

# RELATÓRIO FINAL

VOLUME 1 - RESUMO EXECUTIVO

Apoio Técnico para Complementação, Adequação,  
Atualização e Consolidação do Estudo de Viabilidade  
Técnica, Econômica e Ambiental (EVTEA).

IMPLANTAÇÃO DA EF-354 | FERROVIA TRANSCONTINENTAL

MARA ROSA/GO | **TRECHO**  
LUCAS DO RIO VERDE/MT



## SUMÁRIO

1	APRESENTAÇÃO.....	4
2	CONTEXTUALIZAÇÃO DO PROJETO .....	5
2.1	Introdução.....	5
2.2	Aspecto Legal do Empreendimento .....	5
2.3	Objetivo do Trecho Ferroviário Mara Rosa/GO – Lucas do Rio Verde/MT .....	5
3	MAPA DE SITUAÇÃO.....	6
4	ESTUDOS DE MERCADO .....	7
4.1	Apresentação.....	7
4.2	Infraestrutura de Transporte.....	8
4.3	Infraestrutura Sem Ferrogrão .....	9
4.4	Infraestrutura Com Ferrogrão.....	10
4.5	Distâncias e Custos de Frete.....	11
4.6	Alocação dos Fluxos de Cargas .....	11
5	ESTUDOS OPERACIONAIS.....	16
5.1	Introdução.....	16
5.1.1	Objetivo do Estudo .....	16
5.1.2	Extensões Básicas da EF-354 – FICO 1 .....	17
5.1.3	Condições Gerais Adotadas para a Construção da Ferrovia.....	18
5.1.3.1	Características Gerais da Via.....	18
5.1.3.2	Prazos Previstos - Construção da Via e dos Desvios de Cruzamento.....	19
6	ESTUDOS DE ENGENHARIA .....	20
6.1	Parâmetros do Projeto .....	20
6.2	Estudo Geológico.....	22
6.2.1	Geologia Regional .....	22
6.2.2	Geologia Local .....	31
6.2.3	Geomorfologia e Topografia .....	32
6.3	Estudos Geotécnicos .....	38
6.4	Estudos Hidrológicos.....	39

6.5 Anteprojeto Geométrico .....	40
6.6 Anteprojeto de Terraplenagem .....	41
6.6.1 Inclinação dos taludes e Banqueteamento .....	41
6.6.2 Fator de homogeneização.....	42
6.6.3 Serviços Preliminares.....	42
6.7 Anteprojeto de Drenagem .....	43
6.8 Obras de Arte Especiais .....	44
6.9 Superestrutura.....	45
6.10 Obras Complementares .....	46
6.10.1 Proteção vegetal.....	46
6.10.2 Cercas.....	47
6.11 Pavimentação .....	47
6.12 Desapropriações .....	47
6.13 Orçamento.....	48
7 ESTUDOS SÓCIOECONÔMICOS.....	51
7.1 Introdução.....	51
7.2 Análise Econômica .....	51
7.3 Avaliação Econômica .....	52
7.4 Análise de Sensibilidade.....	54
8 AVALIAÇÃO FINANCEIRA.....	59
8.1 Cenário Sem Ferrogrão.....	60
8.1.1 Viabilidade Financeira .....	60
8.1.2 Resultados da Avaliação.....	61
8.1.3 Parceria Público-Privada (PPP).....	64
8.1.4 Modelo de Concessão Alavancado.....	65
8.2 Cenário com Ferrogrão – Alocação com Repartição de Fluxos.....	68
8.2.1 Viabilidade Financeira .....	68
8.2.2 Resultados da Avaliação.....	68
8.2.3 Parceria Público-Privada (PPP).....	70
8.2.4 Modelo de Concessão Alavancado.....	70
8.3 Cenário com Ferrogrão – Alocação Tudo ou Nada.....	73

8.3.1 Viabilidade Financeira .....	73
8.3.2 Resultados da Avaliação .....	73
8.3.3 Parceria Público-Privada (PPP) .....	75
8.3.4 Modelo de Concessão Alavancado .....	77
8.4 Comparação de Cenários.....	80
8.5 Análise de Risco .....	81

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Seção Transversal Tipo de Aterro.....	21
Figura 2: Seção Transversal Tipo de Corte.....	22
Figura 3: Seção Transversal Tipo de Pátios.....	22
Figura 4: Mapa geológico .....	32

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Taludes.....	41
Tabela 2: Banqueteamento .....	42
Tabela 3: Quantidades Previstas .....	47
Tabela 4: Resumo do CAPEX – Mara Rosa/GO – Lucas do Rio Verde/MT.....	49
Tabela 5: Cronograma Capex- Trecho: Mara Rosa/GO – Lucas do Rio Verde/MT.....	50
Tabela 6: Composição da Parcela de BDI (Bonificação e Despesas Indiretas) em % .....	50
Tabela 7: Regime não Cumulativo.....	50

## 1 APRESENTAÇÃO

A ENEFER – Consultoria, Projetos Ltda., em consonância com o escopo de serviços da OS-20 do contrato 019/10, tem a satisfação de apresentar a VALEC–Engenharia, Construções e Ferrovias S.A., o RELATÓRIO FINAL, correspondente ao Apoio Técnico para a Complementação, Adequação, Atualização e Consolidação dos Estudos de Viabilidade Técnica, Econômica e Ambiental (EVTEA) da Ferrovia Transcontinental, EF-354, do trecho Mara Rosa/GO – Lucas do Rio Verde/MT, segmento inicial da Ferrovia de Integração Centro Oeste – FICO, no trecho inicial de conexão com a Ferrovia Norte Sul, visando otimizar a operação dos trens.

Dentro desse enfoque, o presente Volume 1 – Relatório Resumo Executivo do Estudo de retrata as principais informações de caráter gerencial, com justificativas e enquadramento do projeto em planos e programas governamentais, com descrição dos estudos realizados no trecho Mara Rosa – Lucas do Rio Verde.

Cumprir destacar que o presente Relatório de EVTEA tem ainda os seguintes objetivos principais:

- a) Fornecer o conjunto de informações relevantes enfocando a totalidade dos estudos de viabilidade técnica, econômica e ambiental, devidamente distribuídas em volumes a parte, mas de tal forma suficiente para possibilitar uma perfeita visão macro do Estudo;
- b) Disponibilizar à VALEC, e por conseguinte a ANTT, assim como aos futuros concessionários e empreendedores das obras e serviços estudados, informações essenciais à eventual otimização de seu desempenho, focalizando, prioritariamente, no nível atual do desenvolvimento do estudo, peculiaridades regionais concernentes aos seguintes estudos; mercado, operacionais, inserção ambiental, engenharia, socioeconômicos e financeiros.

Cabe ainda ressaltar que o presente Estudo foi desenvolvido levando em consideração os dados constantes do Relatório de Impacto do Meio Ambiente – RIMA e Estudo de Impacto Ambiental – EIA, a Revisão do Projeto Básico deste trecho, previamente elaborados e aprovados pela VALEC, e que se encontra em processo de obtenção da Licença de Instalação – LI, junto ao IBAMA. Em assim sendo, à luz dos estudos efetuados naquela oportunidade, este relatório se constitui no aprimoramento e aprofundamento a nível de estudo de viabilidade técnica econômica e ambiental deste trecho entre Mara Rosa e Água Boa.

O Estudo de atualização do EVTEA, ora apresentado pela ENEFER, entre Mara Rosa e Lucas do Rio Verde, com cerca de 883 km de extensão, é basicamente composto dos seguintes volumes principais, a saber:

**Volume 1 – Relatório Resumo Executivo do Estudo - texto, formato A4;**

Volume 2 – Estudos de Engenharia – texto, formato A4;

Volume 3 – Estudos de Inserção Ambiental;

Volume 4 – Estudos de Mercado – texto, formato A4;

Volume 5 – Estudos Operacionais – texto, formato A4;

Volume 6 – Estudos Socioeconômicos – texto, formato A4;

Volume 7 – Avaliação Financeira, texto, formato A4.

## 2 CONTEXTUALIZAÇÃO DO PROJETO

### 2.1 Introdução

O trecho ferroviário objeto do presente EVTEA, estabelecido pela VALEC, corresponde ao trecho da Ferrovia de Integração Centro Oeste – FICO, a partir de Mara Rosa/GO até Lucas do Rio Verde/MT com extensão de 883 km, e que se constitui em parte integrante da Ferrovia Transcontinental, que propõe ligar o litoral Norte Fluminense, em Campos, a fronteira do Brasil – Peru, em Boqueirão da Esperança, no Acre, cuja concessão foi outorgada a VALEC através da Lei 11.772/2008. A respectiva ligação ferroviária, corresponde a ligação com a Ferrovia Norte Sul.

### 2.2 Aspecto Legal do Empreendimento

Os Estudos de Viabilidade Técnica Econômica e Ambiental desta natureza, ora apresentados, foram adequadamente desenvolvidos porque se constituem em subsídios técnicos para execução posterior dos Projetos Básicos e Executivos de Engenharia, bem como para os Estudos Ambientais complementares, dentro dos padrões exigidos pela legislação brasileira e pelos critérios técnicos vigentes.

Dentro deste enfoque, e, conforme ressaltado anteriormente, o aspecto legal do empreendimento está em conformidade com o estabelecido na Lei nº 11.772, de 17 de Setembro de 2008, que acrescentou e alterou dispositivos da Lei nº 5.917, de 10 de setembro de 1973, que aprovou o Plano Nacional de Viação e reestruturou a VALEC - Engenharia, Construções e Ferrovias S.A. e encerrou o processo de liquidação e extinguiu a Empresa Brasileira de Planejamento de Transportes – GEIPOT, entre outras determinações.

### 2.3 Objetivo do Trecho Ferroviário Mara Rosa/GO – Lucas do Rio Verde/MT

A construção da Ferrovia de Integração Centro Oeste entre Mara Rosa/GO e Lucas do Rio Verde/MT, cruzando parte dos estados de Goiás e Mato Grosso, se interligando com a Ferrovia Norte Sul em Mara Rosa no estado de Goiás, tem entre seus objetivos:

- Assegurar alternativas mais econômicas para os fluxos de carga para o mercado consumidor;
- Induzir e fomentar ainda mais o desenvolvimento econômico da região Centro-Oeste do Brasil;
- Incentivar e promover a multimodalidade;
- Implantar uma logística de exportação competitiva, capaz de possibilitar o acesso a portos de grande capacidade;
- Incentivar investimentos para incrementar mais ainda a produção, mediante modernos métodos de produção agrícola;

- Promover a indústria regional do Centro-Oeste;
- Viabilizar um eixo de transporte entre as regiões Centro-Oeste com os portos no Norte/Nordeste e Sudeste através da FNS;

Dentre os diversos benefícios que esta ligação ferroviária proporcionará, destacam-se:

- Redução dos custos de comercialização no mercado interno, com acentuado reflexo também na exportação;
- Geral melhoria no desempenho econômico de toda a malha ferroviária brasileira;
- Aumento da competitividade dos produtos brasileiros para exportação;
- Melhoramento na renda e na distribuição da riqueza nacional, dentre outros.

### 3 MAPA DE SITUAÇÃO

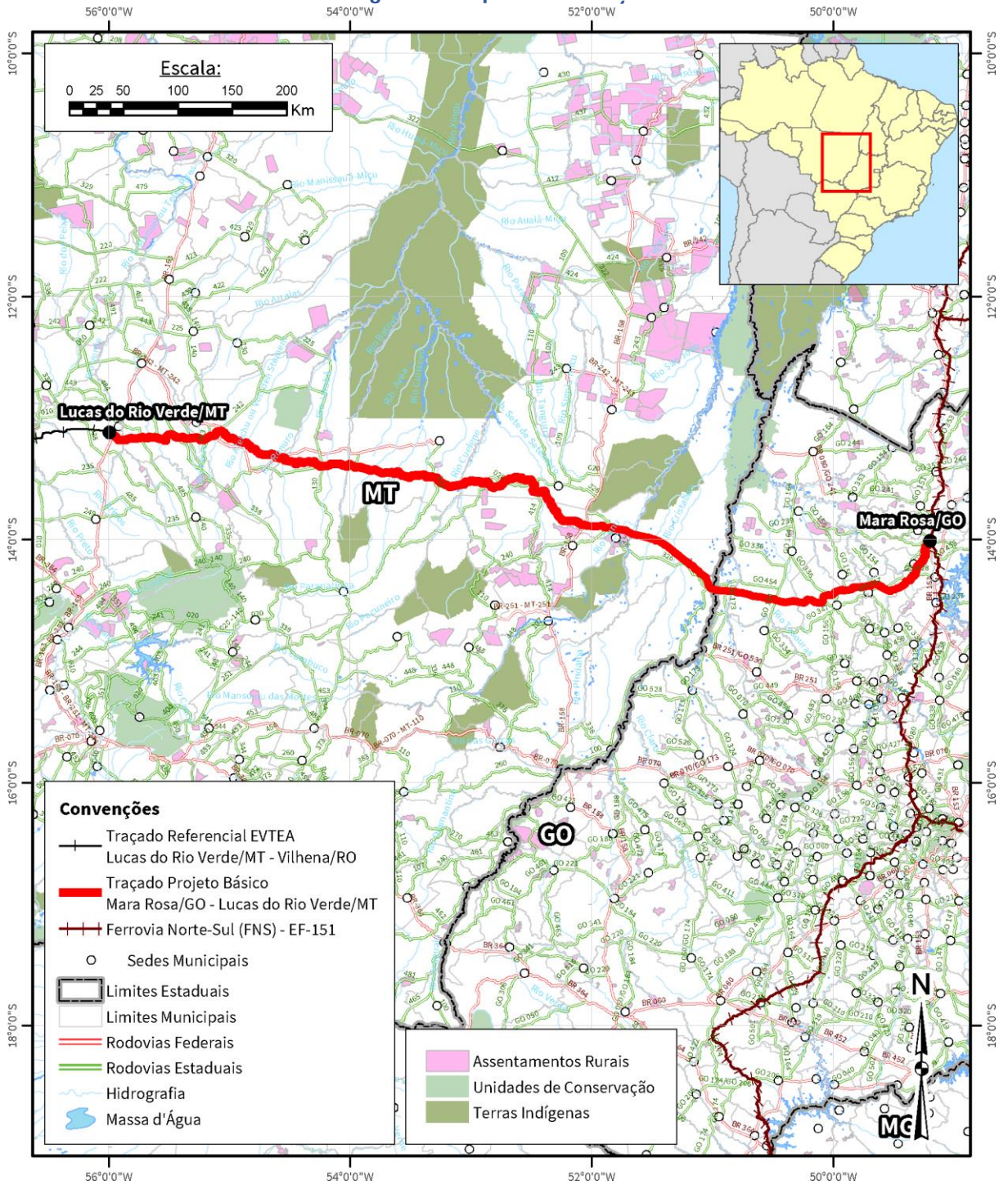
O trecho ferroviário objeto do presente EVTEA estabelecido pela VALEC corresponde ao trecho da Ferrovia de Integração Centro Oeste – FICO, a partir de Mara Rosa no estado de Goiás a Lucas do Rio Verde no estado do Mato Grosso, cuja extensão é aproximadamente de 883 km. Destaca-se que este trecho se constitui em parte integrante da Ferrovia Transcontinental, conforme mapa de traçado, apresentado a seguir.

No entanto, preliminarmente, cumpre ressaltar os seguintes aspectos importantes que foram considerados quando da realização dos estudos mais aprofundados de viabilidade para a implantação do trecho em questão, notadamente por ocasião da fase definitiva dos anteprojetos referentes aos estudos de engenharia:

- A perfeita compatibilização e integração com os estudos já realizados anteriormente para a VALEC e para ANTT/EPL;
- Avaliação prévia visando a compatibilização e integração com os estudos a serem realizados pela VALEC, para elaboração de Estudo de Viabilidade Técnica, Econômica e Ambiental – EVTEA do trecho entre os municípios de Água Boa/MT e Lucas do Rio Verde/MT;
- Adoção de rampas compensadas entre 0,0% e 0,6% no sentido de exportação (Água Boa/MT – Mara Rosa/GO) e de até 1,45% compensada no sentido importação (Mara Rosa/GO – Lucas do Rio Verde/MT), com exceção dos desvios de cruzamento, onde o greide possui rampas máximas de até 0,15%;

A seguir, apresenta-se o Mapa de Situação do trecho Mara Rosa/GO – Lucas do Rio Verde/MT.

Figura 2: Mapa de localização



Fonte: ENEFER Consultoria, Projetos Ltda.

## 4 ESTUDOS DE MERCADO

### 4.1 Apresentação

Os Estudos de Mercado visam identificar e quantificar a demanda por transporte decorrente da produção (exportação) e do consumo (importação) da área de influência do traçado ferroviário planejado para a EF-354 – Trecho Mara Rosa/GO – Lucas do Rio



Verde/MT, bem como da exploração emergente de novos produtos e dos tráfegos de passagem afetados pela nova logística resultante.

Objetivam ainda identificar os ganhos socioeconômicos decorrentes do empreendimento e, principalmente, as perspectivas de captação de cargas pela ferrovia e respectivos fluxos de escoamento no horizonte de análise.

Estes estudos são apresentados nos Capítulos a seguir, nos quais foram avaliadas as potencialidades das diversas regiões dos Estados de Goiás e Mato Grosso, que compõem a área de influência do trecho ferroviário em estudo.

Por outro lado, a identificação e avaliação, das perspectivas de captação de cargas implicam necessariamente na consideração de uma malha multimodal nas áreas de influência direta e indireta da ferrovia e, conseqüentemente, na avaliação das possibilidades de competição entre os modais.

Com esta finalidade foi levantada e caracterizada a infraestrutura de transportes da região, com a sua configuração atual e com a configuração prevista para 2023, quando, conforme definido em conjunto com VALEC, a ferrovia deverá iniciar a operação no subtrecho Mara Rosa – Água Boa.

## 4.2 Infraestrutura de Transporte

Tendo em vista a perspectiva de concessão de uma nova ferrovia de Sinop/MT a Miritituba/PA, designada por Ferrogrão, que concorreria com a EF-354 (Trecho Mara Rosa - Lucas do Rio Verde) no transporte das cargas de grãos (soja e milho) dos municípios do norte de Mato Grosso, e dadas as incertezas atuais sobre a realização dessa nova ferrovia, foi acordado com a VALEC que o presente EVTEA da EF-354 seria desenvolvido considerando três cenários:

- Cenário sem Ferrogrão
- Cenário com Ferrogrão - Alocação Tudo ou Nada
- Cenário com Ferrogrão - Alocação com Repartição de Fluxos.

O Cenário sem Ferrogrão considera o acesso ao Porto de Santarém exclusivamente por rodovia (BR-163), admitindo-se que a capacidade atual de movimentação de grãos no Porto (2,5 milhões de toneladas por ano) venha a ser aumentada para 8 milhões de toneladas por ano até 2025, conforme previsto no Plano Mestre do Porto (2017).

O Cenário com Ferrogrão - Alocação Tudo ou Nada considera que a totalidade da demanda de transporte de grãos (soja e milho), originada num dado Município, seja alocada à rota de menor custo de transporte, sem limite de capacidade. Neste caso a Ferrogrão deve captar um volume significativo de cargas anteriormente alocadas à EF-354 no Cenário sem Ferrogrão, em função do custo de transporte das cargas originadas nos municípios da região de Lucas do Rio Verde ser menor para Miritituba / Santarém (via Ferrogrão) do que para o porto de Vila do Conde (via EF-354).

O Cenário com Ferrogrão - Alocação com Repartição de Fluxos é um cenário hipotético que considera que os fluxos de grãos originados nos municípios da região de Lucas do Rio Verde seriam repartidos igualmente entre a alternativa de exportação pelo Porto de Santarém, utilizando a Ferrogrão, e a alternativa de exportação pelo Porto de Vila do Conde, através da EF-354.

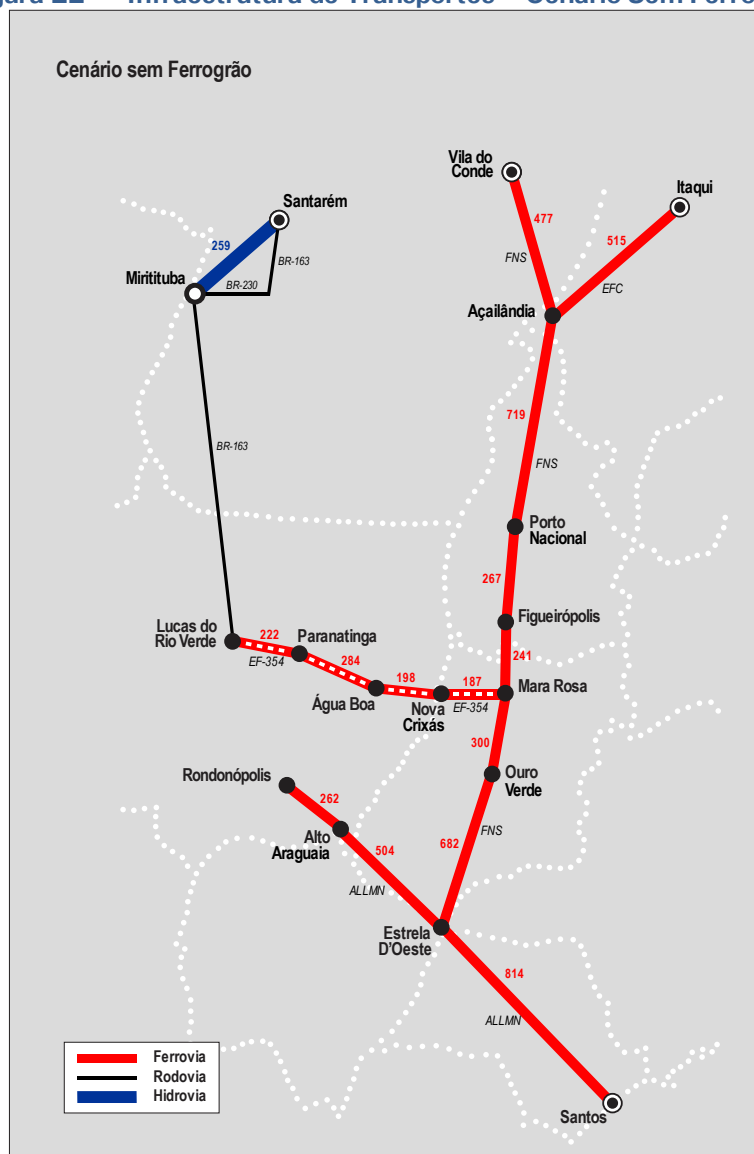
Nos três cenários, considerou-se que o Trecho Mara Rosa - Lucas do Rio Verde deverá entrar em operação plena em 2025, sendo a operação no Trecho Mara Rosa – Água Boa iniciada em 2023.

Foi considerado o horizonte de 30 anos a partir do início da operação da ferrovia, em 2023. Com esta definição, o último ano a ser considerado seria 2052. Isto corresponde a um prazo de 34 anos para a eventual concessão (de 2019 a 2052), o que é coerente com o prazo máximo de 35 anos atualmente em vigor.

### 4.3 Infraestrutura Sem Ferrogrão

No Cenário sem Ferrogrão, a infraestrutura de transporte, complementar ou concorrente com a EF-354, teria a configuração ilustrada na figura a seguir, que apresenta de forma esquemática as principais ligações rodoviárias, ferroviárias e hidroviárias na região abrangida pelas diversas alternativas de transporte analisadas para o escoamento da produção.

Figura 22 – Infraestrutura de Transportes – Cenário Sem Ferrogrão

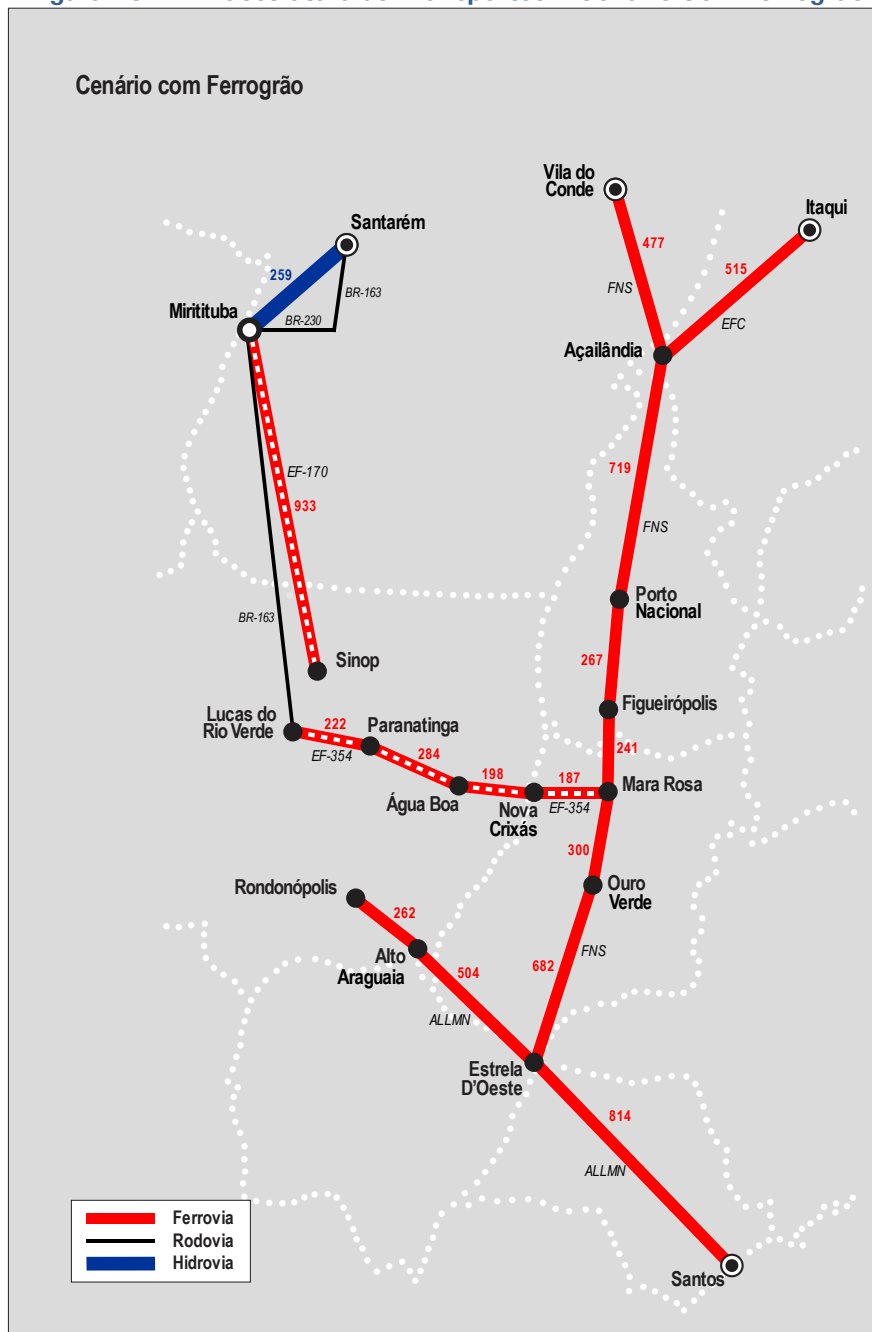


#### 4.4 Infraestrutura Com Ferrogrão

Nos Cenários Com Ferrogrão a infraestrutura de transportes já descrita foi acrescida de um novo trecho ferroviário (a Ferrogrão), cujo traçado acompanha a BR-163, com extensão de 933 km, de Sinop a Miritituba.

Nestas condições a infraestrutura de transporte, complementar ou concorrente com a EF-354, teria a configuração ilustrada na figura a seguir, que apresenta de forma esquemática as principais ligações rodoviárias, ferroviárias e hidroviárias na região abrangida pelas diversas alternativas de transporte analisadas para o escoamento da produção.

**Figura 23 – Infraestrutura de Transportes – Cenário Com Ferrogrão**



#### 4.5 Distâncias e Custos de Frete

O ponto de partida para a determinação dos custos totais de fretes de cada alternativa de transporte corresponde ao levantamento das distâncias referentes às modalidades de transporte rodoviário, ferroviário e hidroviário.

As distâncias rodoviárias, a partir da sede de cada município da área de influência em análise, foram calculadas com base nos valores especificados no Mapa Rodoviário do Estado de Mato Grosso - 2012, disponibilizado pela SINFRA - Secretaria de Estado de Infraestrutura e Logística, e nos Mapas Multimodais dos Estados de Mato Grosso e Goiás, referentes ao ano de 2013, disponibilizados pelo DNIT - Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes.

As extensões correspondentes aos percursos interestaduais foram levantadas junto ao site "www.entrecidadesdistancia.com.br".

Os valores das distâncias rodoviárias, utilizados na determinação dos custos totais de fretes das alternativas de transporte consideradas, estão registrados no ANEXO 4.

As extensões dos diversos trechos ferroviários foram obtidas junto à VALEC - Engenharia, Construções e Ferrovias S. A. e às diversas concessionárias do serviço de transporte ferroviário. Estas distâncias estão demonstradas no ANEXO 5 dos Estudos de Mercado.

No tocante ao transporte hidroviário, as extensões dos percursos foram obtidas por pesquisa nos sites do Ministério dos Transportes e da ANTAQ.

#### 4.6 Alocação dos Fluxos de Cargas

A alocação dos fluxos de grãos (soja e milho) que deverão utilizar o novo trecho ferroviário foi realizada levando-se em consideração as possíveis alternativas logísticas associadas à infraestrutura de transporte prevista no ano 2025 e aos custos totais de fretes e transbordos, correspondentes a estas alternativas.

Foram considerados quatro terminais para transbordo das cargas no Trecho Mara Rosa - Lucas do Rio Verde da EF-354: Nova Crixás, Água Boa, Paranatinga e Lucas do Rio Verde. Tendo em vista a infraestrutura de transportes prevista para o ano de 2025, no Cenário sem Ferrogrão, foram identificadas seis alternativas de transporte, para a exportação das cargas (soja, milho e algodão) geradas na área de influência do trecho ferroviário.

As alternativas, que compreendem todas as etapas do transporte, desde a sede do município de origem até o porto onde o produto será embarcado, são descritas a seguir.

##### ***A1. Transporte Ferroviário no Trecho Lucas do Rio Verde - Mara Rosa - Porto de Vila do Conde***

A alternativa envolve o transporte rodoviário desde o local da produção até um dos quatro terminais de embarque previstos no trecho ferroviário em análise (Lucas do Rio Verde, Paranatinga, Água Boa ou Nova Crixás), a operação de transbordo no terminal e o transporte ferroviário até o porto de Vila do Conde.

##### ***A2. Transporte Rodoviário até o Terminal de Miritituba e Hidroviário até o Porto de Santarém***

A alternativa abrange o transporte rodoviário desde o local da produção até o terminal hidroviário de Miritituba, a operação de transbordo no terminal e o transporte hidroviário até o porto de Santarém.

**A3. Transporte Rodoviário Direto até o Porto de Santarém**

A alternativa compreende o transporte rodoviário desde o local da produção até o porto de Santarém.

**A4. Transporte Ferroviário de Rondonópolis até o Porto de Santos**

A alternativa envolve o transporte rodoviário desde o local da produção até o terminal de Rondonópolis, o transbordo no terminal de Rondonópolis e o transporte ferroviário até o porto de Santos.

**A5. Transporte Ferroviário de Alto Araguaia até o Porto de Santos**

A alternativa envolve o transporte rodoviário desde o local da produção até o terminal de Alto Araguaia, o transbordo no terminal de Alto Araguaia e o transporte ferroviário até o porto de Santos.

**A6. Transporte Rodoviário Direto até o Porto de Santos**

A alternativa corresponde ao transporte rodoviário direto, desde o local da produção até o porto de Santos.

A opção envolvendo o escoamento de produtos através do transporte ferroviário pela EFC - Estrada de Ferro Carajás até o porto de Itaqui/MA também foi analisada. Os custos totais de transporte, associados a esta alternativa são superiores aos custos totais decorrentes da alternativa de exportação por intermédio do porto de Vila do Conde/PA.

Foi examinada, também, a opção relacionada com o transporte ferroviário de Mara Rosa até o porto de Santos. Entretanto, esta alternativa foi descartada em face de implicar em custos totais de transporte significativamente superiores aos previstos para o trecho Mara Rosa - Vila do Conde.

Os custos totais dos fretes referentes às alternativas de transporte ferroviário de Mara Rosa ao Porto de Vila do Conde e de Mara Rosa ao Porto de Santos estão detalhados abaixo:

<i>Trecho</i>	<i>Ferrovia</i>	<i>Extensão km</i>	<i>Custo R\$/t</i>
<b>Mara Rosa - Vila do Conde</b>	<b>FNS</b>	<b>1.704</b>	<b>153,94</b>
Mara Rosa - Estrela D'Oeste	FNS	982	99,00
Estrela D'Oeste - Santos	ALL-MP	814	132,90
<b>Mara Rosa - Santos</b>	<b>-</b>	<b>1.796</b>	<b>231,90</b>

A título de exemplificação, as alternativas de transporte analisadas, no caso dos fluxos de cargas com origem no município de Nova Mutum/MT, estão apresentadas esquematicamente nas figuras a seguir.

Figura 25 - Alternativa de Transporte - A1

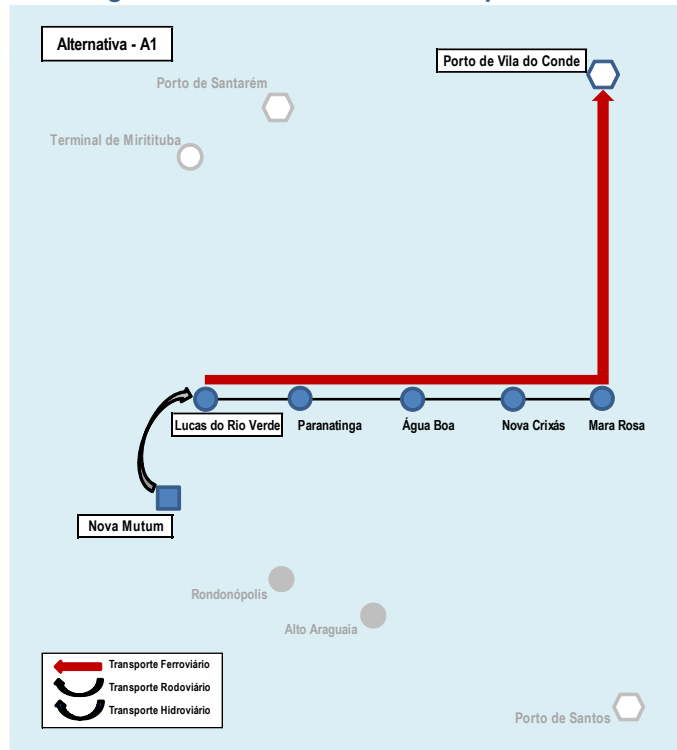
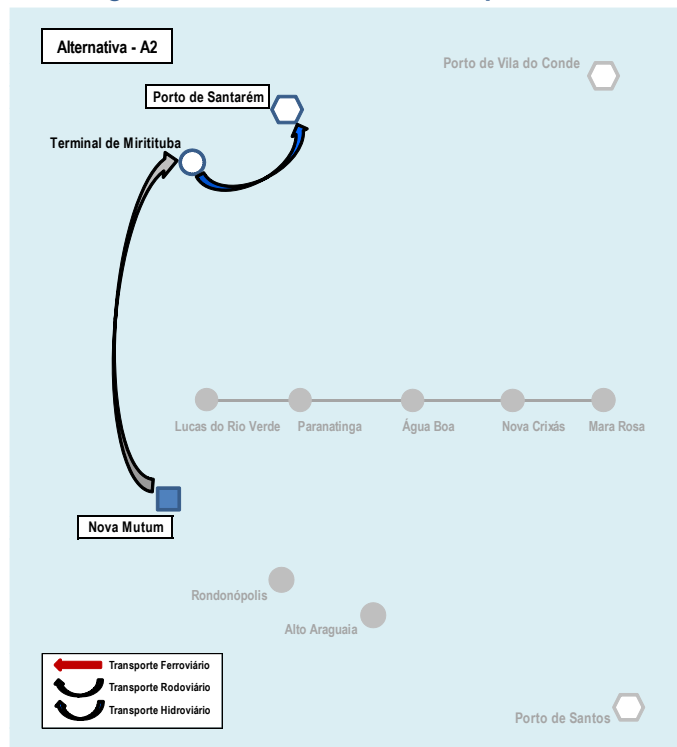
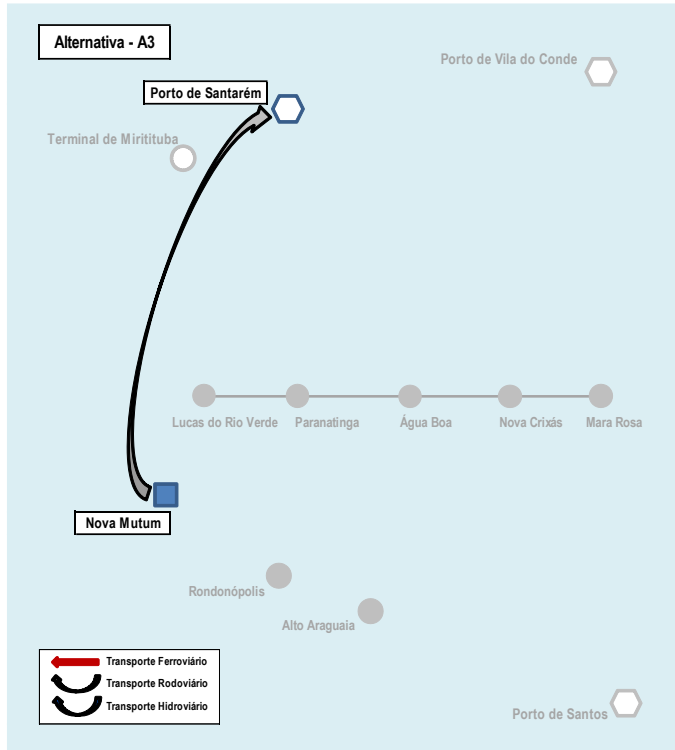


Figura 26 - Alternativa de Transporte - A2



**Figura 27 - Alternativa de Transporte – A3**



**Figura 28 - Alternativa de Transporte - A4**

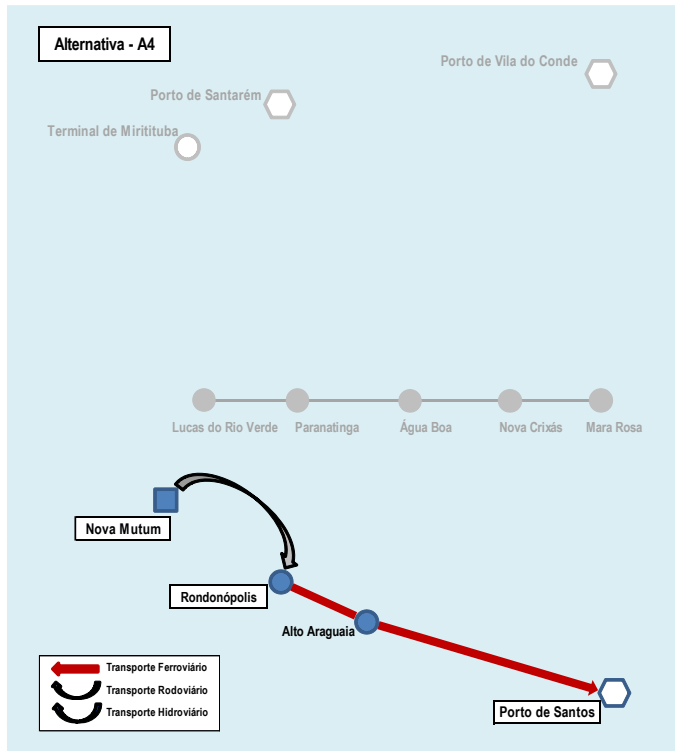


Figura 29 - Alternativa de Transporte - A5

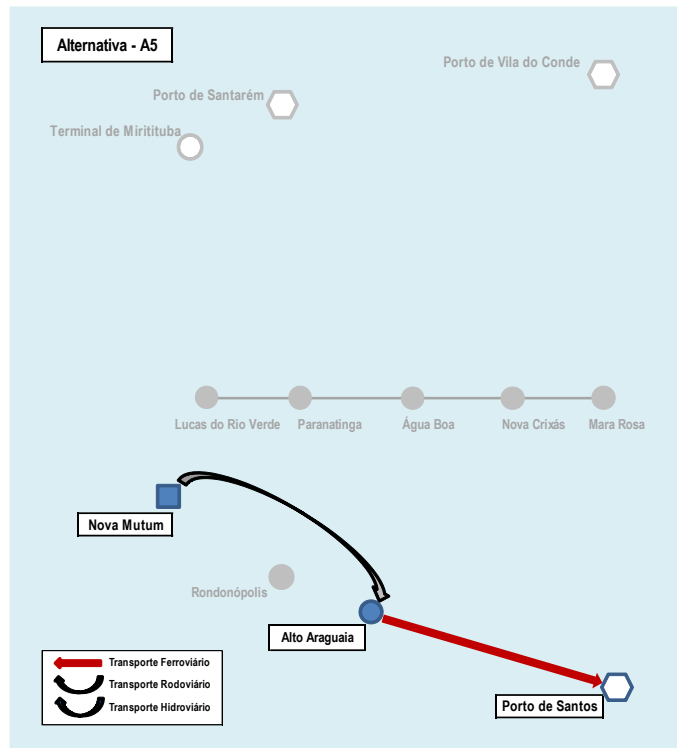
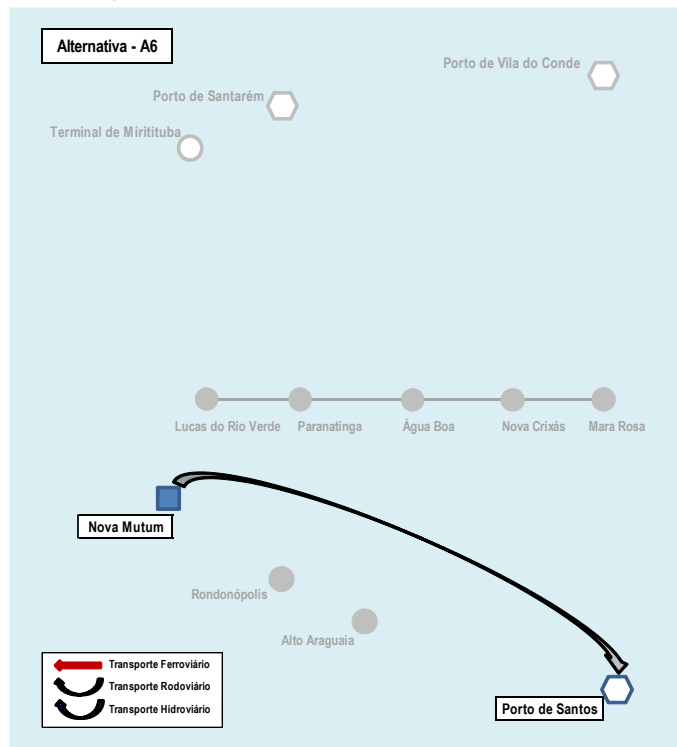


Figura 30 - Alternativa de Transporte - A6



Por sua vez, a alternativa envolvendo o transporte fluvial de Santarém até Vila do Conde não foi considerada explicitamente em virtude de apresentar custos totais de transporte significativamente superior aos custos das demais alternativas, em particular os custos do transporte ferroviário até Vila do Conde pela FICO e FNS.



Tomando como exemplo o embarque no polo de Lucas do Rio Verde, tem-se:

- Transporte Ferroviário até Vila do Conde  
Custo Total da Alternativa 1 (FICO/FNS) R\$ 249,64
- Transporte Rodoviário até Santarém e Hidroviário até Vila do Conde  
Rodoviário – Custo total da Alternativa 3 (BR-163) R\$ 237,69  
Hidroviário – 876 km a R\$ 0,0961/tkm R\$ 84,18  
Custo Total Lucas/Santarém/Vila do Conde R\$ 321,87

Observa-se que o custo da alternativa hidroviária é cerca de 29% superior ao custo do transporte ferroviário até Vila do Conde.

## 5 ESTUDOS OPERACIONAIS

### 5.1 Introdução

A Lei 11.772 / 2008, publicada no D. O. U. estabeleceu para a Ferrovia EF 354, para o trecho objeto deste estudo, uma extensão total em torno de 1.600 km, entre os Municípios de Vilhena no Estado de Rondônia e de Uruaçu no Estado de Goiás, fazendo intercâmbio neste município com o Tramo Sul da Ferrovia Norte Sul - FNSTS.

O projeto de expansão, de acordo com a Lei citada, prevê o desenvolvimento da ferrovia passando pelos municípios de Uruaçu (GO), Cocalinho (GO), Ribeirão Cascalheira (MT), Lucas do Rio Verde (MT) e Vilhena (RO).

#### 5.1.1 Objetivo do Estudo

O presente relatório tem por objetivo apresentar os estudos necessários para obtenção de dados e custos operacionais, de investimento em frota e instalações necessárias para a realização da Viabilidade Técnica Econômica e Financeira da Ferrovia EF – 354, apenas para o trecho de Mara Rosa (GO) a Lucas do Rio Verde (MT), neste estudo identificado como FICO 1, sendo o FICO 2, entendido como o trecho de Lucas do Rio Verde (MT) a Vilhena (RO).

**Neste estudo** foram considerados três cenários: o Cenário I 'SEM A FERROGRÃO', isto é, não está sendo admitida a construção da ferrovia em torno de 934km, ligando os Estados de Mato Grosso (Sinop) ao do Pará (Miritituba), o **Cenário II 'REPARTIÇÃO DOS FLUXOS**, isto é, está sendo admitida a construção da ferrovia em torno de 934km, ligando os Estados de Mato Grosso (Sinop) ao do Pará (Miritituba), entretanto, os fluxos de Lucas do Rio Verde e no entorno serão repartidos entre a 'FERROGRÃO' e a FICO 1, sendo mantidos os fluxos e volumes nos demais polos da FICO1 e o **Cenário III 'COM A FERROGRÃO'**, isto é, está sendo admitida a construção da ferrovia em torno de 934km, ligando os Estados de Mato Grosso (Sinop) ao do Pará (Miritituba), o que praticamente elimina os fluxos de Grãos de Lucas do Rio Verde para a FICO 1, reduzindo em parte os fluxos de Paranatinga e mantendo os volumes nos demais polos da FICO1.

Para atingir o objetivo em referência serão desenvolvidos os seguintes estudos:

- a) – **Consolidação dos Estudos de Mercado**, visando conhecer não só a demanda existente e o potencial dessa demanda a ser transportada por ferrovia, como destacar os recursos naturais já conhecidos que passarão a ter valor econômico a partir da implantação das ferrovias, cuja

exploração/lavra/beneficiamento/industrialização gerarão ganhos econômicos e sociais além de aumentar a carga potencial a ser transportada e estabelecimento das receitas previstas.

- b) - Estudos Operacionais**, que devem ser feitos em duas etapas, na primeira estabelecendo as definições iniciais do Projeto Operacional com base nas demandas calculadas pelos Estudos de Mercado e, na segunda, em paralelo com os Estudos de Engenharia, definindo as características básicas desse projeto para a alternativa viável, permitindo conhecer o custo operacional e dos investimentos em cada uma delas.
- c) – Demais Análises e Definição dos Custos do Projeto**, com base em informações das áreas de via permanente e dos sistemas de licenciamento de trens elaboração de análises e conceituação nas seguintes atividades:
- Localização e investimentos e os custos operacionais das instalações de apoio a manutenção da superestrutura e infraestrutura da via e dos sistemas, como as Inspetorias executivas, oficina de mecanização e estaleiro de solda;
  - Localização e investimentos e os custos operacionais do prédio da administração e CCO, bem como das despesas administrativas com a administração e seguros da ferrovia;
  - Definição dos investimentos na construção da ferrovia estabelecendo as etapas para a entrada em operação;
- d) – Estudos de Avaliação Técnica, Econômica e Financeira**, fornecimento de todos os dados dos investimentos e dos custos e despesas operacionais da ferrovia elaborando o fluxo de caixa para permitir a avaliação econômica e financeira da FICO 1.

#### 5.1.2 Extensões Básicas da EF-354 – FICO 1

Ficando estabelecido para a FICO 1 as seguintes localizações e extensões:

- a) **KM 0,00 - Marco do início da Construção da FICO 1** em Mara Rosa (GO);
- b) **KM 4,682 – Chave de entrada do Pátio Operacional da FICO 1 e de Intercâmbio com a FNS e início da Operação da FICO 1** em Mara Rosa;
- c) **KM 6,450 – Eixo do Pátio Operacional e de Intercâmbio em Mara Rosa** (onde os trens da FICO 1 e FNS iniciam ou enceram os seus percursos)
- d) **KM 185,890-Eixo do Polo de Carga de Nova Crixás e 179,440km** entre o Pátio de Intercâmbio em Mara Rosa (GO) e o Polo de Nova Crixás (GO);
- e) **KM 380,240 eixo do Polo de Carga de Água Boa e 194,350km** entre Polo de Nova Crixás (GO) e o Polo de Água Boa (MT);
- **KM 664,423, eixo do Polo de Carga de Paranatinga**, com uma extensão de 284,183km entre os Polos de Água Boa (MT) e o de Paranatinga (MT);

- **KM 886,751, eixo do Polo de Carga de Lucas do Rio Verde** (onde os trens da FICO 1 e da FICO 2 iniciam ou enceram os seus percursos), com uma extensão de **222,328km** entre os Polos de Paranatinga (MT) e o de Lucas do Rio Verde (MT);
- **KM 888,545, no Marco Divisório da FICO 1 com a FICO 2** em Lucas do Rio Verde (localização da chave de saída do polo);

Com base nas localizações citadas acima, estão sendo consideradas as seguintes extensões na FICO 1:

- **Construção da Via - 888,545km** (entre o KM 0,0 e a chave de saída do Polo de Lucas R. Verde);
- **Manutenção da Via, Implantação e Manutenção dos Sistemas de Licenciamento de Trens da Ferrovia – 883,863** (entre a chave de entrada do Pátio de Mara Rosa e a chave de saída do Polo de Lucas Rio Verde);

**Para o Dimensionamento Operacional – 880,301km** (entre o eixo do Pátio Operacional de Mara Rosa e o eixo do Polo de Lucas Rio Verde);

### 5.1.3 Condições Gerais Adotadas para a Construção da Ferrovia

#### 5.1.3.1 Características Gerais da Via

- a) Bitola de 1,60 m;
- b) Sentido Exportação – Lucas do Rio Verde a Mara Rosa; Sentido Importação Mara Rosa a Lucas do Rio Verde;
- c) Rampa máxima por trecho:  
  
KM 0,000 em Mara Rosa (GO) ao KM 888,544 do Polo de Lucas do Rio Verde (MT) – Rampa de 0,6% no sentido de exportação e de 1,45% na importação.
- d) Raio mínimo de 528m, na via principal e 150m nos pátios. Excepcionalmente 100m nos triângulos destinados a reversão das locomotivas;
- e) Capacidade de Suporte da Via - TB-32,5 (32,5 toneladas brutas por eixo) TB-360 para as OAE's;
- f) Trilhos TR-UIC 60 – Trilhos soldados com barras de 240m
- g) Dormentes – Monobloco de concreto protendido para bitola de 1,60m;
- h) Fixação - Grampo Elástico - Para trilhos TR-UIC 60;
- i) AMVs - Para trilhos TR-UIC 60, com aberturas de 1:14 otimizado, para a linha principal e 1:8, para as linhas internas dos terminais;
- j) Faixa mínima de domínio de 40 metros de cada lado a partir do eixo da ferrovia ou 10m a partir do off-set, o maior deles.

### 5.1.3.2 Prazos Previstos - Construção da Via e dos Desvios de Cruzamento

É de inteira responsabilidade da VALEC ou da Concessionária a construção da ferrovia, inclusive com os desvios de cruzamento previstos no Projeto, com início das obras estabelecido para janeiro de 2020.

Considerou-se que serão tomadas todas as providências durante o período de construção da ferrovia, inclusive para implantação das instalações dos usuários e dos sistemas de licenciamento dos trens, de modo que a operação da ferrovia seja iniciada na data prevista para a entrega da mesma. Os eventuais atrasos na implantação dos usuários e na estruturação da concessionária da ferrovia, estão considerados nas reduções ao atendimento total da demanda prevista nos primeiros anos de operação da mesma.

Estão previstos a seguir os prazos de construção e entrega dos trechos, pátio e polos de carga:

#### **Da Construção e Entrada em Operação dos Trechos e Pátios**

Além da construção da ferrovia será também de responsabilidade da VALEC ou da Concessionária, a implantação de todo o pátio ferroviário dos polos de carga, para a carga, descarga, recebimento, expedição de trens, manobras e a construção dos acessos rodoviários externos e internos para as instalações de manutenção da própria ferrovia e a reserva e desapropriação de áreas nos polos para os Usuários instalarem os seus sistemas de armazenagem, carga e descarga.

Serão de responsabilidades dos Usuários, entre outros, do pagamento da desapropriação das áreas, dos custos para a construção, dos acessos, do estacionamento de veículos rodoviários de carga e descarga, da instalação de armazéns, silos, moegas, sistemas de carga e descarga e transferência dos seus produtos no polo de carga.

De acordo com a programação de construção da ferrovia prevista pela Área da Engenharia e conforme será detalhada no decorrer dos estudos, a implantação da ferrovia, do pátio e dos polos de carga, com início em janeiro de 2020 e conclusão parcial em dezembro de 2022 e final em dezembro de 2024 e de acordo com as programações de implantação previstas no **Item 4.2.1** (Construção da ferrovia) e no **Item 4.4.2.2** (Implantação dos polos de carga) dos Estudos Operacionais, será realizada da seguinte forma:

#### **a) Janeiro de 2020 a dezembro de 2020**

- Serviços preliminares e diversos serviços para a implantação da ferrovia, ainda não envolvendo a implantação da superestrutura da via.

#### **b) Janeiro de 2021 a dezembro de 2021**

- Implantação de um trecho com 178,0 km, do Marco do início da construção da FICO 1 em Mara Rosa no KM 0,0 até o KM178,0 do trecho da FICO 1;

#### **c) Janeiro de 2022 a dezembro de 2022**

- Implantação de um trecho com 267,0 km, do KM178,0 ao KM445,0;
- Implantação do previsto para a 1ª Etapa das seguintes instalações:

- Pátio Operacional em Mara Rosa KM 6,450;
- Pátio ferroviário do Polo de Nova Crixás KM 185,890;
- Pátio ferroviário do Polo de Água Boa KM 380,800;

**d) Janeiro de 2023 a dezembro de 2023**

- Entrada em operação em janeiro de 2023, do trecho de KM 0,000 ao polo de Água Boa;
- Implantação de um trecho com 267,0 km, do KM445,0 ao KM712,0.

**e) Janeiro de 2024 a dezembro de 2024**

- Implantação de um trecho com 178,0km, do KM445,0 ao KM 888,54.

**j) Janeiro de 2025**

- Entrada em operação em janeiro, do trecho do KM 0,000 ao Polo de Lucas do Rio Verde.
- Implantação do previsto para a 1ª Etapa das seguintes instalações:
  - Pátio ferroviário do Polo de Paranatinga KM 664,423;
  - Pátio ferroviário do Polo de Lucas do Rio Verde KM 886,751

A programação de implantação dos polos de carga estabelecida acima permitirá aos usuários o início da implantação simultânea dos seus sistemas de carga e descarga dos seus produtos, dando viabilidade para a operação plena da ferrovia, logo após a sua construção dos trechos respectivos em 2023 e 2025.

## 6 ESTUDOS DE ENGENHARIA

Apresenta-se a seguir os principais aspectos técnicos do traçado referencial do estudo deste EVTEA.

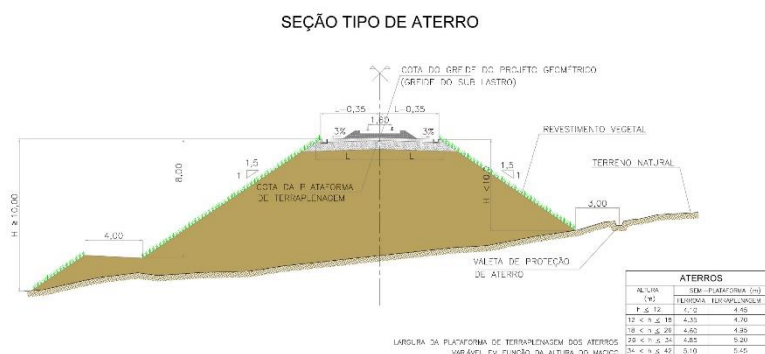
### 6.1 Parâmetros do Projeto

Consideram-se os seguintes parâmetros técnicos para o desenvolvimento dos Projetos Básicos:

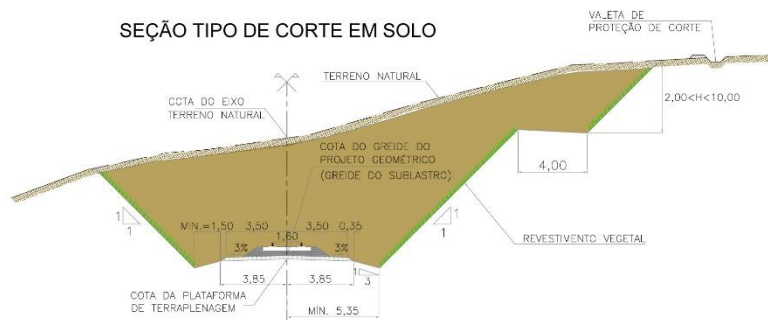
- Raio mínimo: 528,916m
- Rampas máximas compensadas: 0,6% (sentido exportação) e 1,45% (sentido importação);
- Bitola Larga: 1,60m;

- Tipo de trilho – UIC 60 kg/m
- Dormentes:
  - Monobloco de concreto na linha principal, nos AMV´s dormente de madeira;
  - Comprimento de 2,80m;
  - Taxa de dormentação de 1.670 unidades por quilômetro.
- Altura do lastro – 30 cm;
- Declividade transversal da plataforma de terraplenagem – 3%;
- Características dos pátios de cruzamento:
  - Uma linha com cerca de 2.000 m de comprimento total;
  - Largura de entrevia de 4,25 m;
  - AMV 1:14 otimizado na linha principal para os desvios e AMV 1:8 no pátio e para o desvio morto;
  - Intervalo médio de distância entre desvios de cruzamento/pátios de 20 km na fase final e até 40 km na fase inicial de operação da ferrovia;
  - Rampa máxima em desvios de cruzamento/pátios – 0,15%.
- Largura da plataforma de corte e de aterro em linha simples de 8,50 m;
- Largura da plataforma de corte e de aterro em desvio de cruzamento de 14,00m.

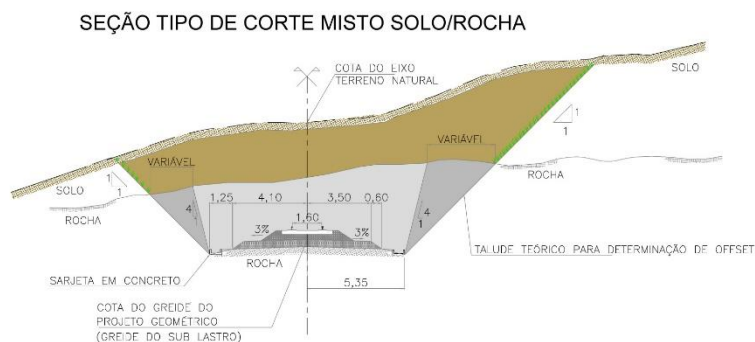
**Figura 1: Seção Transversal Tipo de Aterro**



Fonte: ENEFER Consultoria, Projetos Ltda., 2017.

**Figura 2: Seção Transversal Tipo de Corte**


Fonte: ENEFER Consultoria, Projetos Ltda., 2017.

**Figura 3: Seção Transversal Tipo de Pátios**


Fonte: ENEFER Consultoria, Projetos Ltda., 2017.

## 6.2 Estudo Geológico

### 6.2.1 Geologia Regional

Diversas unidades e formações geológicas são interceptadas pela FICO em seu percurso. Estes litotipos estão inseridos em diferentes contextos geotectônicos e presentes nos estados de Goiás e do Mato Grosso. No âmbito deste levantamento, as principais ocorrências foram descritas quanto a sua litologia e distribuição espacial e seguem discriminadas abaixo.

#### Geologia do Estado do Goiás

##### Complexo granito-gnáissico

##### Gnaisses Granodioríticos e Granito Gnaisses (Mesoarqueano)

Em uma ampla região próxima ao empreendimento, são esperados terrenos trondhjemíticos-granito-gnaisses, quase sempre indiferenciados, de idade mesoarqueana. Alguns blocos mais estudados são diferenciados, como por exemplo, o Bloco Anta, de natureza predominantemente granodiorítica, aflorando principalmente a oeste do *Greenstone* de Crixás, (SABÓIA, 1979). Elementos do Bloco Anta são descritos para área da ferrovia, próximas a sede no município de Crixás. Afloram na região gnaisses granodiorítico e granito gnaisses:

*A3agd, A3agr – Gnaisses do Bloco Anta.* São descritos granitoides, ortognaisses tonalíticos e granodioritos. Os granodioritos são porfíricos, com bandas leucocráticas a mesocráticas de coloração cinza, granulação média, fenocristais de K-feldspato, foliação milonítica. Os tonalitos, também possuem coloração acinzentada, variando de leucocráticos a mesocráticos com megacristais de K-feldspato em matriz de granulação média. São frequentes no bloco a injeção pegmatítica de composição granítica, diferenciado no mapa como: Aγ4 – Intrusões Graníticas.

### **Grupo Crixás (mesoarqueano)**

As rochas supracrustais arqueanas que ocorrem na região de Crixás recebem o nome de Grupo Crixás. Regionalmente esse grupo é descrito como uma sucessão de rochas vulcânicas ultramáficas, sobrepostas por basaltos almofadados e, por fim, sedimentos químicos e terrígenos, por vezes recobertos por vulcanismo piroclástico. Esses litotipos foram organizados em três formações, nominadas da base para o topo: Formação Córrego Alagadinho, Formação Rio Vermelho e Formação Ribeirão das Antas.

*A3θca - Formação Córrego Alagadinho* – Esperada na área de interesse do empreendimento, esta formação é regionalmente descrita como rochas ultramáficas provindas de lavas komatiíticas, com estruturas spinnifex e disjunções poliedrais preservadas. Em menor escala são observadas brechas de fluxo deformadas, com intercalações, xistos grafitosos, formações ferríferas, metacherts carbonosos e ferríferos, anfíbolitos e hidrotermalitos (LACERDA FILHO et al., 2000).

*A3βrv - Formação Rio Vermelho* – Estratigraficamente acima da Formação Córrego Alagadinho, esta formação é descrita como uma sucessão de metabasaltos toleíticos, caracterizado pelas estruturas do tipo pillow lavas, além de amígdalas e variolitos, transformados em anfíbolitos e anfíbólio xistos. Estes litotipos são intercalados com metavulcânicas intermediárias, xistos diversos, formações ferríferas, biotititos e turmalinitos (LACERDA FILHO et al., 2000).

*A3ra - Formação Ribeirão das Antas* – Compendo o topo do grupo, esta formação é caracterizada por rochas metassedimentares e vulcânicas piroclásticas. São descritos metagrauvacas, clorita sericita xistos, biotita-clorita xistos, clorita quartzo xistos, xistos carbonosos, quartzitos, quartzitos carbonosos, metacherts carbonosos e ferruginosos, rochas carbonáticas (dolomitos e calcários) e calcixistos, metavulcano-clásticas aluminosas e intermediárias, metacherts ferruginosos e manganésíferos, e hidrotermalitos subdividido em unidades: Grafitosa, Grafitosa Manganésífera e Grauvaqueana. De forma subordinada derrames komatiíticos (LACERDA FILHO et al., 2000).

### **Greenstone Belts**

#### **A3sc – Complexo Serra de Santa Cruz (Mesoarqueano)**

Este complexo é formado por uma estrutura dômica, próxima à cidade de Campos Verdes/GO. O domo possui cerca de 36km<sup>2</sup>, constituída por Biotita gnaisses com bandas centimétricas a decimétricas de coloração acinzentada, eventualmente contendo granada e hornblenda, cercado por rochas metassedimentares proterozóicas da Sequência Santa Terezinha de Goiás. A biotita gnaisse apresenta granulação fina, textura milonítica, com sigmóides bem-pronunciados, e metamorfismo de fácies anfíbolito (DE SORDI, 2007).



#### A4h – Complexo Hidrolina (Neoarqueano)

O complexo é interpretado como resultado de intensas fases de deformação e remobilização da crosta inferior do *Greenstone Belts* Goiano, resultando em uma estrutura diapírica, composta por rochas granitoides, gnáissicas e migmatíticas, contendo xenólitos de rochas máficas e ultramáficas. Há uma grande variedade petrográfica no grupo, apresentando litotipos indo da composição básica à granítica, com estruturas variando de iso a anisotrópicas. São esperados Biotita-quartzo-microclínio-plagioclásio gnaiss, Biotita-horblenda-plagioclásio gnaiss, Biotita-plagioclásio gnaiss e Muscovita-gnaiss biotítico (MONTALVÃO, 1985). Em uma pequena porção da área de estudo, a fácies básica formada por Granada Anfibolito (A4hb) é discriminada por se apresentar na escala do mapeamento.

#### **Terreno granito *greenstone***

##### PP2γ1pm – Suíte Pau de Mel (Paleoproterozoico)

Esta suíte intrusiva é formada por um corpo granítico muito deformado, localizado próximo à sede do município de Estrela do Norte e se encontra encaixada nas rochas do Grupo Serra da Mesa/Serra Dourada. Regionalmente é descrito para essa unidade biotita granitos de coloração cinza, granulação média, com orientação e foliação milonítica marcada pelo alongamento dos cristais de quartzo e feldspato. De forma subordinada são esperados pegmatitos compostos essencialmente por quartzo, feldspato e muscovita (VIANA *et al.*, 1995).

#### **Complexo granulítico de Uruaçu**

##### PP2c – Sequência Campinorte (Paleoproterozoico)

Sequência composta por depósitos vulcano-sedimentares, muito retrabalhados, que ocorrem em uma faixa restrita próxima à sede do município de Campinorte/GO. De forma geral, são descritas para essa sequência metapsamitos (quartzito, muscovita quartzito e quartzo-mica xisto), metapelitos (muscovita xisto, clorita-muscovita xisto com ou sem granada, clorita-biotitacarbonato xisto, muscovita-quartzo xisto e, subordinadamente, xistos carbonosos) e rochas metassedimentares químicas (gondito e metachert). Ainda podem ser avistados, de forma esparsa, metavulcânicas ácidas a intermediárias em camadas lenticulares de dimensões variáveis intercaladas. Os litotipos vulcânicos mais representativos dessa unidade são rochas piroclásticas ácidas, riolitos e riolacitos porfiríticos, com raras intercalações de metaultramáficas (talco-clorita xisto, anfibólio xisto, actinolitos) (OLIVEIRA *et al.*, 2007). Na área de interesse do empreendimento são diferenciados 3 litofácies desta sequência Vulcano sedimentar: PP2c1 – Metavulcano-sedimentar; PP2c2 – Metavulcânicas félsicas e PP2c3 – Metaultramáficas.

##### NPgu – Complexo Uruaçu (Neoproterozoico)

Este complexo é formado por gnaisses para e ortoderivados, metamorfizados em alto grau (fácies anfibolito a granulito), com exposição entre as cidades de Uruaçu e Campinorte, estando na maioria das vezes recoberto pelas rochas do Grupo Serra da Mesa. Segundo Oliveira *et al.* (2007) o litotipo dominante é o kinzigito de granulação média e tonalidade cinza esverdeado. Há um forte bandamento destacado pela alternância de níveis de granada almandínica e níveis constituídos em maior proporção de cordierita e silimanita. Ainda associado ao complexo são descritos importantes unidades de biotita gnaisses em associados complexas e difusas, além de pequenos fragmentos de metaultrabásicas (talco

xisto, clorita-talco xisto, clorita-actinolita xisto).

Associado a área de estudo são esperados unidades: NPgu1 – Uruaçu 1: com predominância de Biotita gnaisses e Metaultramáficas; e NPgu2 – Uruaçu 2: com predominância de Sericita xisto, Formações ferríferas bandadas e migmatitos.

### **Faixa Brasília**

Grupo Serra da Mesa (Paleo – Mesoproterozoico)

Este grupo está relacionado aos metassedimentos paleo/mesoproterozoicos que ocorrem no segmento setentrional da Faixa Uruaçu. São esperados nesta porção xistos feldspáticos, mica xistos, quartzitos, calcixistos, calcários e mármores, distribuídos amplamente na região norte de Goiás. Regionalmente esse grupo é descrito de forma indivisa ou subdividido em duas unidades, informalmente identificadas como Unidades A e B. Na área de estudos são esperadas as unidades individualizadas:

*PP4msa – Unidade A* – Nesta unidade são esperados sericita quartzitos, quartzitos arcossianos e metaconglomerados intraformacionais, preferencialmente orientados segundo a direção E-W, com mergulhos fracos. Os metaconglomerados intraformacionais ocorrem em lentes de espessuras variadas, intercalados nos quartzitos. São formados por clastos de quartzo, quartzitos e quartzitos ferruginosos bandados. Ainda associado aos conglomerados são descritos, localmente, a presença de ouro e diamante, cuja fonte foram principalmente, as litologias do *Greenstone Belt* de Goiás e do embasamento arqueano (LACERDA FILHO et al., 2000).

*PP4msb – Unidade B* – Esta segunda unidade é composta por clorita-quartzito-sericita xisto, com intercalações de quartzitos finos e micáceo, granada-clorita-muscovita xisto, granada-clorita-quartzo xisto, cianita-granada-muscovita-biotita xisto, magnetita-sericita xisto e turmalina-sericita-quartzo xisto, que geralmente ocorrem como faixas estreitas, paralelizadas, por tectônica dúctil-rúptil, com a Unidade A (LACERDA FILHO et al., 2000).

### **Sequência metavulcano-sedimentar**

NP1γ1gn – Ortognaisses do Oeste de Goiás (Neoproterozoicos)

Esta unidade é formada por terrenos granitóites gnáissicos neoproterozoicos que ocorrem entre Bom Jardim/GO e Jaupaci/GO, e se estendendo para norte até a região de Mara Rosa e Porangatu. Estes ortognaisses apresentam natureza cálcica a calcialcalina, coloração acinzentada a rosada, granulação média a grossa, textura granoblástica a porfirítica. Os bandamentos são formados por níveis máficos ricos em hornblenda e biotita, e níveis félsicos formadas por quartzo e feldspato, ambos intensamente cisalhados e deformados (PIMENTEL & FUCK, 1992).

NP1mr – Sequência de Mara Rosa (Neoproterozoico)

Os litotipos pertencentes as estas sequências afloram entre as cidades de Santa Terezinha de Goiás, Mara Rosa e Porangatu. Regionalmente essa unidade é composta por faixas metavulcânicas e metassedimentares separadas por terrenos gnáissicos (metatonalítica a metagranodiorítica), metamorfizados em fácies xisto-verde alto a anfibolito. Pela separação provocada pelas rochas graníticas a sequência foi subdividida em 6 unidades informais identificadas de Mara Rosa 1 até Mara Rosa 6 (RIBEIRO FILHO, 1981). Na área do empreendimento são esperados apenas as unidade Mara Rosa 1, Mara Rosa 3 e Mara

Rosa 4.

*NP1mr1 – Mara Rosa 1* – Essa unidade é caracterizada por quartzitos com lentes de moscovita xistos, cisalhados (RIBEIRO FILHO, 1981).

*NP1mr3 – Mara Rosa 3* – São descritos para esta unidade clorita-quartzo xistos, magnetita-pirita-clorita xistos, calciclorita-xistos, granada-clorita-quartzo xistos, formações ferríferas, sericita quartzitos com magnetita e turmalinitos. Localmente há lentes de ultramáficas talcificadas portadoras de mineralizações de esmeralda (RIBEIRO FILHO, 1981).

*NP1mr4 – Mara Rosa 4* – Esta unidade apresenta rochas metavulcânicas máficas (anfíbolitos e anfibólio xistos) com intercalações de metatufos máficos a felsicos, lapilitufos, granada-magnetita xistos, granada-clorita xistos, quartzitos finos, clorita-quartzo xisto, muscovita-quartzo xisto, formações ferríferas manganíferas e metassedimentos carbonosos com rochas ultramáficas subordinadas (RIBEIRO FILHO, 1981).

NP2stg – Sequência Santa Terezinha do Goiás (Neoproterozoico)

A sequência em questão engloba uma grande variedade de rochas supracrustais e materiais derivados de atividades vulcânica (derrames e piroclásticas), além de depósitos sedimentares incorporados aos produtos epiclásticos. Devido à ampla distribuição dessas rochas e da possibilidade de delimitação cartográfica dessas exposições foram individualizadas diversas unidades, em que a predominância petrográfica ou que os elementos definidores guardem grande semelhança entre si (FUCK *et al.*, 2007). Assim na área do empreendimento foram observadas oito unidades atribuídas a esta sequência metavulcano-sedimentar:

*NP2stg1 – Metavulcânicas* – Esta unidade é representada por anfíbolitos finos cinza escuros e epidoto anfíbolitos; meta-andesito pórfiro e blocos de epidoto. De maneira esporádica são observados anfíbolitos médios a grosso, possível resultado de pequenos corpos intrusivos. Estes são intercalados com frequência por camadas decimétricas e métricas de muscovita-hornblenda xisto, hornblenda-granada-muscovita xisto, epidoto-biotita xisto e muscovita quartzito (FUCK *et al.*, 2007).

*NP2stg1a – Anfíbolito xisto* – Os anfibólitos xistos são cinzas esverdeados claros a médios, possuindo porfiroblastos milimétricos a centimétricos de hornblenda, por vezes acompanhados de fenoblastos de granada, em matriz xistosa (formada de muscovita, biotita, anfibólio, quartzo, plagioclásio e epidoto) (FUCK *et al.*, 2007).

*NP2stg2 – Muscovita-clorita xisto* – Esta unidade possui grande variação petrográfica incluindo, muscovita-clorita xisto, clorita-muscovita xisto, clorita-quartzo xisto, biotita-muscovita-clorita xisto, granada-muscovita-clorita xisto, magnetita-muscovita-clorita xisto. São esperados ainda, intercalações de biotita xisto feldspático, anfibólio xisto e anfíbolito, possuindo de forma subordinada, intercalações de clorita-tremolita xisto e de rochas feldspáticas (FUCK *et al.*, 2007).

*NP2stg3 – Xisto feldspático* – Na porção mais ocidental da sequência afloram Muscovita-biotita xistos feldspáticos que, quando frescos, possuem coloração cinza média a escura, passando a saprolitos avermelhados e amarelados nos perfis de intemperismo. A textura é lepidoblástica, podendo alternar-se com domínios granoblásticos (FUCK *et al.*, 2007).

*NP2stg3a – Muscovita xisto* – Esta unidade é representada por muscovita xistos e muscovita-quartzo xistos. São esperados, com distribuição localizada, porfiroblastos milimétricos de granada, associados a lentes decimétricas a métricas de quartzito e quartzito micáceo. Regionalmente ainda são descritos associados a esta unidade intercalações de xistos feldspáticos. A coloração é cinza claro a branco, com textura lepidoblástica e feições miloníticas (FUCK *et al.*, 2007).

*NP2stg3q – Muscovita quartzito* – Esta litofácia ocorre intercalada aos xistos feldspáticos (NP2st3). São descritos quartzitos finos a médios, de cor branca a creme amarelada, que podem conter proporções elevadas de muscovita, passando a muscovita-quartzo xistos (FUCK *et al.*, 2007).

*NP2stg4 – Clorita-muscovita-quartzo xisto* – Esta unidade apresenta xistos com acentuada variedade mineralógica e petrográfica. São descritos proporções variadas de quartzo, muscovita e cloritas, sendo que as variedades mais ricas em clorita incluem clorita-quartzo xisto, muscovita-clorita xisto, clorita xisto, cloritito, magnetita-clorita xisto e carbonato-clorita xisto. Além destas litofácies são esperadas camadas ricas em talco, constituídas por talco xisto, clorita-talco xisto, clorita-carbonato-talco xisto e carbonato-talco xisto, derivadas de rochas ultramáficas (FUCK *et al.*, 2007).

*NP2stg5 – Biotita xisto feldspático* – Esta unidade perfaz uma estreita faixa de envolve o Domo de Santa Cruz (A3sc). São regionalmente descrito para essa região grandes matacões de muscovita-clorita-quartzo xisto (principalmente próximos ao domo) e xistos ricos em hornblenda e epidoto. Esse xisto tem sido interpretado como retrabalhamento do próprio Domo de Santa Cruz (FUCK *et al.*, 2007).

### **Intrusões máficas-ultramáficas**

#### **Suíte Gabro-Diorítica de Amaralina (Neoproterozoico)**

Esta suíte é caracterizada por um conjunto de corpos plutônicos, sin a pós-tectônicos, de natureza básica a intermediária, composição diorítica e presentes na região de Mara Rosa, Amaralina e Alto Horizonte. Os dioritos possuem coloração cinza esverdeado, granulação média a grossa e textura granular a granular hipidiomórfica (LACERDA FILHO *et al.*, 2000). Na região do empreendimento é descrito apenas um corpo subdividido desta suíte, que por possuir distribuição espacial em escala do mapeamento, foi individualizado.

*NP3δamg – Rochas Máficas* – Esta litofácies é formada por corpos gabróicos expostos principalmente próximos ao povoado de Posselândia. Regionalmente são descritos para este corpo afloramentos de gabros, gabros anortosíticos e noritos, com cor variando do cinza esverdeado ao cinza escuro, granulação fina a grosseira, estrutura maciça e textura granular.

### **Granitóides sin-tectônico (Neoproterozoico)**

#### **NP3γ1gnt – Gnaisses Tonalítico**

Este granitoide possui composição tonalítica, sendo constituído por biotita-hornblenda gnaiss e epidoto-hornblenda gnaiss, de cor cinza, granulação média a grossa. É observado por vezes um bandado de biotitas, epidotos e anfibólios, alternadas com bandas dominadas por quartzo e plagioclásio. Foram também encontrados vários corpos intrusivos de granito, geralmente gnaissificados ou milonitizados (MOREIRA *et al.*, 2008).

### NP3γ2 – Complexo Granítico Sin-tectônico

São intrusões graníticas cálcio-alcálicas associadas à evolução do Arco Magmático de Goiás. As intrusões ocorrem como batólitos e stocks de biotita granitos, raramente granodioritos, com bordas milonitizadas e núcleos com textura porfirítica preservada (MOREIRA *et al.*, 2008).

### NP3γ2bgr - Biotita Granito Milonítico

Esta unidade é correlacionada ao granito milonítico que ocorre ao longo da zona de cisalhamento que separa os gnaisses tonalíticos e clorita-quartzo xistos da Sequência Santa Terezinha de Goiás. O granito está intensamente cisalhado, possui K-feldspato ocelar centimétrico e preserva parte da textura porfirítica original (MOREIRA *et al.*, 2008).

### NP3γ2ch – Suíte Intrusiva Chapada

São descritos para esta unidade granitos intrusivos de diversos tamanhos localizados na porção norte do estado de Goiás. Os litotipos são predominantemente tonalíticos, com granulometria média a grossa, foliação incipiente e auréolas de metamorfismo de contato com sillimanita (MOREIRA *et al.*, 2008).

### NP3γ3am – Suíte Amarolândia

São pequenos corpos intrusivos de tonalitos pouco ou não deformados. Os litotipos apresentam macroestrutura isótropa a ligeiramente foliada, granulação média e tonalidade mosqueada de branco e cinza escuro (OLIVEIRA *et al.*, 2007).

### NP3μ - Rochas Metamáfico-Ultramáficas

Esta unidade é composta por corpos ovalados que ocorrem principalmente no interior de ortognaisses tonalíticos, a nordeste de Santa Terezinha de Goiás. Associado a esta unidade são descritos como matacões de talco xisto, clorita-talco xisto e actinolita-tremolita xisto (MOREIRA *et al.*, 2008).

### NP3c – Unidade Cianitito

Esta unidade é composta por cianita quartzito, cianitito, muscovita-cianita-quartzo xisto e tipos associados, como fragmentos de anfíbolito, muscovita quartzito, granada-muscovita xisto, muscovita-cianita-plagioclásio xisto, roscoelita cianitito, cianitito brechóide, além de veios de quartzo sacaróide a hialino (OLIVEIRA *et al.*, 2007).

## **Coberturas fanerozoicas**

### NQdl -Coberturas Detrito-Lateríticas Ferruginosas (Cenozoico)

Corresponde à cobertura detrito-lateríticas que ocorre numa extensa área aplainada, com interflúvios tabulares e associada a pequenas elevações dominadas pelo horizonte concrecionário do perfil laterítico. Na região mais plana predominam os solos argilo-arenosos de tonalidade vermelha, ricos em concreções ferruginosas. Nas encostas aparecem os horizontes mosqueados, podendo estar recobertos por colúvios/alúvios areno-argilosos (LACERDA FILHO *et al.*, 2004).

## Formação Araguaia (Cenozoico)

Esta formação corresponde aos sedimentos cenozoicos que ocorrem no vale do Rio Araguaia. Regionalmente é descrito um conglomerado basal, recobertos por siltes e areia siltosa, inconsolidados e mal selecionados de derivação continental. A formação foi individualizada em duas fácies: Fácies Terraços Aluvionares e Fácies Depósitos Aluvionares, ambos presentes na área de estudo.

*Qag1 – Fácies Terraços Aluvionares* – Esta unidade é constituída de sedimentos siltico-argilosos e arenosos, semiconsolidados, tendo conglomerado basal parcialmente laterizado (LACERDA FILHO *et al.*, 2004).

*Qag2 – Fácies Depósitos Aluvionares* – Unidade formada por sedimentos argilo-siltico e arenosos, inconsolidados, flúviolacustroso, acumulados nas depressões neotectônicas que ocorreram no Vale do Rio Araguaia (LACERDA FILHO *et al.*, 2004).

### Q2a - Depósitos Aluvionares

Os depósitos em questão são caracterizados por sedimentos inconsolidados, em sua maioria arenosos, com níveis de cascalhos e lentes de material silto-argiloso. Sua distribuição espacial está sempre correlata às calhas dos cursos d'água de maior porte, encaixados tanto no embasamento cristalino como nos depósitos terciários, compreendendo basicamente sedimentos aluviais (LACERDA FILHO *et al.*, 2004).

## Geologia do Estado do Mato Grosso

### Grupo Cuiabá (neoproterozóico)

O Grupo Cuiabá constitui uma sequência de metassedimentos dobrados que integra a unidade tectônica denominada de Faixa Paraguai. Este grupo é regionalmente dividido em oito subunidades litoestratigráficas que se sobrepõe, contendo filitos e metarenitos na base, sotapostos por metarcóseos, filitos e arenitos (com lentes de mármore), passando por metaconglomerados, filitos sericíticos, filitos conglomeráticos e metadiamicritos, por fim, recobertos por mármore calcítico e dolomítico margas e filitos sericíticos. Na área do empreendimento, contudo, o grupo se apresenta de forma indiferenciada (LACERDA FILHO *et al.*, 2004).

*NPcui - Subunidade Indivisa* – Neste contexto é descrito regionalmente para o grupo quartzitos, metarenitos, filitos e filitos conglomeráticos. Rochas vulcânicas máficas, sedimentos químicos (BIF e chert) e camadas de filitos carbonosos.

### Grupo Alto Paraguai

Este grupo ocorre na região centro-sul do Estado de Mato Grosso, estando relacionada a unidade geomorfológica da Província Serrana. Regionalmente este grupo é subdividido em três formações denominadas de: Araras, Raizama e Diamantino (LACERDA FILHO *et al.*, 2004). Na região de interesse do empreendimento afloram apenas litotipos da Formação Diamantino.

### Np3di – Formação Diamantino (Neoproterozoico)

Esta formação referindo-se aos arcóseos que ocorrem nas bordas do Planalto dos Parecis em contato gradacional com os folhelhos da Formação Sepotuba. Regionalmente são

esperados para sua seção basal intercalações de folhelhos, siltitos arcoseanos e arcóseos, passando para pelitos com estratos plano-paralelos, e sequências de arenitos arcoseanos avermelhados, localmente com intercalações de argilitos e siltitos (LACERDA FILHO *et al.*, 2004).

### **Coberturas fanerozoicas**

#### **N1r - Formação Ronuro (Cenozoico)**

Esta cobertura aflora na porção leste da Bacia dos Parecis, recobrimdo em contato discordante as formações paleozoicas. São descritos para esta unidade sedimentos pouco consolidados, representados por areia, silte, argila e cascalho, além de lateritas (LACERDA FILHO *et al.*, 2004).

#### **Dpg – Formação Ponta Grossa (Paleozoico)**

Esta formação é constituída por folhelhos cinza, intercalações de arenitos finos depositados sob a ação de ondas em uma plataforma rasa. Próximo à região de interesse do empreendimento esta formação é descrita como sendo uma sequência de folhelhos e siltitos, com cores variando de cinza a cinza-esverdeada, formando a base da unidade, passando para o topo, para intercalações de arenitos finos a muito finos, micáceos, feldspáticos e estratificados, de cor branca, marrom ou esverdeados (LACERDA FILHO *et al.*, 2004).

#### **Bacia do Parecis (Mesozoico)**

Esta é uma das bacias intracratônicas brasileiras, localizada na região centro oeste. Seus principais acúmulos são sedimentos paleozoicos, mesozoicos e cenozoicos, essencialmente siliciclásticos, podendo conter de forma subordinada calcários e evaporitos. Na região do empreendimento são esperadas duas formações correlatas a esta bacia, a Formação Salto das Nuvens e a Formação Utiariti.

*K2sn – Formação Salto das Nuvens* – Está formação é caracterizada pela base formada por conglomerados de matriz argilo-arenosa intercalados por lentes de arenitos vermelhos. Este conglomerado é recoberto por arenitos imaturos com estratificação cruzada de médio porte, contendo seixos e calhaus de diversos litótipos. No topo da sequência são descritos arenitos bimodal bem laminado e com estratificação cruzada de grande porte (LACERDA FILHO *et al.*, 2004).

*K2ut – Formação Utiariti* – Para esta formação são descritos os arenitos quartzosos da seção de topo do grupo Parecis. A coloração é variada, apresentando tons de amarelo, roxo e vermelho, presentes em bancos com bases irregulares, maciços ou localmente com estratificação cruzada de pequeno porte ou plano-paralela. A granulometria varia de fina a média, podendo localmente ser grossa (LACERDA FILHO *et al.*, 2004).

#### **NQdl - Coberturas Detrito-Lateríticas Ferruginosas (Cenozoico)**

Corresponde à cobertura detrito-lateríticos que ocorre numa extensa área aplainada, com interflúvios tabulares e associada a pequenas elevações dominadas pelo horizonte concrecionário do perfil laterítico. Na região mais plana predominam os solos argilo-arenosos de tonalidade vermelha, ricos em concreções ferruginosas. Nas encostas aparecem os horizontes mosqueados, podendo estar recobertos por colúvios/alúvios areno-argilosos (LACERDA FILHO *et al.*, 2004).

## Formação Araguaia (Cenozoico)

Esta formação corresponde aos sedimentos cenozoicos que ocorrem no vale do Rio Araguaia. Regionalmente é descrito um conglomerado basal, recobertos por siltes e areia siltosa, inconsolidados e mal selecionados de derivação continental. A formação foi individualizada em duas fácies: Fácies Terraços Aluvionares e Fácies Depósitos Aluvionares, ambos presentes na área de estudo.

*Qag1 – Fácies Terraços Aluvionares* – Esta unidade é constituída de sedimentos siltico-argilosos e arenosos, semiconsolidados, tendo conglomerado basal parcialmente laterizado (LACERDA FILHO *et al.*, 2004).

*Qag2 – Fácies Depósitos Aluvionares* – Unidade formada por sedimentos argilo-siltico e arenosos, inconsolidados, flúviolacustroso, acumulados nas depressões neotectônicas que ocorreram no Vale do Rio Araguaia (LACERDA FILHO *et al.*, 2004).

### Q2a - Depósitos Aluvionares (Quaternário)

Os depósitos em questão são caracterizados por sedimentos inconsolidados, em sua maioria arenosos, com níveis de cascalhos e lentes de material silto-argiloso. Sua distribuição espacial está sempre correlata às calhas dos cursos d'água de maior porte, encaixados tanto no embasamento cristalino como nos depósitos terciários, compreendendo basicamente sedimentos aluviais (LACERDA FILHO *et al.*, 2004).

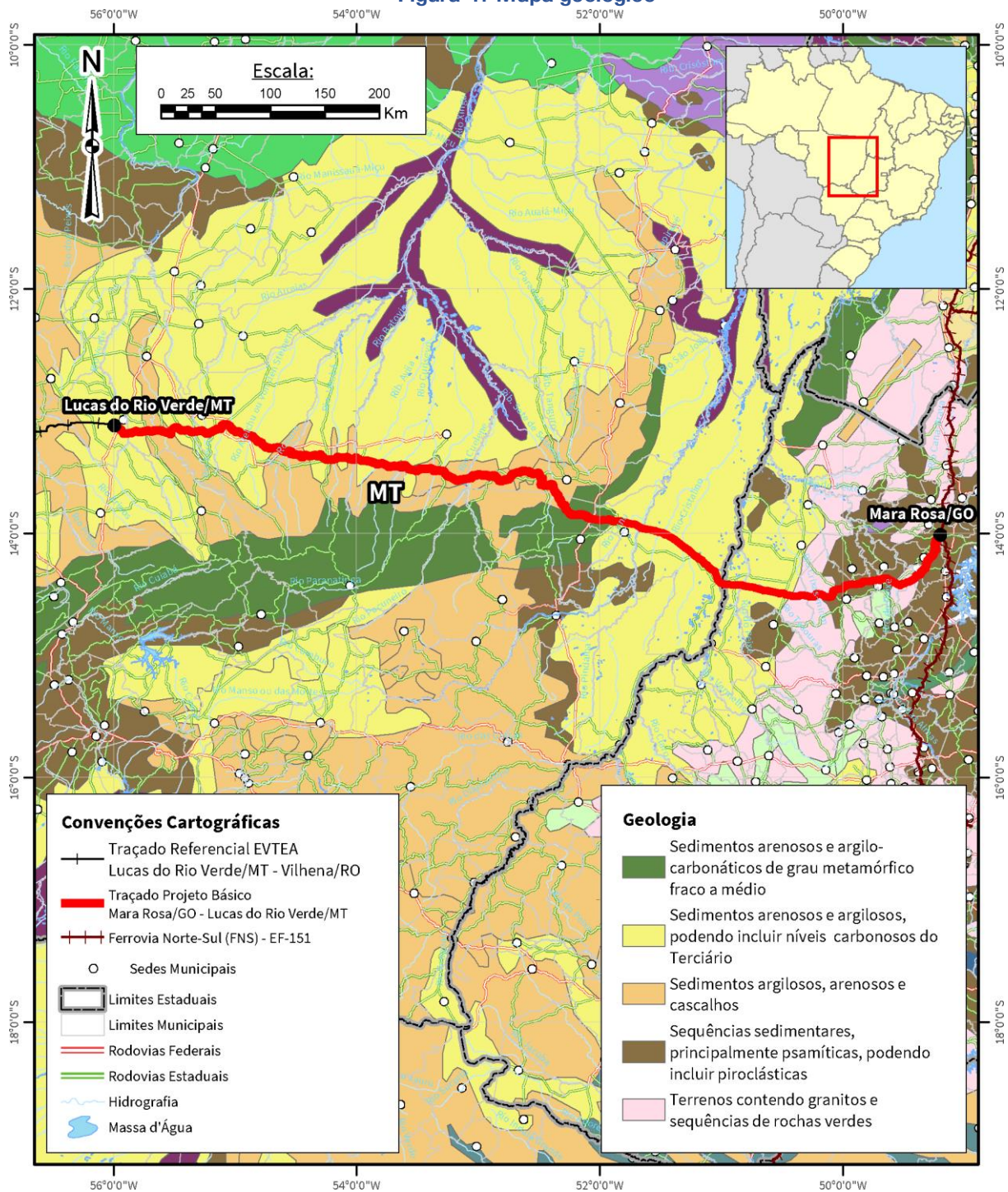
## 6.2.2 Geologia Local

Com base nos dados de sondagens do Projeto Básico da Ferrovia de Integração Centro-Oeste – FICO e em inspeções de campo, ressalta-se que ao longo do eixo ferroviário grande parte das rochas encontram-se recobertas por sedimentos atuais, englobando os depósitos aluvionares e os solos resultantes da alteração de tais rochas, desta forma constituindo uma cobertura média da ordem de 7,0m aproximadamente, seguida de uma transição entre a camada de solo e rocha alterada e fraturada da ordem de 2,0m. Ocorrem casos de espessuras de solos maiores bem como afloramentos de topos rochosos constituindo exceções, ou seja, dominando sobremaneira na região solo e rocha alterada e fraturada cobrindo o maciço rochoso.

Abaixo é apresentado o Mapa Geológico da região com as unidades geológicas cruzadas pelo eixo ferroviário.



Figura 4: Mapa geológico



Fonte: CPRM, (Elaboração: ENEFER, 2018).

### 6.2.3 Geomorfologia e Topografia

Toda extensão da ferrovia transpassa diferentes compartimentações geomorfológicas associados a diferentes contextos geológicos, com destaque para os relevos impressos sobre a região dos Crátons Neoproterozoicos, Cinturões Móveis Neoproterozoico, Faixas de Dobramentos e Coberturas Metassedimentares, Bacias Sedimentares e Coberturas Inconsolidadas e Depósitos Sedimentares Quaternários:

### **Cratons neoproterozoicos**

#### Complexo Serrano Moinho-Dourada

Esta região está inserida no contexto do Planalto Central Goiano estando limitado a oeste pela Depressão do Araguaia e a Norte pela Depressão do Tocantins. A região serrana está impressa sobre as intrusões graníticas locais, das quais se destaca a Serra Dourada, uma grande estrutura braquianticlinal de orientação N-S, com cotas próximas à 800m. As dissecções são predominantemente aguçadas, espaçadas e profundas, podendo ocorrer localmente formas tabulares e convexas (*hogbacks*) (BRASIL, 1981).

#### Depressão Intermontana das Bacias dos Rios Crixás-Açú

A depressão intermontana dessas bacias é correlata ao planalto divisor do Araguaia-Tocantins, sendo evidenciada pelos paredões íngremes que conectam subunidades, com destaque para o piso regular e plano para as depressões. Nesta região o relevo é caracterizado pelas formas amplas e tabulares, pontões dispersos, dissecção suave efetuada por canais de drenagens incipientes. Em poucas regiões a dissecção se torna mais intensa, com interflúvios de menores dimensões originando formas convexas (BRASIL, 1981).

### **Cinturões móveis neoproterozoicos**

#### Superfície Intermontana Uruaçu-Ceres

Essa unidade de relevo ocorre na área do empreendimento apenas próximo a sede do município de Campinorte/GO. Regionalmente essa unidade é formada por terrenos rebaixados em relação às serras da circunvizinhança, com pequena variação altimétrica e cotas máximas de aproximadamente 750m. O relevo é plano, com formas amplas e tabulares. Apenas próximo aos maiores rios (a exemplo do Rio Maranhão) a dissecção é mais forte e a unidade passa a ter formas convexas (BRASIL, 1981).

### **Faixa de dobramentos e coberturas metassedimentares**

#### Depressão do Alto Araguaia

Regionalmente essa unidade está relacionada ao relevo que se desenvolve sobre uma grande variedade de rochas pré-cambrianas, especialmente terrenos granito-gnaisses. É observada para essa porção do território uma regularidade de cotas altimétricas (entre 200 e 300m) e uma rede de drenagens com contínua deposição fluvial dando origem a planícies e terraços. O limite da unidade com o Planalto do Alto Tocantins-Paranaíba é irregular, o que resulta em uma grande quantidade de relevos residuais, com reentrâncias e saliências mascaradas por pontões (NASCIMENTO, 1991).

#### Depressão Interplanáltica de Paranatinga

Esta unidade de relevo é marcada pelo relevo rebaixado, correlato à depressão existente entre posicionada as cristas alongadas da Província Serrana e os Planaltos dos Parecis e dos Guimarães. A dois domínios distintos associados a essa compartimentação geomorfológica. O primeiro domínio é formado por terrenos com altimetria mais baixa que correspondem à depressão propriamente dita. Neste trecho as cotas variam entre 450-500m, com relevo pouco dissecado e drenagens com fraco entalhamento. O segundo domínio é representado por patamares que formam degraus inclinados para norte, de

origem estrutural e relevo assimétrico. Parte da área possui relevo dissecado em formas convexas com densidade de drenagem alta e parte da área possui relevo de topos planos, com altimetria semelhante ao do Planalto do Parecis (BRASIL, 1982).

#### Depressão Marginal à Serra do Roncador

Esta unidade configura a borda da Serra do Roncador, com influência direta de sua dissecação. Variações de ordem litológica e de dissecação marcam essa passagem, a exemplo de ambientes com variações de coberturas detrítico-lateríticas para terrenos devonianos e de áreas levemente dissecadas para áreas mais dissecadas. Nesta área se destaca topos de planaltos e chapadões residuais dominados por relevos dissecados. Ocorrem no contexto de regiões interplanálticas em forma de tabuleiros e no sopé da escarpa da Serra do Roncador (BRASIL, 1981).

#### **Bacias sedimentares e coberturas inconsolidadas**

##### Chapada dos Guimarães

A região mais elevada e preservada dos planaltos do nordeste da Bacia do Paraná compõe a chapada dos Guimarães. Regionalmente é descrito três unidades de relevo associado a esta elevação: a própria chapada do Guimarães, o Planalto dos Alcantilados e o Planalto do Casca. Na área do empreendimento, só ocorrem o Planalto dos Alcantilados.

*Planalto dos Alcantilados:* Esta unidade é definida por relevos fortemente recortados por escarpas, patamares estruturais e relevos residuais com vertentes abruptas e topos planos posicionados ao sul da Chapada dos Guimarães. As feições são marcadas por escarpas íngremes com reversos em rampas nem sempre definidas, interrompidas por outras escarpas menores. No geral, constituem-se por formas tabulares descontínuas, ora com blocos estruturais expostos e mais elevados, ora com formas mais dissecadas e rebaixadas. Estas formas de relevo, de morfologias muito irregulares e distintas, são marcadas por alinhamentos de falha com direções preferenciais NE-SW, que delimitam patamares estruturais, morros residuais em forma de mesetas tabulares e setores rebaixados acompanhando os fundos de vale onde prevalecem colinas e morros de topos e vertentes convexas. Estes patamares estruturais têm vertentes escarpadas voltadas para oeste e seus reversos apresentam caimento topográfico e estrutural para leste (BRASIL, 1982).

##### Planalto do Parecis

Esta unidade está associada ao relevo observado nos litotipos Pré-Cambrianos que possui uma extensa e contínua área de exposição. Delimitado por escarpas erosivas este planalto possui a oeste pela Depressão de Guaporé e a leste pela Depressão Cuiabana, do Alto Paraguai e Interplanáltica de Paranatinga. Regionalmente o Planalto do Parecis compreende dois conjuntos de relevo, formados por feições distintas impressas nas rochas do Grupo Parecis. A primeira concentra áreas que apresentam uma vasta superfície composta por relevos dissecados e a segunda, superfícies mais elevadas e outras mais conservadas emergindo em pontos dispersos. A primeira unidade é a mais expressiva e ocupa a maior extensão do planalto. Sua principal característica é a continuidade e homogeneidade de formas dissecadas e tabulares, onde dominam os topos de planalto e chapadões e o baixo aprofundamento das drenagens. A segunda unidade, mais elevada (acima dos 550m), também conhecida como Chapada dos Parecis apresenta esparsos anfiteatros erosivos interrompidos abruptamente por superfícies aplanadas e residuais de

topo plano (BRASIL, 1982).

#### Serra do Roncador

Esta unidade de relevo compõe a borda leste do Planalto do Parecis, sendo constituída por uma escarpa contínua e festonada, em cujo topo se verifica um maior grau de dissecação e as cotas variam de 150 a 300m. A serra possui uma escarpa sustentada por rochas devonianas das Formações Fumas e Ponta Grossa e constitui o divisor de águas das bacias dos rios Xingu e Araguaia, e o limite entre o planalto dos Parecis e a Depressão do Araguaia (BRASIL, 1981). A passagem para a depressão do Araguaia, imediatamente abaixo se apresenta pouco dissecados, com front rampeado, cujas altitudes decrescem progressivamente. Em alguns locais exibem fragmentos de relevos isolados que constituíam antigas extensões do planalto (BRASIL, 1981).

#### **Depósitos sedimentares inconsolidados**

##### Planície do Araguaia-Javaés

Esta planície recobre a faixa da Planície do Araguaia próximo em seu braço menor, denominado Rio Javaés. Nesta porção do Médio-Alto Araguaia há uma combinação de diversos relevos, com destaque para: Domínios de superfícies muito planas, deposição de sedimentos recentes, cortes e preenchimentos de paleodrenagens, canais abandonados e lagoas. Associada a grande depressão do Rio Araguaia, esse terreno apresenta regionalmente duas feições de relevo marcantes. A primeira marcada pela modelagem de depósitos aluvionares ao longo de vales, caracterizados por diques marginais, ilhas e lagos de meandros. O segundo são modelados por depósitos aluvionares subatuais, presentes nos interflúvios, diferenciados por lagoas temporárias e/ou presentes e drenagens indecisas, constituindo uma área periodicamente inundável (MARTINS, 2005).

##### Planalto das Cabeceiras do Xingu

Este Planalto está associado ao Alto Rio Xingu, composto basicamente pelo relevo impresso sobre coberturas lateríticas pleistocênicas. Compreende uma extensa superfície com dissecação relativamente suave e de inclinação geral para nordeste. O elemento de maior destaque nessa unidade e a homogeneidade com predominância de formas de relevo de tipo sub-horizontais, levemente dissecadas, com encostas de baixa inclinação. Há destaque para três tipos de terrenos encontrados nesse planalto: Rampas de reverso de escarpa, Rampas detrítico-lateríticas e Morrotes e Morros residuais (BRASIL, 1973).

##### Planície Amazônica

A planície Amazônica corresponde à extensa área que recobre a porção sul do estado do Amazonas alcançando as ramificações da Chapada dos Parecis. Essa superfície é caracterizada por uma região aplainada com predominância de zonas de acumulação em que se concentram sedimentos lateríticos e areno-argiloso pliocênicos nas áreas de terra firme e acúmulos areno-argiloso recentes (holocênicos) nas áreas de várzea. Há grandes falhas que acomodam os principais afluentes do Rio Amazonas, escavando e preenchendo vales com material aluvionar fino a grosseiro. As cotas gerais variam entre 90 a 200m (BRASIL, 1981).

## Depósitos sedimentares quaternários

### Superfícies do Médio Araguaia

O médio Rio Araguaia compreende uma extensa área com mais de 1000km lineares desde de Registro do Araguaia/GO até Conceição do Araguaia/PA. São descritas planícies aluviais bem desenvolvidas, associadas principalmente a sedimentos cenozoicos. As unidades de relevo observadas nessa porção do empreendimento têm processos agradacionais do ambiente fluvial, associadas a processos lacustres. As superfícies são marcadas por sedimentos inconsolidados ou pouco consolidadas depositadas durante o Pleistoceno e o Holoceno (MORAIS, 2006). Na área do empreendimento são diferenciadas as superfícies: *Central do Médio Araguaia e Oriental do Médio Araguaia*.

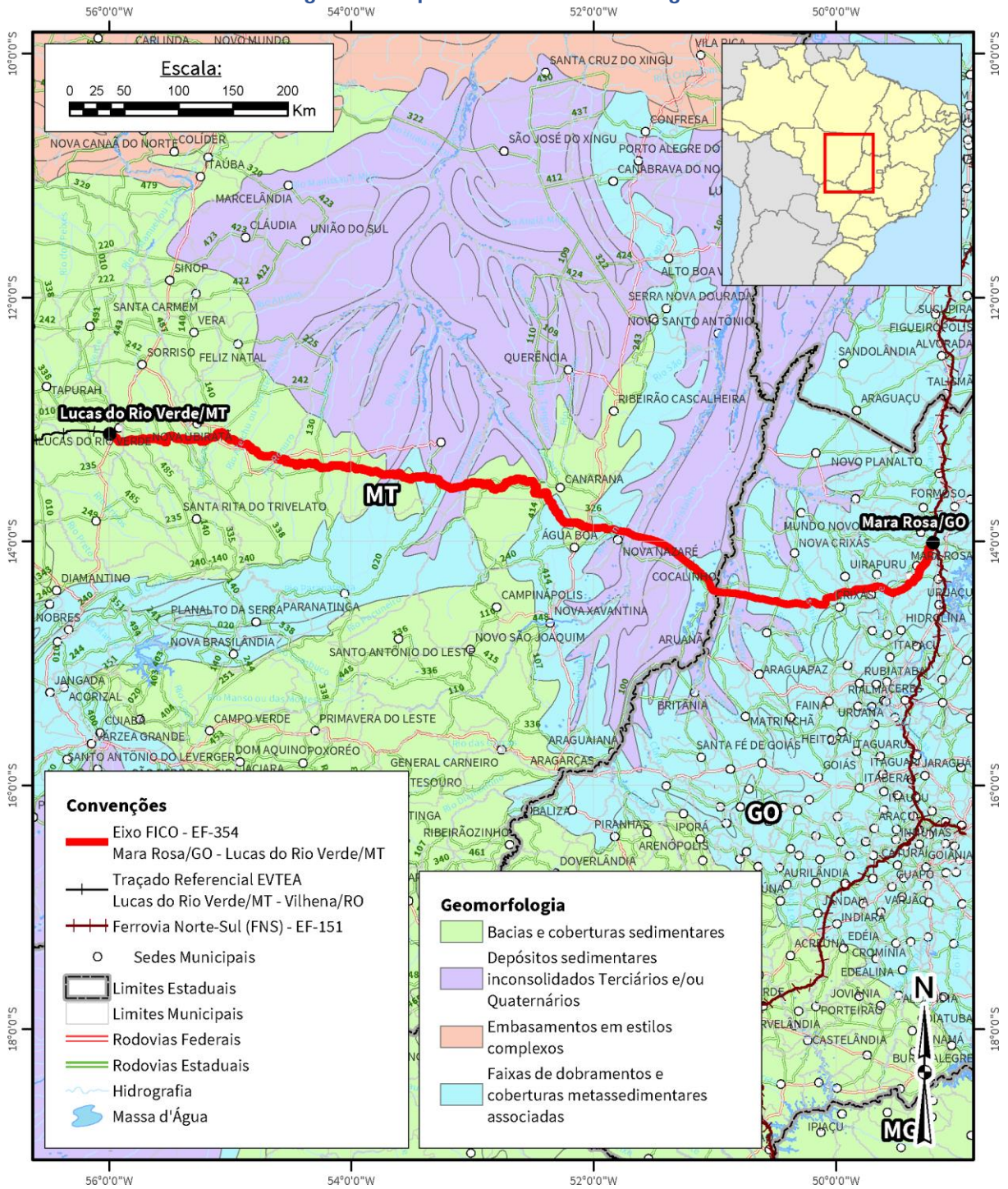
### Planícies e Terraços fluviais

Nesta região as planícies fluviais são representadas por sucessivos canais contendo variedades de pequenas ilhas. Associado a esses canais há uma grande quantidade de sedimentações lineares marginais ao rio, sendo comumente observada a presença de lagos alongados.

### Áreas Inundáveis e Conjuntos Lacustres

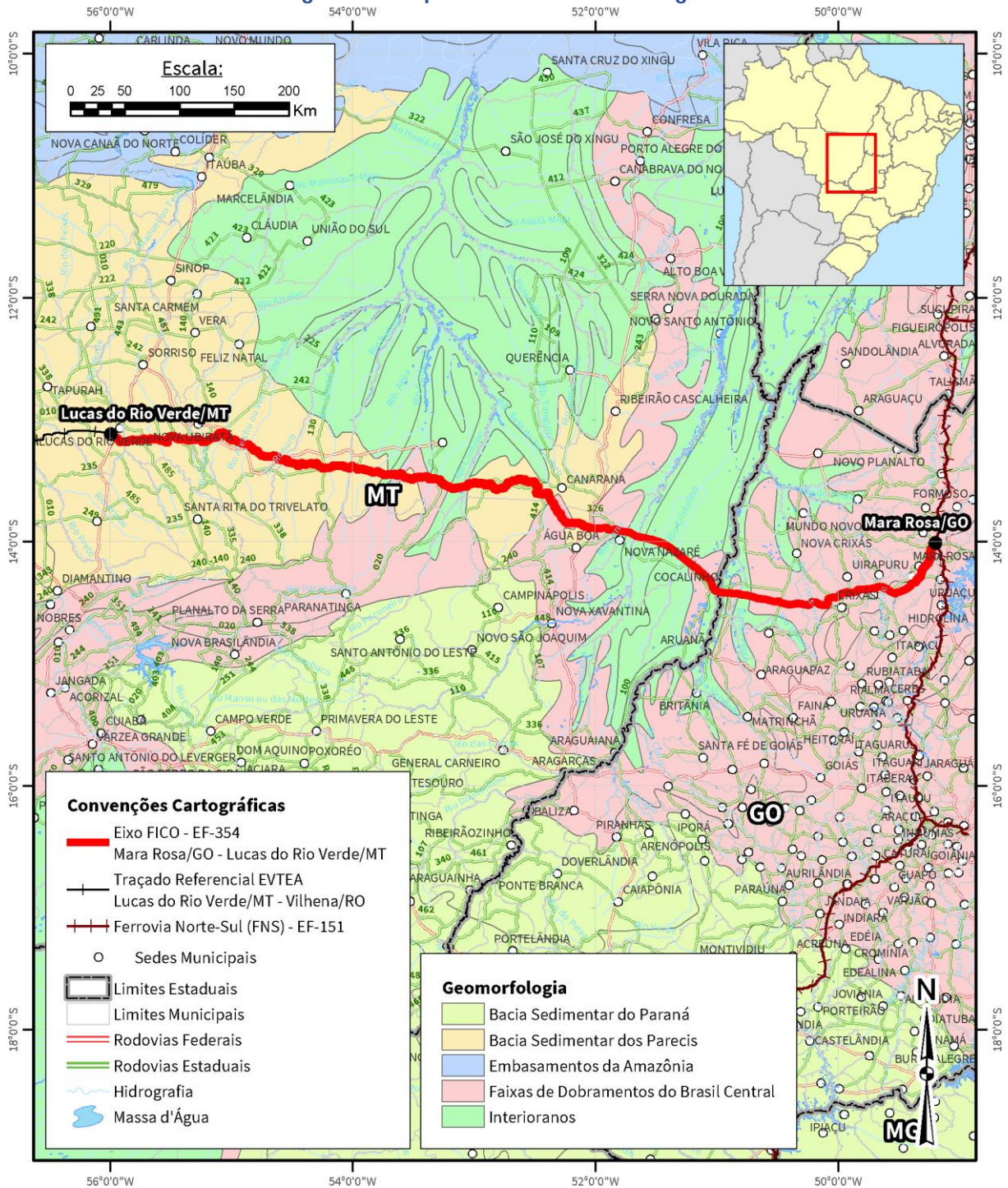
Estas áreas correspondem às regiões de deposição de sedimentos recentes em terrenos agradacionais atuais ou subatuais. Ocorrem espalhadas pela AEE, ocupando preferencialmente áreas de interflúvios, onde ocorre o acúmulo de latossolos.

Figura 5: Mapa Domínios Geomorfológicos



Fonte: IBGE, (Elaboração: ENEFER, 2018).

Figura 6: Mapa Unidades Geomorfológicas



Fonte: IBGE, (Elaboração: ENEFER, 2018).

### 6.3 Estudos Geotécnicos

Os estudos geotécnicos da região do traçado foram realizados a partir do projeto básico, para o qual foram realizadas sondagens e ensaios, aliado a análise dos mapas pedológicos, geomorfológicos e geológicos, de modo a permitir caracterizar e definir as unidades geotécnicas de mapeamento, indicando uma avaliação das suas características e da disponibilidade de materiais para a obra.

Nas áreas passíveis de servirem como fonte de material para construção foram identificadas ocorrências de areia no curso dos rios da região e ocorrências de materiais lateríticos para sub-laço, porém ao longo do traço não foram identificadas ocorrências litológicas de materiais para fins britáveis, sendo indicado desta forma o transporte de brita de outras regiões.

#### 6.4 Estudos Hidrológicos

Por meio da caracterização do regime pluviométrico e da determinação das chuvas intensas da região, os Estudos Hidrológicos foram desenvolvidos objetivando aferir e consolidar o cálculo das descargas máximas prováveis que afluem ao eixo da ferrovia.

Os trabalhos desenvolvidos foram divididos nas seguintes etapas:

- Determinação dos aspectos climáticos e fisiográficos regionais;
- Qualificação do regime pluviométrico, através da determinação das chuvas intensas;
- Definição da metodologia para cálculo das descargas máximas prováveis;
- Determinação das características das bacias de contribuição;
- Cálculo das descargas de projeto;
- Pré-dimensionamento das obras de arte correntes.

Na elaboração dos estudos hidrológicos serão utilizados os seguintes elementos:

- Restituições aerofotogramétricas na escala 1: 5.000;
- Fotografias aéreas em escala 1:13.000 (aproximada);
- Cartas topográficas, na escala de 1:100.000 e 1:1.000.000, editadas pelo IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística);
- Dados pluviométricos de postos situados nas proximidades do subtrecho;
- Atlas Climatológico do Brasil, editado pelo Ministério da Agricultura;
- Especificações para Estudos Hidrológicos da VALEC.

- **Pluviometria**

A caracterização do regime pluviométrico foi elaborada para todo o trecho da Ferrovia de Integração Centro-Oeste, subtrecho Mara Rosa/GO – Lucas do Rio Verde/MT. O estudo detalhado tem por objetivo definir a equação geral para determinação das intensidades de chuvas, as quais serão aplicadas no cálculo das descargas de projeto com objetivo de permitir o dimensionamento hidráulico de dispositivos de drenagem, obras de arte correntes e especiais inerentes ao projeto.

A metodologia aplicada foi a usual para este tipo de estudo. A sequência das atividades com este fim teve as seguintes etapas:



- Identificação dos postos pluviométricos próximos aos segmentos na página da Agência Nacional de Águas (ANA) na rede mundial de computadores;
- Obtenção dos dados de precipitações diárias de chuva, no referido site, em formato de banco de dados (Access);
- Utilização do software HIDRO, versão 1.9, para transformar os dados em planilhas excel;
- Análise estatística dos dados pluviométricos;
- Estudo do regime pluviométrico, através da determinação das chuvas intensas;
- Desenho dos mapas de isoietas para os tempos de recorrência de 25, 50 e 100 anos, para uma duração de 1,0 hora;
- Definição do posto característico para cada segmento (subtrecho) de projeto;
- Determinação da equação geral para cálculos das intensidades de projeto.

Assim sendo, procedeu-se ao levantamento dos postos localizados ao longo do corredor estudado, e adotaram-se aqueles que melhor caracterizassem a pluviometria regional, não só pela sua localização, como também pelo fato de possuírem série histórica com número de dados que permitiram um estudo estatístico confiável.

A coleta e processamento de dados extrapolaram a extensão deste segmento, de tal forma que fosse possível uma perfeita visualização do comportamento das chuvas na região do estudo. Destas informações foram selecionadas aquelas estações que permitiram o estudo das chuvas intensas deste subtrecho da Ferrovia de Integração Centro-Oeste.

Com os dados coletados, além da determinação das chuvas intensas, foi efetuada a caracterização pluviométrica, com a elaboração de histogramas que demonstram o número de dias médio mensal e a precipitação média mensal.

## 6.5 Anteprojeto Geométrico

O traçado em planta e perfil foram baseados nos estudos do Projeto Básico e EVTEA desenvolvidos anteriormente. Assim, estudo geométrico foi elaborado tendo como base as plantas geradas pelos estudos de cartografia e geoprocessamento, restituição aerofotogramétrica objetivando o atendimento às premissas pré-definidas para o estudo, a otimização da terraplenagem e a minimização dos impactos ambientais e das interferências. A realização deste estudo contempla as fases de:

- Lançamento do eixo de projeto;
- Definição e caracterização dos elementos geométricos de projeto;
- Otimização do eixo de projeto, e;
- Definição planialtimétrica.

O trecho do estudo, que totaliza uma extensão aproximada de 883 km, teve seu início no km 0 + 000 coincidindo com a ponta da agulha do AMV da junção com a ferrovia Norte Sul, nas proximidades da cidade de Mara Rosa/GO, com o estaqueamento crescente no sentido importação direcionando para o segundo ponto de passagem, no município de Lucas do Rio Verde, após a pêra ferroviária do pátio desse município.

A definição do perfil longitudinal do terreno, assim como das seções transversais foi realizada com auxílio do software Autodesk Civil 3D 2018. O greide projetado foi o de terraplenagem.

### **Em Planta**

A otimização do eixo de projeto foi promovida, buscando a redução das alturas de cortes e aterros, priorizando a passagem pelas encostas para evitar grandes movimentações e substituições de terra e projetando as travessias dos cursos d'água e rodovias existentes, perpendiculares ao eixo, para diminuir os comprimentos das obras de arte especiais.

### **Em Perfil**

Com relação ao greide projetado, o mesmo encontra-se projetado com rampas compensadas entre 0,0% e 0,6% no sentido de exportação (Lucas do Rio Verde/MT – Mara Rosa/GO) e de até 1,45% compensada no sentido importação (Mara Rosa/GO – Lucas do Rio Verde/MT), com exceção dos desvios de cruzamento, onde o greide possui rampas máximas de até 0,15%.

## **6.6 Anteprojeto de Terraplenagem**

Os estudos do anteprojeto de terraplenagem foram elaborados com o objetivo de gerar o conjunto de informações que, de forma sucinta, representasse como seria a distribuição dos volumes ao longo do traçado, buscando fornecer quantidades condizentes com a situação projetada e com o nível de detalhamento do presente estudo do ramal ferroviário. Em síntese, os elementos utilizados na elaboração do anteprojeto de terraplenagem consistiram de:

- Perfil longitudinal do terreno;
- Greide de terraplenagem;
- Seções transversais tipo, apresentadas em itens anteriores;
- Diagrama de Massa ou de Bruckner, gerado a partir dos volumes acumulados de cortes e aterros, para distribuição do terraplenagem;
- Resultados dos estudos geológicos/geotécnicos;
- Base disponibilizada pelos estudos topográficos.

### **6.6.1 Inclinação dos taludes e Banqueteamento**

As inclinações e o banqueteamento dos taludes de corte e aterro foram fixados de acordo com a indicação dos estudos preliminares geotécnicos e de drenagem, com o objetivo de garantir as condições de estabilidade e de proteção contra a erosão, bem como de forma de coerente com os parâmetros adotados nos projetos ferroviários da VALEC.

**Tabela 1: Taludes**

Cortes		Aterros (v/h)
Solo (v/h)	Rocha (v/h)	
1:1	4:1	1:1,5

*Fonte: ENEFER.*

**Tabela 2: Banqueteamento**

Situação	Altura (m)	Largura (m)	Declividade (%)
Corte em solo	8,00 – máx. 10,00	4,00	5,00
Aterro	8,00 – máx. 10,00	4,00	5,00

Fonte: ENEFER, 2013.

Dada o caráter preliminar do estudo de terraplenagem, sem realização de sondagens, e sem indicação de ocorrências de material de 3ª categoria, admitiu-se para efeito de orçamento, um determinado percentual de 10% de material de 3ª categoria, mas somente nos cortes mais elevados.

### 6.6.2 Fator de homogeneização

O traçado da ferrovia entre os municípios de Mara Rosa/GO e Lucas do Rio Verde/MT foi dividido em segmentos conforme estudos geológicos e geotécnicos. Desta forma foram adotados diferentes fatores de homogeneização de volumes de cortes utilizado para efeito de estabelecimento da compensação do volume de corte para a execução dos aterros, sendo avaliados por categoria, conforme demonstrado abaixo. Vale ressaltar que nestes fatores de homogeneização contemplam também uma porcentagem devida a perdas no transporte.

### 6.6.3 Serviços Preliminares

Para a quantificação dos serviços preliminares, considerou-se as seguintes premissas:

- A área de desmatamento, destocamento e limpeza de árvores, com diâmetro até 0,15m igual à área da faixa de domínio;
- Considerou-se ainda uma área adicional de 10% para excessos de largura da faixa em pátios, grandes cortes e aterros;
- 45% da área da faixa de domínio necessitam destocamento de árvores com  $D > 0,15$  m;
- Densidade de árvores com  $D = 0,15$  a  $0,30$  m é igual a 1 árvore a cada  $200 \text{ m}^2$ ;
- Densidade de árvores com  $D > 0,30$  m é igual a 1 árvore a cada  $500 \text{ m}^2$ .

Em função disto, os resultados obtidos e considerados no orçamento foram:

- O desmatamento, o destocamento e a limpeza de áreas com árvores de diâmetro até 0,15m = Faixa de Domínio = **43.650.446 m<sup>2</sup>**;
- Destocamento de árvores  $D = 0,15$  a  $0,30$ m = **1.040.276 unidades**;

Destocamento de árvores com diâmetro  $> 0,30$ m = **242.432 unidades**.

## 6.7 Anteprojeto de Drenagem

O anteprojeto de drenagem consiste na caracterização dos dispositivos de drenagem superficial bem como as obras de arte correntes, sendo que estas têm por objetivo promover a transposição de talvegues, cujas águas originam-se do escoamento de uma bacia hidrográfica que, por imperativos hidrológicos e do modelado do terreno, têm que ser atravessadas sem comprometer a estrutura da ferrovia, nem tampouco, causar impactos ao meio ambiente. Esse objetivo é alcançado com a introdução de uma ou mais linhas de bueiros (Obras de Arte Correntes) sob os aterros.

### • Obras de Arte Correntes

O dimensionamento hidráulico das obras foi desenvolvido a partir dos estudos hidrológicos, em função das equações de chuva definidas e vazões para os períodos de recorrência definidos. Uma vez concluído este dimensionamento, foi feito então o respectivo posicionamento das obras, de acordo com as condições topográficas do terreno natural e do greide da ferrovia, que foram devidamente apresentadas também nas plantas de projeto geométrico. A extensão das obras foi estimada em função dos offsets estabelecidos no projeto geométrico e de terraplenagem.

Definidas as vazões, foram então determinadas, através da equação da continuidade para descarga crítica, as respectivas obras de arte correntes, obedecendo à metodologia conforme indicado a seguir e prescrita pelo Manual de Drenagem do DNIT:

- Bueiros Tubulares:

$$Q_c = 1,533 \times D^{2,5} \text{ (m}^3\text{/s)}$$

- Bueiros Celulares Retangulares (BxH):

$$Q_c = 1,705 \times B \times H^{1,5} \text{ (m}^3\text{/s)}$$

- Escavação de valas para bueiros

$$E = L_t \times B \times H_m$$

$L_t$  comprimento total do tipo de bueiro;

$B$  largura de escavação para tipo de bueiro;

$H_m$  altura média da Vala (adotada 1,00).

### • Drenagem Superficial

Para a drenagem superficial, que é utilizada para captar as águas provenientes de áreas adjacentes e que se precipitam sobre o corpo da obra, foram utilizados os seguintes dispositivos:

- Valetas de proteção de corte;
- Valetas de proteção de aterro;
- Sarjeta de corte;

- Sarjeta de aterro.

Para a drenagem subterrânea foram utilizados dispositivos de drenos profundos.

As extensões totais dos dispositivos para a drenagem superficial e profunda foram estimadas considerando as extensões prováveis de terraplenagem e o tipo de relevo da região. Segue o cálculo dos dispositivos de drenagem utilizados no projeto.

#### ➤ Valetas de Proteção de Corte

As valetas de proteção de cortes têm como objetivo interceptar as águas que escorrem pelo terreno natural a montante, impedindo-as de atingir o talude de corte.

#### ➤ Valetas de Proteção de Aterro

As valetas de proteção de aterros interceptam as águas que escoam pelo terreno a montante, impedindo-as de atingir o pé do talude de aterro, e também recebe as águas das sarjetas e valetas de corte, conduzindo-as ao dispositivo de transposição de talvegues.

#### ➤ Sarjeta de Corte

A sarjeta de corte capta as águas que se precipitam sobre a plataforma e taludes de corte e as conduz longitudinalmente à rodovia, até o ponto de transição entre o corte e o aterro. O dispositivo de sarjeta de corte usado no projeto é do tipo trapezoidal para atender às descargas de projeto de forma satisfatória. O revestimento utilizado para o dispositivo foi o concreto.

#### ➤ Sarjeta de Aterro

As sarjetas de proteção de aterros captam águas precipitadas sobre a plataforma, evitando erosão na borda do talude do aterro, conduzindo-as ao local de deságue.

- Drenagem Profunda – Drenos Longitudinais

Drenos longitudinais interceptam o fluxo da água subterrânea através do rebaixamento do lençol freático, impedindo-o de atingir o subleito. Ressalta-se que a implantação de drenos profundos é mais imprescindível em cortes que necessitam de rebaixamento do lençol freático.

## 6.8 Obras de Arte Especiais

Nesta etapa do estudo não foram realizadas investigações do solo e de seu comportamento geotécnico, apresentando tão somente os elementos característicos da formação geológica da região de implantação do trecho ferroviário.

A escolha do modelo estrutural ferroviário e rodoviário foi condicionada pelas características clássicas dos elementos estruturais, ou seja, a facilidade de implantação, prazo de execução, impactos ambientais e custos do empreendimento.

## 6.9 Superestrutura

A superestrutura da via permanente, por seus componentes básicos, trilhos, dormentes, lastro e sublastro, tem por objetivo absorver as cargas induzidas pelo tráfego das composições ferroviárias, dissipando-as de tal forma que, ao atingir o subleito, elas sejam inferiores à sua capacidade de suporte.

Desta forma, a elaboração do projeto de superestrutura consiste, basicamente, no dimensionamento estrutural de seus componentes, assim como a sua padronização.

Os insumos básicos, essenciais ao desenvolvimento dos trabalhos, foram coletados junto às demais disciplinas do projeto, notadamente, os estudos geotécnicos, o projeto geométrico e de terraplenagem.

Para o trecho Mara Rosa/GO – Lucas do Rio Verde/MT da Ferrovia de Integração Centro-Oeste (FICO), foi prevista a implantação em bitola larga, de modo a otimizar os resultados operacionais e consequente maximização da receita desde a implantação dos primeiros segmentos representativos.

Assim, a elaboração do Projeto de Superestrutura de Via Permanente consiste basicamente no diferenciamento estrutural dos seus componentes, assim como a sua padronização. A implantação da via permanente e linhas secundárias serão em uma única etapa.

No quantitativo, apresentado no orçamento a seguir, foram consideradas a linha principal, incluindo os desvios de cruzamento e pátios.

- **Características da Linha Principal**

A superestrutura da via principal receberá trilhos soldados, UIC-60E2, que serão soldados para formação de trilho longo (TLS) em barras de 120 a 240 m, unidos por talas de junção do trilho UIC-60E2 para posterior transformação em trilho longo continuamente soldado, com dormente de concreto monobloco protendido, espaçados a cada 60,0 cm, correspondendo a uma taxa de dormentação de 1.667 um/km, com fixação elástica auto-retensora tipo Pandrol (e-2039).

A via terá a superestrutura instalada sobre uma plataforma de terraplenagem com largura de 8,90m nos aterros até 12,00m de altura e de 10,70m nos cortes em solo. Para alturas maiores (aterros e corte), deverá ser seguido o desenho tipo de terraplenagem.

As larguras da plataforma de terraplenagem permitirão a colocação da camada de sublastro com 8,20m de largura, simétrica em relação ao eixo, e também a utilização de sarjetas para drenagem da via.

A declividade transversal da plataforma e do sublastro será de 3%, a partir do eixo.

A altura de lastro sob o eixo do trilho, a baixo da face inferior do dormente será de 30 cm em tangente, e nos trechos em curva, a altura será variável em função da superelevação

adotada. O ombro do lastro será de 30,0 cm e talude de 3:2 (h:v). A camada de sublastro terá espessura de 20 cm.

Os aparelhos de mudança de via a serem empregados na linha principal serão nº 14.

Os pátios de cruzamento serão formados pela via principal e por um desvio de cruzamento com 2 (dois) Aparelhos de Mudança de Via nº 14 – Otimizado com agulha de 9.144m e terão comprimento útil mínimo de 2.847,00m ou 3.000 m total entre as pontas das agulhas, em função dos trens tipo previstos com tração tripla, considerado no cenário sem Ferrogrão, conforme dados operacionais fornecidos pelo setor de operações do projeto da ENEFER Rio de Janeiro.

Os sistemas componentes da superestrutura da via do desvio, deverão ser similares aos da via principal, exclusive a superelevação.

A entrevia entre a linha principal e o desvio deverá ser normalmente de 4,25m.

A largura da seção transversal estabelecida é de 7,65m entre os vértices superiores do ombro de lastro para a entrevia de 4,25m. A largura da plataforma de terraplenagem assim como do sublastro varia de acordo com a condição da plataforma (corte ou aterro).

Ressaltamos que a linha do desvio de cruzamento não acompanhará a superelevação da via principal.

- **Características das Vias Secundárias**

As vias secundárias são todas aquelas não integrantes da via principal, constituídas pelas vias dos pátios de carga e de cruzamento. As distâncias médias entre os pátios serão de 15km no trecho entre Lucas do Rio Verde e Mara Rosa, sendo sua extensão média de 3,00 Km e trem característico de 3 locomotivas e 126 vagões. Os desvios de cruzamento são considerados como linhas da via principal. A entrevia mínima é de 4,25, podendo variar até 6,30m.

Os componentes da superestrutura das vias secundárias terão as mesmas características da linha principal, a exceção dos aparelhos de mudança de via que serão do tipo nº 14 otimizado.

## **6.10 Obras Complementares**

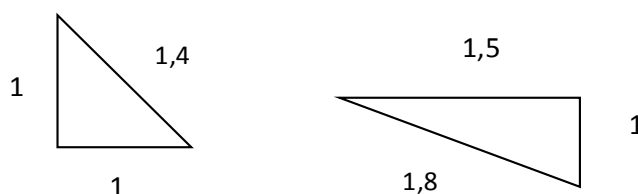
### **6.10.1 Proteção vegetal**

Em relação às áreas que necessitam de recobrimento vegetal, foram previstos que 90% dos cortes e todos os taludes de aterro receberiam hidrossemeadura e que 10% dos cortes receberiam tela vegetal, para abranger os locais pontuais onde possam ocorrer erosões.

Para o cálculo das quantidades, foi utilizado o método das semidistâncias onde foram utilizadas as alturas médias dos taludes, multiplicadas pelos coeficientes abaixo demonstrados:

Talude de corte = 1(H):1(V)

Talude de Aterro = 1,5(H):1(V)



Compactação saia de aterro = 7.912.330,00 m<sup>2</sup>

Área do talude de corte = área média de talude de corte x extensão do corte

Hidrossemeadura = compactação saia de aterro + 90% área de talude de corte

Hidrossemeadura = 36.289.811,00m<sup>2</sup>

### 6.10.2 Cercas

Para a vedação da faixa de domínio foi prevista a implantação de cercas de arame farpado com 5 fios e mourão de madeira em toda extensão do trecho, com um adicional de 5%.

### 6.11 Pavimentação

Os serviços de pavimentação são referentes aos desvios a serem executados na época das obras dos viadutos sobre as rodovias estaduais e federais que cruzarão a ferrovia. As quantidades previstas são apresentadas na tabela abaixo:

Tabela 3: Quantidades Previstas

Descrição	Unidade	Total
Desm. C/ arv. Diam. Até 0,15m	m <sup>2</sup>	43.650.446,00
Destocamento de árvores d= 0.15 a 0.30 m	unid	1.040.276,00
Regularização do subleito	m <sup>2</sup>	684.758,00
Sub-base de solo estab granulometricamente	m <sup>3</sup>	104.003,00
Transporte de material granular p/ sub-base	m <sup>3</sup> xkm	5.665.663,00
Base de solo estabiliz granulometricamente	m <sup>3</sup>	89.052,00
Imprimacão	m <sup>2</sup>	333.422,00
Pintura de ligação	m <sup>2</sup>	333.422,00
CBUQ	T	66.259,37

Fonte: ENEFER, 2018.

### 6.12 Desapropriações

Para efeito de desapropriação, a faixa de domínio projetada para a implantação da ferrovia foi definida com 80 m. Foram utilizados os dados existentes nas plantas do IBGE, nas cartas topográficas e nas imagens de satélite disponíveis pelo software Google Earth e consolidados no anteprojeto geométrico e de terraplenagem.

Com a definição do eixo projetado, foram identificados os limites da faixa de domínio. O nível atual de detalhamento deste estudo conceitual não contempla cadastro de propriedades ao longo do eixo, portanto, para estimar o total de áreas a serem adquiridas foi simplesmente determinada em planta a área a ser desapropriada, que totalizou o



equivalente a 78.239.074,51 m<sup>2</sup>. Considerando a extensão do traçado em aproximadamente 883 km, para os cálculos da área de desapropriação rural, foi considerada como sendo 95% e área urbana, admitida como sendo 5% da área total desapropriada.

### 6.13 Orçamento

Apresenta-se a seguir, o Tabela Resumo do CAPEX para a implantação do trecho Mara Rosa/GO – Lucas do Rio Verde/MT, o Cronograma Anual de Implantação e o BDI adotado, e em anexo o detalhamento desse orçamento juntamente com a Curva ABC.

Esclarecemos que este orçamento foi elaborado baseado na modelagem e nos custos normalmente adotados pela ANTT no qual prevaleceu os custos unitários de construção do SICRO 2, praticados no Estado de Mato Grosso, onde se concentra a maioria da Ferrovia em questão, referenciados a novembro de 2017, levando em consideração o BDI e suspensão de REIDI – Regime Especial de Incentivo para o Desenvolvimento da Infraestrutura. Ressalva-se que no orçamento constam também, custos unitários fornecidos pela VALEC, sendo que para o trecho Mara Rosa/GO – Lucas do Rio Verde/MT, no CAPEX foi considerado os seguintes itens principais, que igualmente foram considerados no presente trabalho, dispensando desta forma as composições de custos unitários:

1. Serviços Preliminares
2. Terraplenagem
3. Obras de Arte Correntes e Drenagem
4. Superestrutura Ferroviária
5. Pavimentação
6. Obras Complementares
7. Obras de Arte Especiais
8. Meio Ambiente
9. Sistemas ferroviários
10. Custos Indiretos de Implantação
11. Projeto Executivo
12. Desapropriação
13. Equipamentos Ferroviários

Ressalva-se que o percentual adotado de 4,5% sobre o custo total de implantação básica tem como objetivo cobrir o conjunto de encargos classificados como custos socioambientais da implantação da ferrovia e não apenas a compensação ambiental prevista na Lei nº 9.985/2000 e seus respectivos decretos. A metodologia adotada baseou-se na planilha de Custos Médios Gerenciais do DNIT, que adota no item Meio Ambiente percentuais de encargos entre 2,5% e 8,0% dos investimentos estimados.

Compõem os custos socioambientais aqueles decorrentes, dentre outros, de: reurbanização e travessias de áreas urbanas atravessadas; realocação de estradas, rodovias e recomposição da rede viária afetada; plantios de reposição florestal; descobertas arqueológicas; assentamentos populacionais; composição ambiental e condicionantes advindas de todas as licenças ambientais. Não fazem parte dos custos

socioambientais aqueles decorrentes da realização dos estudos ambientais para o processamento de licenciamento ambiental.

Os custos para desapropriação do presente estudo foram os mesmos utilizados para elaboração do edital de concessão pela Agência Nacional de Transportes Terrestres – ANTT, da ferrovia EF-354, compreendido no trecho entre Mara Rosa/GO a Lucas do Rio Verde/MT, que na ocasião, foi executada uma detalhada pesquisa de mercado no levantamento de preços de imóveis rurais ofertados em anúncios, em que se obteve, com bastante aderência à realidade, o custo médio das áreas localizadas nos municípios interceptados pela ferrovia.

Nestas circunstâncias, o valor médio do metro quadrado obtido para as propriedades em áreas rurais, por onde a ferrovia passa, foi de R\$ 1,57/m<sup>2</sup> e 30,09/m<sup>2</sup> para propriedades em áreas urbanas.

Cumpra destacar também que os custos de infra e superestrutura da ANTT foram baseados respectivamente no SICRO 2 e SICFER, tendo a ENEFER definido, com base na sua experiência e detalhado nos custos operacionais, os seguintes serviços, os quais foram descritos, especificados e orçados no Volume 5 – Estudos Operacionais:

9 – Sistemas Ferroviários, contemplando os sistemas de licenciamento dos trens compostos por: sistema de controle centralizado, sistema de sinalização de equipamentos de campo, sistema de telecomunicação, sistema de bordo com equipamentos nas locomotivas e fibra ótica. A fibra ótica foi considerada por ter sido admitida pela ANTT em todos os estudos de concessão então realizados com a finalidade não apenas de apoio a sinalização e telecomunicação, mas também visando utilização comercial para geração de futuras receitas adicionais da ferrovia.

13 – Equipamentos Ferroviários, com relação a equipamentos ferroviários, igualmente discriminados e orçados no Volume 5 – Estudos Operacionais, ressaltamos que os custos se referem a implantação das linhas ferroviárias de acesso aos polos de carga, aquisição de equipamentos de manutenção da via, estaleiro de soldas, oficinas mecanizadas, prédio administrativos e residências de via e de sistemas.

**Tabela 4: Resumo do CAPEX – Mara Rosa/GO – Lucas do Rio Verde/MT**

QUADRO RESUMO DO CAPEX: MARA ROSA - LUCAS DO RIO VERDE							
Item	Grupo	ÁGUA BOA - LUCAS DO RIO VERDE		MARA ROSA - ÁGUA BOA		TOTAL	
		VALOR (R\$)	%	VALOR (R\$)	%	VALOR (R\$)	%
1	Serviços Preliminares	63.321.693	1,77%	19.740.185	0,69%	83.061.878	1,29%
2	Terraplenagem	764.629.119	21,32%	560.444.601	19,62%	1.325.073.720	20,57%
3	Obras de Arte Correntes e Drenagem	422.412.147	11,78%	306.593.641	10,73%	729.005.788	11,32%
4	Superestrutura Ferroviária	1.285.209.618	35,84%	1.004.057.816	35,15%	2.289.267.435	35,53%
5	Pavimentação	35.005.110	0,98%	23.920.826	0,84%	58.925.936	0,91%
6	Obras Complementares	133.454.181	3,72%	103.611.840	3,63%	237.066.021	3,68%
7	Obras de Arte Especiais	429.292.556	11,97%	490.519.935	17,17%	919.812.491	14,28%
8	Meio Ambiente	131.971.621	3,68%	112.899.998	3,95%	244.871.619	3,80%
9	Custos Indiretos de Implantação	26.916.235	0,75%	23.735.657	0,83%	50.651.891	0,79%
10	Projeto Executivo, Supervisão e Controle de Obras	145.296.015	4,05%	110.316.173	3,86%	255.612.188	3,97%
11	Desapropriação e Aquisição de Terras	148.927.968	4,15%	100.477.009	3,52%	249.404.977	3,87%
	<b>Total</b>	<b>3.586.436.263</b>	<b>100,0%</b>	<b>2.856.317.681</b>	<b>100,0%</b>	<b>6.442.753.944</b>	<b>100,0%</b>

Fonte: ENEFER, 2018.

**Tabela 5: Cronograma Capex- Trecho: Mara Rosa/GO – Lucas do Rio Verde/MT**

Item	Grupo	ÁGUA BOA - LUCAS DO RIO VERDE	MARA ROSA - ÁGUA BOA	Capex Total	2019	2020	2021	2022	2023	2024	Total
1	Serviços Preliminares	63.321.693	19.740.169	83.061.862	0%	30%	30%	30%	10%	0%	100,0%
2	Terraplenagem	764.629.119	560.444.601	1.325.073.720	0%	20%	30%	30%	20%	0%	100,0%
3	Obras de Arte Correntes e Drenagem	422.412.147	306.593.641	729.005.788	0%	20%	30%	30%	20%	0%	100,0%
4	Superestrutura Ferroviária	1.285.209.618	1.004.057.816	2.289.267.435	0%	0%	10%	30%	30%	30%	100,0%
5	Pavimentação	35.005.110	23.920.826	58.925.936	0%	20%	30%	30%	20%	0%	100,0%
6	Obras Complementares	133.454.181	103.611.840	237.066.021	0%	20%	20%	30%	30%	0%	100,0%
7	Obras de Arte Especiais	429.292.556	490.519.935	919.812.491	0%	10%	30%	30%	30%	0%	100,0%
8	Meio Ambiente	131.971.621	112.899.997	244.871.618	0%	20%	30%	30%	30%	0%	110,0%
9	Custos Indiretos de Implantação	26.916.235	23.735.657	50.651.891	0%	10%	30%	30%	30%	0%	100,0%
10	Projeto Executivo, Supervisão e Controle de Obra:	145.296.015	110.316.173	255.612.188	25%	25%	15%	15%	10%	10%	100,0%
11	Desapropriação e Aquisição de Terras	148.927.968	100.477.009	249.404.977	30%	40%	30%	0%	0%	0%	100,0%
<b>Total</b>		<b>3.586.436.263</b>	<b>2.856.317.665</b>	<b>6.442.753.928</b>							<b>100%</b>

A composição da parcela do BDI (Bonificação e despesas Indiretas) foi considerada como sendo a mesma praticada pela ANTT para o trecho Mara Rosa/GO – Lucas do Rio Verde/MT, qual seja:

**.Tabela 6: Composição da Parcela de BDI (Bonificação e Despesas Indiretas) em %**

Composição do BDI	Material	Serviços
<b>I. Itens Relativos à Administração da Obra</b>	<b>7,72</b>	<b>7,72</b>
a) Administração central	2,97	2,97
b) Administração local	2,83	2,83
c) Custos Financeiros	1,28	1,28
d) Riscos	0,39	0,39
e) Seguros e garantias contratuais	0,25	0,25
<b>II. Lucro</b>	-	<b>7,20</b>
f) Lucro operacional	-	7,20
<b>III. Tributos</b>	-	<b>5,00</b>
g) PIS	-	-
h) COFINS	-	-
i) ISSQN	-	5,00
<b>BDI com tributos sobre preço de venda</b>	<b>7,72</b>	<b>19,92</b>
<b>BDI com tributos sobre custo direto</b>	<b>8,37%</b>	<b>24,88%</b>

Fonte: ENEFER, 2018.

**Tabela 7: Regime não Cumulativo**

Imposto	Alíquota
PIS	1,65%
COFINS	7,60%
<b>TOTAL</b>	<b>9,25%</b>

Fonte: ENEFER, 2018.

## 7 ESTUDOS SÓCIOECONÔMICOS

### 7.1 Introdução

Conforme os estudos realizados, a ferrovia deverá movimentar no sentido de exportação a soja, o milho e algodão. No sentido de importação, as cargas consideradas são fertilizante, combustível (óleo diesel), cimento e carga geral.

Deverá movimentar também um tráfego de passagem que, no sentido exportação, é constituído pelo transporte de álcool e, no sentido importação, é formado pelas cargas de fertilizantes, óleo diesel, cimento e carga geral.

Considera-se que a ferrovia será construída em seis anos, no período 2019/2024 e entrará em operação parcial no ano de 2023, atingindo a plena carga no ano de 2029, com o seguinte cronograma de atendimento da demanda:

- 1º Ano de Operação - 2023: 60% da demanda
- 2º Ano de Operação - 2024: 60% da demanda
- 3º Ano de Operação - 2025: 60% da demanda
- 4º Ano de Operação - 2026: 70% da demanda
- 5º Ano de Operação - 2027: 80% da demanda
- 6º Ano de Operação - 2028: 90% da demanda
- 7º Ano de Operação - 2029: 100% da demanda

No trecho em análise foram considerados polos de carregamento em Nova Crixás, Água Boa, Paranatinga e Lucas do Rio Verde.

Com base nos Estudos de Mercado da área de influência foi estimada e foi projetada a demanda de cargas do novo trecho ferroviário. A evolução detalhada da demanda e da produção de transporte ano a ano está apresentada nos Anexos 3 a 7 para cada um dos Cenários analisados, a saber:

- Cenário 1 - Sem Ferrogrão:
- Cenário 2 - Com Ferrogrão – Alocação por Repartição de Fluxos
- Cenário 3 - Com Ferrogrão – Alocação Tudo ou Nada

### 7.2 Análise Econômica

Em termos econômicos, a análise da viabilidade de um empreendimento consiste em comparar os benefícios proporcionados para a sociedade decorrentes do empreendimento com os custos de sua realização.

No caso de transportes, os benefícios sociais compreendem, entre outros, a redução dos custos de transporte, a redução da emissão de poluentes e a redução de acidentes. São os chamados benefícios diretos. Adicionalmente, há ainda a considerar benefícios ao desenvolvimento social e econômico da região afetada pelo investimento – os benefícios indiretos, que incluem a valorização da terra, a geração de renda decorrente de empregos temporários e a geração de tributos.

Os custos são representados pelos valores dos investimentos necessários à realização do empreendimento.

A viabilidade é medida por indicadores que refletem até que ponto os benefícios (B) superam os custos (C). O projeto de investimento será viável se:

- Valor Presente Líquido for positivo:  $B-C > 0$
- Relação Benefício/Custo for maior do que 1:  $B/C > 1$
- Taxa Interna de Retorno for maior que o Custo de Capital:  $TIR > \text{Custo de Capital}$ .

Observa-se que estes critérios são equivalentes, conduzindo sempre ao mesmo resultado:

se  $B-C > 0$ , então  $B/C > 1$  e  $TIR > \text{Custo de Capital}$ .

Adicionalmente pode-se calcular o Tempo de Recuperação dos Custos (*Payback*) que mede quanto tempo é necessário para que os benefícios acumulados superem os custos acumulados.

Para a determinação dos benefícios torna-se necessário comparar, para cada um dos 3 Cenários que foram analisados, duas Condições: a Condição “com” Ferrovia EF 354 - Trecho Mara Rosa – Lucas do Rio Verde e a Condição “sem” Ferrovia EF 354 - Trecho Mara Rosa – Lucas do Rio Verde.

### 7.3 Avaliação Econômica

A partir dos dados de benefícios diretos e custos descritos nos itens anteriores, foi construído o Fluxo de Caixa do novo trecho ferroviário entre Mara Rosa – Lucas do Rio Verde para cada Cenário analisado, abrangendo o período de 34 anos, de 2019 (início da construção do trecho) até 2052 (fim do horizonte de análise).

Considerou-se, conforme definido pela VALEC, a construção do trecho em 6 anos, nos anos de 2019 a 2024, e o início da operação da ferrovia em 2023. Considerou-se ainda que o atendimento da demanda seria gradativo, segundo o cronograma a seguir:

- 1º Ano de Operação - 2023: 60% da demanda de transporte
- 2º Ano de Operação - 2024: 60% da demanda de transporte
- 3º Ano de Operação - 2025: 60% da demanda de transporte
- 4º Ano de Operação - 2026: 70% da demanda de transporte
- 5º Ano de Operação - 2027: 80% da demanda de transporte
- 6º Ano de Operação - 2028: 90% da demanda de transporte
- A partir do 7º Ano de Operação - 2029: 100% da demanda de transporte

Conforme determinado pela VALEC, a taxa de desconto utilizada foi de 7% ao ano, correspondendo ao valor da TJLP vigente no segundo trimestre de 2017.

Por oportuno, observa-se que na montagem do fluxo de caixa adotou-se, como é usual, a “convenção de fim de ano”, mediante a qual benefícios e custos incorridos em cada ano são tratados como se ocorridos no fim do ano.

Nestas condições, o Anexo 19 de cada Cenário analisado apresenta o Fluxo de Caixa do trecho ferroviário Mara Rosa – Lucas do Rio Verde, cujos resultados são resumidos nos quadros a seguir.

**RESULTADO DA AVALIAÇÃO ECONÔMICA**  
**CENÁRIO 1 - SEM FERROGRÃO**  
**BENEFÍCIOS DIRETOS**  
*Em R\$ Milhão - Base Jan/2017*

DESCRIÇÃO	UNIDADE	VALOR
Valor Presente dos Benefícios ( B )	R\$ Milhão	56.717,73
Valor Presente dos Custos ( C )	R\$ Milhão	3.788,00
Valor Presente Líquido ( B - C )	R\$ Milhão	52.929,73
Relação Benefício / Custo ( B / C )	-	14,97
Taxa Interna de Retorno (TIR)	%	50,1%
Payback	anos	7

*Nota: Taxa de Desconto = 7 % a.a.*

*Fonte: ENEFER - Elaboração Própria*

Observa-se que o projeto de implantação do trecho Mara Rosa – Lucas do Rio Verde no Cenário 1 – sem Ferrogrão é economicamente viável, com Valor Presente Líquido (B-C) = R\$ 52.929,73 milhões e Relação Benefício Custo (B/C) = 14,97.

A TIR do projeto alcançou 50,1% ao ano.

O payback do empreendimento ocorrerá em 2025, 7º ano do empreendimento.

Portanto, não há dúvidas quanto à viabilidade econômica do novo trecho ferroviário neste Cenário.

**RESULTADO DA AVALIAÇÃO ECONÔMICA**  
**CENÁRIO 2 - COM FERROGRÃO - HIPÓTESE PARTIÇÃO DE FLUXOS**  
**BENEFÍCIOS DIRETOS**  
*Em R\$ Milhão - Base Jan/2017*

DESCRIÇÃO	UNIDADE	VALOR
Valor Presente dos Benefícios ( B )	R\$ Milhão	43.383,22
Valor Presente dos Custos ( C )	R\$ Milhão	3.735,47
Valor Presente Líquido ( B - C )	R\$ Milhão	39.647,75
Relação Benefício / Custo ( B / C )	-	11,61
Taxa Interna de Retorno (TIR)	%	44,1%
Payback	anos	8

*Nota: Taxa de Desconto = 7 % a.a.*

*Fonte: ENEFER - Elaboração Própria*

Observa-se que o projeto de implantação do trecho Mara Rosa – Lucas do Rio Verde no Cenário 2 – com Ferrogrão - Repartição é economicamente viável, com Valor Presente Líquido (B-C) = R\$ 39.647,75 milhões e Relação Benefício Custo (B/C) = 11,61.

A TIR do projeto alcançou 44,1% ao ano.

O payback do empreendimento ocorrerá em 2026, 8º ano do empreendimento.

Portanto, não há dúvidas quanto à viabilidade econômica do novo trecho ferroviário neste Cenário, embora com resultados inferiores àqueles obtidos no Cenário 1.

**RESULTADO DA AVALIAÇÃO ECONÔMICA**  
**CENÁRIO 3 - COM FERROGRÃO - HIPÓTESE TUDO OU NADA**  
**BENEFÍCIOS DIRETOS**  
*Em R\$ Milhão - Base Jan/2017*

DESCRIÇÃO	UNIDADE	VALOR
Valor Presente dos Benefícios ( B )	R\$ Milhão	18.281,95
Valor Presente dos Custos ( C )	R\$ Milhão	3.551,11
Valor Presente Líquido ( B - C )	R\$ Milhão	14.730,84
Relação Benefício / Custo ( B / C )	-	5,15
Taxa Interna de Retorno (TIR)	%	28,0%
Payback	anos	9

*Nota: Taxa de Desconto = 7 % a.a.*

Observa-se que o projeto de implantação do trecho Mara Rosa – Lucas do Rio Verde no Cenário 3 – com Ferrogrão – Tudo ou Nada é economicamente viável, com Valor Presente Líquido (B-C) = R\$ 14.730,84 milhões e Relação Benefício Custo (B/C) = 5,15.

A TIR do projeto alcançou 28,0% ao ano.

O payback do empreendimento ocorrerá em 2027, 9º ano do empreendimento.

Portanto, não há dúvidas quanto à viabilidade econômica do novo trecho ferroviário neste Cenário, embora com resultados inferiores àqueles obtidos no Cenário 1 e Cenário 2.

#### 7.4 Análise de Sensibilidade

A análise de sensibilidade dos resultados da avaliação econômica do trecho ferroviário Mara Rosa – Lucas do Rio Verde nos cenários analisados foi feita considerando-se a possibilidade da variação conjunta de benefícios diretos e custos.

Admitiu-se que os benefícios diretos possam sofrer reduções de 10%, 20% e 30% em relação aos valores originalmente estimados, ao mesmo tempo em que o custo de investimento possa apresentar acréscimos de 10%, 20% e 30%.

Os resultados são apresentados nos quadros a seguir.

**Resultados da Análise de Sensibilidade do Cenário 1**

ANÁLISE DE SENSIBILIDADE - BENEFÍCIOS DIRETOS  
CENÁRIO 1 - SEM FERROGRÃO  
Valor Presente Líquido (B-C)  
Em R\$ Milhão - Base Jan/2017

BENEFÍCIOS	CUSTO DE INVESTIMENTO			
	Variação Conjunta	0%	+10%	+20%
0%	52.930	52.551	52.172	51.793
-10%	47.258	46.879	46.500	46.122
-20%	41.586	41.207	40.829	40.450
-30%	35.914	35.536	35.157	34.778

Fonte: ENEFER - Elaboração Própria

ANÁLISE DE SENSIBILIDADE - BENEFÍCIOS DIRETOS  
CENÁRIO 1 - SEM FERROGRÃO  
Relação Benefício/Custo (B/C)

BENEFÍCIOS	CUSTO DE INVESTIMENTO			
	Variação Conjunta	0%	+10%	+20%
0%	14,97	13,61	12,48	11,52
-10%	13,48	12,25	11,23	10,37
-20%	11,98	10,89	9,98	9,21
-30%	10,48	9,53	8,73	8,06

Fonte: ENEFER - Elaboração Própria



ANÁLISE DE SENSIBILIDADE - BENEFÍCIOS DIRETOS  
CENÁRIO 1 - SEM FERROGRÃO  
Taxa Interna de Retorno (TIR)

BENEFÍCIOS	CUSTO DE INVESTIMENTO			
	0%	+10%	+20%	+30%
Varição Conjunta	0%	0%	0%	0%
0%	50,1%	47,5%	45,3%	43,2%
-10%	47,2%	44,8%	42,6%	40,7%
-20%	44,2%	41,9%	39,8%	38,0%
-30%	41,0%	38,8%	36,8%	35,1%

Fonte: ENEFER - Elaboração Própria

Verifica-se que para o Cenário 1 - sem Ferrogrão, o investimento na ferrovia permanece economicamente viável em todas as situações simuladas.

**Resultados da Análise de Sensibilidade do Cenário 2**

ANÁLISE DE SENSIBILIDADE - BENEFÍCIOS DIRETOS  
CENÁRIO 2 - COM FERROGRÃO - HIPÓTESE REPARTIÇÃO  
Valor Presente Líquido (B-C)  
Em R\$ Milhão - Base Jan/2017

BENEFÍCIOS	CUSTO DE INVESTIMENTO			
	0%	+10%	+20%	+30%
Varição Conjunta	0%	0%	0%	0%
0%	39.648	39.274	38.901	38.527
-10%	35.309	34.936	34.562	34.189
-20%	30.971	30.597	30.224	29.850
-30%	26.633	26.259	25.886	25.512

Fonte: ENEFER - Elaboração Própria

ANÁLISE DE SENSIBILIDADE - BENEFÍCIOS DIRETOS  
CENÁRIO 2 - COM FERROGRÃO - HIPÓTESE REPARTIÇÃO  
Relação Benefício/Custo (B/C)

BENEFÍCIOS	CUSTO DE INVESTIMENTO			
	Varição Conjunta	0%	+10%	+20%
0%	11,61	10,56	9,68	8,93
-10%	10,45	9,50	8,71	8,04
-20%	9,29	8,45	7,74	7,15
-30%	8,13	7,39	6,77	6,25

Fonte: ENEFER - Elaboração Própria

ANÁLISE DE SENSIBILIDADE - BENEFÍCIOS DIRETOS  
CENÁRIO 2 - COM FERROGRÃO - HIPÓTESE REPARTIÇÃO  
Taxa Interna de Retorno (TIR)

BENEFÍCIOS	CUSTO DE INVESTIMENTO			
	Varição Conjunta	0%	+10%	+20%
0%	44,1	41,7	39,6	37,8
-10%	41,5	39,2	37,2	35,4
-20%	38,7	36,5	34,6	33,0
-30%	35,7	33,6	31,9	30,3

Fonte: ENEFER - Elaboração Própria

Verifica-se que para o Cenário 2 - com Ferrogrão – Repartição, o investimento na ferrovia também permanece economicamente viável em todas as situações simuladas.

### Resultados da Análise de Sensibilidade do Cenário 3

ANÁLISE DE SENSIBILIDADE - BENEFÍCIOS DIRETOS  
CENÁRIO 3 - COM FERROGRÃO - HIPÓTESE TUDO OU NADA  
Valor Presente Líquido (B-C)  
Em R\$ Milhão - Base Jan/2017

BENEFÍCIOS	CUSTO DE INVESTIMENTO			
	Variação Conjunta	0%	+10%	+20%
0%	14.731	14.375	14.021	13.666
-10%	12.903	12.546	12.192	11.837
-20%	11.074	10.719	10.364	10.009
-30%	9.246	8.891	8.536	8.181

Fonte: ENEFER - Elaboração Própria

ANÁLISE DE SENSIBILIDADE - BENEFÍCIOS DIRETOS  
CENÁRIO 3 - COM FERROGRÃO - HIPÓTESE TUDO OU NADA  
Relação Benefício/Custo (B/C)

BENEFÍCIOS	CUSTO DE INVESTIMENTO			
	Variação Conjunta	0%	+10%	+20%
0%	5,15	4,68	4,29	3,96
-10%	4,63	4,21	3,86	3,56
-20%	4,12	3,74	3,43	3,17
-30%	3,60	3,28	3,00	2,77

Fonte: ENEFER - Elaboração Própria

ANÁLISE DE SENSIBILIDADE - BENEFÍCIOS DIRETOS  
CENÁRIO 3 - COM FERROGRÃO - HIPÓTESE TUDO OU NADA  
Taxa Interna de Retorno (TIR)

BENEFÍCIOS	CUSTO DE INVESTIMENTO			
	0%	+10%	+20%	+30%
Varição Conjunta	0%	0%	0%	0%
0%	28,0	26,2	24,6	23,2
-10%	26,0	24,3	22,8	21,5
-20%	23,9	22,3	20,9	19,7
-30%	21,7	20,2	18,9	17,8

Fonte: ENEFER - Elaboração Própria

Verifica-se que para o Cenário 3 - com Ferrogrão – Tudo ou Nada, o investimento na ferrovia também permanece economicamente viável em todas as situações simuladas.

## 8 AVALIAÇÃO FINANCEIRA

A Avaliação Financeira tem por objetivo verificar a viabilidade do empreendimento sob o ponto de vista do agente que será responsável pela implantação e posterior operação da EF-354 – Trecho Mara Rosa – Lucas do Rio Verde, com aproximadamente 883 km, referente à Ferrovia Transcontinental.

Conforme acordado com a VALEC, foram considerados três cenários:

- Cenário Sem Ferrogrão
- Cenário Com Ferrogrão – Alocação com Repartição de Fluxos
- Cenário Com Ferrogrão – Alocação Tudo ou Nada

Dada a similaridade entre os três cenários, que diferem basicamente no tocante ao carregamento do trecho ferroviário, a avaliação será detalhada para o Cenário Sem Ferrogrão e apresentada mais resumidamente para os demais cenários.

O EVTEA da EF-354 – Trecho Mara Rosa – Lucas do Rio Verde, atendendo ao estabelecido nos termos de referência da contratação, foi feito segundo o modelo convencional de concessão, ou de parceria público-privada (PPP), no caso em que a concessão não se mostrar viável, no qual um único concessionário assume a responsabilidade de construir, manter e operar a Ferrovia.

Conforme acordado com a VALEC, considerou-se que a ferrovia seria construída por etapas, em seis anos (de 2019 a 2024); o subtrecho Mara Rosa Água Boa entraria em operação em 2023 e o subtrecho Água Boa – Lucas do Rio Verde em 2025. Considerou-se o prazo de operação de 30 anos contados a partir da entrada em operação do primeiro subtrecho (de 2023 a 2052).

É oportuno registrar que foi considerado, para cada cenário, o modelo não alavancado

devido ao fato de ser este o modelo adotado pelo Governo nas licitações de concessão e PPP.

Efetivamente, isto foi reconhecido inclusive pelo TCU (Acórdão TC 026.335/2007-4, item D, pag.13), conforme a seguir transcrito:

*Esses estudos de viabilidade, basilares para a Administração e referenciais para o contratado, geralmente adotam o fluxo de caixa “não alavancado”, leia-se, sem financiamento. A realidade fática do regime de financiamento fica a cargo do futuro concessionário, que fará o seu próprio fluxo de caixa alavancado.*

Assim, a licitação é feita com base no fluxo de caixa não alavancado, cabendo a cada proponente definir sua proposta, em função de suas próprias condições de alavancagem. O proponente com a proposta mais vantajosa para a Administração vence a licitação.

Não obstante, foi desenvolvido também para cada cenário um modelo alavancado, tomando como base a linha de financiamento FINEM do BNDES.

## 8.1 Cenário Sem Ferrogrão

### 8.1.1 Viabilidade Financeira

No modelo convencional de concessão, também conhecido como concessão vertical, trata-se de verificar se as receitas auferidas pela Ferrovia EF-354 – Trecho Mara Rosa – Lucas do Rio Verde, com a prestação dos serviços de transporte ferroviário, serão suficientes para cobrir os custos da prestação dos serviços (operação, manutenção e despesas gerais), amortizar o investimento realizado e proporcionar remuneração adequada ao operador / investidor.

O método de análise consiste 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).

Adicionalmente pode-se determinar a Relação Benefício/Custo (B/C) e o Payback, ou Tempo de Recuperação do Capital, que mede o tempo (número de anos) necessário para o fluxo de caixa pagar os investimentos realizados.

Para a determinação do fluxo de caixa projeta-se a Demonstração do Resultado, que inclui as receitas, os impostos sobre o faturamento (PIS, COFINS, ICMS), os custos e despesas, a depreciação, o imposto de renda (IRPJ) e a contribuição social sobre o lucro (CSLL), obtendo-se o resultado líquido (lucro ou prejuízo) em cada ano do período de análise.

Em seguida, determina-se a Projeção do Fluxo de Caixa, que compreende as entradas de caixa (resultado líquido, depreciação/amortização e financiamentos) e as saídas de caixa (investimentos, necessidades de capital de giro e amortização de financiamentos), obtendo-se o saldo de caixa em cada ano.

Para desconto do fluxo de caixa e obtenção do valor presente líquido (VPL) utiliza-se um custo de oportunidade de capital adequado, que incorpora o custo do capital próprio e o custo do capital de terceiros.

A taxa interna de retorno (TIR) é definida como a taxa de desconto que torna o VPL igual a zero.

Considera-se que o projeto será financeiramente viável se  $VPL > 0$ , ou, o que é equivalente, se  $TIR > \text{Custo de Capital}$ ; neste caso ter-se-á  $B/C > 1$  e Payback dentro do horizonte do projeto.

No presente estudo, a análise foi feita considerando um horizonte de 34 anos: construção por etapas de 2019 a 2024; operação parcial até Água Boa em 2023 e 2024; operação plena a partir de 2025 até 2052; e atendimento gradativo da demanda, segundo o cronograma a seguir:

- 2023 – 1º ano de operação (até Água Boa): 60%
- 2024 – 2º ano de operação: 60%
- 2025 – 3º ano de operação (até Lucas do Rio Verde): 60%
- 2026 – 4º ano de operação: 70%
- 2027 – 5º ano de operação: 80%
- 2028 – 6º ano de operação: 90%
- A partir de 2029 – 5º ano de operação: 100%.

### 8.1.2 Resultados da Avaliação

No modelo convencional considera-se a possibilidade da concessão da construção e exploração da Ferrovia EF-354 ser outorgada a uma única empresa, nos termos da Lei no 8.987/1995.

Para esta alternativa, a Demonstração do Resultado e o Fluxo de Caixa Projetado constam do Anexo 3. Planilhas auxiliares de cálculo são apresentadas nos Anexos 3A, 3B, 3C E 3D do Relatório de Avaliação Financeira.

Os valores presentes resultantes são resumidos no Quadro a seguir.

Conforme se verificou, no Cenário Sem Ferrogrão, o modelo convencional de concessão é viável do ponto de vista financeiro, uma vez que apresenta os seguintes indicadores:

- Valor Presente Líquido (VPL) igual a R\$ 3.566 milhões (positivo).
- Taxa Interna de Retorno (TIR) igual a 14,34 % ao ano (superior à TMA de 9,57%).
- Relação B/C igual a 1,19 (maior do que 1).
- Payback de 18 anos.

Efetivamente, observa-se que a geração de recursos com a operação da Ferrovia é suficiente para financiar os investimentos e proporcionar remuneração adequada aos recursos aplicados: o valor presente do Fluxo de Caixa, descontado à TMA, é positivo; a TIR é maior do que a TMA; a Relação B/C é maior do que 1.

Com relação ao Payback, o investimento é recuperado em 18 anos, portanto dentro do período da concessão.

Numa eventual concessão, o concessionário poderia pagar um valor de outorga igual ao valor presente líquido do fluxo de caixa, ou seja, até R\$ 3.566 milhões.

**CENÁRIO SEM FERROGRÃO**  
**MODELO CONVENCIONAL DE CONCESSÃO**
**Resumo do Valor Presente**
*Em R\$ Mil - Janeiro/2017*

<b>DEMONSTRAÇÃO DO</b>		<b>R\$ MIL</b>
<b>RESULTADO</b>		
<b>Receita Bruta de Serviços</b>		<b>24.374.610</b>
PIS / COFINS		(2.254.651)
Creditos do PIS/COFINS		599.053
<b>Receita Líquida de Serviços</b>		<b>22.719.011</b>
<b>Custo dos Serviços Prestados</b>		<b>(10.664.921)</b>
Custo de Manutenção da Via e Sistemas	(1.611.605)	
Custo de Manutenção do Mat. Rodante	(1.425.374)	
Custo na Área de Operação	(3.825.276)	
Despesas Operacionais	(705.737)	
Taxas, Seguros e Garantias	(381.189)	
Depreciação - Investimento na EF-354	(2.707.863)	
Amortização - Comp. Passivo Ambiental	(7.876)	
<b>Resultado Operacional</b>		<b>12.054.091</b>
Despesas Financeiras		-
<b>Resultado Antes dos Impostos</b>		<b>12.054.091</b>
IRPJ/CSLL		(4.118.517)
<b>Resultado Líquido Após Impostos</b>		<b>7.935.574</b>
<b>FLUXO DE CAIXA</b>		<b>R\$ MIL</b>
<b>Entradas</b>		<b>10.651.313</b>
Resultado Líquido Após Impostos	7.935.574	
Depreciação - Investimento EF-354	2.707.863	
Amortização - Invest. Comp. P. Ambiental	7.876	
Financiamentos	-	
<b>Saídas</b>		<b>(7.084.949)</b>
Necessidade de Capital de Giro	(226.055)	
Investimento na EF-354 na Infraestrutura	(4.759.671)	
Investimento na Operação	(2.453.104)	
(-)Desoneração do PIS/COFINS-REIDI	385.675	
Investimento na Comp. P. Ambiental	(31.794)	
Amortização de Financiamentos	-	
<b>VALOR PRESENTE</b>		<b>3.566.364</b>

*Fonte: ENEFER - Anexo 3*
**Análise de Sensibilidade**

A análise de sensibilidade dos resultados da avaliação segundo o modelo convencional de concessão (não alavancado) foi feita considerando-se a possibilidade da variação conjunta de receitas e investimentos e custos. Admitiu-se que as receitas possam sofrer reduções de 10%, 20% e 30% em relação aos valores originalmente estimados, ao mesmo tempo em que os investimentos e custos possam apresentar acréscimos de 10%, 20% e 30%. Os resultados são apresentados nos quadros a seguir.

**CENÁRIO SEM FERROGRÃO**  
**MODELO CONVENCIONAL DE CONCESSÃO**  
**Análise de Sensibilidade - Valor Presente Líquido (B-C)**  
*Em R\$ Mil - Janeiro/2017*

RECEITAS	INVESTIMENTOS E CUSTOS			
	Variação	0%	+10%	+20%
0%	3.566.364	2.508.272	1.450.180	392.088
-10%	2.151.636	1.093.543	35.020	(1.025.114)
-20%	736.907	(322.249)	(1.382.383)	(2.444.716)
-30%	(679.518)	(1.740.665)	(2.803.937)	(3.870.285)

Fonte: ENEFER

**CENÁRIO SEM FERROGRÃO**  
**MODELO CONVENCIONAL DE CONCESSÃO**  
**Análise de Sensibilidade - Taxa Interna de Retorno (TIR)**

RECEITAS	INVESTIMENTO E CUSTOS			
	Variação	0%	+10%	+20%
0%	14,34%	12,74%	11,32%	10,02%
-10%	12,58%	11,02%	9,61%	8,33%
-20%	10,66%	9,12%	7,72%	6,43%
-30%	8,51%	6,97%	5,56%	4,24%

Fonte: ENEFER

**CENÁRIO SEM FERROGRÃO**  
**MODELO CONVENCIONAL DE CONCESSÃO**  
**Análise de Sensibilidade - Relação B/C**

RECEITAS	INVESTIMENTO E CUSTOS			
	Variação	0%	+10%	+20%
0%	1,19	1,12	1,07	1,02
-10%	1,12	1,06	1,00	0,95
-20%	1,04	0,98	0,93	0,88
-30%	0,96	0,90	0,85	0,81

Fonte: ENEFER



Conforme foi visto, a concessão da construção, operação e exploração da EF-354 à iniciativa privada não é financeiramente viável.

Ainda assim, pode-se conjecturar sobre a forma de participação público - privada capaz de viabilizar o empreendimento.

Neste caso, a questão é determinar qual a participação do Governo que asseguraria ao Concessionário a remuneração adequada, representada pela TMA de 9,57 %. Em outras palavras, pode-se procurar determinar que porcentagem do investimento na construção da ferrovia deve ser suportada pelo Governo e, conseqüentemente, que porcentagem seria atrativa ao parceiro privado.

Considerou-se, assim, que, durante o período inicial da construção, o Governo faria aportes anuais a fundo perdido ao Concessionário, proporcionais ao investimento realizado em cada ano, de forma a equilibrar o fluxo de caixa. Na situação de equilíbrio, o valor presente do fluxo de caixa, descontado a TMA, seria zero e o valor dos aportes representaria a participação governamental na implantação da ferrovia.

Em suma, neste modelo de Parceria Público-Privada (PPP) o Governo arcaria com cerca de 12 % do investimento na construção, cabendo ao Concessionário privado arcar com os restantes 88 %, bem como com os investimentos e custos na operação, manutenção e exploração da ferrovia.

Como por definição o valor presente do fluxo de caixa é zero, neste modelo a recuperação do capital só ocorre no final do último ano da concessão. O Payback, portanto, é de 34 anos.

Igualmente, como  $VPL = 0$ , tem-se a Relação  $B/C = 1,0$ .

Finalmente repete-se que foi considerado o modelo não alavancado devido ao fato de ser este o modelo adotado pelo Governo nas licitações de concessão e PPP.

### 8.1.3 Parceria Público-Privada (PPP)

No Cenário Sem Ferrogrão, conforme foi visto, a concessão da construção, operação e exploração da EF-354, no trecho Mara Rosa – Lucas do Rio Verde, à iniciativa privada é financeiramente viável. Neste Cenário, portanto, não há necessidade de subsídios ao Concessionário.

Ainda assim, pode-se comentar sobre a forma de Parceria Público - Privada que poderia viabilizar o empreendimento caso a concessão não fosse viável.

Neste caso, a questão seria determinar qual a participação do Governo que asseguraria ao Concessionário a remuneração adequada, representada pela TMA de 9,57 %. Em outras palavras, pode-se procurar determinar que porcentagem do investimento na construção da ferrovia deve ser suportada pelo Governo e, conseqüentemente, que porcentagem seria atrativa ao parceiro privado.

Considera-se, assim, que, durante o período da construção, o Governo faria aportes anuais a fundo perdido ao Concessionário, proporcionais ao investimento realizado em cada ano, de forma a equilibrar o fluxo de caixa. Na situação de equilíbrio, o valor presente do fluxo de caixa, descontado à TMA, seria zero e o valor dos aportes representaria a participação governamental na implantação da ferrovia.

Este modelo de PPP, concebido com base no fluxo não alavancado, é apresentado a título de ilustração no Anexo 4 do Relatório de Avaliação Financeira.

Em valor presente, a participação do Governo corresponderia ao VPL negativo do fluxo de caixa da concessão.

Em suma, neste modelo de Parceria Público-Privada (PPP) o Governo arcaria com **X** % do investimento na construção, cabendo ao Concessionário privado arcar com os restantes **(1 - X)** %, bem como com os investimentos e custos na operação, manutenção e exploração da ferrovia.

Como por definição o valor presente do fluxo de caixa é zero, neste modelo a recuperação do capital só ocorre no final do último ano da concessão. Igualmente, como  $VPL = 0$ , tem-se a Relação  $B/C = 1,0$ .

Finalmente repete-se que este modelo é apresentado apenas para ilustrar a metodologia de análise, já que não são necessários subsídios ao Concessionário.

#### 8.1.4 Modelo de Concessão Alavancado

Em complemento aos modelos apresentados, foi desenvolvido um modelo alavancado, tomando por base as condições de financiamento do BNDES, na linha FINEM, conforme disponibilizado no site <http://www.bndes.gov.br/wps/portal/site/home/financiamento/produto/bndes-finem-infraestrutura-logistica>.

Considerou-se assim que 80 % do investimento na infraestrutura, a ser realizado nos seis anos de construção, seriam financiados a juros iguais à TJLP (7,0 %) acrescidos da Taxa do BNDES (2,1 %), totalizando 9.1 % ao ano.

O prazo de amortização seria de 20 anos, com carência de 6 meses após a ferrovia entrar em operação.

Para desconto do fluxo de caixa, adotou-se a taxa de 10,68 % ao ano, correspondente ao custo do capital próprio calculado pela VALEC na Nota Técnica N° 003/2017 - GPROG/SUDEN.

O modelo desenvolvido é apresentado no Anexo 5 do Relatório de Avaliação Financeira e resumido no quadro a seguir.

Observa-se que neste modelo alavancado, a concessão é viável, uma vez que apresenta um valor presente líquido de cerca de R\$ 3.373 milhões.

Conforme calculado no Anexo 5 do Relatório de Avaliação Financeira, a taxa interna de retorno é de 20,13%, superior ao custo de 10,68% atribuído ao capital próprio.

A Relação B/C, conforme também calculada no Anexo 5, é igual a 1,21.

Com relação ao Payback, verifica-se que a recuperação do investimento ocorre no prazo de 15 anos (vide Anexo 5.D).

Análise de Sensibilidade

A análise de sensibilidade dos resultados da avaliação segundo o modelo alavancado foi feita admitindo-se a variação conjunta de receitas (-10%, -20% e -30%) e de investimentos e custos (+10%, +20% e +30%), resultando nos valores apresentados nos Quadros 4.A, 4.B e 4.C, a seguir.

**CENÁRIO SEM FERROGRÃO**  
**MODELO DE CONCESSÃO ALAVANCADO**

**Resumo do Valor Presente**

*Em R\$ Mil - Janeiro/2017*

<b>DEMONSTRAÇÃO DO</b>		<b>R\$ MIL</b>
<b>RESULTADO</b>		
<b>Receita Bruta de Serviços</b>		<b>20.797.073</b>
PIS / COFINS		(1.923.729)
Creditos do PIS/COFINS		506.501
<b>Receita Líquida de Serviços</b>		<b>19.379.844</b>
<b>Custo dos Serviços Prestados</b>		<b>(9.136.260)</b>
Custo de Manutenção da Via e Sistemas	(1.380.697)	
Custo de Manutenção do Mat. Rodante	(1.205.755)	
Custo na Área de Operação	(3.260.478)	
Despesas Operacionais	(603.383)	
Taxas, Seguros e Garantias	(327.925)	
Depreciação - Investimento na EF-354	(2.351.123)	
Amortização - Comp. Passivo Ambiental	(6.900)	
<b>Resultado Operacional</b>		<b>10.243.584</b>
Despesas Financeiras		(2.022.468)
<b>Resultado Antes dos Impostos</b>		<b>8.221.116</b>
IRPJ/CSLL		(2.887.844)
<b>Resultado Líquido Após Impostos</b>		<b>5.333.272</b>
<b>FLUXO DE CAIXA</b>		<b>R\$ MIL</b>
<b>Entradas</b>		<b>11.208.455</b>
Resultado Líquido Após Impostos	5.333.272	
Depreciação - Investimento EF-354	2.351.123	
Amortização - Invest. Comp. P. Ambiental	6.900	
Financiamentos	3.517.160	
<b>Saídas</b>		<b>(7.834.735)</b>
Necessidade de Capital de Giro	(208.319)	
Investimento na EF-354 na Infraestrutura	(4.572.829)	
Investimento na Operação	(2.250.806)	
(-)Desoneração do PIS/COFINS-REIDI	372.233	
Investimento na Comp. P. Ambiental	(31.475)	
Amortização de Financiamentos	(1.143.539)	
<b>VALOR PRESENTE</b>		<b>3.373.719</b>

Fonte: ENEFER - Anexo 5

**CENÁRIO SEM FERROGRÃO**  
**MODELO DE CONCESSÃO ALAVANCADO**  
**Análise de Sensibilidade - Valor Presente Líquido (B-C)**  
*Em R\$ Mil - Janeiro/2017*

RECEITAS	INVESTIMENTOS E CUSTOS			
	Variação	0%	+10%	+20%
0%	3.373.719	2.495.083	1.613.256	726.641
-10%	2.157.633	1.275.087	387.167	(1.509.213)
-20%	936.919	46.084	(854.775)	(1.782.261)
-30%	(296.137)	(1.209.537)	(2.160.337)	(3.158.020)

Fonte: ENEFER

**CENÁRIO SEM FERROGRÃO**  
**MODELO DE CONCESSÃO ALAVANCADO**  
**Análise de Sensibilidade - Taxa Interna de Retorno (TIR)**

RECEITAS	INVESTIMENTO E CUSTOS			
	Variação	0%	+10%	+20%
0%	20,13%	17,17%	14,60%	12,34%
-10%	16,87%	14,07%	11,64%	9,49%
-20%	13,44%	10,81%	8,50%	6,42%
-30%	9,78%	7,28%	5,04%	3,00%

Fonte: ENEFER

**CENÁRIO SEM FERROGRÃO**  
**MODELO DE CONCESSÃO ALAVANCADO**  
**Análise de Sensibilidade - Relação B/C**

RECEITAS	INVESTIMENTO E CUSTOS			
	Variação	0%	+10%	+20%
0%	1,21	1,15	1,09	1,04
-10%	1,14	1,08	1,02	0,97
-20%	1,06	1,00	0,95	0,90
-30%	0,98	0,92	0,86	0,81

Fonte: ENEFER

## 8.2 Cenário com Ferrogrão – Alocação com Repartição de Fluxos

### 8.2.1 Viabilidade Financeira

A avaliação financeira do Cenário Com Ferrogrão – Alocação com Repartição de Fluxos foi feita segundo o modelo convencional de concessão descrito no Item 2.1 para o Cenário Sem Ferrogrão do Relatório de Avaliação Financeira.

Conforme descrito, o modelo de análise consiste em obter o fluxo de caixa do projeto e determinar os indicadores de rentabilidade: Valor Presente Líquido (VPL), Taxa Interna de Retorno (TIR), Relação Benefício Custo (B/C) e Payback.

### 8.2.2 Resultados da Avaliação

O modelo convencional de concessão aplicável a este cenário é apresentado nos Anexos 8, 8.A, 8.B, 8.C, 8.D e 8.E do Relatório de Avaliação Financeira

O resumo do valor presente é apresentado no quadro a seguir.

<b>CENÁRIO COM FERROGRÃO - REPARTIÇÃO DE FLUXOS</b>	
<b>MODELO CONVENCIONAL DE CONCESSÃO</b>	
<b>Resumo do Valor Presente</b>	
<i>Em R\$ Mil - Janeiro/2017</i>	
<b>DEMONSTRAÇÃO DO RESULTADO</b>	<b>R\$ MIL</b>
<b>Receita Bruta de Serviços</b>	<b>18.771.644</b>
PIS / COFINS	(1.736.377)
Creditos do PIS/COFINS	458.154
<b>Receita Líquida de Serviços</b>	<b>17.493.421</b>
<b>Custo dos Serviços Prestados</b>	<b>(8.336.050)</b>
Custo de Manutenção da Via e Sistemas	(1.306.440)
Custo de Manutenção do Mat. Rodante	(943.569)
Custo na Área de Operação	(2.949.079)
Despesas Operacionais	(531.123)
Taxas, Seguros e Garantias	(313.511)
Depreciação - Investimento na EF-354	(2.284.587)
Amortização - Comp. Passivo Ambiental	(7.741)
<b>Resultado Operacional</b>	<b>9.157.371</b>
Despesas Financeiras	-
<b>Resultado Antes dos Impostos</b>	<b>9.157.371</b>
IRPJ/CSLL	(3.130.939)
<b>Resultado Líquido Após Impostos</b>	<b>6.026.432</b>
<b>FLUXO DE CAIXA</b>	<b>R\$ MIL</b>
<b>Entradas</b>	<b>8.318.760</b>
Resultado Líquido Após Impostos	6.026.432
Depreciação - Investimento EF-354	2.284.587
Amortização - Invest. Comp. P. Ambiental	7.741
Financiamentos	-
<b>Saídas</b>	<b>(6.141.967)</b>
Necessidade de Capital de Giro	(174.805)
Investimento na EF-354 na Infraestrutura	(4.699.424)
Investimento na Operação	(1.623.998)
(-)Desoneração do PIS/COFINS-REIDI	387.508
Investimento na Comp. P. Ambiental	(31.248)
Amortização de Financiamentos	-
<b>VALOR PRESENTE</b>	<b>2.176.792</b>

Fonte: ENEFER - Anexo 8

Conforme se verifica, no Cenário Com Ferrogrão – Alocação com Repartição de Fluxos, o modelo convencional de concessão é viável do ponto de vista financeiro, uma vez que apresenta os seguintes indicadores:

- Valor Presente Líquido (VPL) igual a R\$ 2.176 milhões (positivo).
- Taxa Interna de Retorno (TIR) igual a 12,89 % ao ano (superior à TMA de 9,57%).
- Relação B/C igual a 1,14 (maior do que 1).
- Payback de 20 anos.

### *Análise de Sensibilidade*

A análise de sensibilidade dos resultados da avaliação é apresentada nos quadros a seguir.

#### **CENÁRIO COM FERROGRÃO - REPARTIÇÃO DE FLUXOS MODELO CONVENCIONAL DE CONCESSÃO**

##### **Análise de Sensibilidade - Valor Presente Líquido (B-C)**

*Em R\$ Mil - Janeiro/2017*

RECEITAS	INVESTIMENTOS E CUSTOS				
	Variação	0%	+10%	+20%	+30%
0%		2.176.792	1.304.425	432.058	(441.739)
-10%		1.086.746	214.371	(659.824)	(1.534.586)
-20%		(3.714)	(877.908)	(1.753.545)	(2.630.692)
-30%		(1.096.200)	(1.472.503)	(2.851.013)	(3.733.044)

*Fonte: ENEFER*

#### **CENÁRIO COM FERROGRÃO - REPARTIÇÃO DE FLUXOS MODELO CONVENCIONAL DE CONCESSÃO**

##### **Análise de Sensibilidade - Taxa Interna de Retorno (TIR)**

RECEITAS	INVESTIMENTO E CUSTOS				
	Variação	0%	+10%	+20%	+30%
0%		12,89%	11,45%	10,16%	8,99%
-10%		11,30%	9,89%	8,62%	7,45%
-20%		9,56%	8,17%	6,90%	5,73%
-30%		7,61%	6,22%	4,94%	3,74%

*Fonte: ENEFER*

**CENÁRIO COM FERROGRÃO - REPARTIÇÃO DE FLUXOS**  
**MODELO CONVENCIONAL DE CONCESSÃO**  
**Análise de Sensibilidade - Relação B/C**

RECEITAS	INVESTIMENTO E CUSTOS			
	0%	+10%	+20%	+30%
Variação				
0%	1,14	1,08	1,03	0,98
-10%	1,07	1,01	0,96	0,91
-20%	0,99	0,94	0,89	0,84
-30%	0,92	0,86	0,81	0,77

Fonte: ENEFER

### 8.2.3 Parceria Público-Privada (PPP)

Neste Cenário Com Ferrogrão – Alocação com Repartição de Fluxos a concessão convencional é viável, não havendo necessidade de subsídios governamentais.

Não obstante o Anexo 9 do Relatório de Avaliação Financeira é apresentado o modelo que foi desenvolvido para a análise da alternativa de PPP, caso fosse necessário.

### 8.2.4 Modelo de Concessão Alavancado

O modelo alavancado aplicável a este cenário também foi desenvolvido segundo as mesmas premissas descritas no Item 2.2 do Relatório de Avaliação Financeira para o Cenário Sem Ferrogrão.

Conforme apresentado no Anexo 10 do Relatório de Avaliação Financeira, verifica-se que, no Cenário Com Ferrogrão – Alocação com Repartição de Fluxos, o modelo de concessão alavancado é viável do ponto de vista financeiro, uma vez que apresenta os seguintes indicadores:

- Valor Presente Líquido (VPL) igual a R\$ 2.238 milhões (positivo).
- Taxa Interna de Retorno (TIR) igual a 18,26 % ao ano (superior à TMA de 9,57%).
- Relação B/C igual a 1,18 (maior do que 1).
- Payback de 16 anos.

**CENÁRIO COM FERROGRÃO - REPARTIÇÃO DE FLUXOS  
MODELO DE CONCESSÃO ALAVANCADO**

**Resumo do Valor Presente**

*Em R\$ Mil - Janeiro/2017*

<b>DEMONSTRAÇÃO DO RESULTADO</b>	<b>R\$ MIL</b>
<b>Receita Bruta de Serviços</b>	<b>16.022.593</b>
PIS / COFINS	(1.482.090)
Creditos do PIS/COFINS	387.279
<b>Receita Líquida de Serviços</b>	<b>14.927.782</b>
<b>Custo dos Serviços Prestados</b>	<b>(7.151.879)</b>
Custo de Manutenção da Via e Sistemas	(1.120.622)
Custo de Manutenção do Mat. Rodante	(798.743)
Custo na Área de Operação	(2.514.441)
Despesas Operacionais	(452.976)
Taxas, Seguros e Garantias	(270.656)
Depreciação - Investimento na EF-354	(1.987.660)
Amortização - Comp. Passivo Ambiental	(6.782)
<b>Resultado Operacional</b>	<b>7.775.903</b>
Despesas Financeiras	(2.024.272)
<b>Resultado Antes dos Impostos</b>	<b>5.751.631</b>
IRPJ/CSLL	(2.056.423)
<b>Resultado Líquido Após Impostos</b>	<b>3.695.207</b>
<b>FLUXO DE CAIXA</b>	<b>R\$ MIL</b>
<b>Entradas</b>	<b>9.209.117</b>
Resultado Líquido Após Impostos	3.695.207
Depreciação - Investimento EF-354	1.987.660
Amortização - Invest. Comp. P. Ambiental	6.782
Financiamentos	3.519.469
<b>Saídas</b>	<b>(6.970.232)</b>
Necessidade de Capital de Giro	(161.120)
Investimento na EF-354 na Infraestrutura	(4.517.351)
Investimento na Operação	(1.491.078)
(-)Desoneração do PIS/COFINS-REIDI	373.980
Investimento na Comp. P. Ambiental	(30.935)
Amortização de Financiamentos	(1.143.730)
<b>VALOR PRESENTE</b>	<b>2.238.885</b>

*Fonte: ENEFER - Anexo 10*



### Análise de Sensibilidade

A análise de sensibilidade apresentou os valores indicados nos quadros a seguir.

#### CENÁRIO COM FERROGRÃO - REPARTIÇÃO DE FLUXOS

##### MODELO DE CONCESSÃO ALAVANCADO

##### Análise de Sensibilidade - Valor Presente Líquido (B-C)

Em R\$ Mil - Janeiro/2017

RECEITAS	INVESTIMENTOS E CUSTOS				
	Variação	0%	+10%	+20%	+30%
0%		2.238.885	1.520.638	797.515	67.914
-10%		1.296.683	572.226	(160.021)	(911.812)
-20%		346.936	(391.474)	(1.151.120)	(1.944.667)
-30%		(624.986)	(1.399.728)	(2.211.539)	(3.058.181)

Fonte: ENEFER

#### CENÁRIO COM FERROGRÃO - REPARTIÇÃO DE FLUXOS

##### MODELO DE CONCESSÃO ALAVANCADO

##### Análise de Sensibilidade - Taxa Interna de Retorno (TIR)

RECEITAS	INVESTIMENTO E CUSTOS				
	Variação	0%	+10%	+20%	+30%
0%		18,26%	15,46%	13,20%	10,87%
-10%		15,17%	12,52%	10,02%	8,13%
-20%		11,91%	9,39%	7,17%	5,16%
-30%		8,41%	6,00%	3,85%	1,84%

Fonte: ENEFER

#### CENÁRIO COM FERROGRÃO - REPARTIÇÃO DE FLUXOS

##### MODELO DE CONCESSÃO ALAVANCADO

##### Análise de Sensibilidade - Relação B/C

RECEITAS	INVESTIMENTO E CUSTOS				
	Variação	0%	+10%	+20%	+30%
0%		1,18	1,11	1,06	1,01
-10%		1,11	1,04	0,99	0,94
-20%		1,03	0,97	0,91	0,86
-30%		0,94	0,88	0,83	0,78

Fonte: ENEFER

## 8.3 Cenário com Ferrogrão – Alocação Tudo ou Nada

### 8.3.1 Viabilidade Financeira

A avaliação financeira do Cenário Com Ferrogrão – Alocação Tudo ou Nada foi feita segundo o modelo convencional de concessão descrito no Item 2.1 para o Cenário Sem Ferrogrão.

Conforme descrito, o modelo de análise consiste em obter o fluxo de caixa do projeto e determinar os indicadores de rentabilidade: Valor Presente Líquido (VPL), Taxa Interna de Retorno (TIR), Relação Benefício Custo (B/C) e Payback.

### 8.3.2 Resultados da Avaliação

O modelo convencional de concessão aplicável a este cenário é apresentado nos Anexos 13, 13.A, 13.B, 13.C, 13.D e 13.E do Relatório de Avaliação Financeira.

O resumo do valor presente é apresentado no quadro a seguir.

<b>CENÁRIO COM FERROGRÃO - TUDO OU NADA</b>	
<b>MODELO CONVENCIONAL DE CONCESSÃO</b>	
<b>Resumo do Valor Presente</b>	
<i>Em R\$ Mil - Janeiro/2017</i>	
<b>DEMONSTRAÇÃO DO RESULTADO</b>	<b>R\$ MIL</b>
<b>Receita Bruta de Serviços</b>	<b>6.664.105</b>
PIS / COFINS	(616.430)
Creditos do PIS/COFINS	201.944
<b>Receita Líquida de Serviços</b>	<b>6.249.620</b>
<b>Custo dos Serviços Prestados</b>	<b>(3.985.805)</b>
Custo de Manutenção da Via e Sistemas	(728.793)
Custo de Manutenção do Mat. Rodante	(272.047)
Custo na Área de Operação	(930.236)
Despesas Operacionais	(229.075)
Taxas, Seguros e Garantias	(165.794)
Depreciação - Investimento na EF-354	(1.652.657)
Amortização - Comp. Passivo Ambiental	(7.203)
<b>Resultado Operacional</b>	<b>2.263.815</b>
Despesas Financeiras	-
<b>Resultado Antes dos Impostos</b>	<b>2.263.815</b>
IRPJ/CSLL	(783.798)
<b>Resultado Líquido Após Impostos</b>	<b>1.480.017</b>
<b>FLUXO DE CAIXA</b>	<b>R\$ MIL</b>
<b>Entradas</b>	<b>3.139.877</b>
Resultado Líquido Após Impostos	1.480.017
Depreciação - Investimento EF-354	1.652.657
Amortização - Invest. Comp. P. Ambiental	7.203
Financiamentos	-
<b>Saídas</b>	<b>(4.670.120)</b>
Necessidade de Capital de Giro	(61.491)
Investimento na EF-354 na Infraestrutura	(4.487.357)
Investimento na Operação	(473.444)
(-)Desoneração do PIS/COFINS-REIDI	381.250
Investimento na Comp. P. Ambiental	(29.078)
Amortização de Financiamentos	-
<b>VALOR PRESENTE</b>	<b>(1.530.243)</b>

Fonte: ENEFER - Anexo 13

Conforme se verifica, no Cenário Com Ferrogrão – Alocação Tudo ou Nada, o modelo convencional de concessão não é viável do ponto de vista financeiro, uma vez que apresenta os seguintes indicadores:

- Valor Presente Líquido (VPL) negativo, igual a R\$ 1.530 milhões.
- Taxa Interna de Retorno (TIR) igual a 6,06 % ao ano (inferior à TMA de 9,57%).

- Relação B/C igual a 0,80 (menor do que 1).

Apesar do Resultado Líquido após Impostos ser positivo, os recursos gerados com a operação da Ferrovia não são suficientes para pagar os investimentos e assegurar o adequado retorno (9,57% ao ano) ao Concessionário: o valor presente líquido é negativo, a TIR é menor do que a TMA e a Relação B/C é menor do que 1.

Com relação ao Payback, como o valor presente do fluxo de caixa é negativo, o investimento não é recuperado durante o período da concessão.

### Análise de Sensibilidade

A análise de sensibilidade é apresentada nos quadros a seguir.

**CENÁRIO COM FERROGRÃO - TUDO OU NADA**  
**MODELO CONVENCIONAL DE CONCESSÃO**  
**Análise de Sensibilidade - Valor Presente Líquido (B-C)**  
*Em R\$ Mil - Janeiro/2017*

RECEITAS	INVESTIMENTOS E CUSTOS			
	Variação	0%	+10%	+20%
0%	(1.530.243)	(2.074.944)	(2.621.474)	(3.170.488)
-10%	(1.922.035)	(2.468.824)	(3.019.501)	(3.578.026)
-20%	(2.316.487)	(2.869.437)	(3.433.472)	(4.017.158)
-30%	(2.720.498)	(3.294.573)	(3.890.440)	(4.513.016)

Fonte: ENEFER

**CENÁRIO COM FERROGRÃO - TUDO OU NADA**  
**MODELO CONVENCIONAL DE CONCESSÃO**  
**Análise de Sensibilidade - Taxa Interna de Retorno (TIR)**

RECEITAS	INVESTIMENTO E CUSTOS			
	Variação	0%	+10%	+20%
0%	6,06%	5,10%	4,24%	3,45%
-10%	5,00%	4,06%	3,20%	2,41%
-20%	3,83%	2,89%	2,03%	1,23%
-30%	2,52%	1,57%	0,64%	-0,36%

Fonte: ENEFER

**CENÁRIO COM FERROGRÃO - TUDO OU NADA**  
**MODELO CONVENCIONAL DE CONCESSÃO**

**Análise de Sensibilidade - Relação B/C**

RECEITAS	INVESTIMENTO E CUSTOS			
	Variação	0%	+10%	+20%
0%	0,80	0,75	0,71	0,67
-10%	0,75	0,70	0,65	0,61
-20%	0,69	0,64	0,60	0,56
-30%	0,62	0,57	0,53	0,50

Fonte: ENEFER

Conforme era de se esperar a concessão é inviável em todos os casos analisados.

### 8.3.3 Parceria Público-Privada (PPP)

Conforme foi visto, no Cenário Com Ferrogrão – Alocação Tudo ou Nada, a concessão da construção, operação e exploração da EF-354 à iniciativa privada não é financeiramente viável.

Cabe, portanto, verificar a forma de participação público - privada capaz de viabilizar o empreendimento.

Neste caso, a questão é determinar qual a participação do Governo que asseguraria ao Concessionário a remuneração adequada, representada pela TMA de 9,57 %. Em outras palavras, pode-se procurar determinar que porcentagem do investimento na construção da ferrovia deve ser suportada pelo Governo e, conseqüentemente, que porcentagem seria atrativa ao parceiro privado.

Considerou-se, assim, que, durante o período da construção, o Governo faria aportes anuais a fundo perdido ao Concessionário, proporcionais ao investimento realizado em cada ano, de forma a equilibrar o fluxo de caixa. Na situação de equilíbrio, o valor presente do fluxo de caixa, descontado a TMA, seria zero e o valor dos aportes representaria a participação governamental na implantação da ferrovia.

O modelo de PPP, concebido com base no fluxo não alavancado, é apresentado no Anexo 14.

Constata-se que o Governo deveria arcar com 34,5% do Investimento, mediante aportes proporcionais durante a construção (Anos 1 a 6 do Relatório de Avaliação Financeira).

Em valor presente, a participação do Governo monta em R\$ 1.530.243 mil, que corresponde ao VPL negativo do fluxo de caixa da concessão. (vide quadro a seguir).

**CENÁRIO COM FERROGRÃO - TUDO OU NADA  
MODELO CONVENCIONAL DE PPP (NÃO ALAVANCADO)**

**Resumo do Valor Presente**

*Em R\$ Mil - Janeiro/2017*

<b>DEMONSTRAÇÃO DO RESULTADO</b>	<b>R\$ MIL</b>
<b>Receita Bruta de Serviços</b>	<b>6.664.105</b>
PIS / COFINS	(616.430)
Creditos do PIS/COFINS	201.944
<b>Receita Líquida de Serviços</b>	<b>6.249.620</b>
<b>Custo dos Serviços Prestados</b>	<b>(3.985.805)</b>
Custo de Manutenção da Via e Sistemas	(728.793)
Custo de Manutenção do Mat. Rodante	(272.047)
Custo na Área de Operação	(930.236)
Despesas Operacionais	(229.075)
Taxas, Seguros e Garantias	(165.794)
Depreciação - Investimento na EF-354	(1.652.657)
Amortização - Comp. Passivo Ambiental	(7.203)
<b>Resultado Operacional</b>	<b>2.263.815</b>
Despesas Financeiras	-
<b>Resultado Antes dos Impostos</b>	<b>2.263.815</b>
IRPJ/CSLL	(783.798)
<b>Resultado Líquido Após Impostos</b>	<b>1.480.017</b>
<b>FLUXO DE CAIXA</b>	<b>R\$ MIL</b>
<b>Entradas</b>	<b>4.670.120</b>
Resultado Líquido Após Impostos	1.480.017
Depreciação - Investimento EF-354	1.652.657
Amortização - Invest. Comp. P. Ambiental	7.203
Financiamentos	-
<b>Aportes do Governo</b>	<b>1.530.243</b>
<b>Saídas</b>	<b>(4.670.120)</b>
Necessidade de Capital de Giro	(61.491)
Investimento na EF-354 na Infraestrutura	(4.487.357)
Investimento na Operação	(473.444)
(-)Desoneração do PIS/COFINS-REIDI	381.250
Investimento na Comp. P. Ambiental	(29.078)
Amortização de Financiamentos	-
<b>VALOR PRESENTE</b>	<b>-</b>

*Fonte: ENEFER - Anexo 14*

Em termos correntes, os aportes somariam R\$ 2.156.764 mil, assim distribuídos:

2019 – R\$	26.243 mil
2020 – R\$	243.261 mil
2021 – R\$	595.896 mil
2022 – R\$	715.162 mil
2023 – R\$	388.915 mil
2024 – R\$	187.288 mil

Em suma, neste modelo de Parceria Público-Privada (PPP) o Governo arcaria com 34,5% do investimento na construção, cabendo ao Concessionário privado arcar com os restantes 65,5%, bem como com os investimentos e custos na operação, manutenção e exploração da ferrovia.

Como por definição o valor presente do fluxo de caixa é zero, neste modelo a recuperação do capital só ocorre no final do último ano da concessão.

Finalmente repete-se que foi considerado o modelo não alavancado devido ao fato de ser este o modelo adotado pelo Governo nas licitações de concessão e PPP.

#### 8.3.4 Modelo de Concessão Alavancado

Não obstante, o modelo de concessão alavancado aplicável a este cenário também foi desenvolvido, segundo as mesmas premissas descritas no Item 2.2 do Relatório de Avaliação Financeira para o Cenário Sem Ferrogrão.

Os resultados são apresentados no Anexo 15, onde se verifica, no Cenário Com Ferrogrão – Alocação Tudo ou Nada, o modelo de concessão alavancado também não é viável do ponto de vista financeiro, uma vez que apresenta os seguintes indicadores:

- Valor Presente Líquido (VPL) negativo, igual a R\$ 1.027 milhões.
- Taxa Interna de Retorno (TIR) igual a 5,46 % ao ano (inferior à TMA de 10,68%).
- Relação B/C igual a 0,84 (menor do que 1).

O resumo do valor presente consta do Quadro 11, a seguir.

#### *Análise de Sensibilidade*

Os resultados da análise de sensibilidade constam dos quadros a seguir.

Conforme era de se esperar, a concessão alavancada também é inviável em todos os casos analisados.

**CENÁRIO COM FERROGRÃO - TUDO OU NADA  
MODELO DE CONCESSÃO ALAVANCADO**
**Resumo do Valor Presente**
*Em R\$ Mil - Janeiro/2017*

<b>DEMONSTRAÇÃO DO RESULTADO</b>	<b>R\$ MIL</b>
<b>Receita Bruta de Serviços</b>	<b>5.708.219</b>
PIS / COFINS	(528.010)
Creditos do PIS/COFINS	170.494
<b>Receita Líquida de Serviços</b>	<b>5.350.703</b>
<b>Custo dos Serviços Prestados</b>	<b>(3.450.120)</b>
Custo de Manutenção da Via e Sistemas	(629.519)
Custo de Manutenção do Mat. Rodante	(231.467)
Custo na Área de Operação	(796.656)
Despesas Operacionais	(195.389)
Taxas, Seguros e Garantias	(145.629)
Depreciação - Investimento na EF-354	(1.445.150)
Amortização - Comp. Passivo Ambiental	(6.311)
<b>Resultado Operacional</b>	<b>1.900.582</b>
Despesas Financeiras	(1.970.411)
<b>Resultado Antes dos Impostos</b>	<b>(69.828)</b>
IRPJ/CSLL	(245.234)
<b>Resultado Líquido Após Impostos</b>	<b>(315.062)</b>
<b>FLUXO DE CAIXA</b>	<b>R\$ MIL</b>
<b>Entradas</b>	<b>4.555.189</b>
Resultado Líquido Após Impostos	(315.062)
Depreciação - Investimento EF-354	1.445.150
Amortização - Invest. Comp. P. Ambiental	6.311
Financiamentos	3.418.790
<b>Saídas</b>	<b>(5.582.744)</b>
Necessidade de Capital de Giro	(56.778)
Investimento na EF-354 na Infraestrutura	(4.321.000)
Investimento na Operação	(437.898)
(-)Desoneração do PIS/COFINS-REIDI	367.983
Investimento na Comp. P. Ambiental	(28.786)
Amortização de Financiamentos	(1.106.265)
<b>VALOR PRESENTE</b>	<b>(1.027.555)</b>

*Fonte: ENEFER - Anexo 15*

**CENÁRIO COM FERROGRÃO - TUDO OU NADA**  
**MODELO DE CONCESSÃO ALAVANCADO**  
**Análise de Sensibilidade - Valor Presente Líquido (B-C)**

*Em R\$ Mil - Janeiro/2017*

RECEITAS	INVESTIMENTOS E CUSTOS			
	Variação	0%	+10%	+20%
0%	(1.027.555)	(1.532.239)	(2.062.498)	(2.611.030)
-10%	(1.430.032)	(1.965.034)	(2.516.465)	(3.078.082)
-20%	(1.868.083)	(2.423.218)	(2.987.914)	(3.558.125)
-30%	(2.331.324)	(2.899.102)	(3.471.661)	(4.046.979)

*Fonte: ENEFER*

**CENÁRIO COM FERROGRÃO - TUDO OU NADA**  
**MODELO DE CONCESSÃO ALAVANCADO**  
**Análise de Sensibilidade - Taxa Interna de Retorno (TIR)**

RECEITAS	INVESTIMENTO E CUSTOS			
	Variação	0%	+10%	+20%
0%	5,46%	3,64%	1,90%	0,29%
-10%	3,46%	1,53%	0,21%	-1,82%
-20%	1,08%	-0,83%	-2,59%	-4,24%
-30%	-1,60%	-3,54%	-5,37%	-7,12%

*Fonte: ENEFER*

**CENÁRIO COM FERROGRÃO - TUDO OU NADA**  
**MODELO DE CONCESSÃO ALAVANCADO**  
**Análise de Sensibilidade - Relação B/C**

RECEITAS	INVESTIMENTO E CUSTOS			
	Variação	0%	+10%	+20%
0%	0,84	0,78	0,72	0,67
-10%	0,77	0,71	0,66	0,61
-20%	0,70	0,64	0,59	0,55
-30%	0,62	0,57	0,52	0,49

*Fonte: ENEFER*



## 8.4 Comparação de Cenários

O quadro a seguir, apresentam alguns elementos de comparação entre os cenários analisados.

### COMPARAÇÃO DE CENÁRIOS

DESCRIÇÃO	UNIDADE	SEM FERROGRÃO	COM FERROGRÃO Repartição de Fluxos	COM FERROGRÃO Tudo ou Nada
PRODUÇÃO TOTAL	TKU milhão	1.110.998	816.992	230.987
RECEITAS DA FERROVIA	R\$ mil	132.436.835	101.833.310	35.541.673
CONCESSÃO CONVENCIONAL				
VPL	R\$ mil	3.566.364	2.176.792	(1.530.243)
TIR	%	14,34%	12,89%	6,06%
B/C	unid	1,19	1,14	0,80
Payback	anos	18	20	mais de 34
PARCERIA PÚBLICO - PRIVADA (PPP)				
Aportes do Governo	% Investimento	n/aplic	n/aplic	34,50%
	R\$ mil	n/aplic	n/aplic	1.530.243
VPL	R\$ mil	n/aplic	n/aplic	0
TIR	%	n/aplic	n/aplic	9,57%
B/C	unid	n/aplic	n/aplic	1,00
Payback	anos	n/aplic	n/aplic	34

Fonte: ENEFER

Observa-se que, sob o ponto de vista da EF-354 – Trecho Mara Rosa – Lucas do Rio Verde, o Cenário Sem Ferrogrão apresenta-se mais favorável, com uma produção de transporte de cerca de 1.110 bilhões de TKU ao longo dos próximos 34 anos.

Esta produção proporciona uma receita da ordem de R\$ 132 bilhões.

A concessão da construção e operação da Ferrovia à iniciativa privada mostrou-se viável, com um VPL de R\$ 3,5 bilhões, taxa interna de retorno (TIR) de 14,34 %, relação B/C de 1,19 e Payback de 18 anos.

Segue-se o Cenário Com Ferrogrão – Alocação com Repartição de Fluxos, no qual a produção de transporte é de 816 bilhões de TKU e a receita é de R\$ 101 bilhões.

A concessão também é viável, apresentando os seguintes indicadores: VPL de R\$ 2,1 bilhões, TIR de 12,89%, B/C de 1,14 e Payback de 20 anos.

O Cenário Com Ferrogrão – Alocação Tudo ou Nada, por sua vez, não é financeiramente viável para uma concessão convencional. A implantação da ferrovia dependeria de uma Parceria Público – Privada (PPP), na qual o Governo participasse com 34,5% do investimento na infraestrutura, a ser realizado durante os 6 anos da construção.

Neste caso ter-se-ia VPL = 0, TIR = 9,57%, B/C = 1,00 e Payback = 34 anos.

## 8.5 Análise de Risco

A Avaliação Econômica realizada para cada um dos três Cenários indicou que a ferrovia EF-354 – Trecho Mara Rosa – Lucas do Rio Verde é economicamente viável. A análise de sensibilidade mostrou que a ferrovia permanece economicamente viável, nos três Cenários, mesmo na eventualidade dos benefícios serem reduzidos em 30% e os custos aumentarem 30% em relação aos valores originalmente estimados.

Conclui-se, portanto, que do ponto de vista econômico está assegurada a viabilidade deste novo trecho ferroviário, qualquer que seja o Cenário futuro.

A Análise Financeira, por sua vez, indicou que a concessão comum, segundo o modelo não alavancado, é viável para o Cenário Sem Ferrogrão e para o Cenário Com Ferrogrão – Alocação com Repartição de Fluxos. Entretanto, a concessão não é viável para o Cenário Com Ferrogrão – Alocação Tudo ou Nada.

Neste Cenário Com Ferrogrão – Alocação Tudo ou Nada, a construção e operação da ferrovia poderia ser implementada mediante parceria público-privada (PPP), na qual o Governo Federal contribuiria com aproximadamente 34,5% do investimento na infraestrutura. Neste caso a PPP seria viável, assegurando ao concessionário a taxa mínima de atratividade (TMA) de 9,57 %.

Alguns pontos, entretanto, podem ser citados face aos riscos que apresentam para a concessão / PPP e, conseqüentemente, para a viabilidade financeira do empreendimento tal como foi concebido.

Estes pontos, resumidos no quadro ao final, podem ser classificados em: Risco Administrativo, Risco Ambiental, Risco de Projeto e Construção, Risco de Mercado, Risco Regulatório e Risco Financeiro.

### **Risco Administrativo**

O risco administrativo decorre principalmente de atrasos e exigências no processo de licenciamento ambiental, compreendendo Licença Prévia (LP), Licença de Instalação (LI) e Licença de Operação (LO), que terão impacto negativo no cronograma e no custo de implantação do Trecho Mara Rosa – Lucas do Rio Verde, com reflexos negativos na sua rentabilidade.

Os atrasos e exigências poderão ser mitigados pela adequada realização do Estudo de Impacto Ambiental (EIA) e do correspondente Relatório de Impacto Ambiental (RIMA), com a identificação criteriosa do Passivo Ambiental da obra.

### **Risco Ambiental**

Não obstante, problemas ambientais imprevisíveis, como, por exemplo, a existência de cavernas não detectadas no Estudo Ambiental, podem determinar alterações de traçado, modificações no cronograma das obras e aumentos significativos nos custos do investimento.

De modo geral, o risco ambiental deve ser suportado pelo Poder Concedente, mediante cláusulas específicas no Contrato de Concessão.

## **Risco de Projeto e Construção**

O primeiro ponto refere-se à configuração da malha de transportes futura.

A este respeito destaca-se que o Trecho Mara Rosa – Lucas do Rio Verde é um trecho complementar à EF-151 – Ferrovia Norte Sul (FNS). Suas cargas trafegam pela FNS para atingir os portos de Vila do Conde e Itaqui. A viabilidade depende, portanto, dos trechos Estrela D'Oeste – Porto Nacional e Açailândia – Vila do Conde estarem com as obras concluídas e em operação. Eventuais problemas e/ou atrasos nestas obras refletirão negativamente no trecho em estudo, reduzindo sua rentabilidade.

Para que isto não aconteça é importante coordenar os cronogramas das obras de forma a assegurar que o investimento no Trecho só venha a ser iniciado após se ter garantias adequadas de que os investimentos nos demais trechos serão feitos e concluídos tempestivamente. Isto poderá vir a obrigar a postergação das obras no trecho em estudo (previstas para 2019 a 2024), com a eventual revisão dos indicadores de viabilidade econômica.

No tocante ao custo de investimento, ainda que o empreendimento tenha se mostrado viável sob a forma de concessão (Cenário Sem Ferrogrão e Cenário Com Ferrogrão – Repartição de Fluxos) ou de PPP (Cenário Com Ferrogrão – Tudo ou Nada), aumentos nos valores dos investimentos terão impacto na viabilidade efetiva. Tais aumentos poderão ser evitados pela criteriosa elaboração dos projetos básicos e executivos, bem como pelo cumprimento rigoroso do cronograma das obras, evitando-se paralisações e atrasos.

Erros ou imprecisões dos projetos básico e executivo, bem como alterações de projeto, terão impacto negativo nos custos e, exceto quando motivados pela Concessionária, deverão ser suportados pelo Poder Concedente.

## **Risco de Mercado**

O principal ponto refere-se ao risco de demanda. A viabilidade calculada para cada Cenário depende basicamente dos fluxos de grãos (soja e milho) que respondem por aproximadamente 99% das cargas originadas na área de influência da EF-354. Como estas cargas destinam-se principalmente à exportação, a produção da ferrovia fica na dependência dos mercados mundiais.

Os indicadores atuais não apontam para a redução deste mercado, que, entretanto, deverá ser acompanhado pelos futuros gestores da ferrovia.

## **Risco Regulatório**

Como o Trecho Mara Rosa – Lucas do Rio Verde não tem acesso direto aos portos exportadores e depende do uso de linhas de outras ferrovias para atender à demanda, é essencial assegurar o tráfego mútuo ou o direito de passagem de seus trens.

O Contrato de Concessão deverá conter cláusulas explícitas neste sentido, bem como deverão ser assinados Acordos Operacionais com a Ferrovia Norte Sul e a Estrada de Ferro Carajás, com interveniência da Agência Reguladora (ANTT), estabelecendo as condições operacionais e financeiras a serem observadas.

## Risco Financeiro

Durante a construção (sob a forma de PPP no caso do Cenário Com Ferrogrão – Tudo ou Nada) é importante assegurar que a participação governamental seja efetivamente disponibilizada ao Concessionário, em tempo hábil, sob pena da obra vir a sofrer atrasos inevitáveis e consequentes aumentos nos custos dos investimentos.

Apesar de não ser esperado, as taxas de juros de mercado podem vir a apresentar aumentos significativos, tornando o investimento na ferrovia (remunerado pela TMA = 9,57% ao ano) pouco atrativo para os grandes investidores privados, face às demais alternativas disponíveis.

Por outro lado, aumentos de custos operacionais em proporções superiores ao índice de reajustamento aplicável às Tarifas de Transportes (o IGP-DI) poderão provocar distorções ao longo dos 34 anos da concessão, com o consequente desequilíbrio do fluxo de caixa.

Os contratos de concessão deverão, por conseguinte, conter cláusulas de reequilíbrio econômico – financeiro visando corrigir estas e outras distorções, a serem aplicadas periodicamente mediante negociação entre o Concessionário e a Agência Reguladora.

### ANÁLISE DE RISCO

CATEGORIA DE RISCO	RISCO	AMEAÇA	DESCRIÇÃO	TRATAMENTO PROPOSTO
Administrativo	Andamento do Processo de Licenciamento Ambiental.	Atrasos e exigências adicionais dos órgãos de licenciamento ambiental - LP, LI, LO.	Atrasos e novas exigências para o licenciamento ambiental podem vir a aumentar prazos e custos, com consequente redução da rentabilidade do empreendimento e eventual inviabilização.	Adequada realização do EIA / RIMA. Criteriosa avaliação do Passivo Ambiental.
Ambiental	Impactos Ambientais Imprevisíveis.	Atrasos e custos devido a fatores ambientais imprevisíveis	Por exemplo, existência de cavernas não detectadas no EIA podem exigir alterações de traçado, modificação do cronograma das obras, aumentos de custo.	Contrato de Concessão deve prever que o risco ambiental seja suportado pelo Poder Concedente.
Projeto e Construção	Infraestrutura complementar ao Projeto não disponibilizada a tempo. Aumentos do custo do investimento. Erros, imprecisões ou alterações de projeto.	Atrasos no cronograma das obras e aumentos no custo dos investimentos. Redução da rentabilidade do Projeto.	Nos casos em que o empreendimento depende de infraestrutura complementar, a indisponibilidade desta infraestrutura pode causar atrasos no cronograma e aumenar custos. O mesmo pode ocorrer devido a erros, imprecisões ou alterações de projeto.	Criteriosa elaboração dos projetos básico e executivo. Rigoroso controle dos cronogramas. Contrato de Concessão deve prever que alterações não motivadas pelo Concessionário sejam suportadas pelo Poder Concedente.
Mercado	Demanda inferior ao previsto.	Redução da receita e da rentabilidade. Eventual inviabilização do Projeto.	Demanda pode não corresponder aos valores previstos na análise do Projeto: no caso, mercado mundial de grãos (soja e milho).	Acompanhamento do mercado mundial de grãos. Prospecção permanente de novos mercados.
Regulatório	Dificuldades no trato com outras ferrovias em operações de tráfego mútuo e direito de passagem.	Impossibilidade da prestação dos serviços, no caso de tráfego mútuo e direito de passagem. Redução da receita operacional.	Dificuldades no trato com outras ferrovias podem resultar na impossibilidade de prestação dos serviços de transporte e redução da receita, no caso de operações em tráfego mútuo e direito de passagem.	Garantir o tráfego mútuo e o direito de passagem, mediante Acordos Operacionais com a Ferrovia Norte Sul e a Estrada de Ferro Carajás, assinados com intervenção da ANTT.
Financeiro	Recursos financeiros do Governo disponibilizados com atraso. Aumento imprevisto dos juros de mercado. Aumentos de custos operacionais superiores aos índices oficiais de reajustamento das tarifas de transporte.	Quebra do equilíbrio econômico-financeiro de Projeto. Prejuízos recorrentes.	Condições de equilíbrio econômico-financeiro consideradas na análise do Projeto (participações do Governo, juros de mercado, índices de reajustamento de tarifas) podem não se realizar, com o consequente reflexo no equilíbrio econômico-financeiro da Concessão.	Contrato de Concessão deve prever cláusulas de reequilíbrio econômico financeiro, a serem aplicadas com periodicidade definida..

