\$ 44 milhões), bem como com os custos e despesas operacionais da Ferrovia.

QUADRO 7.2 – AVALIAÇÃO DA ALTERNATIVA PPP

DEMONSTRAÇÃO DO RESULTADO	VP (9%AA) - R\$ MIL
Receita Bruta de Serviços	2.365.557
PIS / COFINS (Taxa de 9,25 %)	(218.814)
Créditos do PIS / COFINS	72.059
Receita Líquida de Serviços	2.218.802
Custos dos Serviços Prestados	(1.403.490)
Custo de Manutenção da Via e Sistemas	(384.932)
Custo de Manutenção do Material Rodante	(191.952)
Custo na Área de Operação	(358.011)
Despesas Operacionais	(264.965)
Depreciação - Investimento na EF-232	(190.057)
Amortização - Comp. Passivo Ambiental	(13.573)
Resultado Operacional	815.312
IRPJ / CSLL (Taxa De 34%)	(277.206)
Resultado Líquido Após Impostos	538.106
FLUXO DE CAIXA	VP (9%AA) - R\$ MIL
Entradas	741.736
Resultado Líquido Após Impostos	538.106
Depreciação - Invest. EF-232	190.057
Amortização - Invest. P. Ambiental	13.573
Saídas	(495.369)
Investimento Na EF-232	481.447
(-) Desoneração Do Pis / Cofins - Reidi	(25.624)
Investimento Na Comp. P. Ambiental	39.546
Valor Residual	136.943
Fluxo De Caixa Projetado	383.311

Fonte: elaborado pelo Consórcio OIKOS-TRANSPLAN-CONSEGV

8. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

8.1. CONCLUSÕES

8.1.1. DO PONTO DE VISTA ECONÔMICO

Os resultados da Avaliação Econômica, considerando a totalidade dos Benefícios Diretos e Indiretos, conforme indicadores abaixo, indicam que o projeto de **implantação da Ferrovia EF 232 é economicamente** viável, uma vez que $B-C > 0$, $B/C > 1$ e $TIR > 6\%$.

- Valor Presente Líquido (B-C) = R\$ 2.268.327
- Relação Benefício/Custo de Investimento (B/C) = 1,92
- Taxa Interna de Retorno (TIR) = 13,25%
- Payback = 13 anos

A análise de sensibilidade dos resultados da avaliação econômica foi realizada considerando-se que os custos para implantação possam ser 30% superiores aos montantes originalmente estimados e que os benefícios oriundos da implantação da nova ferrovia possam ser 30% menores.

- Valor Presente Líquido (B-C) = R\$ 335.565
- Relação Benefício/Custo de Investimento (B/C) = 1,10
- Taxa Interna de Retorno (TIR) = 6,98%

Verifica-se que **a Ferrovia EF 232 permanece economicamente viável**, mesmo que ocorra simultaneamente o **aumento de 30% no Custo de Investimento** e a **redução de 30% nos Benefícios Diretos e Indiretos**.

8.1.2. DO PONTO DE VISTA FINANCEIRO

Analisou-se a alternativa de Parceria Pública- Privada (PPP), segundo a qual parte dos recursos para investimentos e custos poderão ser supridos pelo Poder Público, cabendo ao Governo Federal a Construção da Linha e 1ª Etapa dos Desvios, orçados em R\$ 2.673 milhões e ao Concessionário Privado a realização dos demais investimentos nas Áreas de Infraestrutura e Operação, bem como a Compensação pelo Passivo Ambiental, além da operação e exploração da Ferrovia.

O Valor Presente Líquido é positivo, no montante de R\$ 383 milhões.

A Taxa Interna de Retorno foi calculada em 15,23 %, superior, portanto, ao custo médio ponderado de capital que é 9%.

Das análises efetuadas conclui-se, que **há viabilidade financeira** desde que o financiamento da implantação da Ferrovia EF-232 seja feito em parceria, com recursos públicos e recursos privados.

8.1.3. DO PONTO DE VISTA AMBIENTAL

Os Estudos de Meio Ambiente indicaram que a implantação da **EF-232 apresenta viabilidade ambiental**, não sendo empecilho para a realização do empreendimento.

8.1.4. DO PONTO DE VISTA DE ENGENHARIA

Os Estudos de Engenharia para o EVTEA da EF-232 indicaram que **há viabilidade técnica de implantação para a ligação ferroviária** enquadrando-se dentro de parâmetros habituais de ferrovias similares.

8.2. RECOMENDAÇÕES

8.2.1. QUESTÕES AMBIENTAIS

Tomada a decisão da VALEC de prosseguir com a implantação da EF-232, deverá ser iniciado o processo de licenciamento com o preenchimento online do Formulário de Solicitação de Abertura de Processo (FAP). O presente estudo fornece importantes informações que são solicitadas para o preenchimento do FAP. A partir da análise do FAP, o IBAMA emitirá o Termo de Referência para a realização dos Estudos de Impacto Ambiental – EIA e Relatório de Impacto Ambiental – RIMA.

Tendo em vista os prazos requeridos para a elaboração dos Termos de Referência, recomenda-se que esta providência seja tomada o mais breve possível, de forma a acelerar as licenças ambientais necessárias já para fase de projeto.

A título de colaboração com o IBAMA, o presente Estudo apresenta no Volume 2.1 – Estudos de Inserção Ambiental, uma minuta de Termo de Referência para elaboração do EIA-RIMA, como sugestão para aquele órgão.

8.2.2. QUESTÕES DE MERCADO

A região do entorno da EF-232, sobretudo no Piauí apresenta diversas ocorrências de minerais, não consideradas na quantificação da demanda no Estudo de Mercado por serem incertas, sem perspectivas concretas de exploração econômica. Entretanto estas ocorrências podem vir a se transformar em eventuais jazidas comerciais, principalmente após a implantação da ferrovia.

Nestas condições, dependendo de quando for definida a implantação da EF-232, se passados alguns anos, cabe atualizar os estudos de demanda e adequar a ferrovia para as eventuais mudanças.

8.2.3. QUESTÕES DE ENGENHARIA

O projeto básico deverá usar o traçado definido neste EVTEA como corredor para a definição dos voos para a obtenção de fotos aéreas e realização de restituições aerofotogramétricas.

Deverão ser realizados ajustes no projeto geométrico para otimizar o traçado e reduzir os custos de implantação, de forma a minimizar os volumes de terraplenagem e minimizar os trechos com problemas geotécnicos.

Eventualmente deverão ser previstas contenções nos grandes cortes e aterros localizados em encostas íngremes ou mesmo substituição por viadutos ferroviários, reduzindo os volumes de terraplenagem.

Recomenda-se também especial atenção para a eventual existência de cavernas no traçado previsto, a ser verificado pela equipe de meio ambiente, tendo em vista as restrições que são impostas pelos órgãos ambientais em áreas com essas ocorrências.

8.2.4. QUESTÕES OPERACIONAIS

No Projeto Operacional do Projeto Básico deverá ser analisado o impacto decorrente da ampliação dos pátios que a FNS S.A. pretende fazer na FNS, inicialmente no trecho Açailândia - Porto Franco, no intuito de aumentar o tamanho do trem e conseqüentemente a capacidade de carga do trecho.

Este fato, caso se confirme, poderá gerar a conveniência de preparar o pátio de intercâmbio da EF-232, em Porto Franco, para operação destes trens mais longos e eventualmente aumentar os desvios de cruzamento e os pátios de movimentação de carga da EF-232.

8.2.5. ALTERNATIVA PPP

Caso seja definida a modalidade de Parceria Pública Privada para a construção e operação da EF-231, serão necessários estudos específicos para detalhar e definir as condições de implantação desta modalidade e a modelagem a ser adotada e as regras da correspondente licitação.

9. ANEXOS

Em anexo encontra-se um envelope, fixado na contracapa, contendo mídia magnética (2 DVDs) onde estão gravados os arquivos gerados durante a elaboração do EVTEA.

O primeiro DVD contém todos os relatórios em extensão PDF, excetuado o Volume 4.6 – Estudos de Engenharia – Desenhos, que está contido no segundo DVD.

Em relação ao conteúdo do segundo DVD, Volume 4.6 – Estudos de Engenharia – Desenhos, cabe observar:

Manipulação / Alteração dos elementos de projeto

1) Arquivos em DWG (Autocad) não estão incluídos. Os arquivos DWG foram gerados para que pudessem ser abertos diretamente no Autocad. O arquivo principal tem tamanho >1Gb, exigindo, pra abri-lo, um Workstation com a seguinte configuração mínima:

- 2 Processadores Xeon Quad b.
- Memória Ram 32Gb
- HD 15K em Raid 0

Para visualização, os mesmos arquivos são apresentados em PDF, o que permite também a impressão. Para manipulação/edição dos traçados horizontal e vertical foram encaminhados em separata os arquivos XML com o DWG (v2010) da base de imagens.

2) Edição/Alteração:

a. Arquivo Base: para que se possa alterar os projetos basta abrir o arquivo IMAGENS.DWG localizado no diretório MOSAICO GOOGLE EARTH. Este é o arquivo base para a importação do arquivo XML.

b. Dados de Projeto - XML: os projetos foram desenvolvidos no software AutoCAD Civil 3D 2012 e por não haver interoperabilidade entre versões, a Autodesk fornece uma solução que é a utilização dados em LandXML. Os arquivos XML podem ser acessados de qualquer programa que trabalhe com projetos viários, ou seja, pode ser importado em qualquer versão do Civil 3D, bem como em programas mais antigos como o Land Development Desktop ou mesmo os produtos da Bentley como o InRoads, PowerCivil ou Geopak. O arquivo XML encontra-se no diretório BANCO DE DADOS – CIVIL3D v2012.

3) Impressão

Para a impressão dos dados conforme a apresentação feita em meio gráfico deve-se utilizar os arquivos em formato PDF que se encontram nas pastas de 1.0 a 8.0 e na pasta Capas e Folhas de Rosto.