

VALEC

VALEC – ENGENHARIA, CONSTRUÇÕES E FERROVIAS S.A.

ESTUDO DE VIABILIDADE TÉCNICA, ECONÔMICA E AMBIENTAL (EF-151)

TRECHO:
ITUMBIARA – GO / GOIÂNIA – GO / BRASÍLIA – DF

Segmento 1: Itumbiara/GO - FNS

VOLUME 2
MEMÓRIA JUSTIFICATIVA

ORÇAMENTO DETALHADO
(ARQUIVOS)

FEVEREIRO/2012

 MAIA MELO ENGENHARIA

 ARS CONSULT

 EVOLUÇÃO
engenharia

MAIA MELO Engenharia Ltda
Rua General Joaquim Inácio, 136 –
Ilha do Leite - Recife – PE
CEP: 50.070-270 | 55.81.3423.3977
CNPJ: 08.156.424/0001-51

ARS Consult Engenharia Ltda
SHCGN 712/713 - Bloco "B" N° 50 –
Asa Norte - Brasília/DF
CEP: 70.760-620 | 55.61.3043.5300
CNPJ: 61.364.048/0001-73

EVOLUÇÃO Engenharia e Tecnologia Ltda
Rua 83,n °709, Qd. F-20, It 89, lj 01
Setor Sul – Goiânia/GO
CEP: 74.083-195 | 55.62.3249.9500
CNPJ: 06.880.037/0001-38

**REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL
MINISTÉRIO DOS TRANSPORTES
VALEC – ENGENHARIA, CONSTRUÇÕES E FERROVIAS S.A.**

VALEC

ENGENHARIA, CONSTRUÇÕES E FERROVIAS S/A

**ELABORAÇÃO DE ESTUDO DE VIABILIDADE TÉCNICA,
ECONÔMICA E AMBIENTAL (EVTEA) PARA IMPLANTAÇÃO DE
TRECHOS FERROVIÁRIOS DA EF-151:**

SEGMENTO 1 – LIGAÇÃO DE ITUMBIARA/GO COM A FERROVIA NORTE/ SUL

RELATÓRIO FINAL

VOLUME 2

MEMÓRIA JUSTIFICATIVA

ESTUDO OPERACIONAL



RECIFE/PE
FEVEREIRO/2012

SUMÁRIO

SUMÁRIO

2	MEMÓRIA JUSTIFICATIVA	8
2.3	ESTUDOS OPERACIONAIS	8
2.3.1	Aspectos Técnicos e Metodológicos	8
2.3.2	Metas do Estudo	8
2.3.3	Estudo Comercial	9
2.3.3.1	Identificação das Demandas por Fluxo e Determinação dos Patamares de Demanda	9
2.3.3.2	Estudos Operacionais	22
2.3.3.3	Tamanho do Trem-Tipo	36
2.3.3.4	Sistemas de Licenciamento de Trens, Sinalização, Telecom, Energia e CCO.	37
2.3.3.5	Determinação da frota comercial de locomotivas e vagões.	51
2.3.3.6	Produção e produtividade do material rodante da frota comercial	52
2.3.3.7	Produção e Produtividade dos Vagões	55
2.3.4	Custos de Investimento, Manutenção e Despesas Operacionais	59
2.3.4.1	Aquisição, Operação e Manutenção das Locomotivas da Frota Comercial.	59
2.3.4.2	Aquisição e Manutenção dos Vagões da frota Comercial.	61
2.3.4.3	Aquisição e Manutenção do Material Rodante destinado aos Serviços Internos	63
2.3.4.4	Construção dos desvios de cruzamento	64
2.3.4.5	Aquisição, Operação e Manutenção do Guindaste de Socorro e dos Equipamentos de Manutenção da Via.	64
2.3.4.6	Construção da Oficina e Instalações de Apoio à Inspeção e à Manutenção do Material Rodante, do Guindaste de Socorro e dos Equipamentos de Manutenção da Via.	65
2.3.4.7	Resumo dos Investimentos Necessários em Instalações de Apoio	67
2.3.4.8	Implantação dos Polos de Carga	67
2.3.4.9	Consolidação do Plano de Vias dos Segmentos Estudados	69
2.3.4.10	Equipagem das Locomotivas	70
2.3.4.11	Direito de Passagem	71
2.3.4.12	Resumo dos Custos Operacionais	73
2.3.5	Calculo Operacional	76

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1 – TÚNEL : GEOMETRIA DE SEÇÃO TIPO	23
FIGURA 2 – EXEMPLO DE LOCOMOTIVAS	24
FIGURA 3 – EXEMPLOS DE VAGÕES.....	26
FIGURA 4 – PERFIL ALTIMÉTRICO DA VIA E LOCALIZAÇÃO DOS PÁTIOS DE CRUZAMENTO.....	29
FIGURA 5 – PERFIL ALTIMÉTRICO DA VIA E LOCALIZAÇÃO DOS PÁTIOS DE CRUZAMENTO.....	32
FIGURA 6 – PERFIL ALTIMÉTRICO DA VIA E LOCALIZAÇÃO DOS PÁTIOS DE CRUZAMENTO.....	35
FIGURA 7 – TREM-TIPO.....	36
FIGURA 8 – FIGURA ILUSTRATIVA DO SISTEMA DE SINALIZAÇÃO	38
FIGURA 9 – TRANSPONDER ETCS NÍVEL 1(A); BALIZAS E SINALIZAÇÕES (B).....	39
FIGURA 10 – SISTEMA DE SINALIZAÇÃO BASEADO NA COMUNICAÇÃO SATELITÁRIA.....	40
FIGURA 11 – CENTRO DE CONTROLE OPERACIONAL.....	41
FIGURA 12 – LAYOUT DOS TERMINAIS DAS FERROVIAS.....	68

ÍNDICE DE TABELAS

TABELA 1- SEGMENTO 1 - CARGA TRANSPORTADA ENTRE OS POLOS E O PORTO DE ILHÉUS.....	9
TABELA 2- SEGMENTO 1 - CARGA TRANSPORTADA ENTRE OS POLOS E O PORTO DE ILHÉUS.....	10
TABELA 3- SEGMENTO 1 - CARGA TRANSPORTADA ENTRE OS POLOS E O PORTO DE ILHÉUS.....	10
TABELA 4- VOLUME DE TRANSPORTE PREVISTO PARA CADA PÓLO DE CARGA POR GRUPO DE PRODUTO. ANO: 2015.....	11
TABELA 5- VOLUME DE TRANSPORTE PREVISTO PARA CADA PÓLO DE CARGA POR GRUPO DE PRODUTO. ANO: 2020.....	11
TABELA 6- VOLUME DE TRANSPORTE PREVISTO PARA CADA PÓLO DE CARGA POR GRUPO DE PRODUTO. ANO: 2025.....	11
TABELA 7- VOLUME DE TRANSPORTE PREVISTO PARA CADA PÓLO DE CARGA POR GRUPO DE PRODUTO. ANO: 2030.....	11
TABELA 8- VOLUME DE TRANSPORTE PREVISTO PARA CADA PÓLO DE CARGA POR GRUPO DE PRODUTO. ANO: 2035.....	11
TABELA 9- VOLUME DE TRANSPORTE PREVISTO PARA CADA PÓLO DE CARGA POR GRUPO DE PRODUTO. ANO: 2040.....	12
TABELA 10- VOLUME DE TRANSPORTE PREVISTO PARA CADA PÓLO DE CARGA POR GRUPO DE PRODUTO. ANO: 2045.....	12
TABELA 11- VOLUME DE TRANSPORTE PREVISTO PARA CADA PÓLO DE CARGA POR GRUPO DE PRODUTO. ANO: 2015.....	12
TABELA 12- VOLUME DE TRANSPORTE PREVISTO PARA CADA PÓLO DE CARGA POR GRUPO DE PRODUTO. ANO: 2020.....	12
TABELA 13- VOLUME DE TRANSPORTE PREVISTO PARA CADA PÓLO DE CARGA POR GRUPO DE PRODUTO. ANO: 2025.....	12
TABELA 14- VOLUME DE TRANSPORTE PREVISTO PARA CADA PÓLO DE CARGA POR GRUPO DE PRODUTO. ANO: 2030.....	12
TABELA 15- VOLUME DE TRANSPORTE PREVISTO PARA CADA PÓLO DE CARGA POR GRUPO DE PRODUTO. ANO: 2035.....	13
TABELA 16- VOLUME DE TRANSPORTE PREVISTO PARA CADA PÓLO DE CARGA POR GRUPO DE PRODUTO. ANO: 2040.....	13
TABELA 17- VOLUME DE TRANSPORTE PREVISTO PARA CADA PÓLO DE CARGA POR GRUPO DE PRODUTO. ANO: 2045.....	13
TABELA 18- VOLUME DE TRANSPORTE PREVISTO PARA CADA PÓLO DE CARGA POR GRUPO DE PRODUTO. ANO: 2015.....	13
TABELA 19- VOLUME DE TRANSPORTE PREVISTO PARA CADA PÓLO DE CARGA POR GRUPO DE PRODUTO. ANO: 2020.....	13
TABELA 20- VOLUME DE TRANSPORTE PREVISTO PARA CADA PÓLO DE CARGA POR GRUPO DE PRODUTO. ANO: 2025.....	14
TABELA 21- VOLUME DE TRANSPORTE PREVISTO PARA CADA PÓLO DE CARGA POR GRUPO DE PRODUTO. ANO: 2030.....	14
TABELA 22- VOLUME DE TRANSPORTE PREVISTO PARA CADA PÓLO DE CARGA POR GRUPO DE PRODUTO. ANO: 2035.....	14
TABELA 23- VOLUME DE TRANSPORTE PREVISTO PARA CADA PÓLO DE CARGA POR GRUPO DE PRODUTO. ANO: 2040.....	14
TABELA 24 - VOLUME DE TRANSPORTE PREVISTO PARA CADA PÓLO DE CARGA POR GRUPO DE PRODUTO. ANO: 2045.....	14
TABELA 25 -EXPORTAÇÕES CARREGAMENTO DO TREM – 2015 - SEGMENTO 1 – ALTERNATIVA 1 - TRECHO ITUMBIARA A ACREÚNA.....	17
TABELA 26- EXPORTAÇÕES CARREGAMENTO DO TREM – 2015 - SEGMENTO 1 – ALTERNATIVA 1 - TRECHO ITUMBIARA A SANTA HELENA.....	17
TABELA 27 - EXPORTAÇÕES CARREGAMENTO DO TREM – 2015 - SEGMENTO 1 – ALTERNATIVA 3 - TRECHO ITUMBIARA À QUIRINÓPOLIS.....	17
TABELA 28 - DISTÂNCIA MÉDIA POR PRODUTO (KM) - SEGMENTO 1 – ALTERNATIVA 1 - TRECHO ITUMBIARA À ACREÚNA.....	18
TABELA 29 - DISTÂNCIA MÉDIA POR PRODUTO (KM) - SEGMENTO 1 – ALTERNATIVA 2 - TRECHO ITUMBIARA À SANTA HELENA.....	18
TABELA 30 - DISTÂNCIA MÉDIA POR PRODUTO (KM) - ALTERNATIVA 3 - TRECHO ITUMBIARA À QUIRINÓPOLIS.....	18
TABELA 31- TARIFAS DE TRANSPORTE (R\$ / MIL TKU).....	19
TABELA 32- RECEITA OPERACIONAL PREVISTA POR FLUXO POD (R\$ X 10 ⁹). CENÁRIO TENDENCIAL.....	19
TABELA 33 - RECEITA OPERACIONAL PREVISTA POR FLUXO POD (R\$ X 10 ⁹). CENÁRIO TENDENCIAL.....	19
TABELA 34 - RECEITA OPERACIONAL PREVISTA POR FLUXO POD (R\$ X 10 ⁹). CENÁRIO TENDENCIAL.....	20
TABELA 35 - TARIFAS DE TRANSPORTE (PRODUTO MÉDIO ADOTADO, EM R\$/TKU).....	20
TABELA 36 - ESTIMATIVA DA RECEITA DA FERROVIA EM TRÁFEGO MÚTUO POR FLUXO POD (MIL R\$). CENÁRIO TENDENCIAL.....	21
TABELA 37 - ESTIMATIVA DA RECEITA DA FERROVIA EM TRÁFEGO MÚTUO POR FLUXO POD (MIL R\$). CENÁRIO TENDENCIAL.....	21
TABELA 38 - ESTIMATIVA DA RECEITA DA FERROVIA EM TRÁFEGO MÚTUO POR FLUXO POD (MIL R\$). CENÁRIO TENDENCIAL.....	21
TABELA 39 - VANTAGENS E DESVANTAGENS DOS TIPOS DE TRAJÃO ESTUDADOS.....	25
TABELA 40 - TIPOS DE LOCOMOTIVAS A OPERAR NA FERROVIA.....	25
TABELA 41- TIPOS DE VAGÕES A OPERAR NA FERROVIA.....	27
TABELA 42 - PERFIL ALTIMÉTRICO DA VIA E LOCALIZAÇÃO DOS PÁTIOS DE CRUZAMENTO.....	28
TABELA 43 - PERFIL ALTIMÉTRICO DA VIA E LOCALIZAÇÃO DOS PÁTIOS DE CRUZAMENTO.....	30
TABELA 44 - PERFIL ALTIMÉTRICO DA VIA E LOCALIZAÇÃO DOS PÁTIOS DE CRUZAMENTO.....	33
TABELA 45- PAR DE TRENS DIÁRIOS.....	36
TABELA 46- CARACTERÍSTICAS DO TREM ÓTIMO.....	37
TABELA 47 - CARACTERÍSTICAS DO TREM ÓTIMO.....	37
TABELA 48 - CARACTERÍSTICAS DO TREM ÓTIMO.....	37
TABELA 49- ANÁLISE DA CAPACIDADE DA VIA NO TRECHO ITUMBIARA ACREÚNA.....	45
TABELA 50- ANÁLISE DA CAPACIDADE DA VIA NO TRECHO ITUMBIARA SANTA HELENA.....	46
TABELA 51- ANÁLISE DA CAPACIDADE DA VIA NO TRECHO ITUMBIARA QUIRINÓPOLIS.....	46
TABELA 52- TEMPOS DE CIRCULAÇÃO, MANOBRAS NOS TERMINAIS, ABASTECIMENTO, TROCA DE EQUIPAGEM, TESTE DE FREIOS E FORMAÇÃO DE TRENS.....	48
TABELA 53- TEMPOS DE CIRCULAÇÃO, MANOBRAS NOS TERMINAIS, ABASTECIMENTO, TROCA DE EQUIPAGEM, TESTE DE FREIOS E FORMAÇÃO DE TRENS.....	49
TABELA 54- TEMPOS DE CIRCULAÇÃO, MANOBRAS NOS TERMINAIS, ABASTECIMENTO, TROCA DE EQUIPAGEM, TESTE DE FREIOS E FORMAÇÃO DE TRENS.....	50
TABELA 55- DEMANDA DE LOCOMOTIVAS E VAGÕES.....	51
TABELA 56- DEMANDA DE LOCOMOTIVAS E VAGÕES.....	51
TABELA 57- DEMANDA DE LOCOMOTIVAS E VAGÕES.....	51
TABELA 58- INDICADORES ANUAIS DE DIMENSÃO E PRODUTIVIDADE OPERACIONAL PARA OS ANOS 2015 E 2045.....	52
TABELA 59- INDICADORES ANUAIS DE DIMENSÃO E PRODUTIVIDADE OPERACIONAL PARA OS ANOS 2015 E 2045.....	53
TABELA 60- INDICADORES ANUAIS DE DIMENSÃO E PRODUTIVIDADE OPERACIONAL PARA OS ANOS 2015 E 2045.....	54
TABELA 61- PRODUÇÃO E PRODUTIVIDADE DOS VAGÕES.....	55
TABELA 62- PRODUÇÃO E PRODUTIVIDADE DOS VAGÕES.....	55
TABELA 63- PRODUÇÃO E PRODUTIVIDADE DOS VAGÕES.....	55
TABELA 64- VELOCIDADES E TEMPOS DE PERCURSO DOS TRENS.....	56
TABELA 65- VELOCIDADES E TEMPOS DE PERCURSO DOS TRENS.....	56
TABELA 66- VELOCIDADES E TEMPOS DE PERCURSO DOS TRENS.....	57
TABELA 67- RESULTADOS OPERACIONAIS NO TRECHO FERROVIÁRIO ITUMBIARA – ACREÚNA.....	58
TABELA 68- RESULTADOS OPERACIONAIS NO TRECHO FERROVIÁRIO ITUMBIARA – SANTA HELENA.....	58
TABELA 69- RESULTADOS OPERACIONAIS NO TRECHO FERROVIÁRIO ITUMBIARA - QUIRINÓPOLIS.....	59
TABELA 70- INVESTIMENTOS EM LOCOMOTIVAS.ROTA ITUMBIARA - ACREÚNA - PORTO DO ITAQUI - DISPONIBILIDADE: 95%.....	59
TABELA 71- CUSTO DE CAPITAL, OPERAÇÃO, MANUTENÇÃO E ADMINISTRATIVO DAS LOCOS DE USO COMERCIAL. ROTA ITUMBIARA - ACREÚNA – PORTO DO ITAQUI.....	60
TABELA 72- INVESTIMENTOS EM LOCOMOTIVAS. ROTA ITUMBIARA – SANTA HELENA - PORTO DO ITAQUI - DISPONIBILIDADE: 95%.....	60
TABELA 73- CUSTO DE CAPITAL, OPERAÇÃO, MANUTENÇÃO E ADMINISTRATIVO DAS LOCOS DE USO COMERCIAL. ROTA ITUMBIARA – SANTA HELENA - PORTO DO ITAQUI.....	60

TABELA 74- INVESTIMENTOS EM LOCOMOTIVAS. ROTA ITUMBIARA – QUIRINÓPOLIS - PORTO DO ITAQUI - DISPONIBILIDADE: 95%	61
TABELA 75- CUSTO DE CAPITAL, OPERAÇÃO, MANUTENÇÃO E ADMINISTRATIVO DAS LOCOS DE USO COMERCIAL. ROTA ITUMBIARA – QUIRINÓPOLIS - PORTO DO ITAQUI.....	61
TABELA 76- INVESTIMENTOS NECESSÁRIOS EM VAGÕES - POR HORIZONTE DE DEMANDA	61
TABELA 77- CUSTO DE CAPITAL, OPERACIONAL, DE MANUTENÇÃO E ADMINISTRATIVO DOS VAGÕES. ROTA ITUMBIARA – ACREÚNA –	61
TABELA 78- INVESTIMENTOS NECESSÁRIOS EM VAGÕES - POR HORIZONTE DE DEMANDA. ROTA ITUMBIARA – SANTA HELENA - PORTO DO ITAQUI - DISPONIBILIDADE: 95%	62
TABELA 79- CUSTO DE CAPITAL, OPERACIONAL, DE MANUTENÇÃO E ADMINISTRATIVO DOS VAGÕES. ROTA ITUMBIARA – SANTA HELENA - PORTO DO ITAQUI	62
TABELA 80- INVESTIMENTOS NECESSÁRIOS EM VAGÕES POR HORIZONTE DE DEMANDA. ROTA ITUMBIARA – QUIRINÓPOLIS - PORTO DO ITAQUI - DISPONIBILIDADE: 95%	62
TABELA 81- CUSTO DE CAPITAL, OPERACIONAL, DE MANUTENÇÃO E ADMINISTRATIVO DOS VAGÕES. ROTA ITUMBIARA – QUIRINÓPOLIS - PORTO DO ITAQUI.....	63
TABELA 82– RESUMO DAS QUANTIDADES NECESSÁRIAS DE LOCOMOTIVAS DE SERVIÇO	63
TABELA 83– RESUMO DAS QUANTIDADES NECESSÁRIAS DE VAGÕES DE SERVIÇO	63
TABELA 84- CUSTO DE IMPLANTAÇÃO DOS DESVIOS DE CRUZAMENTO	64
TABELA 85– RESUMO DOS INVESTIMENTOS NECESSÁRIOS EM GUINDASTES DE SOCORRO	64
TABELA 86– RESUMO DOS INVESTIMENTOS NECESSÁRIOS EM INSTALAÇÕES DE APOIO	67
TABELA 87– RESUMO DOS INVESTIMENTOS NECESSÁRIOS EM INSTALAÇÕES DE APOIO	68
TABELA 88- CUSTOS DE CONDUÇÃO DO TREM - VALORES EM R\$	70
TABELA 89- CUSTOS DE CONDUÇÃO DO TREM - VALORES EM US\$.....	70
TABELA 90- CUSTOS DE CONDUÇÃO DO TREM - VALORES EM US\$.....	71
TABELA 91- RESUMO DOS CUSTOS OPERACIONAIS - TIPO DE TRAÇÃO:LOCOMOTIVA DIESEL ELÉTRICA GE C36-7 C/ 3.600 HP..	73
TABELA 92- RESUMO DOS CUSTOS OPERACIONAIS - TIPO DE TRAÇÃO:LOCOMOTIVA DIESEL ELÉTRICA GE C36-7 C/ 3.600 HP..	74
TABELA 93- RESUMO DOS CUSTOS OPERACIONAIS - TIPO DE TRAÇÃO:LOCOMOTIVA DIESEL ELÉTRICA GE C36-7 C/ 3.600 HP..	75

ÍNDICE DE QUADROS

QUADRO 1: CUSTOS DE DIREITO DE PASSAGEM	71
QUADRO 2: ESTIMATIVA DE CUSTOS DE DIREITO DE PASSAGEM (R\$ MILHÕES).....	72
QUADRO 3 - ANÁLISE DA CAPACIDADE DA VIA NO TRECHO ITUMBIARA QUIRINÓPOLIS	79

APRESENTAÇÃO

APRESENTAÇÃO

O Consórcio MAIA MELO / ARS CONSULT / EVOLUÇÃO, por sua líder Maia Melo Engenharia, empresa de consultoria sediada à Rua General Joaquim Inácio nº 136, Ilha do Leite, Recife-PE, fone (81) 3423.3977, fax (81) 3423-8477, e-mail: maia.melo@maiamelo.com.br, inscrita no CNPJ sob o nº 08.156.424/0001-51, apresenta à VALEC Engenharia, Construção e Ferrovia S.A., o **Estudo de Viabilidade Técnica, Econômica e Ambiental (EVTEA) da EF-151 – Ferrovia Norte Sul, Trecho: Itumbiara/GO – Goiânia/GO – Brasília/DF.**

Durante a execução, foi assentado entendimento de que o trecho deveria ser segmentado da seguinte forma:

Segmento 1: Ligação de Itumbiara com a Ferrovia Norte-Sul
Segmento 2: Ligação Goiânia/GO-Anápolis/GO-Brasília/DF

O produto, materializado em vários relatórios, além da descrição dos estudos desenvolvidos, traz as justificativas, as metodologias utilizadas, os resultados obtidos, bem como, os custos de todos os serviços e obras necessários, os cálculos dos benefícios e análises técnico-econômicas para cada alternativa estudada.

O estudo foi estruturado em sete volumes:

- Volume 1- Relatório do Estudo
- Volume 2- Memória Justificativa
- Volume 3- Estudos de Viabilidade
- Volume 4- Resumo Executivo
- Volume 5- Documentação
- Volume 6- Atlas
- Volume 7- Imagens de Reconhecimento

O presente produto compreende o “**VOLUME 2 – MEMÓRIA JUSTIFICATIVA**”, cujo escopo compreende todos os estudos realizados na íntegra, contendo dentre outros aspectos, a memória descritiva, a justificativa dos estudos, as metodologias empregadas e os resultados obtidos.

O “Volume 2 – Memória Justificativa” abrange os seguintes estudos:

- Estudos de Inserção Ambiental
- Estudos de Mercado
- Estudos de Engenharia
- Estudos Operacionais
- Orçamento Detalhado
- Estudos de Avaliação Econômica e Social

Devido ao grande volume de informações, o **VOLUME 2** foi segmentado, sendo este, referente ao **Segmento 1 – Ligação Itumbiara/GO-FNS, ESTUDOS OPERACIONAIS.**

MEMÓRIA JUSTIFICATIVA

2 MEMÓRIA JUSTIFICATIVA

2.3 ESTUDOS OPERACIONAIS

2.3.1 Aspectos Técnicos e Metodológicos

Os Estudos Operacionais contemplados neste EVTEA referem-se à implantação e operação ferroviária no trecho estudado entre Itumbiara e a FNS no estado de Goiás.

Foram dimensionadas as necessidades físicas do projeto, os custos operacionais e os investimentos necessários para a elaboração de sua viabilidade econômica.

Essa atividade foi executada por meio da simulação de desempenho de um trem-tipo determinado a partir do perfil da via nesse Segmento 1, do volume de tráfego previsto e da sinergia operacional com a FNS.

A partir do trem-tipo foi identificada a composição ferroviária mais econômica para a operação nesse segmento, tendo em vista a captação de carga prevista em cada terminal. Esse dimensionamento foi complementado com o Projeto Conceitual do Sistema de Licenciamento de Trens.

Para essa atividade, foi utilizado um modelo matemático integrado de dimensionamento ferroviário, processado em planilha eletrônica, devidamente parametrizado, que permite um dimensionamento mais acurado da frota e demais recursos e a quantificação dos investimentos e custos operacionais em todas as alternativas estudadas.

O Sistema de Sinalização e Controle e Telecomunicações, utilizados para disciplinar as formas de operação e manutenção do sistema ferroviário da região, bem como possibilitar o seu dimensionamento para atender o transporte de cargas, será estruturado para permitir uma operação centralizada do despacho e rastreamento de trens em todo o trecho ferroviário sob o controle do Centro de Controle Operacional - CCO. Esses sistemas serão dimensionados para atender as necessidades do tráfego, de modo seguro e eficiente, suportando o volume de tráfego previsto nesses trechos.

Considerando-se que os trens circularão ao longo da Ferrovia Norte Sul, os sistemas a serem considerados serão compatíveis com os sistemas dessa ferrovia e ajustados para a frequência de trens de ambas as ferrovias.

2.3.2 Metas do Estudo

Este estudo objetiva determinar as receitas e custos operacionais, os investimentos necessários, simular o desempenho dos trens e apresentar um projeto conceitual dos sistemas de segurança e licenciamento dos trens no segmento estudado, tudo objetivando subsidiar a avaliação econômica desse empreendimento.

2.3.3 Estudo Comercial

2.3.3.1 Identificação das Demandas por Fluxo e Determinação dos Patamares de Demanda

O Estudo de Mercado identificou a Matriz de Origem/ Destino das mercadorias transportadas competitivamente pela ferrovia nesse Segmento, as quais foram aqui consideradas.

Assim, as cargas identificadas como captáveis pelo transporte ferroviário nesse Segmento foram a soja, o milho e o açúcar produzidos na região e exportados através do futuro porto a ser construído em Ilhéus, a ser alcançado através das ferrovias FNS e FIOI.

No sentido importação, foram considerados os defensivos agrícolas e os fertilizantes consumidos nesses pólos e importados no sentido inverso nessa mesma rota.

Os patamares de demanda considerados para o Segmento 1 se encontram nos quadros a seguir para cada uma das alternativas estudadas: Acreúna, Quirinópolis, e Santa Helena.

Segmento 1 – Alternativa 1 - Trecho Itumbiara à Acreúna

Nessa rota, o Estudo de Mercado identificou como polo de cargas apenas Itumbiara. O restante da carga captável dessa região deverá ser captado por terminais situados ao longo da FNS.

**Tabela 1- Segmento 1 - Carga Transportada entre os Polos e o Porto de Ilhéus.
Produção Prevista (em toneladas úteis x 10³) - Cenário Tendencial**

Pólo de Origem	Produto	Horizonte de Demanda						
		2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045
Itumbiara	Açúcar	177	357	435	528	640	776	938
	Milho	9	18	22	26	32	38	46
	Soja	673	1.357	1.651	2.006	2.433	2.946	3.563
Total Exportação		859	1.732	2.108	2.560	3.105	3.760	4.547
Pólo de Destino	Produto/ano	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045
Itumbiara	Fertilizantes	229	466	563	681	821	989	1.190
	Defensivos	19	37	45	54	65	78	94
Total Importação		0	248	504	608	735	886	1.067
Total Geral		1.107	2.236	2.715	3.295	3.991	4.827	5.832

Segmento 1 – Alternativa 2 - Trecho Itumbiara à Santa Helena

Nessa rota, o Estudo de Mercado também identificou como pólo de cargas apenas Itumbiara.

**Tabela 2- Segmento 1 - Carga Transportada entre os Polos e o Porto de Ilhéus.
Produção Prevista (em toneladas úteis x 10³) - Cenário Tendencial**

Pólo de Origem	Produto	Horizonte de Demanda						
		2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045
Itumbiara	Açúcar	177	357	435	528	640	776	938
	Milho	9	18	22	26	32	38	46
	Soja	673	1.357	1.651	2.006	2.433	2.946	3.563
Total Exportação		859	1.732	2.108	2.560	3.105	3.760	4.547
Pólo de Destino	Produto/ano	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045
Itumbiara	Fertilizantes	229	466	563	681	821	989	1.190
	Defensivos	19	37	45	54	65	78	94
Total Importação		0	248	504	608	735	886	1.067
Total Geral		1.107	2.236	2.715	3.295	3.991	4.827	5.832

Segmento 1 – Alternativa 3 - Trecho Itumbiara à Quirinópolis

Nessa rota, o Estudo de Mercado identificou como pólo de cargas, Itumbiara e Quirinópolis.

As cargas do polo de Rio Verde deverão ser atendidas por terminal localizado na FNS.

**Tabela 3- Segmento 1 - Carga Transportada entre os Polos e o Porto de Ilhéus.
Produção Prevista (em toneladas úteis x 10³) - Cenário Tendencial**

Pólo de Origem	Produto	Horizonte de Demanda						
		2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045
Itumbiara	Açúcar	172	239	290	352	425	514	620
	Milho	9	12	14	17	21	25	31
	Soja	614	855	1.037	1.256	1.519	1.835	2.213
Total Itumbiara		795	1.106	1.341	1.625	1.965	2.374	2.864
Quirinópolis	Açúcar	48	67	82	99	120	144	174
	Milho	0	0	0	0	0	0	0
	Soja	98	137	166	201	243	294	355
Total Quirinópolis		147	204	248	300	363	438	529
Total		941	1.310	1.590	1.925	2.328	2.812	3.393
Pólo de Destino	Produto/ano	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045
Itumbiara	Fertilizantes	205	281	339	408	491	589	707
	Defensivos	16	21	26	31	37	44	53
Total Itumbiara		221	302	365	439	528	634	760
Quirinópolis	Fertilizantes	67	93	112	136	164	198	238
	Defensivos	2	2	3	3	4	5	6
Total Quirinópolis		69	95	115	139	168	203	244
Total		290	397	480	578	696	837	1.004
Total Exportação e Importação		1.231	1.707	2.070	2.503	3.024	3.649	4.397

2.3.3.1.1 Volume de Transporte Previsto para cada Pólo de Carga por Grupo de Produto

Os quadros a seguir apresentam os volumes de transporte para cada polo de carga por grupo de produtos para os anos de 2015 a 2045 para cada uma das alternativas.

Segmento 1 – Alternativa 1 - Trecho Itumbiara à Acreúna

Tabela 4 - Volume de Transporte Previsto para cada Pólo de Carga por Grupo de Produto. Ano: 2015.

Sentido	Pólo de Carga		Atividade	Mercadoria			Total do Pólo
	Nome	km		Milho+Soja	Açúcar	Fertilizantes + Defensivos	
Exportação	Itumbiara	2	Carga	682,17	177,27		859,44
Importação	Itumbiara	2	Descarga			248,05	248,05
Total da Mercadoria				682,17	177,27	248,05	1.107,49

Tabela 5- Volume de Transporte Previsto para cada Pólo de Carga por Grupo de Produto. Ano: 2020.

Sentido	Pólo de Carga		Atividade	Mercadoria			Total do Pólo
	Nome	km		Milho+Soja	Açúcar	Fertilizantes + Defensivos	
Exportação	Itumbiara	2	Carga	1.374,97	357,30		1.732,27
Importação	Itumbiara	2	Descarga			503,72	503,72
Total da Mercadoria				1.374,97	357,30	503,72	2.235,99

Tabela 6- Volume de Transporte Previsto para cada Pólo de Carga por Grupo de Produto. Ano: 2025.

Sentido	Pólo de Carga		Atividade	Mercadoria			Total do Pólo
	Nome	km		Milho+Soja	Açúcar	Fertilizantes + Defensivos	
Exportação	Itumbiara	2	Carga	1.672,96	434,74		2.107,70
Importação	Itumbiara	2	Descarga			607,78	607,78
Total da Mercadoria				1.672,96	434,74	607,78	2.715,48

Tabela 7- Volume de Transporte Previsto para cada Pólo de Carga por Grupo de Produto. Ano: 2030.

Sentido	Pólo de Carga		Atividade	Mercadoria			Total do Pólo
	Nome	km		Milho+Soja	Açúcar	Fertilizantes + Defensivos	
Exportação	Itumbiara	2	Carga	2.032,09	528,06		2.560,15
Importação	Itumbiara	2	Descarga			734,80	734,80
Total da Mercadoria				2.032,09	528,06	734,80	3.294,95

Tabela 8- Volume de Transporte Previsto para cada Pólo de Carga por Grupo de Produto. Ano: 2035.

Sentido	Pólo de Carga		Atividade	Mercadoria			Total do Pólo
	Nome	km		Milho+Soja	Açúcar	Fertilizantes + Defensivos	
Exportação	Itumbiara	2	Carga	2.464,45	640,42		3.104,87
Importação	Itumbiara	2	Descarga			885,69	885,69
Total da Mercadoria				2.464,45	640,42	885,69	3.990,57

Tabela 9- Volume de Transporte Previsto para cada Pólo de Carga por Grupo de Produt. Ano: 2040

Sentido	Pólo de Carga		Atividade	Mercadoria			Total do Pólo
	Nome	km		Milho+Soja	Açúcar	Fertilizantes + Defensivos	
Exportação	Itumbiara	2	Carga	2.984,49	775,56		3.760,05
Importação	Itumbiara	2	Descarga			1.066,81	1.066,81
Total da Mercadoria				2.984,49	775,56	1.066,81	4.826,86

Tabela 10- Volume de Transporte Previsto para cada Pólo de Carga por Grupo de Produto. Ano: 2045

Sentido	Pólo de Carga		Atividade	Mercadoria			Total do Pólo
	Nome	km		Milho+Soja	Açúcar	Fertilizantes + Defensivos	
Exportação	Itumbiara	2	Carga	3.609,42	937,95		4.547,38
Importação	Itumbiara	2	Descarga			1.284,25	1.284,25
Total da Mercadoria				3.609,42	937,95	1.284,25	5.831,63

Segmento 1 – Alternativa 2 - Trecho Itumbiara à Santa Helena

Tabela 11- Volume de Transporte Previsto para cada Pólo de Carga por Grupo de Produto. Ano: 2015.

Sentido	Pólo de Carga		Atividade	Mercadoria			Total do Pólo
	Nome	km		Milho+Soja	Açúcar	Fertilizantes + Defensivos	
Exportação	Itumbiara	2	Carga	682,17	177,27		859,44
Importação	Itumbiara	2	Descarga			248,05	248,05
Total da Mercadoria				682,17	177,27	248,05	1.107,49

Tabela 12- Volume de Transporte Previsto para cada Pólo de Carga por Grupo de Produto. Ano: 2020.

Sentido	Pólo de Carga		Atividade	Mercadoria			Total do Pólo
	Nome	km		Milho+Soja	Açúcar	Fertilizantes + Defensivos	
Exportação	Itumbiara	2	Carga	1.374,97	357,30		1.732,27
Importação	Itumbiara	2	Descarga			503,72	503,72
Total da Mercadoria				1.374,97	357,30	503,72	2.235,99

Tabela 13- Volume de Transporte Previsto para cada Pólo de Carga por Grupo de Produto. Ano: 2025.

Sentido	Pólo de Carga		Atividade	Mercadoria			Total do Pólo
	Nome	km		Milho+Soja	Açúcar	Fertilizantes + Defensivos	
Exportação	Itumbiara	2	Carga	1.672,96	434,74		2.107,70
Importação	Itumbiara	2	Descarga			607,78	607,78
Total da Mercadoria				1.672,96	434,74	607,78	2.715,48

Tabela 14- Volume de Transporte Previsto para cada Pólo de Carga por Grupo de Produto. Ano: 2030.

Sentido	Pólo de Carga		Atividade	Mercadoria			Total do Pólo
	Nome	km		Milho+Soja	Açúcar	Fertilizantes + Defensivos	
Exportação	Itumbiara	2	Carga	2.032,09	528,06		2.560,15
Importação	Itumbiara	2	Descarga			734,80	734,80
Total da Mercadoria				2.032,09	528,06	734,80	3.294,95

Tabela 15- Volume de Transporte Previsto para cada Pólo de Carga por Grupo de Produto. Ano: 2035.

Sentido	Pólo de Carga		Atividade	Mercadoria			Total do Pólo
	Nome	km		Milho+Soja	Açúcar	Fertilizantes + Defensivos	
Exportação	Itumbiara	2	Carga	2.464,45	640,42		3.104,87
Importação	Itumbiara	2	Descarga			885,69	885,69
Total da Mercadoria				2.464,45	640,42	885,69	3.990,57

Tabela 16- Volume de Transporte Previsto para cada Pólo de Carga por Grupo de Produto. Ano: 2040.

Sentido	Pólo de Carga		Atividade	Mercadoria			Total do Pólo
	Nome	km		Milho+Soja	Açúcar	Fertilizantes + Defensivos	
Exportação	Itumbiara	2	Carga	2.984,49	775,56		3.760,05
Importação	Itumbiara	2	Descarga			1.066,81	1.066,81
Total da Mercadoria				2.984,49	775,56	1.066,81	4.826,86

Tabela 17- Volume de Transporte Previsto para cada Pólo de Carga por Grupo de Produto. Ano: 2045.

Sentido	Pólo de Carga		Atividade	Mercadoria			Total do Pólo
	Nome	km		Milho+Soja	Açúcar	Fertilizantes + Defensivos	
Exportação	Itumbiara	2	Carga	3.609,42	937,95		4.547,38
Importação	Itumbiara	2	Descarga			1.284,25	1.284,25
Total da Mercadoria				3.609,42	937,95	1.284,25	5.831,63

Segmento 1 – Alternativa 3 - Trecho Itumbiara à Quirinópolis

Tabela 18- Volume de Transporte Previsto para cada Pólo de Carga por Grupo de Produto. Ano: 2015.

Sentido	Pólo de Carga		Atividade	Mercadoria			Total do Pólo
	Nome	km		Milho + Soja	Açúcar	Fertilizantes + Defensivos	
Export.	Itumbiara	2	Carga	622,53	171,94		794,47
	Quirinópolis	209	Carga	98,37	48,34		146,71
Import.	Itumbiara	2	Descarga			220,65	220,65
	Quirinópolis	209	Descarga			69,16	69,16
Total da Mercadoria				720,90	220,28	289,81	1.230,99

Tabela 19- Volume de Transporte Previsto para Cada Pólo de Carga por Grupo de Produto. Ano: 2020.

Sentido	Pólo de Carga		Atividade	Mercadoria			Total do Pólo
	Nome	km		Milho + Soja	Açúcar	Fertilizantes + Defensivos	
Export.	Itumbiara	2	Carga	866,98	239,45		1.106,43
	Quirinópolis	209	Carga	137,00	67,32		204,32
Import.	Itumbiara	2	Descarga			302,48	302,48
	Quirinópolis	209	Descarga			95,03	95,03
Total da Mercadoria				1.003,97	306,78	397,51	1.708,26

Tabela 20- Volume de Transporte Previsto para Cada Pólo de Carga por Grupo de Produto. Ano: 2025.

Sentido	Pólo de Carga		Atividade	Mercadoria			Total do Pólo
	Nome	km		Milho + Soja	Açúcar	Fertilizantes + Defensivos	
Export.	Itumbiara	2	Carga		290,40		1.341,85
	Quirinópolis	209	Carga	166,15	81,65		247,79
Import.	Itumbiara	2	Descarga			365,11	365,11
	Quirinópolis	209	Descarga			115,26	115,26
Total da Mercadoria				1.217,60	372,05	480,38	2.070,02

Tabela 21- Volume de Transporte Previsto para Cada Pólo de Carga por Grupo de Produto. Ano 2030.

Sentido	Pólo de Carga		Atividade	Mercadoria			Total do Pólo
	Nome	km		Milho+Soja	Açúcar	Fertilizantes + Defensivos	
Export.	Itumbiara	2	Carga	1.273,33	351,69		1.625,02
	Quirinópolis	209	Carga	201,21	98,88		300,08
Import.	Itumbiara	2	Descarga			438,98	438,98
	Quirinópolis	209	Descarga			139,20	139,20
Total da Mercadoria				1.474,54	450,56	578,18	2.503,28

Tabela 22- Volume de Transporte Previsto para Cada Pólo de Carga por Grupo de Produto. Ano: 2035

Sentido	Pólo de Carga		Atividade	Mercadoria			Total do Pólo
	Nome	km		Milho + Soja	Açúcar	Fertilizantes + Defensivos	
Export.	Itumbiara	2	Carga	1.539,97	425,33		1.965,30
	Quirinópolis	209	Carga	243,34	119,58		362,92
Import.	Itumbiara	2	Descarga			527,54	527,54
	Quirinópolis	209	Descarga			167,91	167,91
Total da Mercadoria				1.783,31	544,91	695,45	3.023,67

Tabela 23- Volume de Transporte Previsto para Cada Pólo de Carga por Grupo de Produto. Ano: 2040

Sentido	Pólo de Carga		Atividade	Mercadoria			Total do Pólo
	Nome	km		Milho + Soja	Açúcar	Fertilizantes + Defensivos	
Export.	Itumbiara	2	Carga	1.860,11	513,75		2.373,86
	Quirinópolis	209	Carga	293,93	144,44		438,37
Import.	Itumbiara	2	Descarga			633,68	633,68
	Quirinópolis	209	Descarga			202,78	202,78
Total da Mercadoria				2.154,04	658,19	836,46	3.648,69

Tabela 24 - Volume de Transporte Previsto para Cada Pólo de Carga por Grupo de Produto. Ano: 2045

Sentido	Pólo de Carga		Atividade	Mercadoria			Total do Pólo
	Nome	km		Milho + Soja	Açúcar	Fertilizantes + Defensivos	
Export.	Itumbiara	2	Carga	2.244,19	619,83		2.864,03
	Quirinópolis	209	Carga	354,62	174,26		528,89
Import.	Itumbiara	2	Descarga			760,38	760,38
	Quirinópolis	209	Descarga			244,12	244,12
Total da Mercadoria				2.598,82	794,10	1.004,50	4.397,41

2.3.3.1.2 Análise das Propostas de Pólos de Carga

A escolha dos polos de Itumbiara e Quirinópolis se justifica por concentram em seu entorno municípios com grande produção de milho e soja: Morrinhos, Bom Jesus de Goiás, Inaciolândia, Goiatuba e Joviânia, além de moageira de grande porte em Itumbiara (Caramuru Alimentos).

Adicionalmente, Itumbiara é o ponto extremo do ramal estudado e Quirinópolis, um ponto intermediário ao longo do ramal favorecendo o transporte ferroviário da produção de Bom Jesus de Goiás, além do próprio município de Quirinópolis.

2.3.3.1.3 Identificação da Sazonalidade, Movimentação dos Produtos e Densidade

A quantificação do material rodante foi feita a partir: a) do volume captável nos meses de pico; b) da capacidade do material rodante (em peso e/ou volume); c) de seu desempenho ao longo do segmento estudado; e d) da rota ferroviária complementar (no caso, a FNS e a futura FIOI até o porto a ser construído em Ilhéus).

Entretanto, como a FIOI ainda não existe, o cálculo do desempenho ferroviário foi feito considerando a FNS até Açailândia e a Ferrovia de Carajás até o porto do Itaqui, em São Luis e os resultados obtidos foram ajustados considerando a diferença de distância ferroviária entre Ilhéus e Itaqui.

2.3.3.1.3.1 Sazonalidade do transporte

a) Sazonalidade da soja

A movimentação dominante da soja atualmente no Brasil ocorre das zonas de produção para os portos exportadores, poucos dias após o início da colheita (início de fevereiro para a safra precoce); até julho de cada ano. Após esse período, essa movimentação de soja em grãos praticamente desaparece. A distribuição dessa movimentação varia de ano para ano, em função principalmente da política de compras da China. Entretanto, os meses de maior concentração ocorrem normalmente entre fevereiro e junho.

Nos últimos 5 anos, a movimentação ferroviária para o porto de Santos (principal porto de exportação da soja do Sudoeste Goiano) apresentou uma média mensal nos meses de pico de 15,58% da movimentação anual. A movimentação ferroviária sempre é menor que a movimentação total, sendo o excedente movimentado por caminhões.

A essa movimentação deve ser somada aquela das zonas de produção para as moageiras e a movimentação do farelo de soja, parte também exportada.

Entretanto, essa movimentação de farelo é menor e distribuída de modo aproximadamente uniforme ao longo de 10 meses por ano.

b) Sazonalidade do milho.

O milho produzido nessa região se destina principalmente para o mercado doméstico de ração animal, com destinos bastante dispersos e com participação bastante pequena da ferrovia nesse transporte.

Entretanto, nos últimos anos, o Brasil passou, pela primeira vez, a gerar superávits consistentes na sua produção e a exportar volumes significativos, principalmente aqueles oriundos da segunda safra de verão, a denominada “Safrinha”.

Os volumes exportados dessa região, também através principalmente do porto de Santos, têm ocorrido principalmente por ferrovia e com a utilização de toda a infraestrutura logística disponível da soja.

A distribuição mensal dessa movimentação tem ocorrido de modo errático, mas com maior concentração a partir de agosto podendo chegar até fevereiro. Os volumes exportados têm sido também bastante irregulares ao longo dos anos.

Por isso, não tem ocorrido investimentos nessa infra-estrutura logística para atender esses fluxos de exportação. A expansão da oferta de transporte ferroviário deverá continuar sendo decorrência do aumento da exportação da soja.

Em função disso e da movimentação ferroviária projetada para o milho ser muito menor que a da soja, assumiu-se aqui para o milho a mesma sazonalidade da soja.

c) Sazonalidade do açúcar.

A exportação de açúcar ocorre majoritariamente através do porto de Santos, pois o Estado de São Paulo responde pela maior parte do açúcar produzido no Brasil e também por que esse porto é o porto mais equipado para esse tipo de movimentação, possuindo quatro terminais especializados nessa carga. Santos exporta aproximadamente 20 milhões de toneladas anuais de açúcar, 70% das exportações brasileiras.

O período de exportação se concentra no período de safra, entre maio e novembro, por insuficiência de armazenagem, pois existe mercado o ano inteiro. Contudo, os pesados investimentos em infra-estrutura logística vêm aumentando a oferta de armazenagem e a participação da ferrovia, uniformizando os fluxos de exportação ao longo do ano.

Ao contrário dos fluxos de açúcar para Santos, bem maiores que os de soja, que exigem trens unitários específicos, no caso do segmento em estudo, os fluxos serão bem menores que os da soja e serão transportados com a mesma frota de vagões. Desse modo, julgou-se prudente adotar a mesma sazonalidade da soja, de 15,88% ao invés da sazonalidade dos fluxos de açúcar para Santos, de 12,42%.

d) Sazonalidade dos fertilizantes e defensivos

O transporte dos fertilizantes importados para as zonas de produção agrícola mais tradicionais no Sudeste e Sul se distribui de modo mais uniforme ao longo do ano, em função da diversidade da produção agrícola. Assim, a importação desse produto pelo porto de Santos ocorre ao longo de todo o ano, com picos de movimentação entre agosto e dezembro alcançando 15% da movimentação anual.

Entretanto, a demanda de fertilizantes importados do Sudoeste Goiano apresenta uma correlação bem mais elevada com a produção de milho e soja, alcançando nos meses de plantio (agosto a novembro) valores da ordem de até 25% da demanda anual. Por esse motivo, adotou-se aqui esse percentual para o dimensionamento da frota.

Todavia, no transporte ferroviário deverão ser utilizados os mesmos vagões usados na exportação de granéis agrícolas, os quais estarão bastante ociosos nessa época do

ano. Além disso, a movimentação prevista é de aproximadamente um quarto da movimentação de graneis agrícolas, não exigindo, portanto, frota adicional.

2.3.3.1.3.2 Demanda do Mês de Pico das Alternativas Estudadas

A partir da movimentação apresentada nos quadros acima e da sazonalidade das cargas aqui apresentadas, os quadros a seguir apresentam a demanda do mês de pico para as alternativas estudadas deste Segmento.

Os trens aqui estudados serão formados por vagões graneleiros (“hopper cars”), para o carregamento de graneis agrícolas (milho, soja e açúcar) no sentido exportação e defensivos agrícolas e fertilizantes no sentido importação.

a. Segmento 1 – Alternativa 1 - Trecho Itumbiara à Acreúna

Tabela 25 - Exportações Carregamento do Trem – 2015 - Segmento 1 – Alternativa 1 - Trecho Itumbiara a Acreúna

Sentido	Exportação		Importação
Origem	Itumbiara		Porto de Ilhéus
Destino	Porto de Ilhéus		Itumbiara
Mercadoria	Milho+Soja	Açúcar	Fertilizantes+Defensivos
Tipo do Vagão	Hopper	Hopper	Hopper
Demanda Anual (t)	682.167	177.270	248.048
Sazonalidade Máxima	15,6%	15,6%	25,0%
Demanda no Mês de Pico (t)	106.276	27.617	62.012

b. Segmento 1 – Alternativa 2 – Santa Helena

Tabela 26- Exportações Carregamento do Trem – 2015 - Segmento 1 – Alternativa 1 - Trecho Itumbiara a Santa Helena

Sentido	Exportação		Importação
Origem	Itumbiara		Porto de Ilhéus
Destino	Porto de Ilhéus		Itumbiara
Mercadoria	Milho+Soja	Açúcar	Fertilizantes+Defensivos
Tipo do Vagão	Hopper	Hopper	Hopper
Demanda Anual (t)	720.901	220.279	289.805
Sazonalidade Máxima	15,6%	15,6%	25,0%
Demanda no Mês de Pico (t)	112.310	34.318	72.451

c. Segmento 1 – Alternativa 3 - Trecho Itumbiara à Quirinópolis

Tabela 27 - Exportações Carregamento do Trem – 2015 - Segmento 1 – Alternativa 3 - Trecho Itumbiara à Quirinópolis

Sentido	Exportação		Importação
Origem	Itumbiara		Porto de Ilhéus
Destino	Porto de Ilhéus		Itumbiara
Mercadoria	Milho+Soja	Açúcar	Fertilizantes+Defensivos
Tipo do Vagão	Hopper	Hopper	Hopper
Demanda Anual (t)	720.901	220.279	289.805
Sazonalidade Máxima	15,6%	15,6%	25,0%
Demanda no Mês de Pico (t)	112.310	34.318	72.451

2.3.3.1.3.3 Densidade das cargas transportadas

A densidade do milho e soja depende de sua umidade, que tende a se reduzir com o tempo decorrido entre a colheita e o transporte.

Normalmente nos contratos de comercialização o padrão é uma unidade de 13%.

As densidades padrão da soja, milho e açúcar são:

- Produto t/m³
- Soja 0,77
- Milho 0,72
- Açúcar (VHP) 0,90

Os fertilizantes mais utilizados na cultura da soja, milho e açúcar são os nitrogenados, fosfatados e potássicos. Desses, a importação é principalmente de cloreto de potássio, cuja densidade varia de 0,9 a 1,1 t/m³, que será, portanto, adotado como referência.

Contudo, esse valor não influirá no dimensionamento da frota, pois esse transporte será em quantidade muito menor que a dos grãos agrícolas, será no período de entressafra e será carga de retorno dos vagões graneleiros.

2.3.3.1.3.4 Determinação da distância por fluxo POD

A distância média por fluxo varia em função da alternativa de traçado. Assim, os quadros a seguir apresentam essas distâncias para as alternativas aqui estudadas.

a. Segmento 1 – Alternativa 1 - Trecho Itumbiara à Acreúna

Tabela 28 - Distância Média por Produto (km) - Segmento 1 – Alternativa 1 - Trecho Itumbiara à Acreúna

Produto	Horizonte da Demanda						
	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045
Milho+Soja	2.435,7	2.435,7	2.435,7	2.435,7	2.435,7	2.435,7	2.435,7
Açúcar	2.435,7	2.435,7	2.435,7	2.435,7	2.435,7	2.435,7	2.435,7
Fertilizantes+Defensivos	2.435,7	2.435,7	2.435,7	2.435,7	2.435,7	2.435,7	2.435,7

b. Segmento 1 – Alternativa 2 - Trecho Itumbiara à Santa Helena

Tabela 29 - Distância Média por Produto (km) - Segmento 1 – Alternativa 2 - Trecho Itumbiara à Santa Helena

Produto	Horizonte da Demanda						
	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045
Milho+Soja	2.478,2	2.478,2	2.478,2	2.478,2	2.478,2	2.478,2	2.478,2
Açúcar	2.478,2	2.478,2	2.478,2	2.478,2	2.478,2	2.478,2	2.478,2
Fertilizantes+Defensivos	2.478,2	2.478,2	2.478,2	2.478,2	2.478,2	2.478,2	2.478,2

c. Segmento 1 – Alternativa 3 - Trecho Itumbiara à Quirinópolis

Tabela 30 - Distância Média por Produto (km) - Alternativa 3 - Trecho Itumbiara à Quirinópolis

Produto	Horizonte da Demanda						
	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045
Milho+Soja	2.536,4	2.536,4	2.536,4	2.536,4	2.536,4	2.536,4	2.536,4
Açúcar	2.519,1	2.519,1	2.519,1	2.519,1	2.519,1	2.519,1	2.519,1
Fertilizantes + Defensivos	2.515,0	2.515,0	2.514,8	2.514,6	2.514,5	2.514,3	2.514,1

2.3.3.1.3.5 Receita Operacional Prevista por Fluxo POD - Segmento 1 - Carga Transportada desde os Polos até o Porto de Ilhéus

O valores apresentados no quadro a seguir são o teto tarifário fixado pela ANTT para a FNS. Os valores a serem fixados para esse segmento não serão necessariamente os mesmos, assim como os valores a ser efetivamente praticados em função da competitividade do transporte rodoviário e do hidro-ferroviário para Santos.

Tabela 31- Tarifas de Transporte (R\$ / mil TKU)

Produto	Taxa de Redução	Horizonte da Demanda						
		2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045
Soja		58,01	58,01	58,01	58,01	58,01	58,01	58,01
Milho		58,01	58,01	58,01	58,01	58,01	58,01	58,01
Açúcar		120,27	120,27	120,27	120,27	120,27	120,27	120,27
Fertilizantes/ Defensivos		88,95	88,95	88,95	88,95	88,95	88,95	88,95

Esses valores são valores financeiros deverão ser transformados para valores econômicos para a análise da viabilidade desse empreendimento.

A partir dos quadros acima foram obtidas a receitas anuais por fluxo de mercadoria para o horizonte de demanda para as alternativas estudadas.

Com base nessas tarifas e nos volumes estimados foram calculadas as receitas totais por fluxo para cada uma das alternativas, as quais estão apresentadas nos quadros a seguir:

a. Segmento 1 – Alternativa 1 - Trecho Itumbiara à Acreúna

Tabela 32- Receita Operacional Prevista por Fluxo POD (R\$ x 10³). Cenário Tendencial

Sentido	Origem / Destino	Produto	Horizonte						
			2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045
Exportação	Itumbiara	Soja	95.562	192.613	234.358	284.666	345.234	418.084	505.628
		Milho	1.247	2.513	3.057	3.714	4.504	5.454	6.596
		Açúcar	52.005	104.820	127.538	154.916	187.877	227.522	275.163
		Total Exportação	148.813	299.946	364.953	443.296	537.615	651.061	787.387
Importação	Itumbiara	Fertilizantes	49.530	100.751	121.592	147.015	177.234	213.508	257.054
		Defensivos	4.046	8.049	9.684	11.695	14.068	16.914	20.334
		Total Importação	53.576	108.800	131.276	158.710	191.302	230.422	277.388

b. Segmento 1 – Alternativa 2 - Trecho Itumbiara à Santa Helena

Tabela 33 - Receita Operacional Prevista por Fluxo POD (R\$ x 10³). Cenário Tendencial

Sentido	Origem / Destino	Produto	Horizonte						
			2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045
Exportação	Itumbiara	Soja	99.182	199.911	243.237	295.452	358.315	433.925	524.785
		Milho	1.294	2.608	3.173	3.854	4.674	5.661	6.846
		Açúcar	54.120	109.084	132.726	161.217	195.519	236.777	286.356
		Total Exportação	154.597	311.603	379.136	460.524	558.508	676.363	817.987
Importação	Itumbiara	Fertilizantes	51.352	104.456	126.064	152.422	183.753	221.361	266.508
		Defensivos	4.195	8.345	10.040	12.125	14.585	17.536	21.082
		Total Importação	55.547	112.801	136.104	164.547	198.338	238.897	287.590

c. Segmento 1 – Alternativa 3 - Trecho Itumbiara à Quirinópolis

Tabela 34 - Receita Operacional Prevista por Fluxo POD (R\$ x 10⁹). Cenário Tendencial

Pólo de Origem	Produto	Horizonte de Demanda						
		2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045
Itumbiara	Soja	91.367	127.243	154.318	186.883	226.016	273.002	329.372
	Milho	1.268	1.766	2.141	2.593	3.136	3.788	4.571
	Açúcar	53.041	73.869	89.586	108.491	131.209	158.486	191.211
Total Itumbiara Exportação		145.676	202.877	246.045	297.967	360.362	435.277	525.154
Quirinópolis	Soja	13.446	18.725	22.710	27.502	33.261	40.176	48.471
	Milho	0	0	0	0	0	0	0
	Açúcar	13.698	19.076	23.135	28.018	33.885	40.929	49.380
Total Quirinópolis Exportação		27.144	37.802	45.845	55.520	67.146	81.104	97.851
Total Exportação		172.819	240.679	291.891	353.487	427.508	516.381	623.005
Pólo de Destino	Produto/ano	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045
Itumbiara	Fertilizantes	46.802	64.134	77.432	93.115	111.921	134.481	161.392
	Defensivos	3.539	4.878	5.869	7.038	8.438	10.094	12.089
Total Itumbiara Importação		50.341	69.012	83.301	100.153	120.359	144.575	173.481
Quirinópolis	Fertilizantes	13.475	18.507	22.454	27.121	32.722	39.529	47.595
	Defensivos	1.019	1.408	1.702	2.050	2.467	2.967	3.565
Total Quirinópolis Importação		14.493	19.915	24.156	29.172	35.189	42.496	51.160
Total Importação		64.834	88.927	107.457	129.325	155.548	187.071	224.642
Total Exportação + Importação		237.654	329.606	399.347	482.812	583.055	703.453	847.647

A partir das receitas totais por mercadoria e dos volumes de transporte correspondentes foram obtidas as tarifas médias esperadas por mercadoria para cada uma das alternativas estudadas.

Tabela 35 - Tarifas de Transporte (Produto Médio Adotado, em R\$/TKU)

Segmento 1 – Itumbiara a FNS	
Alternativa	R\$ / Mil TKU
1 Acreúna	38,65
2 Santa Helena	38,72
3 Quirinópolis	37,46

2.3.3.1.3.6 Estimativa da receita total e em tráfego mútuo por fluxo de POD

Embora as ferrovias tenham outras fontes de receita, tais como as resultantes de contratos “take or pay” e de manobras nas atividades de carga e descarga em terminais, essas receitas são marginais e geram custos adicionais para a sua prestação, trazendo, conseqüentemente, uma contribuição pouco significativa para os resultados da empresa.

Por outro lado, no modelo pretendido pelo Governo, com características de “Open Access”, essas operações terão uma abordagem comercial diferente, a ser ainda definida.

Assim sendo, essas receitas e custos marginais não foram aqui consideradas.

Dentro dessa hipótese, as receitas operacionais serão iguais às receitas totais. Portanto, os quadros a seguir apresentam apenas as receitas no tráfego mútuo.

a. Segmento 1 – Alternativa 1 - Trecho Itumbiara, Acreúna, Ilhéus

Tabela 36 - Estimativa da Receita da Ferrovia em Tráfego Mútuo por Fluxo POD (Mil R\$). Cenário Tendencial

Sentido	Origem / Destino	Produto	Horizonte						
			2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045
Exportação	Itumbiara	Soja	87.413	176.189	214.374	260.393	315.797	382.435	462.514
		Milho	1.140	2.298	2.797	3.397	4.120	4.989	6.034
		Açúcar	47.571	95.883	116.663	141.706	171.857	208.122	251.701
		Total	136.124	274.370	333.834	405.497	491.774	595.546	720.248
Importação	Itumbiara	Fertilizantes	45.307	92.160	111.224	134.479	162.122	195.303	235.136
		Defensivos	3.701	7.363	8.858	10.697	12.868	15.472	18.600
		Total	49.008	99.522	120.082	145.177	174.990	210.775	253.735

b. Segmento 1 – Alternativa 2 - Trecho Itumbiara, Santa Helena, Ilhéus

Tabela 37 - Estimativa da Receita da Ferrovia em Tráfego Mútuo por Fluxo POD (Mil R\$). Cenário Tendencial

Sentido	Origem / Destino	Produto	Horizonte						
			2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045
Exportação	Itumbiara	Soja	88.749	178.882	217.651	264.373	320.623	388.280	469.583
		Milho	1.158	2.334	2.839	3.449	4.183	5.065	6.126
		Açúcar	48.427	97.610	118.764	144.259	174.953	211.870	256.234
		Total	138.335	278.826	339.254	412.081	499.759	605.216	731.943
Importação	Itumbiara	Fertilizantes	45.950	93.468	112.803	136.389	164.424	198.076	238.474
		Defensivos	3.754	7.467	8.984	10.849	13.051	15.692	18.864
		Total	49.704	100.935	121.787	147.238	177.475	213.767	257.338

c. Segmento 1 – Alternativa 3 - Trecho Itumbiara, Quirinópolis, Ilhéus

Tabela 38 - Estimativa da Receita da Ferrovia em Tráfego Mútuo por Fluxo POD (Mil R\$). Cenário Tendencial

Sentido	Origem / Destino	Produto	Horizonte						
			2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045
Exportação	Itumbiara	Soja	83.925	116.880	141.750	171.662	207.608	250.768	302.547
		Milho	1.165	1.622	1.967	2.382	2.881	3.480	4.198
		Açúcar	48.721	67.853	82.290	99.655	120.523	145.579	175.638
		Total	133.811	186.354	226.006	273.700	331.013	399.826	482.384
	Quirinópolis	Soja	13.446	18.725	22.710	27.502	33.261	40.176	48.471
		Milho	0	0	0	0	0	0	0
		Açúcar	13.698	19.076	23.135	28.018	33.885	40.929	49.380
Total	27.144	37.802	45.845	55.520	67.146	81.104	97.851		
Total Exportação			160.955	224.156	271.852	329.220	398.158	480.931	580.235
Importação	Itumbiara	Fertilizantes	42.990	58.911	71.125	85.531	102.806	123.529	148.248
		Defensivos	3.251	4.481	5.391	6.465	7.751	9.272	11.105
		Total	46.241	63.392	76.517	91.997	110.557	132.801	159.352
	Quirinópolis	Fertilizantes	14.131	19.414	23.552	28.447	34.320	41.455	49.914
		Defensivos	363	501	604	724	869	1.040	1.247
		Total	14.493	19.915	24.156	29.172	35.189	42.496	51.160
Total Importação			60.734	83.306	100.672	121.168	145.745	175.297	210.513

2.3.3.2 Estudos Operacionais

2.3.3.2.1 Características básicas da via e operacional da ferrovia

Para a caracterização da frota e determinação dos tempos e consumos de combustível, foram aqui considerados os seguintes parâmetros:

a) Referentes à via:

- ✓ Bitola: Larga (1,60 m).
- ✓ Raio Mín. das Curvas Horizontais: 343,8 m.
- ✓ Rampa Máxima:
- ✓ Alternativa 1: 1,071% no sentido importação e 0,855% no sentido exportação.
- ✓ Alternativa 2: 1,450% no sentido importação e 1,049% no sentido exportação.
- ✓ Alternativa 3: 1,11% no sentido importação e 0,962% no sentido exportação.
- ✓ Rampa Máxima nos Pátios e Desvios de cruzamento: 0,15%.
- ✓ Entrevia nos desvios de cruzamento: 4,25 m.

b) Referentes à operação ferroviária

- ✓ Velocidade Diretriz: 80 km/h para trens com vagões vazios e 60 km/h para trens com vagões carregados.
- ✓ Dimensões máximas do material rodante:
 - Largura máxima: 3,4 metros.
 - Altura máxima: 4,7 metros.
 - Comprimento máximo: 28 metros.

Também foram assumidas algumas hipóteses sobre:

- ✓ Características do material rodante.
- ✓ Trem-tipo recomendado, a partir do perfil da via e da capacidade de tração da locomotiva recomendada.
- ✓ Localização dos pátios de cruzamento.
- ✓ Tempos operacionais em terminais, pátios de cruzamento de trens e demais tempos despendidos nas operações ferroviárias, tais como, abastecimento e troca de equipagem.
- ✓ Equipes de trabalho na condução dos trens e nas atividades de apoio.
- ✓ Gabarito da via: apresentado na página a seguir, que permitirá a circulação com folga das maiores locomotivas e vagões, disponíveis no mercado, conforme apresentado acima.

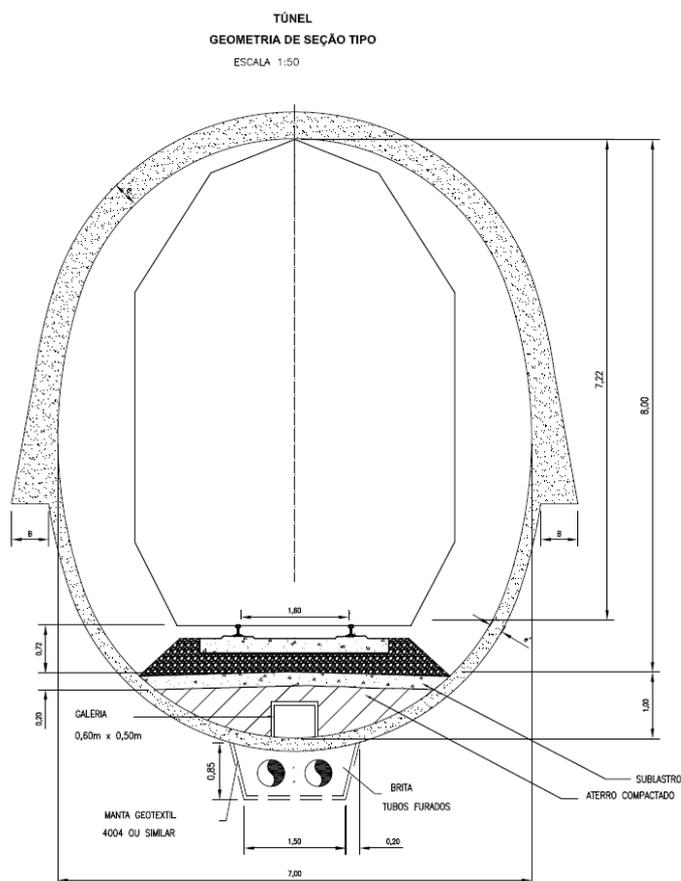


Figura 1 - Túnel : Geometria de seção tipo

2.3.3.2.2 Características do Material Rodante

Encontra-se aqui apresentado o material rodante a ser utilizado no segmento estudado.

- **Locomotivas**

Na escolha do modelo de locomotiva adotado neste estudo, foi considerado, de um lado, o estado da arte nesse setor e, de outro, o equipamento mais adequado para a realidade operacional do Segmento, considerando o pequeno volume de transporte e a sua operação integrada à FNS.

As mais modernas para o transporte de cargas, são as locomotivas diesel-elétricas, com 4.400 HP, corrente alternada, maior controle de aderência e menos poluentes. Essas locomotivas, embora muito caras, não apresentam limitação de velocidade mínima, rebocam trens mais pesados, são mais econômicas e capazes de atender as normas mais atuais de baixa emissão de poluentes.

Atualmente, as ferrovias brasileiras contam com três fabricantes instalados no Brasil, os quais têm hoje condições de oferecer ao mercado as mais modernas tecnologias disponíveis.

Dentre elas, destaca-se a GE, no Brasil há mais de 40 anos, fabricando aqui locomotivas com até 4.400 HP em suas instalações em Contagem, região de BH, porém apenas de corrente contínua.

Outra fornecedora é a MGE – Equipamentos e Serviços Ferroviários Ltda, empresa nacional fabricante de eletro-rotativos, que se especializou na reforma e rebitolagem locomotivas usadas. Recentemente adquirida pela norte-americana Progressive Rail, ela está se instalando também em Sete Lagoas, para retomar a fabricação das tradicionais locomotivas EMD, outrora da General Motors – Electro Motive Division e fabricadas aqui pela empresa Villares.

A terceira é a Hitachi, que este ano fechou acordo com a IESA para fabricação de locomotivas diesel-elétricas e elétricas em sua planta, em Araraquara, SP.

Entretanto, é importante considerar a existência de um mercado de locomotivas usadas no Brasil, com menos de 10 anos e mais de 500 aquisições, todas elas com mais de 3.000 HP.

Essas máquinas devidamente rebitoladas, modernizadas e, em alguns casos, repotencializadas para 3.600 HP, apresentam uma melhor relação custo benefício em praticamente todas as rotas ferroviárias, exceto as principais rotas de minério de ferro da Vale e da MRS Logística.



Figura 2 – Exemplo de Locomotivas

Essa maior competitividade se deve, em primeiro lugar, ao seu preço, aproximadamente um terço do de uma nova.

Em segundo lugar, pelo consumo específico de combustível próximo ao de uma nova, embora com uma velocidade média de percurso menor e rebocando uma composição aproximadamente 10% menor que uma locomotiva nova, de mesmo peso e corrente contínua (lembrar que a capacidade de tração de uma locomotiva depende de seu peso, de seu coeficiente de aderência e de sua velocidade mínima contínua).

Em terceiro lugar, pelo tempo de viagem redonda, também próximo ao de uma nova, apesar de sua menor potência.

Essa pequena diferença de desempenho ocorre em rotas onde as locomotivas permanecem uma parte significativa do tempo paradas (nos terminais de carga e descarga, nos pátios de cruzamento, na colocação e retirada de “helpers”) e quando operam com restrição de velocidade imposta pela via férrea (rampas descendentes, curvas acentuadas, cruzamentos em nível, proximidade de centros urbanos, etc.).

Outro fator importante na escolha da locomotiva é o fato dessas composições circularem em uma grande extensão da FNS.

Como a sua operação deverá ser integrada à FNS, que opera com 6 locomotivas GE C36-7, transferidas da frota de Carajás (hoje com 45 máquinas similares remanescentes e inadequadas à operação dos seus grandes trens de minério), é

razoável esperar que a operação nesse segmento estudado, na FNS e na FIOL venham a se dar com essas locomotivas.

Reforça essa hipótese, o pequeno volume de transporte esperado nesse trecho, demandando poucas locomotivas e custos de manutenção mais elevados se operar com frota de locomotivas diferente, o que requererá estrutura diferenciada de manutenção e com pequena escala.

Uma alternativa aceitável poderá ser a aquisição dessas locomotivas, ou de locomotivas modelo GE C30-7, ou SD40-2 já rebitoladas, disponíveis no mercado nacional, embora a sua menor potência prejudique sensivelmente os tempos de transporte, principalmente na FNS.

A escolha de locomotivas diesel elétricas, ao invés de locomotivas elétricas, ou diesel hidráulicas é justificada na Tabela 130, a seguir.

Tabela 39 - Vantagens e Desvantagens dos Tipos de Tração Estudados

Tipo de Tração	Vantagens	Desvantagens
Locomotivas Elétricas	<ul style="list-style-type: none"> - Mais econômicas - Menos poluentes. - Maior eficiência energética. - Maiores taxas de aceleração. 	<ul style="list-style-type: none"> - Muito mais caras. - Investimentos elevados na rede elétrica. - Manutenção mais especializada. - Uso restrito a linhas eletrificadas. - Economicamente inviáveis em rotas com baixa densidade de tráfego. - Risco de vandalismo e furtos da rede elétrica.
Locomotivas Diesel Elétricas	<ul style="list-style-type: none"> - Mais baratas. - Viáveis mesmo em linhas com baixa densidade de tráfego. - Maior facilidade de manutenção. - Possibilidade de sua utilização em outras via férreas. - Maior quantidade de fornecedores e de serviços de manutenção. - Domínio nos trens cargueiros no Brasil. 	<ul style="list-style-type: none"> - Mais poluentes. - Menor eficiência energética. - Menores taxas de aceleração.
Diesel hidráulica		<ul style="list-style-type: none"> - Tecnologia pouco utilizada no exterior e praticamente desconhecida no mercado brasileiro

Tração Escolhida Para Operar Na Via:	Locomotivas Diesel Elétricas C36-7
---	---

Tabela 40 - Tipos de Locomotivas a Operar na Ferrovia

Tipo de Locomotiva	Fabricante	Potência Instalada (HP)	Peso(*) Aderente (t)	Dimensões (m)			Vmínimo Regime Contínuo (km/h)	Esforço de Tração Máximo (kgf) na Velocidade Mínima	
				Compr.	Largura	Altura		Esforço Tração	Aderência na partida
GE C36-7	General Electric	3.600	190,3	20,5	3,13	4,57	17,7	43.953	25%
GE C36-7	General Electric	3.000	190,3	20,5	3,13	4,57	14.2	43.953	25%
SD 40-2	EMD GM	3.000	166,7	21,0	3,15	4,76	11,6	39.644	25%

Fontes: manuais dos fabricantes GE e EMD

(*) podendo ser lastreadas até 192 t nas rotas estudadas

- **Vagões**

Os vagões recomendados para operação nesses ramais são vagões graneleiros (“hopper cars”) e vagões tanque, de bitola larga, com carga por eixo de até 32,5 t , (máximo permitido pela FNS, Carajás e pela via ora em estudo), ou seja, carga paga de até 100 t.

O Brasil tem hoje 4 grandes fabricantes de vagões: Amsted Maxion, Randon, Usimec e Santa Fé.

A Amsted Maxion, com mais de 60 anos no mercado, monta seus vagões em sua unidade de Hortolândia e, em Cruzeiro, fabrica peças como truques, rodas, engates e aparelho de choque e tração.

A Randon, tradicional fabricante de carretas rodoviárias, recentemente entrou neste mercado e hoje fornece para as maiores ferrovias do Brasil. Conta com fábrica em Caxias – RS.

A Usimec recentemente retornou a esse mercado, atuando no fornecimento de vagões p/ minério. Sua fábrica se localiza em Santana do Paraíso-MG e pertence á Usiminas Mecânica, importante fornecedora de produtos de caldeiraria e fundição.

A Santa Fé é empresa controlada pela ALL e mais voltada ao fornecimento para esta ferrovia. Possui uma fábrica de vagões dentro de uma antiga instalação da RFFSA em Santa Maria, RS.

Existe também a possibilidade de utilização de vagões remanufaturados e transformados em vagões graneleiros. As únicas empresas hoje com essa atividade são a FMR, em Paulínia, e a Freight Car, em Pederneiras.

Mais recentemente, a empresa Qiqihar, grande fabricante de vagões na China, fechou um acordo com a empresa Oyamota do Brasil, atuante na área de caldeiraria industrial e fábrica em Castanhal, no Pará, para montar vagões chineses, inicialmente para Carajás.

Outras empresas menores atuam no segmento atendendo em escala menor o fornecimento de partes e vagões completos, podendo-se citar a FMR Mecânica, Freight Car Comércio, Serviços e Locação de Material Ferroviário, Comefer.



Figura 3 – Exemplos de Vagões

Tabela 41- Tipos de Vagões a Operar na Ferrovia

Tipo de Vagão	Produto	Peso Máximo Admissível	Lotação		Vol. (m ³)	Tara	Peso Bruto Efetivo	Compr. Médio
			Nominal	Efetiva				
Graneleiro	Grãos, açúcar, defensivos e fertilizantes	120 t	93,9 t	90,0 t	149 m ³	26,1 t	120 t	18 m
Média		120 t	93,9 t	90,0 t	149 m ³	26,1 t	120 t	18 m

2.3.3.2.3 Localização dos Desvios de Cruzamento

O perfil da via, necessário para a localização dos pátios de cruzamento, foi obtido do Estudo de Engenharia.

Os critérios adotados para essa localização estão listados abaixo em ordem decrescente de importância.

- i. Tempos de circulação entre blocos (trechos entre pátios de cruzamento consecutivos) os mais próximos possíveis entre si.
- ii. Posicionamento dos pátios em locais com possibilidade de limitar a rampa máxima a 0,15%, minimizando a necessidade de terraplanagem.
- iii. Locais menos susceptíveis a inundações.
- iv. Proximidade de vias de acesso.
- v. Proximidade de infra-estrutura de serviços (luz, água, comunicação).

A localização dos pátios para cada um dos segmentos estudados se encontra ilustrada nos quadros e desenhos a seguir.

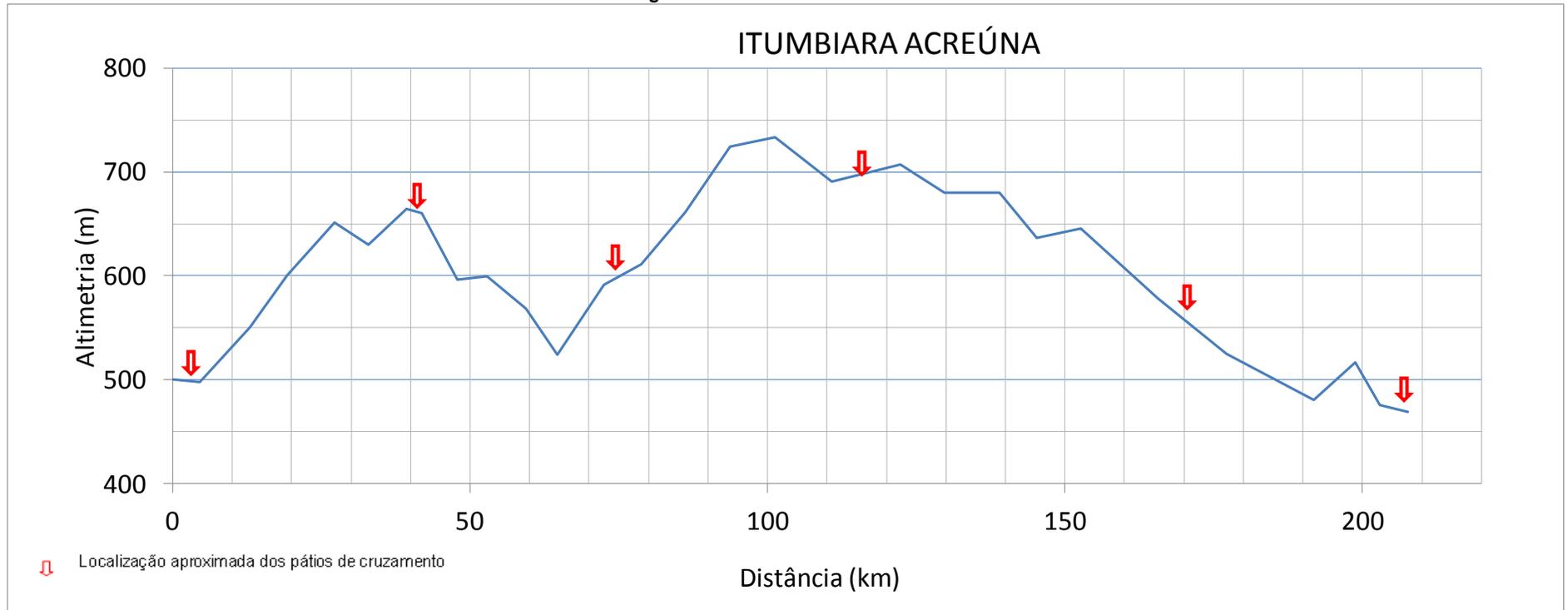
Esses quadros mostram as informações de interesse ao Estudo Operacional, com destaque para as características dos locais recomendados para os pátios de cruzamento.

a. Segmento 1 – Alternativa 1 - Trecho Itumbiara à Acreúna

Tabela 42 - Perfil Altimétrico da Via e Localização dos Pátios de Cruzamento

Posição metros	Altimetria metros	Inclinação %	Ponto Notável
-	500		
4.617	498	-0,054	Pátio 1 - Rodovia GO 309
12.931	550	0,631	Rodovia GO 419 Rodovia BR 153
19.279	600	0,778	
27.276	651	0,633	
32.954	630	-0,375	
39.348	664	0,536	
41.907	660	-0,161	
47.812	596	-1,071	
52.916	600	0,07	Pátio 2 (km 42,86)
59.444	568	-0,484	
64.726	524	-0,825	
72.524	591	0,855	Rio Meia Ponte
78.808	611	0,312	Pátio 3 (km 75,32) - Rodovia GO 040
86.230	661	0,671	Rodovia GO 210
93.723	724	0,829	Rodovia GO 423
101.234	734	0,127	
110.793	691	-0,447	
122.407	707	0,144	Pátio 4 (115,15) - Ribeirão do Queixada
129.767	680	-0,375	
139.001	680	0,007	Rodovia GO 319
145.267	637	-0,687	
152.710	645	0,116	
165.598	579	-0,513	Ribeirão das Pombas
177.128	525	-0,46	Pátio 5 (km 169,6)
191.898	480	-0,302	Rio dos Bois
198.796	516	0,517	
202.987	476	-0,961	Rodovia GO 410
207.700	469	-0,134	Pátio 6 (km 207,7) -Rio Turvo

Figura 4 - Perfil Altimétrico da Via e Localização dos Pátios de Cruzamento.
Segmento Itumbiara Acreúna



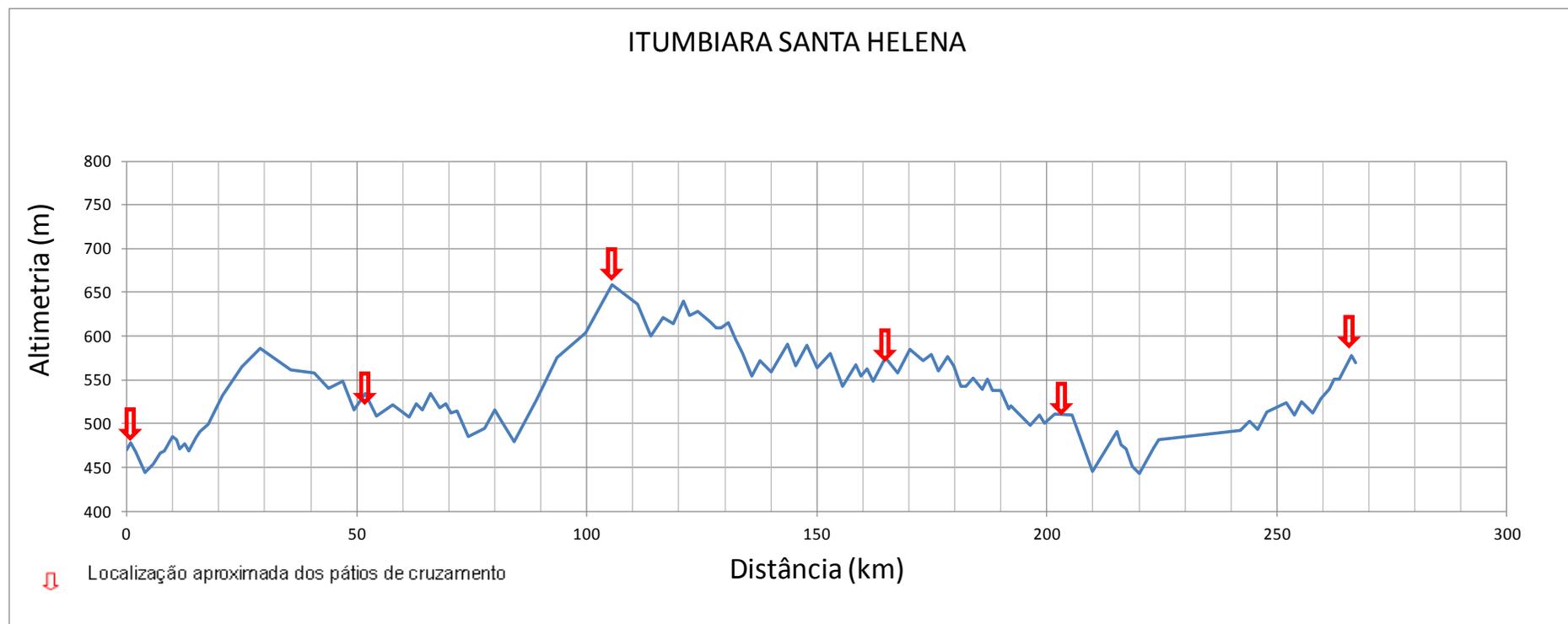
b. Segmento 1 – Alternativa 2 - Trecho Itumbiara à Santa Helena

Tabela 43 -Perfil Altimétrico da Via e Localização dos Pátios de Cruzamento

Posição metros	Altimetria	inclinação %	Ponto Notável	Posição metros	Altimetria	Inclinação %	Ponto Notável
0	470			81.253	504	-0,880	81.253
0			pátio 1	84.300	479	-0,827	
894	478	0,915		89.108	527	0,999	
1.860	468	-1,076		93.588	575	0,982	
3.921	444	-1,337		99.625	603	0,533	
5.708	453	0,470		105.260			pátio 3
7.303	466	0,819		105.487	659	0,954	
8.247	468	0,193		111.018	636	-0,421	
9.992	486	0,991		113.883	600	-1,255	
10.814	481	-0,532		116.683	621	0,741	
11.591	471	-1,310		118.745	614	-0,335	
12.511	477	0,595		120.981	640	0,999	
13.506	469	-0,746		122.315	624	-1,238	
15.002	484	0,982		124.128	628	0,255	
15.972	491	0,749		125.471	622	-0,454	
17.598	499	0,537		126.758	616	-0,474	
20.800	532	1,000		128.095	609	-0,506	
25.000	565	0,782		129.193	610	0,062	
29.000	586	0,525		130.821	616	0,360	
35.751	562	-0,363		132.245	597	-1,342	
40.836	557	-0,081		133.891	581	-0,929	
43.840	541	-0,550		135.827	554	-1,438	
47.067	548	0,220		137.630	571	0,971	
49.317	516	-1,423		140.058	559	-0,508	
51.773	535	0,768		143.576	590	0,887	
53.540			pátio 2	145.400	566	-1,329	
54.375	509	-0,998		147.788	590	1,003	
57.757	522	0,384		150.149	564	-1,109	
61.359	507	-0,547		152.942	580	0,578	
63.023	522	0,911		155.500	543	-1,445	
64.215	515	-0,598		158.417	567	0,832	
66.100	535	1,049		159.606	554	-1,121	
68.053	518	-0,874		161.011	562	0,599	
69.391	522	0,330		162.200	548	-1,196	
70.577	513	-0,821		164.908	575	1,003	
71.826	515	0,156		166.480			pátio 4
74.294	485	-1,183		167.500	558	-0,682	
77.800	495	0,276		170.235	585	0,998	
80.043	515	0,890		173.142	572	-0,450	

posição metros	Altimetria	Inclinação %	Ponto Notável
174.854	578	0,385	
176.342	560	-1,237	
179.718	567	-0,757	
181.400	542	-1,437	
182.490	542	0,000	
183.885	552	0,660	
185.900	539	-0,620	
187.183	551	0,922	
188.177	538	-1,257	
189.901	538	0,000	
191.652	517	-1,202	
192.179	521	0,216	
196.372	498	-0,723	
198.370	509	0,591	
199.469	500	-0,851	
201.743	511	0,501	
205.399	509	-0,055	
207.390			pátio 5
210.000	446	-1,385	
215.162	491	0,896	
216.145	476	-1,450	
217.174	471	-0,497	
218.515	452	-1,450	
220.218	443	-0,504	
223.102	472	0,999	
224.282	482	0,851	
242.115	493	-0,751	
243.950	502	0,514	
245.900	494	-0,432	
247.859	513	1,000	
252.082	524	0,256	
253.869	510	-0,792	
255.388	525	0,999	
257.782	512	-0,549	
259.470	529	1,000	
261.292	539	0,554	
262.515	551	1,000	
263.500	551	0,000	
266.200	578	1,000	
267.150			pátio 1
267.150	570	-0,854	

Figura 5- Perfil Altimétrico da Via e Localização dos Pátios de Cruzamento.
Segmento Itumbiara Santa Helena



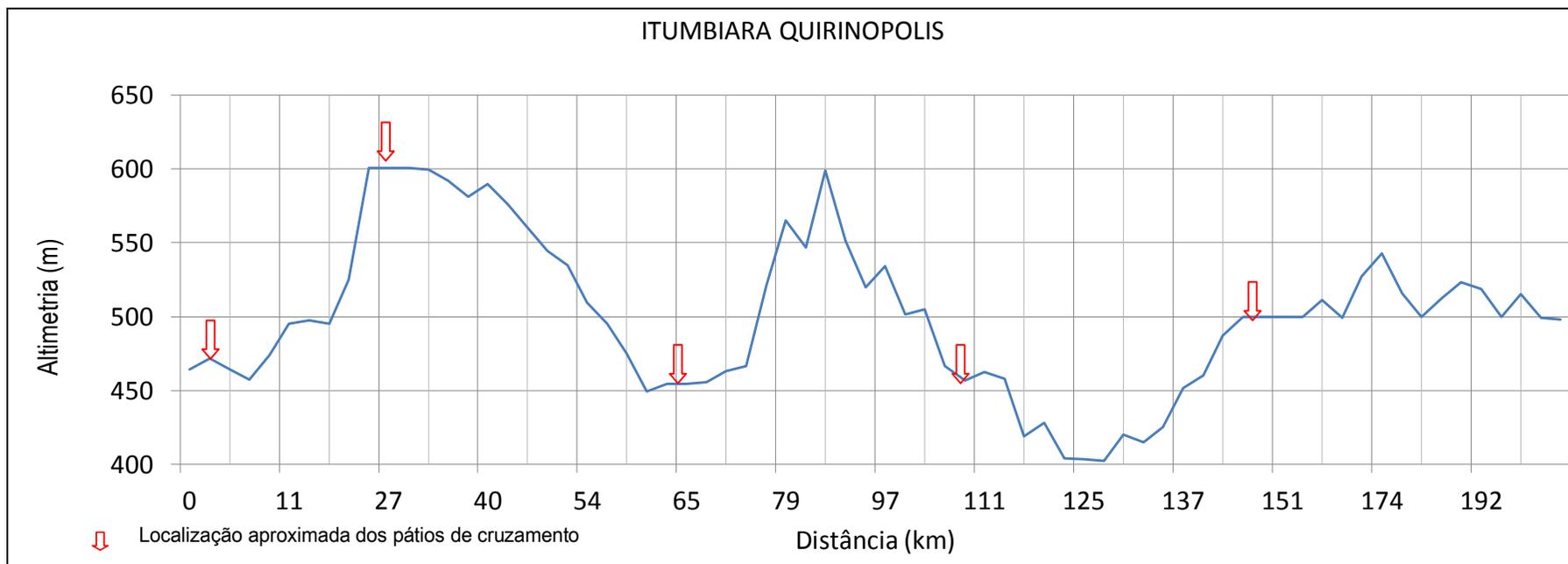
c. Segmento 1 – Alternativa 3 - Trecho Itumbiara à Quirinópolis

Tabela 44- Perfil Altimétrico da Via e Localização dos Pátios de Cruzamento

Posição	Altimetria	Inclinação %	Localização
0,0	464	1,000	
1,0	472	-0,859	
2,0	464	-0,171	Terminal de Itumbiara
6,1	457	0,703	
8,4	474	0,784	
11,1	495	0,182	
12,5	498	-0,148	
14,2	495	0,882	Rodovia Estadual 309
17,6	525	0,801	
27,1	601	-0,017	
27,3	601	-0,017	Pátio 2 - Cachoeira Dourada
29,3	601	-0,017	
32,7	600	-0,368	
34,7	592	-0,520	
36,7	582	0,261	Rodovia Federal 483
39,9	590	-0,819	
41,6	576	-0,489	
44,8	561	-0,419	
48,6	545	-0,419	
51,0	535	-0,738	
54,4	510	-0,663	
56,6	495	-0,833	
59,0	475	-0,619	
63,2	449	0,373	
64,6	454	0,373	RIO MEIA PONTE
64,7	454	0,373	
65,0	456	0,373	Pátio 3
67,0	463	0,373	
67,9	467	0,823	Rodovia Estadual 502
74,5	521	0,962	
79,2	565	-0,474	
83,3	547	0,334	Rodovia Estadual 040
87,3	599	-0,228	RIBEIRÃO DA CAMPANHA
91,0	551	-0,861	
94,6	520	0,578	
97,0	534	-1,111	
100,0	501	0,092	
103,8	505	-0,766	
108,8	466	-0,152	
109,2	457	-0,152	Pátio 4 - Inaciolândia
111,2	463	-0,152	
114,2	458	-0,973	
118,2	419	0,303	
121,1	428	-0,651	RODOVIA ESTADUAL 483
124,8	404	-0,651	Represa de São Simão
125,0	404	-0,651	
125,1	402	0,672	
127,8	420	-0,180	
130,8	415	0,550	
132,7	425	0,619	

Posição	Altimetria	Inclinação %	Localização
137,0	451	0,239	
140,6	460	0,625	
144,9	487	0,404	Rodovia Estadual 483
148,1	500	0,000	
149,0	500	0,000	pátio 5 - Gouvelândia
151,0	500	0,000	
155,2	500	0,238	
159,8	511	-0,394	
162,9	499	0,423	Rodovia Estadual 319
169,6	528	0,319	Rodovia Estadual 164
174,5	543	-0,982	
177,2	516	-0,400	
181,2	500	0,289	Rodovia Estadual 206
185,5	512	0,246	
190,0	524	-0,207	
192,4	519	-0,628	
195,4	500	0,788	
197,4	515	-0,477	
200,8	499	-0,046	Pátio 6 - Quirinópolis

Figura 6- Perfil Altimétrico da Via e Localização dos Pátios de Cruzamento.



2.3.3.3 Tamanho do Trem-Tipo

A determinação do comprimento do trem-tipo foi feita considerando o máximo aproveitamento da capacidade de tração da locomotiva aqui selecionada nas rampas críticas do segmento estudado no sentido exportação (Itumbiara a Ilhéus).

Para uma rampa máxima do sentido exportação de 0,65%, uma locomotiva GE C36-7, de 3.600 HP instalados e coeficiente de aderência de partida de 25% tem condição de rebocar aproximadamente 6.000 t, ou seja, aproximadamente 50 vagões com 120 t de peso (4.500 t de carga paga). Esse foi o trem-tipo aqui adotado.

Cabe aqui observar que a escolha do sentido exportação se deveu à predominância do transporte nesse sentido e também que a adoção desse trem se mostra compatível com a rampa máxima no sentido exportação da FNS de 0,6%.

Embora existam rampas mais íngremes no sentido exportação nesse Segmento, haverá uma deseconomia muito grande dimensionar o trem para essas rampas críticas e subaproveitar a tração da locomotiva em mais de 90% do percurso.

Desse modo, o mais aconselhável será utilizar a locomotiva de serviço nessas rampas críticas com “help”.

Trem-tipo



Figura 7 - Trem -Tipo

O quadro a seguir mostra que inicialmente circulará pouco mais que um trem a cada dois dias (intervalo de 40 horas), evoluindo para 2,15 trens por dia em 2045.

Tabela 45- Par de Trens Diários

	Exportação	Importação	Total	Exportação	Importação	Total
	Itumbiara			Porto de Ilhéus		
Destino	Porto de Ilhéus			Porto de Ilhéus		
Ano	2015			2045		
No. de Vagões Cheios	50	16	50	16	50	16
No. de Vagões Vazios	0	34		34	0	34
TU/ano	941.180	289.805	1.230.985	3.392.910	1.004.500	4.397.410
Peso Líquido (t)	4.538	1.397	4.538	4.538	1.397	4.538
Peso Vazio (t)	0	1.012	1.012	0	1.012	1.012
Peso Bruto (t)	6.000	2.859	6.000	6.000	2.859	6.000
No. Trens / dia	0,598	0,598	0,598	2,15	2,15	2,15
No. Trens / Ano	207,41	207,41	207,41	748	748	748

Essa baixa frequência condicionará o restante do presente estudo (sistema de sinalização e telecomunicação, instalações e equipamentos de manutenção e mesmo a operacionalização dos desvios de cruzamento).

2.3.3.3.1 Características do Trem Ótimo

A configuração do trem que propicia a menor necessidade de frota para atender as demandas aqui estudadas se encontra apresentada nos quadros a seguir para cada uma das alternativas aqui estudadas.

a. Segmento 1 – Alternativa 1 - Trecho Itumbiara à Acreúna

Tabela 46- Características do Trem Ótimo

Tipo de Trem	Sentido	Quantidade		Tonelagem		Comprimento (m)	
		Locomotivas	Vagões	Útil	Bruta	Trem	Desvio
Milho+Soja	Exportação	1	40	3.602	4.762	908	2.000
Açúcar			10	936	1.238		
Fertilizantes+Defensivos	Importação	1	15	1.310	2.470	908	2.000
-			0	0	302		

* Será utilizada a mesma composição para o transporte de todas as cargas aqui identificadas.

b. Segmento 1 – Alternativa 2 - Trecho Itumbiara à Santa Helena

Tabela 47 - Características do Trem Ótimo

Tipo de Trem	Sentido	Quantidade		Tonelagem		Comprimento (m)	
		Locomotivas	Vagões	Útil	Bruta	Trem	Desvio
Milho+Soja	Exportação	1	40	3.602	4.762	908	2.000
Açúcar			10	936	1.238		
Fertilizantes+Defensivos	Importação	1	15	1.310	2.470	908	2.000

* Será utilizada a mesma composição para o transporte de todas as cargas aqui identificadas.

c. Segmento 1 – Alternativa 3 - Trecho Itumbiara à Quirinópolis

Tabela 48 - Características do Trem Ótimo

Tipo de Trem	Sentido	Quantidade		Tonelagem		Comprimento (m)	
		Locomotivas	Vagões	Útil	Bruta	Trem	Desvio
Milho+Soja	Exportação	1	39	3.476	4.596	908	2.000
Açúcar			12	1.062	1.404		
Fertilizantes+Defensivos	Importação	1	16	1.397	2.517	908	2.000
-			0	0	342		

* Será utilizada a mesma composição para o transporte de todas as cargas aqui identificadas.

2.3.3.4 Sistemas de Licenciamento de Trens, Sinalização, Telecom, Energia e CCO.

2.3.3.4.1 Comentários Iniciais

Assim como a maioria das ferrovias no Brasil e exterior, esse segmento operará em linha singela, em função da pequena quantidade de pares de trens diários.

A instalação dos desvios de cruzamento ao longo de uma via férrea permite a reduzir os tempos de circulação dos trens e aumentar a sua capacidade de tráfego.

No segmento estudado, mesmo sem nenhum desvio de cruzamento, será possível atender as necessidades iniciais de circulação, pois nele a circulação iniciará, em média, com um trem a cada vinte horas (considerando os dois sentidos de circulação), que ocupará menos que 5 horas para atravessar todo o segmento.

Portanto, a decisão de implantação de desvios de cruzamento será uma decisão de natureza econômica.

Sem nenhum desvio de cruzamento nesse segmento, ter-se-á a forma mais simples de operação em via única, que é aquela onde a linha tem apenas um comboio circulando por vez.

Nesse caso, a entrada para a linha é liberada por uma alavanca manual bloqueada (“Máquina de Chave”), ou por controle remoto no CCO. O processo de despacho dos trens deverá assegurar que apenas uma composição circule ao longo de todo o segmento.

Nesse modo de controle, os despachantes respondem pela emissão da ordem de despacho, pois têm a visão global do segmento de linha sob seu controle.

O rádio tem sido o método padrão para comunicações entre despachantes e para emissão de ordens de trem. As instruções são assim passadas para as equipes e o maquinista registra as instruções e as repete para o despachante, para garantir que a mensagem foi devidamente compreendida.

Hoje, quanto mais utilizadas as linhas singelas, mais serão sinalizadas e controladas remotamente a partir do CCO. Em consequência, licenças de tráfego escritas, ou transmitidas via rádio passam a ser desnecessárias na maioria das vezes. Essa sinalização é baseada em circuitos de via e, muitas vezes, permite uma longa fila única a ser dividida em blocos, cada um protegido por um sinal em cada extremidade. Mais de um trem pode prosseguir na mesma direção, totalmente protegida por sinalização automática.

2.3.3.4.2 Estado da Arte nos Sistemas de Sinalização

O sistema recomendado atualmente para ramais similares ao aqui estudado é o denominado ERTMS (European Rail Traffic Management System), devido à sua possibilidade de interoperabilidade (com a FNS e FIOL e possibilidade de trens de passageiros com características de trens regionais).

Nesse sistema, toda a autorização de circulação e as condições da via chegam por rádio no painel de comando da locomotiva, constantemente atualizadas, sem a necessidade de sinalização da via.

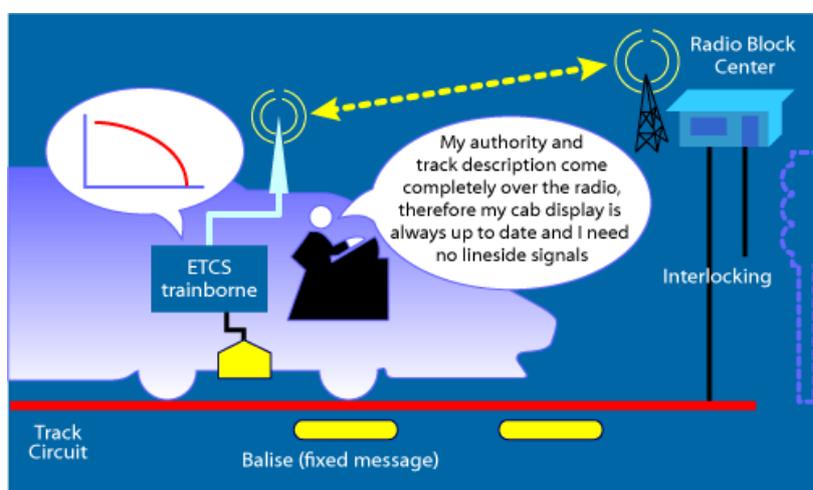


Figura 8 - Figura ilustrativa do Sistema de Sinalização

Outros objetivos desse sistema são:

- Aumento da capacidade das linhas (que não é o caso em questão) e o nível de segurança.
- Redução dos custos.
- Redução da quantidade de instalações fixas.
- Viabilização do tráfego mútuo e direito de passagem, importantes metas governamentais buscadas pelo atual marco regulatório da ANTT.

Os principais componentes de ERTMS são o ETCS (European Train Control System) e o GSM-R (Global System for Mobile communication - Rail). O ETCS realiza as funções de controle de trens em 3 níveis de complexidade. O recomendado para o caso em questão é o ETCS Nível 1 que utiliza transmissão pontual através de transponders passivos instalados ao longo da linha. Esse sistema utiliza o RBC (Radio Block Center), que traça a localização de cada trem, determina e transmite as condições e autoriza a circulação dos trens de modo individualizado.

GSM-R se encarrega da transmissão de voz e dados entre o trem e as instalações fixas.

No ETCS Nível 1 as informações são transmitidas por balizas ao longo da via conectadas à sinalização existente.

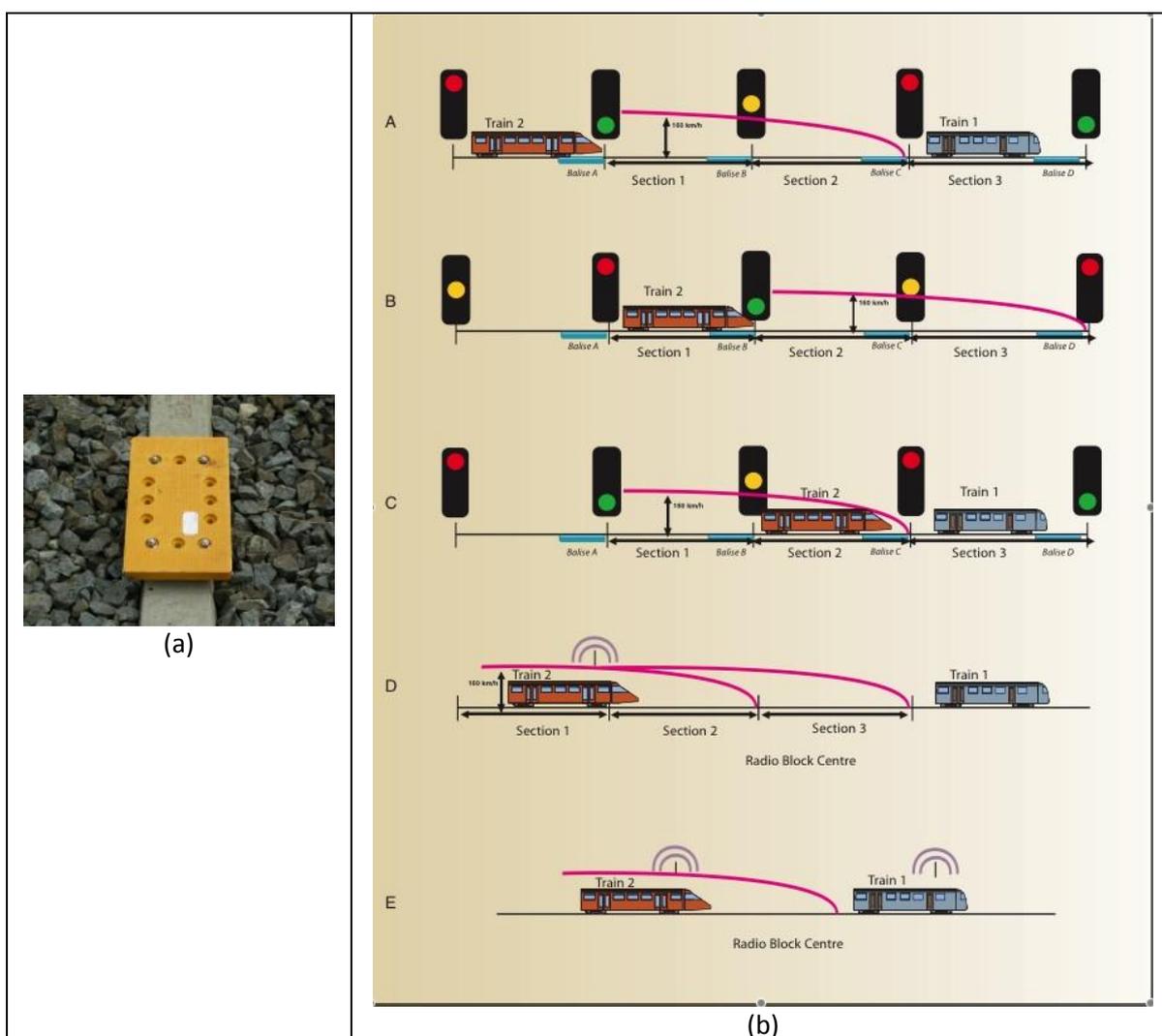


Figura 9- Transponder ETCS Nível 1(a); balizas e sinalizações (b)

Todas as informações podem ser transmitidas por radio (GSM-R), sem a necessidade de sinalização ao longo da via, com importante economia no custo de manutenção.

No Nível 2 todas essas informações podem ser transmitidas por radio (GSM-R) sem a necessidade de sinais laterais, o que permite reduções substanciais de custos de investimento e de manutenção.

A detecção da posição dos trens se efetua no solo (mediante circuitos de via, contadores de eixos, etc.). Entretanto, com o ETCS o trem pode receber por rádio a autorização de avançar em todos os momentos.

Entretanto, essa tecnologia ainda não foi implantada no Brasil.

A implantação do GSM-R no Brasil depende de regulamentação pela ANATEL, que precisará alocar espectro de frequências para o seu funcionamento. Estudos preliminares indicam que ainda há possibilidade de alocar frequências na faixa de 900 MHz, mas que isso precisa ser feito rapidamente, antes que as poucas alternativas disponíveis sejam destinadas a outros serviços.

A motivação para a implantação dessa tecnologia deverá ser maior na implantação de trens regionais de passageiros e, eventualmente no TAV, nesse caso, no Nível 3.

2.3.3.4.3 Evolução dos Sistemas de Sinalização no Brasil

As ferrovias brasileiras apresentam uma grande diversidade de sistemas e soluções de comunicação móvel. A maioria das linhas ainda é coberta por sistemas de analógicos. Algumas com sistemas convencionais de transmissão móvel de dados, cujo projeto e mesmo tecnologia remontam há décadas atrás.

Recentemente, algumas ferrovias brasileiras passaram a adotar sistemas baseados na comunicação satelitária para o despacho, acionamento da sinalização de pátio e, inclusive, dos AMV's.

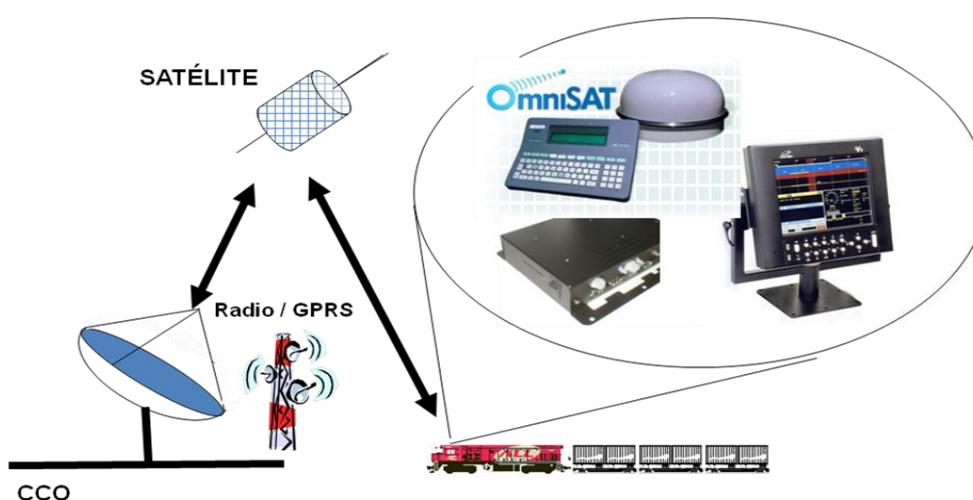


Figura 10 - Sistema de Sinalização Baseado na Comunicação Satelitária

As principais características são:

- Licenciamento enviado por satélite (Auto Track, Global Star).
- Computador de Bordo (OBC) controlando o cumprimento das licenças
- Utilização do ATC – Automatic Train Control e Sistema de Fibra Ótica.
- Atuação do OBC na sinalização.

2.3.3.4.4 Requisitos do Sistema de Sinalização e Telecomunicação.

O Sistema de Sinalização e Controle e Telecomunicações recomendado para o segmento em questão deverá disciplinar as formas de operação e manutenção do sistema ferroviário da região, bem como possibilitar o seu dimensionamento para atender o transporte de cargas.

Esses sistemas deverão ser capazes de atender as necessidades do tráfego, de modo seguro e eficiente, suportando o volume de tráfego previsto nesses trechos (pouco mais de 2 pares de trens de carga por dia e pátios de cruzamento com espaçamento da ordem de 40 km no horizonte de demanda).

Considerando-se que os trens também circularão ao longo da Norte Sul, os sistemas aí considerados deverão ser compatíveis com os sistemas dessa ferrovia e com a essa frequência de trens.

2.3.3.4.5 Características Básicas do CCO e Tipo de Controle.



Figura 11 – Centro de Controle Operacional

O Despacho de Trens deverá ser estruturado para permitir uma operação centralizada do despacho e rastreamento de trens em todo o trecho ferroviário sob o controle do CCO.

Possuir recursos de operação ferroviária baseada em:

- Posto de Supervisão Ferroviária.
- Posto de Gestão Ferroviária.
- Posto de Operação e Controle de Tráfego.
- Posto de Apoio às atividades de Manutenção. Este deverá operar integrado aos Postos de Controle de Operação e Supervisão Ferroviária do CCO, bem como os Postos de Manutenção distribuídos ao longo da ferrovia.

2.3.3.4.6 Características dos Pátios de Cruzamento

Os pátios de cruzamento deverão ser dotados de recursos que possibilitem o controle da movimentação de trens de forma segura e eficiente.

Todo pátio de cruzamento de trens deverá possuir um sistema de sinalização integrado ao Sistema de Sinalização e Controle de Tráfego instalado no CCO.

A filosofia básica de operação dos equipamentos do Sistema de Sinalização e Controle é ser estruturada a partir de Controladores de Objetos com características de falha segura. Os Controladores de Objetos controlarão todos os dispositivos de via e os interligará ao Intertravamento Vital de Rotas no CCO a partir de uma Rede de Transmissão de Dados que interligará todos os Pátios de Cruzamento, Pátios de Manutenção e Terminais ao CCO por meio de um sistema de rádio, ou fibra óptica.

A permissão de acesso e movimentação de trens e veículos auxiliares no interior dos pátios de cruzamento bem na via principal devem ser controladas por equipamentos de sinalização com características de falha segura tais como: máquina de chave elétrica telecomandada, circuitos vitais para detecção de posição de trens e veículos ferroviários (que podem ser baseados em circuitos de via eletrônicos convencionais, contadores de eixos, ou sistema de controle de trens baseado em radiocomunicação - CBTC), sinaleiros ópticos, detectores de descarrilamentos, detectores de caixa e rodas quentes.

2.3.3.4.7 Sistema de Telecomunicações e Transmissão de Dados

O Sistema de Telecomunicações deverá suportar todas as comunicações de Dados, Voz e Vídeo necessários à perfeita operação do segmento.

Os recursos de comunicações ao longo da ferrovia deverão interligar o CCO com os postos de abastecimento, postos de manutenção, pátios de cruzamento, postos de equipagem, trens e veículos de manutenção e terminais de cargas.

Os recursos de comunicações ao longo do trecho para viabilizar a comunicação dos sistemas e pessoas poderão se basear na fibra óptica, sistema de radio, ou sistema de telefonia.

2.3.3.4.8 Sistema de Telefonia Administrativa

O Sistema de Telefonia Administrativa Centralizada deverá atender a demanda de comunicação e fluxo de informações de voz e dados nas instalações do CCO, nos Postos de Abastecimento, Postos de Equipagem, Pátios de Cruzamento e Pátios de Manutenção.

2.3.3.4.9 Sistema de Gerenciamento Ferroviário

O Sistema de Sinalização e Controle e Telecomunicações para o controle dos trechos ferroviário deverá dispor de recursos de software para a gestão ferroviária para o controle de pessoal, da frota (locomotivas, vagões, veículos de manutenção), o controle de atividades de manutenção, o controle dos terminais, o controle do fluxo de cargas que entram e saem do sistema, etc.

2.3.3.4.10 Sistema de Energia e Aterramento

O Sinalização e Controle de Tráfego e Telecomunicações deverá ser alimentado a partir de um Sistema de Energia e Aterramento.

O Sistema de Energia alimentará os Sistemas de Sinalização e Telecomunicações nas instalações do CCO, os Pátios de Cruzamento e as instalações de Manutenção a partir de fontes de energia primária confiável em 13,8 kV ou superior.

Tanto no CCO, quanto nos pátios de Cruzamento e de Manutenção, o Sistema de Energia deverão dispor de recursos de alimentação Elétrica Ininterrupta para manter a operação do Sistema no caso de perda temporária da energia essencial (primária).

2.3.3.4.11 Custos Estimativos do Sistema

Os custos estimativos de implantação do Sistema foram obtidos através do orçamento do projeto inicial de implantação do sistema de sinalização da Ferronorte, devidamente atualizado e ajustado à dimensão do sistema estudado, para as alternativas de interesse.

Foram identificadas alternativas básicas do sistema de sinalização capazes de satisfazer os requisitos desse segmento no que concerne à operação de trens e segurança, conforme apresentados.

a. Alternativa de Implantação do ATC Com Rádio Digital

- a.1. Implantação do Sistema ATC em uma única fase (CCO/Telecom./Via/6 pátios/7 Locos), utilizando-se como Alternativa para o Meio de transmissão o rádio digital 1,5 GHz.

Subsistema CCO	4.872.000
Subsistema Transmissão	5.568.000
Subsistema Campo (sinal + energia)	5.220.000
Equipamento Bordo (7 locos)	730.800
Total	R\$ 16.390.800
Proj. Executivo/Transp./Instal./Testes, etc. (10%)	1.639.080
Total Geral	R\$ 18.029.880

- a.2. Implantação do ATC Com Rádio Digital na 1ª Fase (CCO/Telecom./3 Pátios/7 Locos)

CCO	4.872.000
Subsistema Transmissão	5.568.000
Subsistema Campo	2.610.000
Equipamento Bordo (7 locos)	730.800
Total	13.780.800
Proj. Executivo/Transp./Instal./Testes, etc. (10%)	1.378.080
Total Geral	R\$ 15.158.880

b. Alternativa de Implantação do ATC com Fibra Óptica.

b.1. Implantação do Sistema ATC em uma única fase (CCO/Telecom./Via/6 pátios/8 Locos), utilizando-se como Alternativa para o Meio de Transmissão o Cabo de Fibra Óptica.

CCO	4.872.000
Subsistema Transmissão	4.350.000
Subsistema de Campo	6.960.000
Equipamento Bordo (7 Locos)	730.800
Total	16.912.800
Proj. Executivo/Transp./Instal./Testes, etc. (10%)	1.691.280
Total Geral	R\$ 18.604.080

b.2. Implantação do Sistema ATC com Fibra Óptica Para a 1a Fase (CCO + Telecom. + 3 Pátios + 4 Locos)

CCO	4.872.000
Subsistema Transmissão	4.350.000
Subsistema Campo	2.175.000
Equipamento Bordo (7 locos)	730.800
Total	12.127.800
Proj. Executivo/Transp./Instal./Testes, etc. (10%)	1.212.780
Total Geral	13.340.580

c. Quadro Comparativo de Custos

Item	Fases de Implantação	Alternativas	Custo Previsto
2.1.	Única	Rádio Digital	R\$ 18.029.880
2.2.	CCO + 6 Pátios	Rádio Digital	R\$ 15.158.880
3.1.	Única	Fibra Óptica	R\$ 18.604.080
3.2.	CCO + 6 Pátios	Fibra Óptica	R\$ 13.340.580

d. Conclusão

Analisando-se o quadro comparativo de custos, observa-se que a adoção da implantação do sistema ATC com cabo de fibra óptica terá um custo de implantação do sistema significativamente menor.

Considerando a não necessidade de implantação de todos os pátios de cruzamento, a alternativa recomendada é a b.2.

Em função do exposto acima, sugerimos a adoção da alternativa b.2 por ser a que apresenta o menor investimento inicial para a ferrovia após a implantação do sistema, apresentará menores custos de manutenção e maior confiabilidade do sistema, além de oferecer maior imunidade à interferência de natureza eletromagnética e descargas atmosféricas.

A adoção do sistema com suporte de fibra óptica deverá reduzir os prazos de implantação e o grau de incerteza inerente ao sistema via rádio.

2.3.3.4.12 Cálculo dos Tempos e Consumos no Segmento – Trecho Itumbiara a Ilhéus

Considerando que a frota está sendo dimensionada para operar em toda a rota ferroviária (Segmento mais malha complementar até o porto de Ilhéus), os tempos e consumos foram calculados para todo esse trecho.

A metodologia utilizada para o cálculo dos tempos e consumos ao longo de toda a rota ferroviária foi adotar a rota até o porto do Itaqui e corrigir os resultados considerando a diferença de distância da rota até o porto de Ilhéus (a ser alcançado pela FIOL). Isso para poder estimar os parâmetros operacionais da futura rota até Ilhéus, ainda não implantada.

A metodologia de cálculo adotada na determinação dos tempos de circulação e consumo das locomotivas e os resultados se encontram no Anexo I deste relatório. Como esses tempos e consumos variam entre as alternativas estudadas, os quadros a seguir apresentam os resultados para todas as alternativas estudadas, com destaque para os seguintes:

- Tempos de percurso entre os desvios de cruzamento.
- Consumo de combustível das locomotivas.
- Tempos de viagem redonda, incluindo os tempos de circulação, espera, cruzamentos, carga e descarga, formação de trens e troca de tripulação.
- Velocidades médias de circulação dos trens nos blocos e no trecho.
- Capacidade da Via no Trecho Crítico para cada uma das alternativas
- Pares de trens necessários ao atendimento da demanda.

a. Segmento 1 – Alternativa 1 - Trecho Itumbiara à Acreúna

Tabela 49- Análise da Capacidade da Via no Trecho Itumbiara Acreúna

No. Bloco	Estação de Origem	Estação de Destino	Tempo de Percurso (Min.)	N.Med.Trens P/Bloco Nas 2 Direções	Tempo de Ocupação (A)/(1-(Sd/C))	Tempo Total Bloco(Min.) (D)+(H)	Capacidade do Bloco (Trens)	Consumo Combust. Up (G)	Consumo Combust. Down (G)	Dist. Entre Estações	Velocidade Up (km/H)	Velocidade Down (km/H)
			(A)	(B)	(D)	(I)	(J)					
1	Itumbiara	Pátio 1	74,0	1,6	74,0	76,3	19,2	290,0	59,0	42,9	34,8	34,8
2	Pátio 1	Pátio 2	50,5	1,6	50,5	51,6	28,2	170,0	60,0	32,5	36,1	41,4
3	Pátio 2	Pátio 3	61,5	1,6	61,5	63,1	23,1	118,0	71,0	39,9	40,5	37,4
4	Pátio 3	Pátio 4	82,5	1,6	82,5	85,4	17,2	305,0	62,0	54,4	39,3	39,8
5	Pátio 4	Acreúna	65,8	1,6	65,8	67,6	21,6	193,5	70,9	38,1	35,0	34,4
Total			334,3			344,0		1.076,5	322,9	207,7		

Segmento 1 – Alternativa 2 - Trecho Itumbiara à Santa Helena

Tabela 50- Análise da Capacidade da Via no Trecho Itumbiara Santa Helena

No. Bloco	Estacao de Origem	Estacao de Destino	Tempo de Percorso (Min.)	N. Med. Trens p/Bloco Nas 2 Direções	Tempo de Ocupação (A)/(1-(Sd/C))	Tempo Total Bloco (Min.) (D)+(H)	capacidade do Bloco (Trens)	Consumo Combust. Up (G)	Consumo Combust. Down (G)	Dist. Entre Estações	Velocidade Up (km/H)	Velocidade Down (km/H)
			(A)	(B)	(D)	(I)	(J)					
1	Itumbiara	Pátio 1	79,8	1,6	79,8	82,5	17,7	283,3	191,5	53,6	43,2	37,8
2	Pátio 1	Pátio 2	87,0	1,6	87,0	90,3	16,2	518,2	185,0	53,3	35,1	38,6
3	Pátio 2	Pátio 3	90,6	1,6	90,6	94,2	15,6	508,8	65,0	53,5	31,7	40,1
4	Pátio 3	Pátio 4	82,5	1,6	82,5	85,4	17,2	355,3	40,8	53,1	38,3	39,0
5	Pátio 4	Santa Helena	67,6	1,6	67,6	69,6	21,0	163,0	106,0	53,7	49,4	46,0
Total			407,6			421,9		1.828,5	588,2	267,2		

b. Segmento 1 – Alternativa 3 - Trecho Itumbiara à Quirinópolis

Tabela 51- Análise da Capacidade da Via no Trecho Itumbiara Quirinópolis

No. Bloco	Estação de Origem	Estação de Destino	Tempo médio de percurso (minutos)	Nº Médio Trens p/Bloco nas 2 Direções	Tempo de Ocupação (A)/(1-(Sd/C)) - (minutos)	Tempo Total Bloco (Minutos) (D)+(H) (minutos)	Capacidade do Bloco (Trens/dia)	Consumo Comb. Up (l)	Consumo Comb. Down (l)	Distância entre Estações (km)	Velocidade Up (km/h)	Velocidade Down (km/h)
			(A)	(B)	(D)	(I)	(J)					
1	Itumbiara	Pátio 1	57,03	1,6	57,03	58,38	24,95	170,00	40,00	36,21	35,01	41,78
2	Pátio 1	Pátio 2	36,09	1,6	36,09	36,62	39,61	110,00	30,00	26,04	43,28	43,3
3	Pátio 2	Pátio 3	61,65	1,6	61,65	63,24	23,06	300,00	64,00	51,89	50,78	50,23
4	Pátio 3	Pátio 4	40,47	1,6	40,47	41,14	35,29	134,00	52,00	32,67	40,84	59,51
5	Pátio 4	Quirinópolis	68,11	1,6	68,11	70,06	20,84	186,00	44,00	62,08	51,66	58,09
Total			263,35			269,44		900,0	230,00	208,89		

Os tempos apresentados no quadro acima incluem os tempos de percurso, espera e cruzamentos. Esses tempos não incluem os tempos de manobras nos terminais de origem e destino, os tempos de abastecimento, de troca de equipagem e de teste de freios, os quais se encontram no quadro a seguir.

Como se pode observar, a capacidade da via no trecho crítico é muito superior à demanda.

Tempo de Circulação

O tempo de ciclo do trem na rota completa entre sua origem e seu destino é decorrente, além do tempo de percurso nos blocos entre os pátios de cruzamento e de seu atraso devido às esperas para cruzamentos com todos os trens que ali circularão no mesmo período de tempo, dos tempos nos terminais para carga e descarga das mercadorias

transportadas e de tempos adicionais para manobras nos terminais de origem e destino, abastecimento de combustível, troca de equipagem, teste de freios e formação de trens.

Os tempos de carga e descarga dependem dos equipamentos disponíveis nos terminais, que determinam a produtividade dessas operações. Foi assumida, para todos os terminais, a capacidade considerada adequada de movimentação de 1.500 toneladas / hora.

Os demais tempos adicionais, para cada um dos trens nos trechos ferroviários que compõe as rotas em análise, estão contidos nos quadros a seguir, caracterizando o desempenho do trem.

a. Segmento 1 – Alternativa 1 - Trecho Itumbiara à Acreúna

**Tabela 52- Tempos de Circulação, Manobras nos Terminais, Abastecimento, Troca de Equipagem, Teste de Freios e Formação de Trens
Segmento Itumbiara - Acreúna - Porto do Itaqui**

Trecho Ferroviário	Exportação				Importação			
	Tempo de Percurso	Tempos Adicionais			Tempo de Percurso	Tempos Adicionais		
		Equipagem / Abastecimento / Colocação Help	Teste de Freios / Formação de Trem	Carga / Descarga Terminal		Equipagem/ Abastecimento/ Colocação Help	Teste de Freios / Formação de Trem	Carga / Descarga Terminal
Itumbiara - Acreúna	6,1	2,5	5,0	2,4	6,1	0,5	0,0	0,9
Acreúna - Ouro Verde	7,3	0,0	0,0	0,0	6,3	0,5	0,0	0,0
Ouro Verde - Uruaçu	6,4	0,5	0,0	0,0	6,0	0,5	0,0	0,0
Uruaçu - Gurupi	9,0	0,0	0,0	0,0	8,5	0,0	0,0	0,0
Gurupi - Palmas	3,5	0,5	0,0	0,0	3,6	0,0	0,0	0,0
Palmas - Colinas	11,9	0,3	0,0	0,0	11,9	0,0	0,0	0,0
Colinas - Porto Franco	11,6	1,0	0,0	0,0	11,6	0,8	0,0	0,0
Porto Franco - Açailândia	11,0	0,8	0,0	0,0	11,0	0,8	0,0	0,0
Açailândia - Santa Inês	16,5	0,5	0,0	0,0	16,5	0,0	0,0	0,0
Santa Inês - São Luís	10,4	0,5	0,0	2,4	10,4	3,5	0,0	0,9
Total em Horas	93,7	6,5	5,0	4,8	91,8	6,5	0,0	1,8
Total em Dias	3,9	0,3	0,2	0,2	3,8	0,3	0,0	0,1

b. Segmento 1 – Alternativa 2 - Trecho Itumbiara à Santa Helena

**Tabela 53- Tempos de Circulação, Manobras nos Terminais, Abastecimento, Troca de Equipagem, Teste de Freios e Formação de Trens
Segmento Itumbiara – Santa Helena - Porto do Itaqui**

Trecho Ferroviário	Exportação				Importação			
	Tempo de Percurso	Tempos Adicionais			Tempo de Percurso	Tempos Adicionais		
		Equipagem / Abastecimento / Colocação de Help	Teste de Freios / Formação de Trem	Carga / Descarga Terminal		Equipagem / Abastecimento / Colocação Help	Teste de Freios / Formação de Trem	Carga / Descarga Terminal
Itumbiara - Santa Helena	7,7	2,5	5,0	2,4	7,4	0,5	0,0	0,9
Santa Helena - Ouro Verde	7,1	0,0	0,0	0,0	6,1	0,5	0,0	0,0
Ouro Verde - Uruaçu	6,4	0,5	0,0	0,0	6,0	0,5	0,0	0,0
Uruaçu - Gurupi	9,0	0,0	0,0	0,0	8,5	0,0	0,0	0,0
Gurupi - Palmas	3,5	0,5	0,0	0,0	3,6	0,0	0,0	0,0
Palmas - Colinas	11,9	0,3	0,0	0,0	11,9	0,0	0,0	0,0
Colinas - Porto Franco	11,6	1,0	0,0	0,0	11,6	0,8	0,0	0,0
Porto Franco - Açailândia	11,0	0,8	0,0	0,0	11,0	0,8	0,0	0,0
Açailândia - Santa Inês	16,5	0,5	0,0	0,0	16,5	0,0	0,0	0,0
Santa Inês - São Luís	10,4	0,5	0,0	2,4	10,4	3,5	0,0	0,9
Total em Horas	93,2	6,5	5,0	4,8	91,1	6,5	0,0	1,8
Total em Dias	3,9	0,3	0,2	0,2	3,8	0,3	0,0	0,1

c. Segmento 1 – Alternativa 3 - Trecho Itumbiara à Quirinópolis

**Tabela 54- Tempos de Circulação, Manobra nos Terminais, Abastecimento, Troca de Equipagem, Teste de Freios e Formação de Trens
Segmento Itumbiara – Quirinópolis - Porto do Itaqui**

	Exportação				Importação			
	Tempo de Percurso	Tempos Adicionais			Tempo de Percurso	Tempos Adicionais		
		Equipagem/ Abastecimento/ Colocação Help	Teste de Freios e Formação de Trem	Carga/Descarga Terminal		Equipagem/ Abastecimento/ Colocação Help	Teste de Freios e Formação de Trem	Carga/Descarga Terminal
Itumbiara – Quirinópolis	5,1	2,5	5,0	2,3	4,5	0,5	0,0	0,9
Quirinópolis - Santa Helena	2,3	0,0	0,0	0,0	2,3	0,5	0,0	0,0
Santa Helena - Ouro Verde	7,1	0,5	0,0	0,0	6,1	0,5	0,0	0,0
Ouro Verde - Uruaçu	6,4	0,0	0,0	0,0	6,0	0,0	0,0	0,0
Uruaçu - Gurupi	9,0	0,5	0,0	0,0	8,5	0,0	0,0	0,0
Gurupi - Palmas ou Porto Nacional	3,5	0,3	0,0	0,0	3,6	0,0	0,0	0,0
Palmas ou Porto Nacional-Colinas	11,9	1,0	0,0	0,0	11,9	0,8	0,0	0,0
Colinas - Porto Franco	11,6	0,8	0,0	0,0	11,6	0,8	0,0	0,0
Porto Franco - Açailândia	11,0	0,5	0,0	0,0	11,0	0,0	0,0	0,0
Açailândia - Santa Inês	16,5	0,0	0,0	0,0	16,5	0,0	0,0	0,0
Santa Inês - São Luís	10,4	0,5	0,0	2,3	10,4	3,5	0,0	0,9
Total em Horas	94,7	6,5	5,0	4,6	92,3	6,5	0,0	1,9
Total em Dias	4,0	0,3	0,2	0,2	3,9	0,3	0,0	0,1

2.3.3.5 Determinação da frota comercial de locomotivas e vagões.

A partir da demanda no mês de pico ao longo do horizonte da demanda e considerando o trem tipo ótimo, o tempo de viagem redonda e um índice de disponibilidade da frota de 95%, foi dimensionada a frota necessária, conforme mostrada no quadro a seguir.

a. Segmento 1 – Alternativa 1 - Trecho Itumbiara à Acreúna

Tabela 55- Demanda de Locomotivas e Vagões

Horizonte de Demanda	Quantidade Necessária		
	Locomotivas	Vagões	
Tipo de Vagão		Hopper	Hopper
Produto Exportação		Milho+Soja	Açúcar
Produto Importação		Fertilizantes + Defensivos	-
2015	5	191	50
2020	8	328	85
2025	11	464	121
2030	14	601	156
2035	18	738	192
2040	21	875	227
2045	24	1.011	263

b. Segmento 1 – Alternativa 2 - Trecho Itumbiara à Santa Helena

Tabela 56- Demanda de Locomotivas e Vagões

Horizonte de Demanda	Quantidade Necessária		
	Locomotivas	Vagões	
Tipo de Vagão		Hopper	Hopper
Produto Exportação		Milho+Soja	Açúcar
Produto Importação		Fertilizantes + Defensivos	-
2015	5	190	49
2020	8	326	85
2025	11	462	120
2030	14	598	155
2035	17	734	191
2040	21	870	226
2045	24	1.005	261

c. Segmento 1 – Alternativa 3 - Trecho Itumbiara à Quirinópolis

Tabela 57- Demanda de Locomotivas e Vagões

Horizonte de Demanda	Quantidade Necessária		
	Locomotiva	Vagões	
Tipo de Vagão		Hopper	Hopper
Produto Exportação		Milho+Soja	Açúcar
Produto Importação		Fertilizantes + Defensivos	-
2015	5	203	62
2020	7	292	89
2025	9	380	116
2030	12	468	143
2035	14	557	170
2040	16	645	197
2045	18	733	224

2.3.3.6 Produção e produtividade do material rodante da frota comercial

O quadro abaixo apresenta os indicadores anuais de dimensão e produtividade operacional, considerando toda a rota Itumbiara porto do Itaqui.

a. Segmento 1 – Alternativa 1 - Trecho Itumbiara à Acreúna

**Tabela 58- Indicadores Anuais de Dimensão e Produtividade Operacional para os Anos 2015 e 2045.
(Rota Itumbiara – Acreúna - Porto do Itaqui)**

Descrição	Unidades	Ano Base	Ano Meta	Taxa Cresc (% aa)	Incr. Anual
Ano		2015	2045		
Origem		Itumbiara	Itumbiara		
Destino		Porto do Itaqui	Porto do Itaqui		
Receita Anual de Frete Exportação	Mil R\$	149.289	763.555	5,59%	20.476
Receita Anual de Frete Importação	Mil R\$	53.748	269.001	5,51%	7.175
Receita Anual de Terminal	Mil R\$	0	0	0,00%	0
No. Trens / dia		0,55	2,89	5,7%	0,08
Frota de Trens		4,78	25,27	5,7%	0,68
Frota de Locomotivas		4,56	24,12	5,7%	0,65
Frota de Vagões	Hopper / Milho+Soja	191,14	1.011,18	5,7%	27,33
	Hopper / Açúcar	49,67	262,77	5,7%	7,10
Toneladas Úteis Rebocadas	Ton.	1.107.485	5.831.628	5,7%	157.471
Toneladas Brutas Rebocadas	Ton.	1.666.656	8.769.969	5,7%	236.777
tk. Úteis Rebocadas	1000 Tku	2.706.112	14.216.685	5,7%	383.686
tk. Brutas Rebocadas	1000 Tkb	4.059.454	21.360.905	5,7%	576.715
Extensão da Via Utilizada pelo Trem	Trem-km	925.561	4.885.989	5,7%	132.014
Percurso Anual das Locomotivas	Loco-km	925.561	4.885.989	5,7%	132.014
Percurso Anual dos Vagões	Vagão -km	46.666.955	246.352.400	5,7%	6.656.181
Tempo de Utilização Locomotivas	Loco-Dia	1.587	8.378	5,7%	226
Tempo de Utilização Vagões	Vagão-Dia	83.830	442.454	5,7%	11.954
Equipes de Tripulação	Equipes	34,77	184	5,7%	5,0
Consumo de Combustível	Litros	10.312.272	54.216.206	5,7%	1.463.464
No. de Pátios Utilizados pelo Trem	Trem-Est.	27.740	146.438	5,7%	3.957
Capacidade Instalada Terminal	Ton.	1.107.485	5.831.628	5,7%	157.471
Movimentação Terminal	Ton.	1.107.485	5.831.628	5,7%	157.471
Viagens de Trem / ano	Viagens / ano	190	1.003	5,7%	27,1
Viagens de Trem - Dia	Viagens - dia	1.663	8.775	5,7%	237,1
Investimento em Via Própria	Mil R\$	513.611	513.611	0,00%	0
Terceiros					
tk. Úteis Rebocadas	1000 Tku	2.475.366	13.004.449	5,7%	350.969
tk. Brutas Rebocadas	1000 Tkb	3.713.310	19.539.491	5,7%	527.539
Extensão da Via Utilizada pelo Trem	Trem-km	846.640	4.469.368	5,7%	120.758
No. de Pátios Utilizados pelo Trem	Trem-Est.	25.840	136.408	5,7%	3.686

b. Segmento 1 – Alternativa 2 - Trecho Itumbiara à Santa Helena

**Tabela 59- Indicadores Anuais de Dimensão e Produtividade Operacional para os Anos 2015 e 2045.
(Rota Itumbiara – Santa Helena - Porto do Itaqui)**

Descrição	Unidades	Ano Base	Ano Meta	Taxa de Crescimento (% aa)	Increm. Anual
Ano		2015	2045		
Origem		Itumbiara	Itumbiara		
Destino		Porto do Itaqui	Porto do Itaqui		
Receita Anual de Frete Exportação	Mil R\$	155.091	793.249	5,6%	21.272
Receita Anual de Frete Importação	Mil R\$	55.724	278.878	5,5%	7.438
Receita Anual de Terminal	Mil R\$	0	0	0,0%	0
No. Trens / dia		0,5	2,9	5,7%	0,1
Frota de Trens		4,8	25,6	5,7%	0,7
Frota de Locomotivas		4,6	24,4	5,7%	0,7
Frota de Vagões	Hopper / Milho+Soja	193	1.023	5,7%	28
	Hopper / Açúcar	50	266	5,7%	7
Toneladas Úteis Rebocadas	Ton.	1.107.485	5.831.628	5,7%	157.471
Toneladas Brutas Rebocadas	Ton.	1.666.656	8.769.969	5,7%	236.777
tk. Úteis Rebocadas	1000 Tku	2.822.234	14.826.735	5,7%	400.150
tk. Brutas Rebocadas	1000 Tkb	4.233.648	22.277.520	5,7%	601.462
Extensão da Via Utilizada pelo Trem	Trem-km	965.278	5.095.651	5,7%	137.679
Percurso Anual das Locomotivas	Loco-km	965.278	5.095.651	5,7%	137.679
Percurso Anual dos Vagões	Vagão -km	48.669.474	256.923.591	5,7%	6.941.804
Tempo de Utilização Locomotivas	Loco-Dia	1.606	8.480	5,7%	229
Tempo de Utilização Vagões	Vagão-Dia	84.806	447.606	5,7%	12.093
Equipes de Tripulação	Equipes.	35	186	5,7%	5
Consumo de Combustível	Litros	11.401.583	59.941.461	5,7%	1.617.996
No. de Pátios Utilizados pelo Trem	Trem-Est.	27.740	146.438	5,7%	3.957
Capacidade Instalada Terminal	Ton.	1.107.485	5.831.628	5,7%	157.471
Movimentação Terminal	Ton.	1.107.485	5.831.628	5,7%	157.471
Viagens de Trem / ano	Viagens / ano	190	1.003	5,7%	27
Viagens de Trem - Dia	Viagens - dia	1.682	8.878	5,7%	240
Investimento em Via Própria	Mil R\$	660.798	660.798	0,0%	0
Terceiros					
tk. Úteis Rebocadas	1000 Tku	2.525.362	13.267.106	5,7%	358.058
tk. Brutas Rebocadas	1000 Tkb	3.788.310	19.934.140	5,7%	538.194
Extensão da Via Utilizada pelo Trem	Trem-km	863.740	4.559.638	5,7%	123.197
No. de Pátios Utilizados pelo Trem	Trem-Est.	25.840	136.408	5,7%	3.686

C. Segmento 1 – Alternativa 3 - Trecho Itumbiara à Quirinópolis

**Tabela 60- Indicadores Anuais de Dimensão e Produtividade Operacional para os Anos 2015 e 2045.
(Rota Itumbiara – Quirinópolis - Porto do Itaqui)**

Descrição	Unidades	Ano Base	Ano Meta	Tx. Cresc. (% aa)	Increm. Anual
Ano		2015	2045		
Origem		Itumbiara	Itumbiara		
Destino		Porto do Itaqui	Porto do Itaqui		
Receita Anual de Frete Exportação	Mil R\$	173.312	679.448	4,7%	16.871
Receita Anual de Frete Importação	Mil R\$	65.019	245.080	4,5%	6.002
Receita Anual de Terminal	Mil R\$	0	0	0,00 %	0
No. Trens / dia		0,60	2,15	4,4%	0,05
Frota de Trens		5,27	18,98	4,4%	0,46
Frota de Locomotivas		5,03	18,14	4,4%	0,44
Frota de Vagões	Hopper / Milho+Soja	203,44	733,13	4,4%	17,66
	Hopper / Açúcar	62,16	224,02	4,4%	5,40
tu Rebocadas	t	1.230.985	4.397.410	4,3%	105.547
tb Rebocadas	t	1.842.766	6.586.620	4,3%	158.128
tku Rebocadas	1000 tku	3.121.132	11.121.917	4,3%	266.693
tkb Rebocadas	1000 tkb	4.661.471	16.661.211	4,3%	399.991
Extensão da Via Utilizada pelo Trem	Trem-km	1.066.996	3.837.081	4,4%	92.336
Percurso Anual das Locomotivas	Loco-km	1.066.996	3.837.081	4,4%	92.336
Percurso Anual dos Vagões	Vagão-km	53.115.118	191.010.136	4,4%	4.596.501
Tempo de Utilização Locomotivas	Loco-Dia	1.751	6.296	4,4%	152
Tempo de Utilização Vagões	Vagão-Dia	91.007	327.173	4,4%	7.872
Equipes de Tripulação	Equip.	38,35	138	4,4%	3,3
Consumo de Combustível	Litros	11.564.108	41.262.093	4,3%	989.933
No. de Pátios Utilizados pelo Trem	Trem-Est.	31.616	113.696	4,4%	2.736
Capacidade Instalada Terminal	t	1.230.985	4.397.410	4,3%	105.547
Movimentação Terminal	t	1.230.985	4.397.410	4,3%	105.547
Viagens de Trem / ano	Viagens / ano	208	748	4,4%	18,0
Viagens de Trem - Dia	Viagens - dia	1.833	6.590	4,4%	158,6
Investimento em Via Própria	Mil R\$	516.594	516.594	0,0%	0
Terceiros					
tku Rebocadas	1000 tku	2.908.476	10.364.132	4,3%	248.522
tkb Rebocadas	1000 tkb	4.341.558	15.517.765	4,3%	372.540
Extensão da Via Utilizada pelo Trem	Trem-km	980.096	3.524.576	4,4%	84.816
No. de Pátios Utilizados pelo Trem	Trem-Est.	29.536	106.216	4,4%	2.556

2.3.3.7 Produção e Produtividade dos Vagões

a. Segmento 1 – Alternativa 1 - Trecho Itumbiara à Acreúna

Tabela 61- Produção e Produtividade dos Vagões
Tipo de Vagão: Hopper

Ano		2015	2045
Produção	Mil TKU	2.706.112	14.216.685
	km	46.666.955	246.352.400
Produtividade por Vagão	Mil TKU / Vagão	11.237	11.160
	km / Vagão	193.788	193.377

b. Segmento 1 – Alternativa 2 - Trecho Itumbiara à Santa Helena

Tabela 62– Produção e Produtividade dos Vagões
Tipo de Vagão: Hopper

Ano		2015	2045
Produção	Mil TKU	2.753.381	14.465.012
	km	47.482.100	250.655.508
Produtividade por Vagão	Mil TKU / Vagão	11.499	11.419
	km / Vagão	198.296	197.876

c. Segmento 1 – Alternativa 3 - Trecho Itumbiara à Quirinópolis

Tabela 63– Produção e Produtividade dos Vagões
Tipo de Vagão: Hopper

Ano		2015	2045
Produção	Mil TKU	3.121.132	11.121.917
	km	53.115.118	191.010.136
Produtividade por Vagão	Mil TKU / Vagão	11.751	11.620
	km / Vagão	199.982	199.561

2.3.3.7.1 Velocidades e Tempos de Percurso dos Trens

As velocidades e tempos de percursos dos trens são apresentados nas tabelas que se seguem.

a. Segmento 1 – Alternativa 1 - Trecho Itumbiara à Acreúna

Tabela 64– Velocidades e Tempos de Percurso dos Trens

Segmento de Projeto					Tração Adotada: Diesel Elétrica C36-7 3.600 HP					
Origem		Destino		Extensão (km)	Velocidade Média (km/h)		Tempo de Percurso (h)			Ciclo (h)
Nome	km	Nome	km		Exportação	Importação	Exportação	Importação	Total	
Itumbiara	0	Acreúna	208	208	33,9	34,1	6,1	6,1	12,2	23,5
Acreúna	208	Ouro Verde	432	224	30,6	35,7	7,3	6,3	13,6	14,1
Ouro Verde	432	Uruaçu	720	288	44,7	47,9	6,4	6,0	12,5	13,5
Uruaçu	720	Gurupi	1.044	324	36,0	38,3	9,0	8,5	17,5	17,5
Gurupi	1.044	Palmas	1.205	161	46,6	44,8	3,5	3,6	7,1	7,6
Palmas	1.205	Colinas	1.460	255	21,4	21,4	11,9	11,9	23,8	24,1
Colinas	1.460	Porto Franco	1.725	265	22,9	22,9	11,6	11,6	23,1	24,9
Porto Franco	1.725	Açailândia	1.925	200	18,1	18,1	11,0	11,0	22,1	23,6
Açailândia	1.925	Santa Inês	2.206	281	17,1	17,1	16,5	16,5	32,9	33,4
Santa Inês	2.206	São Luís	2.436	230	22,2	22,2	10,4	10,4	20,7	28,0

b. Segmento 1 – Alternativa 2 - Trecho Itumbiara à Santa Helena

Tabela 65– Velocidades e Tempos de Percurso dos Trens

Segmento de Projeto					Tração Adotada: Diesel Elétrica C36-7 3.600 HP					
Origem		Destino		Extensão (km)	Velocidade Média (km/h)		Tempo de Percurso (h)			Ciclo (h)
Nome	km	Nome	km		Exportação	Importação	Exportação	Importação	Total	
Itumbiara	0	Santa Helena	205	205	35,3	36,7	5,8	5,6	11,4	22,7
Santa Helena	205	Ouro Verde	474	269	37,8	44,1	7,1	6,1	13,2	13,7
Ouro Verde	474	Uruaçu	762	288	44,7	47,9	6,4	6,0	12,5	13,5
Uruaçu	762	Gurupi	1.086	324	36,0	38,3	9,0	8,5	17,5	17,5
Gurupi	1.086	Palmas	1.247	161	46,6	44,8	3,5	3,6	7,1	7,6
Palmas	1.247	Colinas	1.502	255	21,4	21,4	11,9	11,9	23,8	24,1
Colinas	1.502	Porto Franco	1.767	265	22,9	22,9	11,6	11,6	23,1	24,9
Porto Franco	1.767	Açailândia	1.967	200	18,1	18,1	11,0	11,0	22,1	23,6
Açailândia	1.967	Santa Inês	2.248	281	17,1	17,1	16,5	16,5	32,9	33,4
Santa Inês	2.248	São Luís	2.478	230	22,2	22,2	10,4	10,4	20,7	28,0

c. Segmento 1 – Alternativa 3 - Trecho Itumbiara à Quirinópolis

Tabela 66– Velocidades e Tempos de Percurso dos Trens

Segmento de Projeto					Tração Adotada: Diesel Elétrica C36-7 3.600 HP					
Origem		Destino		Extensão (km)	Velocidade Média (km/h)		Tempo de Percurso (h)			Ciclo (h)
Nome	km	Nome	km		Exportação	Importação	Exportação	Importação	Total	
Itumbiara	0	Quirinópolis	209	209	41,3	46,2	5,1	4,5	9,6	20,8
Quirinópolis	209	Santa Helena	292	83	36,3	36,5	2,3	2,3	4,6	5,1
Santa Helena	292	Ouro Verde	561	269	37,8	44,1	7,1	6,1	13,2	14,2
Ouro Verde	561	Uruaçu	849	288	44,7	47,9	6,4	6,0	12,5	12,5
Uruaçu	849	Gurupi	1.173	324	36,0	38,3	9,0	8,5	17,5	18,0
Gurupi	1.173	Palmas	1.334	161	46,6	44,8	3,5	3,6	7,1	7,3
Palmas	1.334	Colinas	1.589	255	21,4	21,4	11,9	11,9	23,8	25,6
Colinas	1.589	Porto Franco	1.854	265	22,9	22,9	11,6	11,6	23,1	24,6
Porto Franco	1.854	Açailândia	2.054	200	18,1	18,1	11,0	11,0	22,1	22,6
Açailândia	2.054	Santa Inês	2.335	281	17,1	17,1	16,5	16,5	32,9	32,9
Santa Inês	2.335	São Luís	2.565	230	22,2	22,2	10,4	10,4	20,7	28,0

Os quadros a seguir apresentam os principais indicadores operacionais e de transporte, considerando apenas os resultados anuais resultados nos segmentos estudados.

a. Segmento 1 – Alternativa 1 - Trecho Itumbiara à Acreúna

Tabela 67- Resultados Operacionais no Trecho Ferroviário Itumbiara – Acreúna

<i>Descrição</i>	<i>Unidade</i>	<i>Exportação</i>	<i>Importação</i>	<i>Total</i>
Extensão da Via	km			208
Número de Pátios de Cruzamento				5
Capacidade	Trens/dia			17
Tempo de Percurso com Atraso para Cruzamento	Horas	6,1	6,1	
Tempo de Rotação	Horas	16,0	7,5	
Velocidade Média de Percurso	km/h	33,9	34,1	
Consumo de Combustível	Litros / Viagem	4.075	2.336	
	Litros / Mil TKB	3,27	4,06	
Produção	1000 TKB	236.009,2	109.031,3	345.040,6
	1000 TKU	141.677,6	51.516,5	193.194,1
Transporte de Grãos com Origem em Itumbiara	t/ano	682.167		
Transporte de Açúcar com Origem em Itumbiara	t/ano	177.270		
Transporte de Defensivos e Fertilizantes com Destino a Itumbiara	t/ano		248.048	

b. Segmento 1 – Alternativa 1 - Trecho Itumbiara a Santa Helena

Tabela 68- Resultados Operacionais no Trecho Ferroviário Itumbiara – Santa Helena

<i>Descrição</i>	<i>Unidade</i>	<i>Exportação</i>	<i>Importação</i>	<i>Total</i>
Extensão da Via	km			205
Número de Pátios de Cruzamento				5
Capacidade	Trens/dia			18
Tempo de Percurso com Atraso para Cruzamento	Horas	5,8	5,6	
Tempo de Rotação	Horas	15,7	7,0	
Velocidade Média de Percurso	km/h	35,3	36,7	
Consumo de Combustível	Litros / Viagem	5.302	3.304	
	Litros / Mil TKB	4,31	5,81	
Produção	1000 TKB	233.219,3	107.742,4	340.961,7
	1000 TKU	140.002,8	50.907,5	190.910,3
Transporte de Grãos com Origem em Itumbiara	t/ano	682.167		
Transporte de Açúcar com Origem em Itumbiara	t/ano	177.270		
Transporte de Defensivos e Fertilizantes com Destino a Itumbiara	t/ano		248.048	
Transporte de Combustíveis com Destino a Itumbiara	t/ano		0	

c. Segmento 1 – Alternativa 3 - Trecho Itumbiara à Quirinópolis

Tabela 69- Resultados Operacionais no Trecho Ferroviário Itumbiara - Quirinópolis

Descrição	Unidade	Exportação	Importação	Total
Extensão da Via	km			209
Número de Pátios de Cruzamento				5
Capacidade	Trens/dia			21
Tempo de Percurso com Atraso para Cruzamento	Horas	5,1	4,5	
Tempo de Rotação	Horas	14,9	5,6	
Velocidade Média de Percurso	km/h	41,3	46,2	
Consumo de Combustível	Litros / Viagem	2.875	1.380	
	Litros / Mil TKB	2,72	2,87	
Produção	1000 TKB	219.435,4	99.567,6	319.003,0
	1000 TKU	150.591,6	60.538,4	211.130,0
Transporte de Grãos com Origem em Itumbiara	t./ano	622.530		
Transporte de Açúcar com Origem em Itumbiara	t./ano	171.939		
Transporte de Defensivos e Fertilizantes com Destino a Itumbiara	t./ano		220.647	

2.3.4 Custos de Investimento, Manutenção e Despesas Operacionais

Os quadros a seguir mostram os investimentos e despesas operacionais e de manutenção necessários nas áreas de operação e sinalização correspondentes a cada alternativa analisada no segmento estudado.

Os custos unitários adotados, exceto quando mencionada a fonte, se basearam no estudo “Custo Operacional Ferroviário”, parte das “Pesquisas e Estudos Técnicos destinados à Avaliação Técnica, Econômico-Financeira e Jurídico-Regulatória de Soluções destinadas a viabilizar o Sistema Logístico Ferroviário de Carga entre os Portos no Sul/Sudeste do Brasil e os Portos do Chile”, resultado do “Contrato de Concessão de Colaboração Financeira não Reembolsável” firmado entre o BNDES e as empresas: Ernest Young, Trends Engenharia, Enefer, Vetec Engenharia, Siqueira Castro Advogados e EBEI, concluído em maio deste ano.

2.3.4.1 Aquisição, Operação e Manutenção das Locomotivas da Frota Comercial

A partir da quantificação da frota de locomotivas GE C36-7e, do preço cotado para a sua aquisição e do consumo de combustível calculado no horizonte de demanda para cada uma das alternativas estudadas neste segmento, os quadros a seguir apresentam a quantificação dos investimentos necessários e dos custos de operação e manutenção das locomotivas da frota comercial.

a. Segmento 1 – Alternativa 1 - Trecho Itumbiara à Acreúna

Tabela 70- Investimentos em Locomotivas.Rota Itumbiara - Acreúna - Porto do Itaqui - Disponibilidade: 95%

Tipo de Locomotiva	Custo Unitário (R\$ 1000) ⁽¹⁾	Investimento (R\$ 1000) por Horizonte de Demanda						
		2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045
GE C36-7	1.849	9.244	5.546	7.395	5.546	7.395	5.547	5.546

(1) Cotação obtida em contrato de fornecimento pela Freight Consultoria

Tabela 71- Custo de Capital, Operação, Manutenção e Administrativo das Locos de Uso Comercial. Rota Itumbiara - Acreúna – Porto do Itaqui

Custos de Capital		
Preço Unitário		
Loco Percurso	R\$	1.848.750
Disponibilidade		95%
Custo Total	R\$	8.872.041
Prazo de amortização		6
Juros anuais		8,30%
	Custo Anual	960.421
Custos de Manutenção		
Loco-km	R\$	1.066.996
Custo/loco-km	R\$	2,91
	Custo Anual	2.684.127
Despesas Administrativas	10%	364.455
	Custo Total Anual	4.009.002

b. Segmento 1 – Alternativa 2 - Trecho Itumbiara à Santa Helena

Tabela 72- Investimentos em Locomotivas. Rota Itumbiara – Santa Helena - Porto do Itaqui - Disponibilidade: 95%

Tipo de Locomotiva	Custo Unitário (R\$ 1000) ⁽¹⁾	Investimento (R\$ 1000) por Horizonte de Demanda						
		2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045
GE C36-7	1.849	9.244	5.546	7.395	5.546	7.395	5.547	7.395

(1) Cotação obtida em contrato de fornecimento pela Freight Consultoria

Tabela 73- Custo de Capital, Operação, Manutenção e Administrativo das Locos de Uso Comercial. Rota Itumbiara – Santa Helena - Porto do Itaqui

Custos de Capital		
Preço Unitário		
Loco Percurso	R\$	1.848.750
Disponibilidade		95%
Custo Total	R\$	8.980.264
Prazo de amortização		6
Juros anuais		8,3%
	Custo Anual	972.135
Custos de Manutenção		
Loco-km		1.066.996
Custo/loco-km	R\$	2,90
	Custo Anual	2.799.306
Despesas Administrativas	10%	377.144
	Custo Total Anual	4.148.585

c. Segmento 1 – Alternativa 3 - Trecho Itumbiara à Quirinópolis

Tabela 74- Investimentos em Locomotivas. Rota Itumbiara – Quirinópolis - Porto do Itaqui - Disponibilidade: 95%

Tipo de Locomotiva	Custo Unitário (R\$ 1000) ⁽¹⁾	Investimento (R\$ 1000) por Horizonte de Demanda						
		2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045
GE C36-7	1.849	9.244	5.546	3.698	3.697	3.698	5.546	3.697

(1) Cotação obtida em contrato de fornecimento pela Freight Consultoria

Tabela 75- Custo de Capital, Operação, Manutenção e Administrativo das Locos de Uso Comercial. Rota Itumbiara – Quirinópolis - Porto do Itaqui

Custos de Capital			
Preço Unitário			
Loco Percurso R\$		1.848.750	
Disponibilidade		95%	
Custo Total R\$		9.790.987	
Prazo de amortização		6	
Juros anuais		8,30%	
Custo Anual			1.059.898
Custos de Manutenção			
Loco - km		1.066.996	
Custo/loco - km R\$		2,90	
Custo Anual			3.094.288
Despesas Administrativas		10%	415.419
Custo Total Anual			4.569.604

2.3.4.2 Aquisição e Manutenção dos Vagões da frota Comercial.

a. Segmento 1 – Alternativa 1 - Trecho Itumbiara à Acreúna

Tabela 76- Investimentos Necessários em Vagões - por Horizonte de Demanda

Tipo de Vagão	Custo Unitário (R\$ 1000)	Investimento (R\$ 1000) por Horizonte de Demanda						
		2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045
Hopper	315	79.944	57.162	57.162	57.162	57.162	57.162	57.162

Tabela 77- Custo de Capital, Operacional, de Manutenção e Administrativo dos Vagões. Rota Itumbiara – Acreúna – Porto do Itaqui

Custo de Capital			
	Frota	Preço Unitário US\$	
Disponibilidade	95%		
Hopper / Milho+Soja	202	315.375	63.705.750
Hopper / Açúcar	53	315.375	16.714.875
Custo Total		R\$	80.420.625
		Prazo de Amortização	6
		Juros Anuais	8,3%
		Custo Anual	7.371.646
Custo de Manutenção			
	Vagao-km		46.666.955
	Custo/Vagao-km		0,44
			20.543.728
	Despesas Administrativas		10%
			2.791.538
	Custo Total Anual		30.706.911

b. Segmento 1 – Alternativa 2 - Trecho Itumbiara a Santa Helena

Tabela 78- Investimentos Necessários em Vagões - por Horizonte de Demanda. Rota Itumbiara – Santa Helena - Porto do Itaqui - Disponibilidade: 95%

Tipo de Vagão	Custo Unitário (R\$ 1000)	Investimento (R\$ 1000) por Horizonte de Demanda						
		2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045
Hopper	315	80.875	57.828	57.828	57.828	57.828	57.828	57.828

Tabela 79- Custo de Capital, Operacional, de Manutenção e Administrativo dos Vagões. Rota Itumbiara – Santa Helena - Porto do Itaqui

Custo de Capital			
	Frota	Preço Unitário R\$	
Disponibilidade	95%		
Hopper / Milho+Soja	215	315.375	64.336.500
Hopper / Açúcar	66	315.375	16.714.875
Custo Total		R\$	81.051.375
	Prazo de Amortização		6
	Juros Anuais		8,3%
	Custo Anual		7.429.463
Custo de Manutenção			
	Vagao-km		53.115.118
	Custo/Vagao-km		0,44
	Custo Anual		21.425.276
Despesas Administrativas			10%
Custo Total Anual			31.740.213

c. Segmento 1 – Alternativa 3 - Trecho Itumbiara a Quirinópolis

Tabela 80- Investimentos Necessários em Vagões por Horizonte de Demanda. Rota Itumbiara – Quirinópolis - Porto do Itaqui - Disponibilidade: 95%

Tipo de Vagão	Custo Unitário (R\$ 1000) ⁽¹⁾	Investimento (R\$ 1000) por Horizonte de Demanda						
		2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045
Hopper	315	88.172	38.263	38.263	38.263	38.263	38.263	38.263

⁽¹⁾ Cotação informal de fornecedor.

Tabela 81- Custo de Capital, Operacional, de Manutenção e Administrativo dos Vagões. Rota Itumbiara – Quirinópolis - Porto do Itaquí

Custo de Capital			
	Frota	Preço Unitário R\$	
Disponibilidade	95%		
Hopper / Milho+Soja	215	181.250	38.968.750
Hopper / Açúcar	66	181.250	11.962.500
Custo Total		US\$	50.931.250
	Prazo de Amortização		6
	Juros Anuais		8,3%
	Custo Anual		5.303.805
Custo de Manutenção			
	Vagao-km		53.115.118
	Custo/Vagao-km		0,44
	Custo Anual		23.382.337
Despesas Administrativas			10%
			3.150.560
Custo Total Anual			34.656.163

2.3.4.3 Aquisição e Manutenção do Material Rodante destinado aos Serviços Internos

A locomotiva escolhida para os serviços internos deverá ter a mesmas características das locomotivas da frota comercial, pois a economia propiciada pelo menor custo de uma locomotiva de menor potência não compensará os maiores custos de manutenção de uma locomotiva diferente.

Tabela 82– Resumo das Quantidades Necessárias de Locomotivas de Serviço

Tipo de Locomotiva	Serviço a Realizar	Total	Quantidade Necessária por Patamar de Demanda		
			Ano 1	...	Ano 30
	Manobra de vagões no pátio de Itumbiara.		1		
Total			1		
Custo	Socorro de vagões e locomotivas avariadas no campo	1.848.750	1.848.750		

Tabela 83– Resumo das Quantidades Necessárias de Vagões de Serviço

Tipo de Vagão	Serviço a Realizar	Total	Quantidade Necessária por Patamar de Demanda				
			Ano 1	Ano 2	Ano 5	Ano ..	Ano 30
HNS (Gôndola)	Lastreamento complementar	8	2	2	4	0	0
PNS (Plataforma)	Transp. Trilhos e dormentes	4	2		2	0	0
Total		12	4	2	6	0	0
Custo (R\$)		2.700.000	900.000	450.000	1.350.000	0	0

2.3.4.4 Construção dos desvios de cruzamento

O comprimento total dos pátios de cruzamento foi aqui considerado como de 2.000 metros, os AMV,s 1:14, levanto a um comprimento útil de 1.860 metros.

Isso, além de representar um comprimento seguro para os trens carregados de 922 metros, dará mais flexibilidade às operações, permitindo a movimentação de trens vazios até com 100 vagões e a possibilidade de apartar vagões nos terminais sem a necessidade de utilização da via principal.

Os desvios de cruzamento deverão possuir também uma terceira linha para estacionamento de vagões, locomotivas e veículos de manutenção de linha com 150 metros e um AMV 1:14.

Tabela 84- Custo de Implantação dos Desvios de Cruzamento

Item	Custo Unitário	Quantitativo	Total
Superestrutura Linha Férrea	2.208.468,20 R\$/km	2 km	4.748.206
AMV's	183.666,74 R\$/AMV	3 conjuntos	551.000
Instalação	20%		115.420
Total/desvio			5.414.627
Custo Total (5 desvios)			27.073.133

2.3.4.5 Aquisição, Operação e Manutenção do Guindaste de Socorro e dos Equipamentos de Manutenção da Via.

Tabela 85– Resumo dos Investimentos Necessários em Guindastes de Socorro

Tipo de Guindaste	Serviço a Realizar	Custo		Investimento Necessário por Horizonte de Demanda		
		Unitário	Total	Ano 1	...	Ano N
Takraf de 200 t	Trem de socorro (locomotivas e vagões tombados na via)	R\$ 13,9 milhões	R\$ 13,9 milhões	R\$ 13,9 milhões	-	-
Total:	-	R\$ 13,9 milhões	R\$ 13,9 milhões	R\$ 13,9 milhões		

2.3.4.5.1 Investimentos em Estaleiro de Solda

Não há necessidade para a fase operacional da ferrovia

2.3.4.6 Construção da Oficina e Instalações de Apoio à Inspeção e à Manutenção do Material Rodante, do Guindaste de Socorro e dos Equipamentos de Manutenção da Via.

Em função da pequena extensão desse segmento, serão necessárias as seguintes instalações para o início da operação:

- 01 Posto de Abastecimentos - (PA)
- 01 Posto de Revisão de Locomotivas - (PRL)
- 01 Posto de Revisão de Vagões - (PRV)
- 01 Centro de Controle Operacional - (CCO)
- 02 Sedes de Maquinistas - (SE)
- 02 Pernoites para Maquinistas - (PE)
- Sede Administrativa – (SA)

a. PRL + PA + PRV + 1 SE + SA:

Local recomendado: Terminal de Itumbiara, pois a locomotiva poderá ser vistoriada e abastecida, enquanto os vagões são aí descarregados, ou carregados.

A vantagem de abastecer a locomotiva nesse ponto é evitar mais uma parada intermediária para seu abastecimento, além de permitir um maior controle dessa atividade.

Além disso, os vagões serão também aí vistoriados e apartados para manutenção, quando necessário, podendo, no caso de intervenções mais expeditas, retornar para a mesma composição, evitando a sua quebra.

É importante existir nesse local uma Sede de Maquinistas, em função da frequente troca de maquinista nesse local e porque os maquinistas contratados nessa sede estarão menos tempo operando fora de sua base, reduzindo assim encargos trabalhistas.

A localização nesse ponto da Sede Administrativa se justifica por ser o fim do ramal, por concentrar as demais instalações aqui mencionadas e porque Itumbiara é a cidade servida por esse ramal que oferece melhor infraestrutura para a sede administrativa.

b. - Instalação do PRL + PA:

- Prédio de 500 m ² , com valas, plataformas e estrutura metálica base R\$ 1.356,25/m ²	678.125,00
- Área de 175 m ² para escritórios, almoxarifado, oficinas auxiliares, sala de compressores e tratamento de águas, sanitários, base de R\$ 775/m ²	135.625,00
- 410 m de linha base R\$ 1.903.000/km -	780.230,00
- 4 AMV's base R\$ 521.925,62/peça + dormentes	2.087.702,00
Total	3.681.682,00

c. Posto de Abastecimento

- 2 x 100 m de linha base R\$ 300/m	60.000,00
-2 AMV's base R\$ 25.300/peça + dormentes - 50.600,00 x 2 =	101.200,00
- Sistema de areeiro e casa de bombas - 80.000,00 x 2 =	160.000,00
Total	321.200,00

Obs.: Nesse total não foram consideradas as instalações para o abastecimento das locomotivas e demais veículos e equipamentos, pois é recomendável terceirizar essa atividade.

d. - Instalação do PRV

- Prédio de 1000 m ² com valas, plataformas e estrutura metálica de base R\$ 1356,25/m ²	1.356.250,00
- Área de 350 m ² para escritórios, oficinas auxiliares, sala de compressores, sanitários, base de R\$ 775/m ²	271.250,00
- 550 m de linhas base R\$ 1.903.000/km	1.046.650,00
- 4 AMV's base R\$ 521.925,62/peça + dormentes	2.087.702,00
Total	4.761.852,00

e. 1 SE – Sede de Equipagem:

Local recomendado: Terminal de Quirinópolis

É importante existir nesse local uma Sede de Maquinistas, porque os maquinistas contratados nessa sede estarão menos tempo operando fora de sua base, reduzindo assim encargos trabalhistas.

- Prédio com 105 m ² para escritório, sala de espera e sanitários base de R\$ 775/m ²	81.375,00
---	-----------

f. CCO

Local recomendado: Terminal de Itumbiara, por centralizar todas as atividades administrativas e comerciais.

Em verdade, o CCO, do ponto de vista operacional poderia ficar em qualquer lugar, inclusive fora do ramal.

Entretanto, o ideal seria o CCO da FNS controlar também a operação nesse ramal.

- Prédio de 400 m ² para escritórios, salas para abrigar equipamentos de sinalização e telecomunicações, sanitários, base de R\$ 775/m ²	310.000,00
--	------------

g. Pernoites das Equipagens

- Prédio com 200 m ² com cozinha, sala de estar, quartos e sanitários base de R\$ 775/m ²	155.000,00
---	------------

Atualmente, as ferrovias não mais utilizam instalações próprias para o pernoite das equipagens. A prática mais usual tem sido a realização de convênios com hotéis adequadamente situados ao longo da via.

Assim, a programação de troca da equipagem é feita de modo a assegurar a sua troca a cada turno de seis horas, assegurando o seu pernoite no hotel mais próximo, onde já estará a outra equipe, que é transportada por veículo próprio da ferrovia até o ponto de troca.

Isso evita o excessivo pagamento de horas extras e propicia uma maior disponibilidade da tripulação, evitando atrasos nas composições ferroviárias.

h. Residências de Via

Atualmente não se utilizam mais essas instalações, sendo que o cuidado e a manutenção da via é realizada por equipes volantes. Será necessária uma instalação com oficina para máquinas de reparação e pequeno escritório na sede da Ferrovia, onde serão guardados

as máquinas e peças de reposição, bem como peças miúdas de aplicação na via. Os trilhos reserva, AMV's, máquinas de chave, e dormentes podem ser estocados ao relento

i. Investimento em Prédio da Administração

- Área de 200 m ² para escritórios, sanitários, copa: base de R\$ 775/m ²	155.000,00
---	------------

2.3.4.7 Resumo dos Investimentos Necessários em Instalações de Apoio

Tabela 86– Resumo dos Investimentos Necessários em Instalações de Apoio

Tipo De Instalação	Investimentos Necessários Por Horizonte De Demanda		
	Ano 1	...	Ano 30
Posto de Revisão de Locomotivas PRL	3.681.682,00	...	...
Posto de Abastecimento - PA	321.200,00	...	...
Posto de Revisão de Vagões - PRV	4.761.852,00	...	...
Sede das Equipagens - SE	81.375,00	...	...
Pernoite das Equipagens – PE	155.000,00	...	...
Centro de Controle Operacional -CCO	310.000,00	...	...
Sede Administrativa - SA	155.000,00	...	...
Total	9.466.109,00	...	...

(Tabela D.09 - CMA)

2.3.4.8 Implantação dos Polos de Carga

Os polos de carga deverão atender as necessidades operacionais ligadas às atividades de carga e descarga, de operação do trem, de manutenção e administrativas, conforme mencionadas nos itens correspondentes acima.

a) Comprimento do pátio

Cada pátio de carga e descarga deverá ter uma moega ferroviária de carga, que compreende em uma via com o dobro do tamanho do trem tipo que vai operar nos ramais, neste caso, 50 vagões. Portanto, cada desvio da moega deverá ter espaço para 50 vagões antes e 50 depois do ponto de carga.

Cada vagão Hopper com capacidade para 120 toneladas brutas tem 19 metros de comprimento entre faces de tração. Então cada desvio do carregamento deverá ter 1900 metros úteis.

Mais uma linha de apoio para estacionar um trem é aconselhável, caso, um trem venha por motivos externos á ferrovia chegar ao terminal antes do termino do carregamento do trem anterior, esta linha deverá abrigar 50 vagões e uma locomotiva, e deve ter 1000 metros de comprimento útil.

b) Área mínima necessária dessas Instalações

A moega de carga e descarga deve abrigar três vagões, um sob a moega propriamente dita, um antes a ser preparado para carga e outro depois já carregado, onde são fechadas as escotilhas. Portanto, esta instalação deverá ter 60 metros de comprimento.

Estamos projetando um volume de pouco mais de 1,2 milhões de toneladas movimentadas por ano no terminal de Itumbiara.

Para este volume basta um terminal com capacidade estática de 30 mil toneladas e capacidade de expedição de 750 toneladas por hora, o que dá para carregar o trem tipo de cinquenta vagões num período de 8 horas.

Portanto, para um armazém com capacidade de 30 toneladas, será necessária uma área mínima de 7 mil metros quadrados para construção de um armazém horizontal e o conjunto de elevadores. A razão de se optar pelo silo horizontal em detrimento do silo vertical é que no horizontal pode-se movimentar tanto os grãos como o farelo, sendo que este é impossível movimentar no silo vertical.

c) Layout e Dimensionamento dos Terminais das Ferrovias

O layout tipo para estes ramais se resume ao seguinte, sendo que é possível implantar apenas os desvios sem a necessidade de se usar a pera ferroviária como neste esquemático baseado no terminal de Porto Franco.

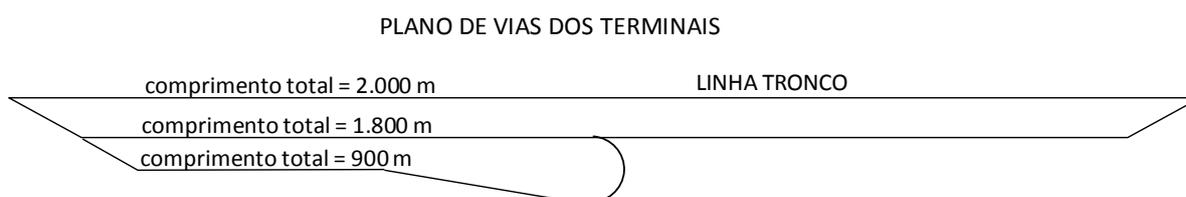


Figura 12 – Layout dos Terminais das Ferrovias

d) Orçamento.

Tabela 87– Resumo dos Investimentos Necessários em Instalações de Apoio

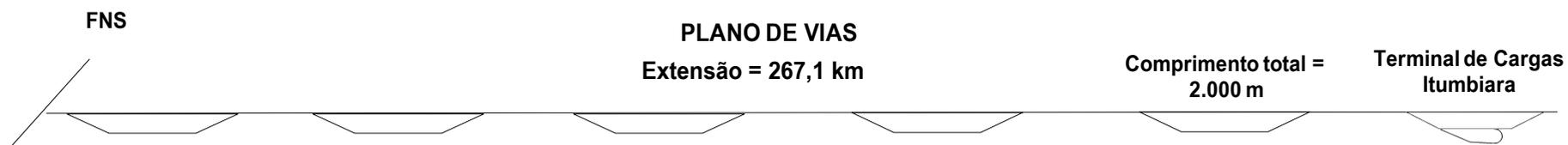
Terminal de Carga:	Valor:
- Armazém (capacidade de 25.000 t estáticas), moega rodoviária e instalações acessórias	
Obras civis	5.505.000,00
Fornecimentos e Instalações eletromecânicos	2.262.500,00
- Recepção e expedição ferroviária	
Obras civis	894.000,00
Fornecimentos e instalações eletromecânicos	<u>3.778.500,00</u>
	<u>12.440.000,00</u>
Demais instalações	
- Prédio de 500 m ² , com valas, plataformas e estrutura metálica base R\$ 1.356,25/m ²	678.125,00
- Área de 175 m ² para escritórios, almoxarifado, oficinas auxiliares, sala de compressores e tratamento de águas, sanitários, base de R\$ 775/m ²	135.625,00
- 410 m de linha base R\$ 1.903.000/km -	780.230,00
- 4 AMV's base R\$ 521.925,62/peça + dormentes	<u>2.087.702,00</u>
	3.681.682,00
Total	R\$ 16.121.682,00

2.3.4.9 Consolidação do Plano de Vias dos Segmentos Estudados

- a. Segmento 1 – Alternativa 1 - Trecho Itumbiara à Acreúna



- b. Segmento 1 – Alternativa 2 - Trecho Itumbiara à Santa Helena



- c. Segmento 1 – Alternativa 3 - Trecho Itumbiara à Quirinópolis



2.3.4.10 Equipagem das Locomotivas

Os quadros abaixo apresentam os quantitativos de pessoal e despesas relacionados à condução dos trens de cada rota analisada.

a. Segmento 1 – Alternativa 1 - Trecho Itumbiara à Acreúna

Tabela 88- Custos de Condução do Trem - Valores em R\$

Tripulação		
Qde trens		4,78
Tripulação por trem		5,60
Reserva		30%
Tripulação Requerida		34,77
Salário Anual/trip.US\$		56.550
Benefícios		100%
	Custo Anual	3.932.529
Pernoite		
Pernoites/Ano		12.065
Custo/Noite R\$		139
	Custo Anual	1.679.492
Supervisores		
Quantidade		25
Salário Anual R\$		45.414
Benefícios		100%
	Custos Anuais	2.270.700
Despesas Administrativas	10%	788.272
Custo Total Anual		8.670.992

b. Segmento 1 – Alternativa 2 - Trecho Itumbiara à Santa Helena

Tabela 89- Custos de Condução do Trem - Valores em US\$

Tripulação		
Qde trens		4,83
Tripulação por trem		5,6
Reserva		30%
Tripulação Requerida		34,57
Salário Anual/trip.R\$		56.550
Benefícios		100%
	Custo Anual	3.978.317
Pernoite		
Pernoites/Ano		13.307
Custo/Noite R\$		139
	Custo Anual	1.669.047
Supervisores		
Quantidade		25
Salário Anual R\$		45.414
Benefícios		100%
	Custos Anuais	2.270.700
Despesas Administrativas	10%	794.806
Custo Total Anual		8.742.870

c. Segmento 1 – Alternativa 3 - Trecho Itumbiara à Quirinópolis

Tabela 90- Custos de Condução do Trem - Valores em US\$

Tripulação		
Qde trens		5,27
Tripulação por trem		5,60
Reserva		30%
Tripulação Requerida		38,35
Salário Anual/trip.R\$		56.550
Benefícios		100%
Custo Anual		4.337.284
Pernoite		
Pernoites/Ano		13.307
Custo/Noite R\$		139
Custo Anual		1.852.354
Supervisores		
Quantidade		25
Salário Anual R\$		45.414
Benefícios		100%
Custos Anuais		2.270.700
Despesas Administrativas		10%
		846.033
Custo Total Anual		9.306.373

2.3.4.11 Direito de Passagem

Determinada a rota destino ou origem da carga, Porto em Ilhéus, via Ferrovia Norte Sul (FNS) e a Ferrovia de Integração Oeste Leste (FIOL), julgou-se necessária a inclusão de uma estimativa do valor a ser pago a título de direito de passagem, como complementação aos custos operacionais.

Com base nos relatórios operacionais e financeiros do Tramo Norte da Ferrovia Norte Sul (FNSTN), publicados pela ANTT, foram calculados os custos de direito de passagem conforme mostrado no quadro a seguir.

Os dados se referem à rota Porto Nacional – Porto do Itaqui, sendo o direito de passagem pago no trecho Açailândia – Porto do Itaqui da Estrada de Ferro Carajás (EFC) e Transnordestina, cujo indicador tku foi estimado na proporção dos trechos.

Cabe observar que esses valores são os valores pagos pela FNS para circular nas linhas da Ferrovia de Carajás e na Transnordestina e se referem ao transporte de soja de Porto Franco ao porto do Itaqui.

Quadro 1: Custos de Direito de Passagem

DESCRIÇÃO	UNIDADE	2008	2009	2010
Direito de passagem	Mil R\$	9.438	11.815	14.235
Tonelada Quilômetro Útil na EFC	Milhões tku	769	858	1.159
Direito de passagem / tku	R\$ / Mil tku	12,28	13,76	12,28

O quadro apresentado não mostra uma tendência nítida de evolução do valor de passagem. Sendo assim, adotou-se, no presente estudo, o valor mais recente disponível: R\$12,28 por mil tku, para aplicação tanto na FNS quanto na FIOL.

A seguir é apresentado o quadro estimativo com os custos de direito de passagem.

Quadro 2: Estimativa de Custos de Direito de Passagem (R\$ milhões)

Alternativas	Horizonte						
	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045
1 – Acreuna	27,1	35,6	46,8	56,8	68,8	83,2	100,6
2 – Santa Helena	30,4	39,3	50,8	60,9	72,9	87,2	104,4
3 – Quirinópolis	32,1	41,6	54,0	65,2	78,8	94,4	113,3

2.3.4.12 Resumo dos Custos Operacionais

a. Segmento 1 – Alternativa 1 - Trecho Itumbiara à Acreúna

Tabela 91- Resumo dos Custos Operacionais - Tipo de Tração: Locomotiva Diesel Elétrica GE C36-7 c/ 3.600 HP

Área	Item	Unidade	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045
Manutenção de Via Permanente	Polos de Carga	km							
	Pátio Ferroviário	km							
	Extensão Total	km	208	208	208	208	208	208	208
	Custo Fixo por km	Mil R\$/km	0,14	0,19	0,24	0,29	0,34	0,39	0,44
	Custo Variável por km	Mil R\$/km	3,69	4,97	6,25	7,54	8,82	10,11	11,39
	Custo Fixo Anual	Mil R\$	29,70	40,05	50,40	60,74	71,09	81,44	91,79
	Custo Variável Anual	Mil R\$	765,35	1.032,03	1.298,71	1.565,38	1.832,06	2.098,73	2.365,41
	Custo Total Anual	Mil R\$	795,05	1.072,08	1.349,10	1.626,12	1.903,15	2.180,17	2.457,20
Manutenção de Locomotivas	Quantidade de Locomotivas	Unid.	4,8	8,2	11,7	15,1	18,5	22,0	25,4
	Custo Fixo Anual	Mil R\$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Custo Variável Anual	Mil R\$	2.952,54	5.058,17	7.163,80	9.269,42	11.375,05	13.480,68	15.586,31
	Custo Total Anual	Mil R\$	2.952,54	5.058,17	7.163,80	9.269,42	11.375,05	13.480,68	15.586,31
Manutenção de Vagões	Quantidade de Vagões	Unid.	253	435	616	797	978	1.160	1.341
	Custo Fixo Anual	Mil R\$	2.850,99	4.889,53	6.928,06	8.966,60	11.005,13	13.043,67	15.082,20
	Custo Variável Anual	Mil R\$	19.747,11	33.908,39	48.069,68	62.230,96	76.392,24	90.553,52	104.714,81
	Custo Total Anual na Manut. Vagões	Mil R\$	22.598,10	38.797,92	54.997,74	71.197,56	87.397,37	103.597,19	119.797,01
Operação	Trem por Dia por Sentido	Trem/d	0,5	0,9	1,3	1,7	2,1	2,5	2,9
	Custo Fixo por Trem/dia	Mil R\$/Trem/dia	15.886,60	13.977,37	13.191,80	12.763,45	12.493,80	12.308,44	12.173,18
	Custo Variável/Locos (Consumo)	Mil R\$/loco	4.864,60	4.765,85	4.725,21	4.703,06	4.689,11	4.679,52	4.672,53
	Custo Fixo Anual	Mil R\$	8.670,99	13.085,01	17.499,04	21.913,06	26.327,08	30.741,11	35.155,13
	Custo Variável Anual	Mil R\$	23.344,92	39.228,02	55.111,11	70.994,21	86.877,30	102.760,40	118.643,49
	Custo Total Anual na Operação	Mil R\$	32.015,91	52.313,03	72.610,15	92.907,27	113.204,39	133.501,50	153.798,62
Custo Operacional Total na Tração		Mil R\$	58.361,61	97.241,20	136.120,78	175.000,37	213.879,96	252.759,55	291.639,14

(Tabela D.10- CMA)

Direito de Passagem	Milhões R\$	27,1	35,6	46,8	56,8	68,8	83,2	100,6
----------------------------	--------------------	------	------	------	------	------	------	-------

a. Segmento 1 – Alternativa 2 - Trecho Itumbiara à Santa Helena

Tabela 92- Resumo dos Custos Operacionais - Tipo de Tração: Locomotiva Diesel Elétrica GE C36-7 c/ 3.600 HP

Área	Item	Unidade	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045
Manutenção de Via Permanente	Desvios a Implantar	km							
	Polos de Carga	km							
	Pátio Ferroviário	km							
	Extensão Total	km	267	267	267	267	267	267	267
	Custo Fixo por km	Mil R\$/km	0,14	0,19	0,24	0,29	0,34	0,39	0,44
	Custo Variável por km	Mil R\$/km	3,58	4,88	6,18	7,48	8,79	10,09	11,39
	Custo Fixo Anual	Mil R\$	37,12	50,62	64,11	77,61	91,10	104,60	118,09
	Custo Variável Anual	Mil R\$	956,60	1.304,38	1.652,16	1.999,94	2.347,71	2.695,49	3.043,27
	Custo Total Anual	Mil R\$	993,72	1.355,00	1.716,27	2.077,54	2.438,81	2.800,09	3.161,36
Manutenção de Locomotivas	Quantidade de Locomotivas	Unid.	4,9	8,3	11,8	15,3	18,8	22,2	25,7
	Custo Fixo Anual	Mil R\$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Custo Variável Anual	Mil R\$	3.079,24	5.275,22	7.471,20	9.667,18	11.863,16	14.059,15	16.255,13
	Custo Total Anual	Mil R\$	3.079,24	5.275,22	7.471,20	9.667,18	11.863,16	14.059,15	16.255,13
Manutenção de Vagões	Quantidade de Vagões	Unid.	256	440	623	807	990	1.173	1.357
	Custo Fixo Anual	Mil R\$	2.884,19	4.946,46	7.008,74	9.071,02	11.133,29	13.195,57	15.257,85
	Custo Variável Anual	Mil R\$	20.683,62	35.513,69	50.343,76	65.173,83	80.003,90	94.833,97	109.664,04
	Custo Total Anual na Manut. de Vagões	Mil R\$	23.567,80	40.460,15	57.352,50	74.244,84	91.137,19	108.029,54	124.921,88
Operação	Trem por Dia por Sentido	Trem/dia	0,5	0,9	1,3	1,7	2,1	2,5	2,9
	Custo Fixo por Trem/dia	Mil R\$/Trem/dia	16.018,29	14.109,06	13.323,49	12.895,14	12.625,49	12.440,13	12.304,88
	Custo Variável/Locomotiva (Consumo)	Mil R\$/loco	5.313,64	5.205,70	5.161,28	5.137,06	5.121,82	5.111,34	5.103,69
	Custo Fixo Anual	Mil R\$	8.742,87	13.208,30	17.673,73	22.139,16	26.604,59	31.070,01	35.535,44
	Custo Variável Anual	Mil R\$	25.810,90	43.371,14	60.931,37	78.491,60	96.051,83	113.612,06	131.172,30
	Custo Total Anual na Operação	Mil R\$	34.553,77	56.579,43	78.605,10	100.630,76	122.656,42	144.682,08	166.707,74
Custo Operacional Total na Tração		Mil R\$	62.194,54	103.669,80	145.145,06	186.620,32	228.095,59	269.570,85	311.046,11

(Tabela D.10- CMA)

Direito de Passagem	Milhões R\$	30,4	39,3	50,8	60,9	72,9	87,2	104,4
---------------------	-------------	------	------	------	------	------	------	-------

b. Segmento 1 – Alternativa 3 - Trecho Itumbiara à Quirinópolis

Tabela 93- Resumo dos Custos Operacionais - Tipo de Tração: Locomotiva Diesel Elétrica GE C36-7 c/ 3.600 HP

Área	Item	Unidade	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045
Manutenção de Via Permanente	Desvios a Implantar	km							
	Polos de Carga	km							
	Pátio Ferroviário	km							
	Extensão Total	km	209	209	209	209	209	209	209
	Custo Fixo por km	Mil R\$/km	0,08	0,11	0,14	0,18	0,21	0,24	0,28
	Custo Variável por km	Mil R\$/km	1,99	2,84	3,69	4,55	5,40	6,26	7,11
	Custo Fixo Anual	Mil R\$	16,11	23,03	29,95	36,86	43,78	50,70	57,62
	Custo Variável Anual	Mil R\$	415,07	593,38	771,70	950,01	1.128,33	1.306,64	1.484,96
	Custo Total Anual	Mil R\$	431,17	616,41	801,64	986,88	1.172,11	1.357,34	1.542,58
Manutenção de Locomotivas	Quantidade de Locomotivas	Unid.	5,3	7,6	9,9	12,2	14,5	16,8	19,1
	Custo Fixo Anual	Mil R\$	0	0	0	0	0	0	0
	Custo Variável Anual	Mil R\$	3.403,72	4.876,48	6.349,24	7.822,00	9.294,76	10.767,53	12.240,29
	Custo Total Anual	Mil R\$	3.403,72	4.876,48	6.349,24	7.822,00	9.294,76	10.767,53	12.240,29
Manutenção de Vagões	Quantidade de Vagões	Unid.	279,6	400,9	522,2	643,6	764,9	886,2	1.007,5
	Custo Fixo Anual	Mil R\$	3.144,43	4.508,97	5.873,51	7.238,05	8.602,59	9.967,14	11.331,68
	Custo Variável Anual	Mil R\$	22.576,14	32.340,69	42.105,25	51.869,80	61.634,35	71.398,90	81.163,45
	Custo Total Anual na Manut. de Vagões	Mil R\$	25.720,57	36.849,66	47.978,76	59.107,85	70.236,94	81.366,04	92.495,13
Operação	Trem por Dia por Sentido	Tr/d	0,6	0,9	1,1	1,4	1,6	1,9	2,2
	Custo Fixo por Trem/dia	Mil R\$/Tr/d	15.569,83	14.303,17	13.625,19	13.202,90	12.914,60	12.705,25	12.546,32
	Custo Variável/Locomotiva (Consumo)	Mil R\$/loco	4.943,13	4.921,97	4.910,64	4.903,59	4.898,77	4.895,27	4.892,62
	Custo Fixo Anual	Mil R\$	9.306,37	12.261,00	15.215,63	18.170,26	21.124,89	24.079,52	27.034,14
	Custo Variável Anual	Mil R\$	26.178,83	37.383,88	48.588,93	59.793,98	70.999,03	82.204,08	93.409,13
	Custo Total Anual na Operação	Mil R\$	35.485,20	49.644,88	63.804,56	77.964,24	92.123,91	106.283,59	120.443,27
Custo Operacional Total na Tração		Mil R\$	65.040,66	91.987,43	118.934,20	145.880,96	172.827,73	199.774,50	226.721,27

(Tabela D.10- CMA)

Direito de Passagem	Milhões R\$	32,1	41,6	54,0	65,2	78,8	94,4	113,3
----------------------------	--------------------	------	------	------	------	------	------	-------

2.3.5 Calculo Operacional

DIMENSIONAMENTO DA CAPACIDADE DO TRECHO ITUMBIARA QUIRINÓPOLIS

Os tempos de percurso (Quadro 1) entre os pátios (ida e volta) do trecho Itumbiara - Quirinópolis foram obtidos por comparação com trechos similares do corredor da ALL Malha Norte, resultantes de simulação de marcha realizada anteriormente por profissionais da Freight Consultoria e são parâmetros utilizados no cálculo de capacidade de vazão dos blocos desse trecho, quando da implantação da Ferronorte. Nessa época foram feitas diversas simulações de marcha, com diversos trens-tipo, inclusive com composições idênticas às aqui consideradas (50 vagões de 120 t + 1 locomotiva GE C36-7).

O modelo utilizado no cálculo da capacidade de vazão, nos diversos blocos que foi subdividido o trecho Itumbiara - Quirinópolis, conforme exemplificado no Quadro 2, é baseado na Teoria de Filas.

Esse estudo de filas foi realizado por Jorgen Elbrond entre 1968 e 1970, que constatou serem os atrasos nos desvios de cruzamento passíveis de serem estimados por esta teoria. Esse método tem sido utilizado amplamente em estudos dessa natureza no setor ferroviário.

A primeira coluna, refere-se a cada seção de via singela do trecho em estudo, que recebe a denominação de bloco.

A quarta coluna do Quadro 2, “tempo de percurso”, corresponde à média ponderada dos tempos de percurso nos dois sentidos, de acordo com o número de trens de carga (vazios e carregados) e de passageiros previstos.

A quinta coluna, “atraso na estação”, foi tomado com zero, pois durante o cruzamento de dois trens, admite-se que apenas um dos trens pare. O atraso devido ao cruzamento é mostrado adiante, onde é considerado o atraso médio na estação.

A coluna “Numero médio trens por bloco nas 2 direções” é resultante da soma do número de trens em cada sentido, durante determinado intervalo de tempo, no caso um dia e foi calculado a partir dos fluxos anuais, da sazonalidade mensal, da capacidade de transporte do trem unitário e do número diário de trens resultante.

“**Manutenção da Via**”, este tempo é considerado somente na seção crítica (maior tempo de percurso) e nas seções imediatamente anterior e posterior, gerando uma fila de espera, cujos atrasos são transmitidos às seções vizinhas. Na prática, a manutenção da via é feita durante as “janelas” (intervalo entre circulação de trens) obtidas em cada seção, no caso de pequena frequência diária de trens.

“**Tempo entre Chegadas**”: reflete o tempo médio em minutos entre chegadas de trens nos pátios de cruzamento em determinado intervalo de tempo (no caso, um dia). É resultante da divisão do tempo disponível para circulação no bloco pelo médio de trens nos dois sentidos em cada seção. O tempo disponível aquele resultante da subtração do tempo total do dia (1.440 minutos) pelo tempo de manutenção diária.

“**Tempo de Ocupação**”: corresponde ao tempo de percurso majorado, se for o caso, pelo quociente resultante da expressão $1 / (1 - \text{atraso na estação} / \text{intervalo entre chegadas})$. Como o atraso na estação foi considerado nulo para fins de avaliação de atraso de fila, não há majoração nos tempos de percurso.

“Fator de Correção Empírico” - este fator de correção é função das variações relativas dos tempos de percurso e dos intervalos entre chegada de trens. Isto é, encontra-se intimamente relacionado com a eficiência do controle ou gerenciamento do tráfego. Costuma variar entre 0,20 (CTC com ATC) a 0,35 (trecho não sinalizado). Pode ser determinado aproximadamente, para linhas em operação, pela expressão:

$$C = \frac{1}{2} \left(\left(\frac{SS}{TS} \right)^2 + \left(\frac{SA}{TA} \right)^2 \right) \text{ onde:}$$

TS = média dos tempos de ocupação;
 SS = desvio padrão dos tempos de ocupação;
 TA = média dos intervalos entre a chegada de trens;
 SA = desvio padrão dos intervalos entre chegada de trens;
 C = fator de correção.

A baixa freqüência de trens no trecho não justifica um sistema mais sofisticado. Assim, foi aqui adotado o valor 0,35.

“Atraso de Fila”: o modelo concebido por Elbrond é um modelo de filas com fila única, onde os tempos de ocupação do bloco em ambos os sentidos (“tempo de atendimento”) e intervalo entre chegadas de trens no bloco possuem distribuição exponencial negativa. Assim, os tempos de atraso na fila podem ser determinados pela expressão:

$$Wq = \frac{TS^2}{I - TS} \times C \quad \text{onde:}$$

Wq = atraso na fila;
 TS = tempo médio de ocupação;
 I = intervalo médio entre chegada de trens;
 C = fator empírico de correção.

“Atrasos Programados”: são aqueles verificados quando são elaborados horários fixos de circulação dos trens (caso típico de trens de passageiros), o que não é o caso.

“Atraso no Bloco”: corresponde ao maior atraso considerando-se o atraso de fila e o atraso programado.

“Tempo Total no Bloco”: é a soma do tempo médio de ocupação do bloco e do atraso no bloco.

“Capacidade do Bloco”: obtida pela expressão:

$$C = \frac{2(1440 - TM)}{TB + TS} \text{ onde:}$$

C = capacidade da via em trens/dia (nos dois sentidos);
 TM = tempo de manutenção/dia;
 TB = tempo total no bloco;
 TS = tempo médio de ocupação.

“Excesso de Capacidade do Bloco” - diferença entre a capacidade do bloco e o número de trens no bloco.

“Variação Tempo de Percurso” - corresponde à diferença entre o tempo de percurso, obtido por média ponderada dos tempos de percurso de todos os trens previstos, e o tempo

de percurso médio ponderado, excluindo-se os trens de passageiros (quando existirem). O cálculo do atraso de fila e capacidade da via, é afetado pelo tempo de percurso do trem de passageiros que se fosse considerado semelhante ao de carga implicaria em atrasos superiores aos reais, face ao seu melhor desempenho. Entretanto, a rotação do trem de carga não pode ser melhorada pelo desempenho do trem de passageiros, daí a necessidade desta correção.

“Atraso Médio na Estação”: corresponde, quando do cruzamento de trens, no tempo médio despendido na desaceleração e aceleração do trem que não para e no tempo necessário ao licenciamento do trem em sentido contrário.

“Tempo Médio entre Chegadas” - média aritmética dos intervalos entre chegadas.

“Rotação Total” : corresponde a duas vezes a soma dos tempos totais nos blocos, pois estes correspondem a somente um sentido de percurso.

“Tempo de Percurso Diferencial”: corresponde a duas vezes a soma das variações do tempo de percurso assim consideradas pela mesma razão citada no item anterior.

“Atraso devido a Manutenção da Via”: calculado em cada sentido pelo produto entre a freqüência de fechamento da via para manutenção (1 por dia), a probabilidade de o trem encontrar a via fechada (tempo de manutenção/1440) e a metade do tempo de manutenção.

“Atraso devido à falha no trem”: calculado em cada sentido pelo produto entre a freqüência de acidentes por dia dada pela expressão $(1 + (\text{número de trens nos dois sentidos} \times 45'/2880'))$, o atraso devido à falha no trem (45 minutos) e a probabilidade de falha (0,1 ou 10%).

“Atraso devido à falha na via”: de modo análogo ao anterior é calculado em cada sentido, pelo produto entre a freqüência de falhas na via por dia $(1 + (\text{número de trens nos dois sentidos} \times 15'/2880'))$, o atraso devido à falha na via e a probabilidade de falha (0,03 ou 3%).

As probabilidades de falhas e respectivas durações são tomadas em função de padrões estabelecidos por políticas de manutenção.

“Atraso Adicional”: estimativa adotada de modo a cobrir eventuais atrasos decorrentes de outros fatores não abordados anteriormente, de caráter subjetivo.

“Atraso devido a Cruzamento”: calculado em função do número de cruzamentos, expresso pela relação $\text{rotação total} / \text{tempo médio entre chegadas}$, e pelo tempo gasto em cada cruzamento. Este tempo é obtido pela soma do atraso médio na estação (mencionado anteriormente) e o “atraso médio devido a encontro entre 2 trens” correspondente a metade da média dos tempos de percurso entre estações.

QUADRO 3 - ANÁLISE DA CAPACIDADE DA VIA NO TRECHO ITUMBIARA QUIRINÓPOLIS

Bloco nº	Wgt.Avg. Transit. Time	Infl. Fact	Trens do Trecho Itumbiara Quirinópolis				No.de Trens (2 sentidos)	Trens de Outras Ferrovias (carga)				No.de Trens (2 sentidos)	Outras Ferrovias (passageiros)			Distância entre Estações (km)	Consumo Combust.		Velocidade (km/h)	
			TPC Up	TPC Down	Infl. Up	Infl. Down I		TPC Up	TPC Down	Infl. Up	Infl. Down		Up	Down	No.de Trens (2 sentidos)		Up (L)	Down (L)	Up	Down
1	57,030	0	62,06	52,00	62,060	52,000	1,60	62,06	52,00	62,06	52	0,00	0	0	0,00	36,2	170,00	40,00	35,0	41,8
2	36,090	0	36,10	36,08	36,100	36,080	1,60	36,10	36,08	36,1	36,08	0,00	0	0	0,00	26,0	110,00	30,00	43,3	43,3
3	61,650	0	61,32	61,98	61,320	61,980	1,60	61,32	61,98	61,32	61,98	0,00	0	0	0,00	51,9	300,00	64,00	50,8	50,2
4	40,470	0	48,00	32,94	48,000	32,940	1,60	48,00	32,94	48	32,94	0,00	0	0	0,00	32,7	134,00	52,00	40,8	59,5
5	68,110	0	72,10	64,12	72,100	64,120	1,60	72,10	64,12	72,1	64,12	0,00	0	0	0,00	62,1	186,00	44,00	51,7	58,1
			50,60	61,76								0,00			0	208,89	900,00	230,00	35,0	41,8