

VALEC

VALEC – ENGENHARIA, CONSTRUÇÕES E FERROVIAS S.A.



**VOLUME 2
MEMÓRIA JUSTIFICATIVA**

ESTUDOS OPERACIONAIS

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 2 - LIGAÇÃO GOIÂNIA/GO-ANÁPOLIS/GO-BRASÍLIA/DF

RELATÓRIO FINAL

VOLUME 2

MEMÓRIA JUSTIFICATIVA

ESTUDOS OPERACIONAIS



RECIFE/PE
FEVEREIRO/2012

SUMÁRIO

SUMÁRIO

2	MEMÓRIA JUSTIFICATIVA.....	9
2.3	ESTUDOS OPERACIONAIS	9
2.3.1	Aspectos Técnicos e Metodológicos	9
2.3.2	Metas do Estudo	9
2.3.3	Estudo Comercial	10
2.3.4	Estudos Operacionais.....	23
2.3.5	Tamanho do Trem-Tipo.....	37
2.3.6	Sistemas de Licenciamento de Trens, Sinal., Telecom., Energia e CCO.....	38
2.3.7	Determinação da frota comercial de locomotivas e vagões.....	52
2.3.8	Produção e Produtividade do Material Rodante da Frota Comercial.....	53
2.3.9	Produção e Produtividade dos Vagões	56
2.3.10	Custos de Investimento, Manutenção e Despesas Operacionais.....	61
2.3.11	Cálculo Operacional - Capacidade do Trecho Brasília Anápolis	79

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Túnel - Geometria da Seção-Tipo	24
Figura 2: Perfil Altimétrico da Via e Localização dos Pátios de Cruzamento – Alternativa 1 – Diretriz Porto Seco.....	32
Figura 3: Perfil Altimétrico da Via e Localização dos Pátios de Cruzamento - Alternativa 2 – Diretriz Descoberto.....	34
Figura 4: Perfil Altimétrico da Via e Localização dos Pátios de Cruzamento – Alternativa 3 – Diretriz Corumbá.....	36
Figura 5: Sistema de Sinalização ERTMS.....	39
Figura 6: Sistema de Transmissão RBC	40
Figura 7: Sistema de Sinalização baseado na Comunicação de Satélite.....	41
Figura 8: Centro de Controle Operacional.....	42

ÍNDICE DE QUADROS

Quadro 1 (Tabela B.03): Segmento 2 - Carga Transportada entre os Pólos e o Porto de Ilhéus	11
Quadro 2 (Tabela B.03): - Segmento 2 - Carga Transportada entre os Pólos e o Porto de Ilhéus	11
Quadro 3 (Tabela B.03): Segmento 2 - Carga Transportada entre os Pólos e o Porto de Ilhéus	12
Quadro 4: (Tabela B.06-1) - Volume de Transporte Previsto para cada Pólo de Carga por Grupo de Produto. Ano: 2015	12
Quadro 5: (Tabela B.06-1) - Volume de Transporte Previsto para cada Pólo de Carga por Grupo de Produto. Ano: 2020	12
Quadro 6: (Tabela B.06-1) - Volume de Transporte Previsto para cada Pólo de Carga por Grupo de Produto. Ano: 2025	12
Quadro 7: (Tabela B.06-1) - Volume de Transporte Previsto para cada Pólo de Carga por Grupo de Produto. Ano: 2030	13
Quadro 8: (Tabela B.06-1) - Volume de Transporte Previsto para cada Pólo de Carga por Grupo de Produto. Ano: 2035	13
Quadro 9: (Tabela B.06-1) - Volume de Transporte Previsto para cada Pólo de Carga por Grupo de Produto. Ano: 2040	13
Quadro 10: (Tabela B.06-1) - Volume de Transporte Previsto para cada Pólo de Carga por Grupo de Produto. Ano: 2045	13
Quadro 11: (Tabela B.06-1) - Volume de Transporte Previsto para cada Pólo de Carga por Grupo de Produto. No Ano: 2015	14
Quadro 12: (Tabela B.06-1) - Volume de Transporte Previsto para Cada Pólo de Carga por Grupo de Produto. No Ano: 2020	14
Quadro 13: (Tabela B.06-1) - Volume de Transporte Previsto para Cada Pólo de Carga por Grupo de Produto. No Ano: 2025	14
Quadro 14: (Tabela B.06-1) - Volume de Transporte Previsto para Cada Pólo de Carga por Grupo de Produto. No ano 2030	14
Quadro 15: (Tabela B.06-1) - Volume de Transporte Previsto para Cada Pólo de Carga por Grupo de Produto. No Ano: 2035	14
Quadro 16: (Tabela B.06-1) - Volume de Transporte Previsto para Cada Pólo de Carga por Grupo de Produto. No ano: 2040	15
Quadro 17: (Tabela B.06-1) - Volume de Transporte Previsto para Cada Pólo de Carga por Grupo de Produto. Ano: 2045	15
Quadro 18: (Tabela B.06-1) - Volume de Transporte Previsto para cada Pólo de Carga por Grupo de Produto. Ano: 2015	15
Quadro 19: (Tabela B.06-1) - Volume de Transporte Previsto para cada Pólo de Carga por Grupo de Produto. Ano: 2020	15
Quadro 20: (Tabela B.06-1) - Volume de Transporte Previsto para cada Pólo de Carga por Grupo de Produto. Ano: 2025	15
Quadro 21: (Tabela B.06-1) - Volume de Transporte Previsto para cada Pólo de Carga por Grupo de Produto. Ano: 2030	16
Quadro 22: (Tabela B.06-1) - Volume de Transporte Previsto para cada Pólo de Carga por Grupo de Produto. Ano: 2035	16
Quadro 23: (Tabela B.06-1) - Volume de Transporte Previsto para cada Pólo de Carga por Grupo de Produto. Ano: 2040	16
Quadro 24: (Tabela B.06-1) - Volume de Transporte Previsto para cada Pólo de Carga por Grupo de Produto. Ano: 2045	16
Quadro 25: Exportações Carregamento do Trem – 2015 - Segmento 2 – Alternativa 1 - Trecho Brasília a Anápolis	18
Quadro 26: Exportações Carregamento do Trem – 2015 - Segmento 2 – Alternativa 2 - Trecho - Brasília a Anápolis	19
Quadro 27: Exportações Carregamento do Trem – 2015 - Segmento 2 – Alternativa 3 Trecho - Brasília a Anápolis	19
Quadro 28: Distância Média por Produto (km) - Segmento 2 – Alternativa 1 - Trecho Brasília a Anápolis	20
Quadro 29: Distância Média por Produto (km) - Alternativa 2 - Trecho Brasília a Anápolis	20
Quadro 30: Distância Média por Produto (km) - Segmento 2 – Alternativa 3 - Trecho Brasília a Anápolis	20
Quadro 31: Tarifas de Transporte (R\$ / mil TKU)	20
Quadro 32: (Tabela B.03) - Receita Operacional Prevista por Fluxo POD (R\$ x 10 ³) - Cenário Tendencial	21
Quadro 33: (Tabela B.03) - Receita Operacional Prevista por Fluxo POD (R\$ x 10 ³) - Cenário Tendencial	21
Quadro 34: (Tabela B.03) - Receita Operacional Prevista por Fluxo POD (R\$ x 10 ³) - Cenário Tendencial	21
Quadro 35: (Tabela D.16) - Tarifas de Transporte (Produto Médio Adotado, em R\$/TKU)	21
Quadro 36: Estimativa da Receita da Ferrovia em Tráfego Mútuo por Fluxo POD (Mil R\$) - Cenário Tendencial	22
Quadro 37: Estimativa da Receita da Ferrovia em Tráfego Mútuo por Fluxo POD (Mil R\$) - Cenário Tendencial	22
Quadro 38: Estimativa da Receita da Ferrovia em Tráfego Mútuo por Fluxo POD (Mil R\$) - Cenário Tendencial	23
Quadro 39: (Tabela C.01) – Vantagens e Desvantagens dos Tipos de Tração Estudados	27
Quadro 40: (Tabela C.02) - Tipos de Locomotivas a Operar na Ferrovia	27
Quadro 41: (Tabela C.04) - Tipos de vagões a operar na ferrovia	29
Quadro 42: Perfil Altimétrico da Via e Localização dos Pátios de Cruzamento	29
Quadro 43: Perfil Altimétrico da Via e Localização dos Pátios de Cruzamento	33
Quadro 44: Perfil Altimétrico da Via e Localização dos Pátios de Cruzamento	35
Quadro 45: Par de Trens Diários	37
Quadro 46: Características do Trem Ótimo – Alternativa 1	38
Quadro 47: Características do Trem Ótimo – Alternativa 2	38
Quadro 48: Características do Trem Ótimo – Alternativa 3	38
Quadro 49: 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	44
Quadro 50: Implantação do ATC Com Rádio Digital na 1ª Fase (CCO/Telecom./3 Pátios/7 Locos)	44
Quadro 51: 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 Cabo de Fibra Óptica	45
Quadro 52: Implantação do Sistema ATC com Fibra Óptica Para a 1a Fase (CCO + Telecom. + 3 Pátios + 4 Locos)	45
Quadro 53: Comparativo de Custos – sistema de Sinalização e Telecomunicações	45
Quadro 54: Análise da Capacidade da Via – Alternativa 1 no Trecho Brasília - Anápolis	46
Quadro 55: Análise da Capacidade da Via – Alternativa 2 no Trecho Brasília - Anápolis	47
Quadro 56: Análise da Capacidade da Via – Alternativa 3 no Trecho Brasília - Anápolis	47

Quadro 57: Tempos de Circulação, Manobras nos Terminais, Abastecimento, Troca de Equipagem, Teste de Freios e Formação de Trens – Alternativa 1 - Trecho Brasília / Anápolis	49
Quadro 58: Tempos de Circulação, Manobra nos Terminais, Abastecimento, Troca de Equipagem, Teste de Freios e Formação de Trens – Alternativa 2 - Trecho Brasília - Anápolis	50
Quadro 59: Tempos de Circulação, Manobras nos Terminais, Abastecimento, Troca de Equipagem, Teste de Freios e Formação de Trens – Alternativa 3 - Trecho Brasília - Anápolis	51
Quadro 60: (Tabelas C.09 e C.10) - Demanda de Locomotivas e Vagões – Alt 1.....	52
Quadro 61: (Tabelas C.09 e C.10) - Demanda de Locomotivas e Vagões – Alt 2.....	52
Quadro 62: (Tabelas C.09 e C.10) - Demanda de Locomotivas e Vagões – Alt 3.....	52
Quadro 63: Indicadores Anuais de Dimensão e Produtividade Operacional para os Anos 2015 e 2045. (Rota Brasília – Anápolis – Porto de Ilhéus)	53
Quadro 64: Indicadores Anuais de Dimensão e Produtividade Operacional para os Anos 2015 e 2045. (Rota Brasília – Anápolis – Porto de Ilhéus)	54
Quadro 65: Indicadores Anuais de Dimensão e Produtividade Operacional para os Anos 2015 e 2045. (Rota Brasília – Anápolis – Porto de Ilhéus)	55
Quadro 66: (Tabela C.05) – Produção e Produtividade dos Vagões - Tipo de Vagão: Hopper – Alternativa 1.....	56
Quadro 67: (Tabela C.05) – Produção e Produtividade dos Vagões - Tipo de Vagão: Hopper – Alternativa 2.....	56
Quadro 68: (Tabela C.05) – Produção e Produtividade dos Vagões - Tipo de Vagão: Hopper – Alternativa 3.....	56
Quadro 69: (Tabela C.08) – Velocidades e Tempos de Percurso dos Trens – Alternativa 1	57
Quadro 70: (Tabela C.08) – Velocidades e Tempos de Percurso dos Trens – Alternativa 2.....	58
Quadro 71: (Tabela C.08) – Velocidades e Tempos de Percurso dos Trens – Alternativa 3.....	59
Quadro 72: Resultados Operacionais no Trecho Ferroviário Brasília – Anápolis – Alternativa 1.....	60
Quadro 73: Resultados Operacionais no Trecho Ferroviário Brasília – Anápolis – Alternativa 2.....	60
Quadro 74: Resultados Operacionais no Trecho Ferroviário Brasília – Anápolis – Alternativa 3.....	61
Quadro 75: (Tabela D.03) - Investimentos em Locomotivas - Alternativa 1 - Rota Brasília – Anápolis - Porto de Ilhéus - Disponibilidade: 95%	61
Quadro 76: Custo de Capital, Operação, Manutenção e Administrativo das Locos de Uso Comercial – Alternativa 1 - Rota Brasília – Anápolis - Porto de Ilhéus	62
Quadro 77: (Tabela D.03) - Investimentos em Locomotivas - Alternativa 2 - Rota Brasília – Anápolis - Porto de Ilhéus - Disponibilidade: 95%	62
Quadro 78: Custo de Capital, Operação, Manutenção e Administrativo das Locos de Uso Comercial – Alternativa 2 - Rota Brasília – Anápolis - Porto de Ilhéus	62
Quadro 79: (Tabela D.03) - Investimentos em Locomotivas - Alternativa 3 - Rota Brasília – Anápolis - Porto de Ilhéus - Disponibilidade: 95%	63
Quadro 80: Custo de Capital, Operação, Manutenção e Administrativo das Locos de Uso Comercial – Alternativa 3 - Rota Brasília – Anápolis - Porto de Ilhéus	63
Quadro 81: Investimentos Necessários em Vagões - por Horizonte de Demanda – Alternativa 1	63
Quadro 82: Custo de Capital, Operacional, de Manutenção e Administrativo dos Vagões – Alternativa 1 - Rota Brasília – Anápolis - Porto de Ilhéus	64
Quadro 83: Investimentos Necessários em Vagões - por Horizonte de Demanda – Alternativa 2 – Disponibilidade: 95%.....	64
Quadro 84: Custo de Capital, Operacional, de Manutenção e Administrativo dos Vagões – Alternativa 2 - Rota Brasília – Anápolis - Porto de Ilhéus	64
Quadro 85: Investimentos Necessários em Vagões - por Horizonte de Demanda – Alternativa 3 – Disponibilidade: 95%.....	65
Quadro 86: Custo de Capital, Operacional, de Manutenção e Administrativo dos Vagões – Alternativa 3 - Rota Brasília – Anápolis - Porto de Ilhéus	65
Quadro 87: Tabela C.12 – Resumo das Quantidades Necessárias de Locomotivas de Serviço.....	65
Quadro 88: (Tabela C.13) – Resumo das Quantidades Necessárias de Vagões de Serviço	66
Quadro 89: Custo de Implantação dos Desvios de Cruzamento	66
Quadro 90: (Tabela D.07) – Resumo dos Investimentos Necessários em Guindastes de Socorro	66
Quadro 91: (Tabela D.09) – Resumo dos Investimentos Necessários em Instalações de Apoio (R\$).....	69
Quadro 92: Custos de Condução do Trem – Alternativa 1 - Valores em R\$	73
Quadro 93: Custos de Condução do Trem – Alternativa 2 - Valores em R\$	73
Quadro 94: Custos de Condução do Trem – Alternativa 3 - Valores em R\$	74
Quadro 95: Custos de Direito de Passagem	74
Quadro 95: Estimativa de Custos de Direito de Passagem (R\$ milhões)	75
Quadro 96: (Tabela D.10) - Resumo dos Custos Operacionais - Tipo de Tração:Locomotiva Diesel Elétrica GE C36-7 c/ 3.600 HP.....	76
Quadro 97: (Tabela D.10) - Resumo dos Custos Operacionais - Tipo de Tração:Locomotiva Diesel Elétrica GE C36-7 c/ 3.600 HP.....	77
Quadro 98: (Tabela D.10) - Resumo dos Custos Operacionais - Tipo de Tração:Locomotiva Diesel Elétrica GE C36-7 c/ 3.600 HP.....	78

APRESENTAÇÃO

APRESENTAÇÃO

O Consórcio MAIA MELO / ARS CONSULT / EVOLUÇÃO, por sua líder Maia Melo Engenharia, empresa de consultoria sediada à R. 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 fracionado, sendo este, referente ao **Segmento 2 – Ligação Goiânia/GO-Anápolis/GO-Brasília/DF, ESTUDOS OPERACIONAIS.**

2. 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 para a ligação entre Brasília, no Distrito Federal, e Anápolis e Goiânia, no estado de Goiás; e, nesse sentido, foram dimensionadas as necessidades físicas do projeto, os custos operacionais e os investimentos necessários com vistas à 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, 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, utilizado 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.

Algumas tabelas, após serem apresentadas, possuem notas entre parênteses que se referem à identificação utilizada pelo Manual para Apresentação de Estudos de Viabilidade Técnica, Econômica e Ambiental de Projetos de Grande Vulto da Comissão de Monitoramento e Avaliação (CMA).

2.3.3 Estudo Comercial

2.3.3.1 Identificação das Demandas por Fluxo e Determinação dos Patamares

O Estudo de Mercado identificou a Matriz de Origem / Destino das mercadorias transportadas competitivamente pela ferrovia nesse Segmento, as quais foram aqui consideradas. 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 FIOL. No sentido importação, foram considerados os defensivos agrícolas e os fertilizantes consumidos nesses pólos e importados no sentido inverso nessa mesma rota.

No mesmo estudo foram identificados três pólos de carga: Brasília, Anápolis e Goiânia. Contudo, durante a elaboração dos estudos operacionais identificou-se que a carga de Anápolis entraria direto na FNS sem passar pelo ramal em estudo. Identificou-se também que os volumes captáveis para o polo de Goiânia eram muito baixos, da ordem de 2% dos valores captáveis no pólo de Brasília no sentido exportação ao longo de todo o horizonte do estudo o que, em termos absolutos, trata-se de volume inferior a 30 mil toneladas em 2015, que seriam atendidos por aproximadamente 7 trens de 50 vagões apenas durante todo esse ano.

Com a evolução da demanda, o fluxo de trens passaria para aproximadamente 16 trens/ano em 2025, 24 trens/ano em 2035 e 35 trens/ano em 2045. Com esse cenário, estaria sendo construído um ramal ferroviário para, daqui há 30 anos, atender apenas uma composição ferroviária.

Ainda assim, para atender aos estudos de viabilidade econômico-financeira, foram calculados o custo por tku (tonelada km útil), considerando apenas as cargas de Goiânia, que resultou no valor de R\$ 88,58/tku, bastante superior ao frete correspondente, de R\$ 59,06/tku, de onde se conclui que a operação desse trecho demandaria subsídios. Considerando as cargas de Brasília, o custo calculado foi de R\$ 43,32/tku para uma receita da mesma ordem.

Do ponto de vista operacional, o acréscimo de demanda é tão pouco significativo que não altera a frota, nem de vagões (necessidade seria de 8 vagões, enquanto a frota de reserva dimensionada é de 19 vagões), nem de locomotivas. Motivo pelo qual foram mantidos os indicadores operacionais, direcionando todo o restante da carga captável dessa região para terminais situados ao longo da FNS.

Os patamares de demanda considerados para o Segmento 2 se encontram nos quadros a seguir para cada uma das alternativas estudadas: 1 - diretriz Porto Seco, 2 - diretriz Descoberto e 3 - diretriz Corumbá de Goiás.

Segmento 2 – Alternativa 1 – Diretriz Porto Seco

Quadro 1 (Tabela B.03): Segmento 2 - Carga Transportada entre os Pólos e o Porto de Ilhéus
Produção Prevista (em toneladas úteis x 10³) - Cenário Tendencial

Pólo de Origem / Destino	Produto	Horizonte de Demanda						
		2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045
Exportação								
Brasília	Açúcar	0	0	0	0	0	0	0
	Milho	233	344	428	530	654	805	987
	Soja	1.164	1.722	2.141	2.651	3.271	4.025	4.940
Total Exportação		1.397	2.066	2.568	3.181	3.925	4.830	5.927
Importação								
Brasília	Fertilizantes	150	218	268	328	401	489	595
	Defensivos	24	36	45	55	68	83	102
	Óleo Diesel	0	0	0	0	0	0	0
Total Importação		174	254	313	383	469	572	697
Total Geral		1.571	2.320	2.881	3.564	4.394	5.402	6.624

Segmento 2 – Alternativa 2 – Diretriz Descoberto

Quadro 2 (Tabela B.03): - Segmento 2 - Carga Transportada entre os Pólos e o Porto de Ilhéus
Produção Prevista (em toneladas úteis x 10³) - Cenário Tendencial

Pólo de Origem / Destino	Produto	Horizonte de Demanda						
		2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045
Exportação								
Brasília	Açúcar	0	0	0	0	0	0	0
	Milho	233	344	428	530	654	805	987
	Soja	1.164	1.722	2.141	2.651	3.271	4.025	4.940
Total Exportação		1.397	2.066	2.568	3.181	3.925	4.830	5.927
Importação								
Brasília	Fertilizantes	150	218	268	328	401	489	595
	Defensivos	24	36	45	55	68	83	102
	Óleo Diesel	0	0	0	0	0	0	0
Total Importação		174	254	313	383	469	572	697
Total Geral		1.571	2.320	2.881	3.564	4.394	5.402	6.624

Segmento 2 – Alternativa 3 – Diretriz Corumbá

Quadro 3 (Tabela B.03): Segmento 2 - Carga Transportada entre os Pólos e o Porto de Ilhéus
Produção Prevista (em toneladas úteis x 10³) - Cenário Tendencial

Pólo de Origem / Destino	Produto	Horizonte de Demanda						
		2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045
Exportação								
Brasília	Açúcar	0	0	0	0	0	0	0
	Milho	233	344	428	530	654	805	987
	Soja	1.164	1.722	2.141	2.651	3.271	4.025	4.940
Total Exportação		1.397	2.066	2.568	3.181	3.925	4.830	5.927
Importação								
Brasília	Fertilizantes	150	218	268	328	401	489	595
	Defensivos	24	36	45	55	68	83	102
	Óleo Diesel	0	0	0	0	0	0	0
Total Importação		174	254	313	383	469	572	697
Total Geral		1.571	2.320	2.881	3.564	4.394	5.402	6.624

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

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

Segmento 2 – Alternativa 1 – Diretriz Porto Seco

Quadro 4: (Tabela B.06-1) - 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	Brasília	2	Carga	1.397,14	0,00		1.397,14
Importação	Brasília	2	Descarga			174,17	174,17
Total da Mercadoria				1.397,14	0,00	174,17	1.571,31

Quadro 5: (Tabela B.06-1) - 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	Brasília	2	Carga	2.066,36	0,00		2.066,36
Importação	Brasília	2	Descarga			254,12	254,12
Total da Mercadoria				2.066,36	0,00	254,12	2.320,48

Quadro 6: (Tabela B.06-1) - 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	Brasília	2	Carga	2.568,47	0,00		2.568,47
Importação	Brasília	2	Descarga			312,86	312,86
Total da Mercadoria				2.568,47	0,00	312,86	2.881,34

**Quadro 7: (Tabela B.06-1) - 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	Brasília	2	Carga	3.180,56	0,00		3.180,56
Importação	Brasília	2	Descarga			383,06	383,06
Total da Mercadoria				3.180,56	0,00	383,06	3.563,62

**Quadro 8: (Tabela B.06-1) - 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	Brasília	2	Carga	3.925,32	0,00		3.925,32
Importação	Brasília	2	Descarga			468,68	468,68
Total da Mercadoria				3.925,32	0,00	468,68	4.394,00

**Quadro 9: (Tabela B.06-1) - 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	Brasília	2	Carga	4.829,99	0,00		4.829,99
Importação	Brasília	2	Descarga			572,38	572,38
Total da Mercadoria				4.829,99	0,00	572,38	5.402,36

**Quadro 10: (Tabela B.06-1) - 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	Brasília	2	Carga	5.927,17	0,00		5.927,17
Importação	Brasília	2	Descarga			696,77	696,77
Total da Mercadoria				5.927,17	0,00	696,77	6.623,94

Segmento 2 – Alternativa 2 – Diretriz Descoberto

Quadro 11: (Tabela B.06-1) - Volume de Transporte Previsto para cada Pólo de Carga por Grupo de Produto. No Ano: 2015

Sentido	Pólo de Carga		Atividade	Mercadoria			Total do Pólo
	Nome	km		Milho + Soja	Açúcar	Fertilizantes + Defensivos	
Exportação	Brasília	2	Carga	1.397,14	0,00		1.397,14
Importação	Brasília	2	Descarga			174,17	174,17
Total da Mercadoria				1.397,14	0,00	174,17	1.571,31

Quadro 12: (Tabela B.06-1) - Volume de Transporte Previsto para Cada Pólo de Carga por Grupo de Produto. No Ano: 2020

Sentido	Pólo de Carga		Atividade	Mercadoria			Total do Pólo
	Nome	km		Milho + Soja	Açúcar	Fertilizantes + Defensivos	
Exportação	Brasília	2	Carga	2.066,36	0,00		2.066,36
Importação	Brasília	2	Descarga			254,12	254,12
Total da Mercadoria				2.066,36	0,00	254,12	2.320,48

Quadro 13: (Tabela B.06-1) - Volume de Transporte Previsto para Cada Pólo de Carga por Grupo de Produto. No Ano: 2025

Sentido	Pólo de Carga		Atividade	Mercadoria			Total do Pólo
	Nome	km		Milho + Soja	Açúcar	Fertilizantes + Defensivos	
Exportação	Brasília	2	Carga	2.568,47	0,00		2.568,47
Importação	Brasília	2	Descarga			312,86	312,86
Total da Mercadoria				2.568,47	0,00	312,86	2.881,34

Quadro 14: (Tabela B.06-1) - Volume de Transporte Previsto para Cada Pólo de Carga por Grupo de Produto. No ano 2030

Sentido	Pólo de Carga		Atividade	Mercadoria			Total do Pólo
	Nome	km		Milho+Soja	Açúcar	Fertilizantes + Defensivos	
Exportação	Brasília	2	Carga	3.180,56	0,00		3.180,56
Importação	Brasília	2	Descarga			383,06	383,06
Total da Mercadoria				3.180,56	0,00	383,06	3.563,62

Quadro 15: (Tabela B.06-1) - Volume de Transporte Previsto para Cada Pólo de Carga por Grupo de Produto. No Ano: 2035

Sentido	Pólo de Carga		Atividade	Mercadoria			Total do Pólo
	Nome	km		Milho + Soja	Açúcar	Fertilizantes + Defensivos	
Exportação	Brasília	2	Carga	3.925,32	0,00		3.925,32
Importação	Brasília	2	Descarga			468,68	468,68
Total da Mercadoria				3.925,32	0,00	468,68	4.394,00

Quadro 16: (Tabela B.06-1) - Volume de Transporte Previsto para Cada Pólo de Carga por Grupo de Produto. No ano: 2040

Sentido	Pólo de Carga		Atividade	Mercadoria			Total do Pólo
	Nome	km		Milho + Soja	Açúcar	Fertilizantes + Defensivos	
Exportação	Brasília	2	Carga	4.829,99	0,00		4.829,99
Importação	Brasília	2	Descarga			572,38	572,38
Total da Mercadoria				4.829,99	0,00	572,38	5.402,36

Quadro 17: (Tabela B.06-1) - 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	Brasília	2	Carga	5.927,17	0,00		5.927,17
Importação	Brasília	2	Descarga			696,77	696,77
Total da Mercadoria				5.927,17	0,00	696,77	6.623,94

Segmento 2 – Alternativa 3 – Diretriz Corumbá**Quadro 18: (Tabela B.06-1) - 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	Brasília	2	Carga	1.397,14	0,00		1.397,14
Importação	Brasília	2	Descarga			174,17	174,17
Total da Mercadoria				1.397,14	0,00	174,17	1.571,31

Quadro 19: (Tabela B.06-1) - 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	Brasília	2	Carga	2.066,36	0,00		2.066,36
Importação	Brasília	2	Descarga			254,12	254,12
Total da Mercadoria				2.066,36	0,00	254,12	2.320,48

Quadro 20: (Tabela B.06-1) - 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	Brasília	2	Carga	2.568,47	0,00		2.568,47
Importação	Brasília	2	Descarga			312,86	312,86
Total da Mercadoria				2.568,47	0,00	312,86	2.881,34

Quadro 21: (Tabela B.06-1) - 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	Brasília	2	Carga	3.180,56	0,00		3.180,56
Importação	Brasília	2	Descarga			383,06	383,06
Total da Mercadoria				3.180,56	0,00	383,06	3.563,62

Quadro 22: (Tabela B.06-1) - 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	Brasília	2	Carga	3.925,32	0,00		3.925,32
Importação	Brasília	2	Descarga			468,68	468,68
Total da Mercadoria				3.925,32	0,00	468,68	4.394,00

Quadro 23: (Tabela B.06-1) - 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	Brasília	2	Carga	4.829,99	0,00		4.829,99
Importação	Brasília	2	Descarga			572,38	572,38
Total da Mercadoria				4.829,99	0,00	572,38	5.402,36

Quadro 24: (Tabela B.06-1) - 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	Brasília	2	Carga	5.927,17	0,00		5.927,17
Importação	Brasília	2	Descarga			696,77	696,77
Total da Mercadoria				5.927,17	0,00	696,77	6.623,94

2.3.3.1.2 Análise das Propostas de Pólos de Carga

A escolha do polo Brasília se justifica por concentrar em seu entorno municípios com grande produção de milho e soja: Cristalina, Brasília, Luziânia, além de moageira de grande porte em Luziânia. Verifica-se que nessa região não há produção de açúcar.

2.3.3.1.3 Identificação da Sazonalidade, Movimentação dos Produtos e Densidade

A quantificação do material rodante foi feita a partir:

- do volume captável nos meses de pico;
- da capacidade do material rodante (em peso e/ou volume);
- de seu desempenho ao longo do segmento estudado; e

d) da rota ferroviária complementar (no caso, a FNS e a futura FIOF até o porto a ser construído em Ilhéus).

Entretanto, como a FIOF 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

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 cami-nhões.

A essa movimentação deve ser somada aquela das zonas de produção para as moagens 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.

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 infraestrutura 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.

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 Sudeste 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 grãos agrícolas, os quais estarão bastante ociosos nessa época do ano. Além disso, a movimentação prevista é de aproximadamente um quarto da movimentação de grãos 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 grãos agrícolas (milho, soja e açúcar) no sentido exportação e defensivos agrícolas e fertilizantes no sentido importação.

Segmento 2 – Alternativa 1 – Diretriz Porto Seco

Quadro 25: Exportações Carregamento do Trem – 2015 - Segmento 2 – Alternativa 1 - Trecho Brasília a Anápolis

Sentido	Exportação		Importação
Origem	Brasília		Brasília
Destino	Porto de Ilhéus		Porto de Ilhéus
Mercadoria	Milho+Soja	Açúcar	Fertilizantes+Defensivos
Tipo do Vagão	Hopper	Hopper	Hopper
Demanda Anual (t)	1.397.142	0	174.167
Sazonalidade Máxima	15,6%	15,6%	25,0%
Demanda no Mês de Pico (t)	217.662	0	43.542

Segmento 2 – Alternativa 2 – Diretriz Descoberto

Quadro 26: Exportações Carregamento do Trem – 2015 - Segmento 2 – Alternativa 2 - Trecho - Brasília a Anápolis

Sentido	Exportação		Importação
Origem	Brasília		Brasília
Destino	Porto de Ilhéus		Porto de Ilhéus
Mercadoria	Milho+Soja	Açúcar	Fertilizantes+Defensivos
Tipo do Vagão	Hopper	Hopper	Hopper
Demanda Anual (t)	1.397.142	0	174.167
Sazonalidade Máxima	15,6%	15,6%	25,0%
Demanda no Mês de Pico (t)	217.662	0	43.542

Segmento 2 – Alternativa 3 – Diretriz Corumbá

Quadro 27: Exportações Carregamento do Trem – 2015 - Segmento 2 – Alternativa 3 Trecho - Brasília a Anápolis

Sentido	Exportação		Importação
Origem	Brasília		Brasília
Destino	Porto de Ilhéus		Porto de Ilhéus
Mercadoria	Milho+Soja	Açúcar	Fertilizantes + Defensivos
Tipo do Vagão	Hopper	Hopper	Hopper
Demanda Anual (t)	1.397.142	0	174.167
Sazonalidade Máxima	15,6%	15,6%	25,0%
Demanda no Mês de Pico (t)	217.662	0	43.542

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 umidade de 13%. As densidades padrão da soja, milho e açúcar são:

Produto	Densidade (t/m ³)
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 granéis agrícolas, será no período de entressafra e será carga de retorno dos vagões graneleiros.

2.3.3.1.3.4 Determinação da Distância Média 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.

Segmento 2 – Alternativa 1 – Diretriz Porto Seco

Quadro 28: Distância Média por Produto (km) - Segmento 2 – Alternativa 1 - Trecho Brasília a Anápolis

Produto	Horizonte da Demanda						
	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045
Milho+Soja	2.205,7	2.205,7	2.205,7	2.205,7	2.205,7	2.205,7	2.205,7
Fertilizantes+Defensivos	2.212,3	2.212,3	2.212,3	2.212,3	2.212,3	2.212,3	2.212,3

Segmento 2 – Alternativa 2 – Diretriz Descoberto

Quadro 29: Distância Média por Produto (km) - Alternativa 2 - Trecho Brasília a Anápolis

Produto	Horizonte da Demanda						
	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045
Milho+Soja	2.310,8	2.310,8	2.310,8	2.310,8	2.310,8	2.310,8	2.310,8
Fertilizantes + Defensivos	2.310,8	2.310,8	2.310,8	2.310,8	2.310,8	2.310,8	2.310,8

Segmento 2 – Alternativa 3 – Diretriz Corumbá

Quadro 30: Distância Média por Produto (km) - Segmento 2 – Alternativa 3 - Trecho Brasília a Anápolis

Produto	Horizonte da Demanda						
	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045
Milho+Soja	2.303,0	2.303,0	2.303,0	2.303,0	2.303,0	2.303,0	2.303,0
Fertilizantes+Defensivos	2.303,0	2.303,0	2.303,0	2.303,0	2.303,0	2.303,0	2.303,0

2.3.3.1.3.5 Receita Operacional Prevista por Fluxo POD

Os valores apresentados no quadro a seguir são os tetos tarifários fixados pela ANTT para a FNS. Os valores a serem estabelecidos para esse Segmento não serão necessariamente os mesmos para todos os produtos, assim como os valores a serem efetivamente praticados. Isso, em função da competitividade do transporte rodoviário e do hidro-ferroviário para Santos.

Quadro 31: Tarifas de Transporte (R\$ / mil TKU)

Produto	Horizonte da Demanda						
	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045
Soja	59,06	59,06	59,06	59,06	59,06	59,06	59,06
Milho	59,06	59,06	59,06	59,06	59,06	59,06	59,06
Fertilizantes/ Defensivos	90,11	90,11	90,11	90,11	90,11	90,11	90,11

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

A partir do quadro acima foram obtidas as 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:

Quadro 32: (Tabela B.03) - Receita Operacional Prevista por Fluxo POD (R\$ x 10³) - Cenário Tendencial

Sentido	Origem/ Destino	Produto	Horizonte						
			2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045
Exportação	Brasília	Soja	163.040	241.135	299.729	371.156	458.067	563.637	691.673
		Milho	20.805	30.770	38.247	47.362	58.452	71.924	88.262
		Total Exportação	183.845	271.905	337.976	418.518	516.519	635.561	779.935
Importação	Brasília	Fertilizantes	31.651	46.159	56.794	69.499	84.981	103.729	126.211
		Defensivos	3.317	4.862	6.021	7.409	9.117	11.188	13.681
		Total Importação	34.968	51.020	62.814	76.907	94.098	114.917	139.892

Alternativa 2 – Diretriz Descoberto

Quadro 33: (Tabela B.03) - Receita Operacional Prevista por Fluxo POD (R\$ x 10³) - Cenário Tendencial

Sentido	Origem/ Destino	Produto	Horizonte						
			2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045
Exportação	Brasília	Soja	84.584	125.100	155.498	192.554	237.643	292.412	358.837
		Milho	16.907	25.006	31.082	38.489	47.502	58.450	71.727
		Total Exp.	101.492	150.106	186.580	231.044	285.145	350.862	430.564
Importação	Brasília	Fertilizantes	10.357	15.060	18.516	22.639	27.667	33.750	41.041
		Defensivos	1.660	2.475	3.072	3.792	4.672	5.744	7.036
		Total Imp.	12.017	17.534	21.587	26.431	32.339	39.494	48.077

Alternativa 3 – Diretriz Corumbá

Quadro 34: (Tabela B.03) - Receita Operacional Prevista por Fluxo POD (R\$ x 10³) - Cenário Tendencial

Sentido	Origem/ Destino	Produto	Horizonte						
			2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045
Exportação	Brasília	Soja	157.723	233.271	289.954	359.052	443.128	545.255	669.116
		Milho	31.527	46.628	57.959	71.771	88.576	108.991	133.749
		Total Exp.	189.250	279.899	347.913	430.823	531.704	654.246	802.864
Importação	Brasília	Fertilizantes	30.995	45.068	55.411	67.751	82.797	101.003	122.822
		Defensivos	4.969	7.406	9.193	11.348	13.983	17.189	21.057
		Total Imp.	35.964	52.474	64.604	79.099	96.780	118.192	143.879

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.

Quadro 35: (Tabela D.16) - Tarifas de Transporte (Produto Médio Adotado, em R\$/TKU)

Tramo 1 – Brasília a Anápolis	
Alternativa	R\$ / Mil TKU
1. Porto Seco	43,32
2. Corumbá	43,24
3. Descoberto	40,46

2.3.3.1.3.6 Estimativa da Receita Total e em Tráfego Mútuo por fluxo 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.

Alternativa 1 – Diretriz Porto Seco

Quadro 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	Brasília	Soja	141.934	209.920	260.929	323.110	398.770	490.674	602.135
		Milho	0	0	0	0	0	0	0
		Total	141.934	209.920	260.929	323.110	398.770	490.674	602.135
Importação	Brasília	Fertilizantes	27.917	40.592	49.908	61.023	74.574	90.972	110.624
		Defensivos	4.475	6.671	8.280	10.221	12.594	15.482	18.966
		Total	32.392	47.263	58.188	71.243	87.168	106.454	129.590

Alternativa 2 – Diretriz Descoberto

Quadro 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	Brasília	Soja	75.552	111.741	138.893	171.992	212.266	261.187	320.518
		Milho	15.102	22.336	27.763	34.379	42.430	52.208	64.068
		Total	90.654	134.077	166.656	206.372	254.696	313.395	384.586
Importação	Brasília	Fertilizantes	9.251	13.451	16.538	20.222	24.712	30.146	36.658
		Defensivos	1.483	2.210	2.744	3.387	4.173	5.130	6.285
		Total	10.734	15.662	19.282	23.608	28.886	35.276	42.943

Alternativa 3 – Diretriz Corumbá

Quadro 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	Brasília	Soja	141.352	209.059	259.859	321.785	397.134	488.662	599.666
		Milho	28.255	41.789	51.943	64.321	79.383	97.678	119.867
		Total	169.607	250.847	311.802	386.106	476.517	586.340	719.533
Importação	Brasília	Fertilizantes	27.778	40.391	49.660	60.719	74.203	90.520	110.074
		Defensivos	4.453	6.637	8.239	10.170	12.531	15.405	18.871
		Total	32.231	47.028	57.899	70.889	86.735	105.925	128.946

2.3.4 Estudos Operacionais

2.3.4.1 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%;
- Entrelaço nos desvios de cruzamento: 4,25 m;
- Carga Máxima por Eixo: 32,5 toneladas.

Obs: mais especificamente, segundo orientação da VALEC, o raio mínimo adotado para a alternativa 1 foi de 500m, permanecendo todas as outras alternativas com raio mínimo de 343,8m.

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, 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.

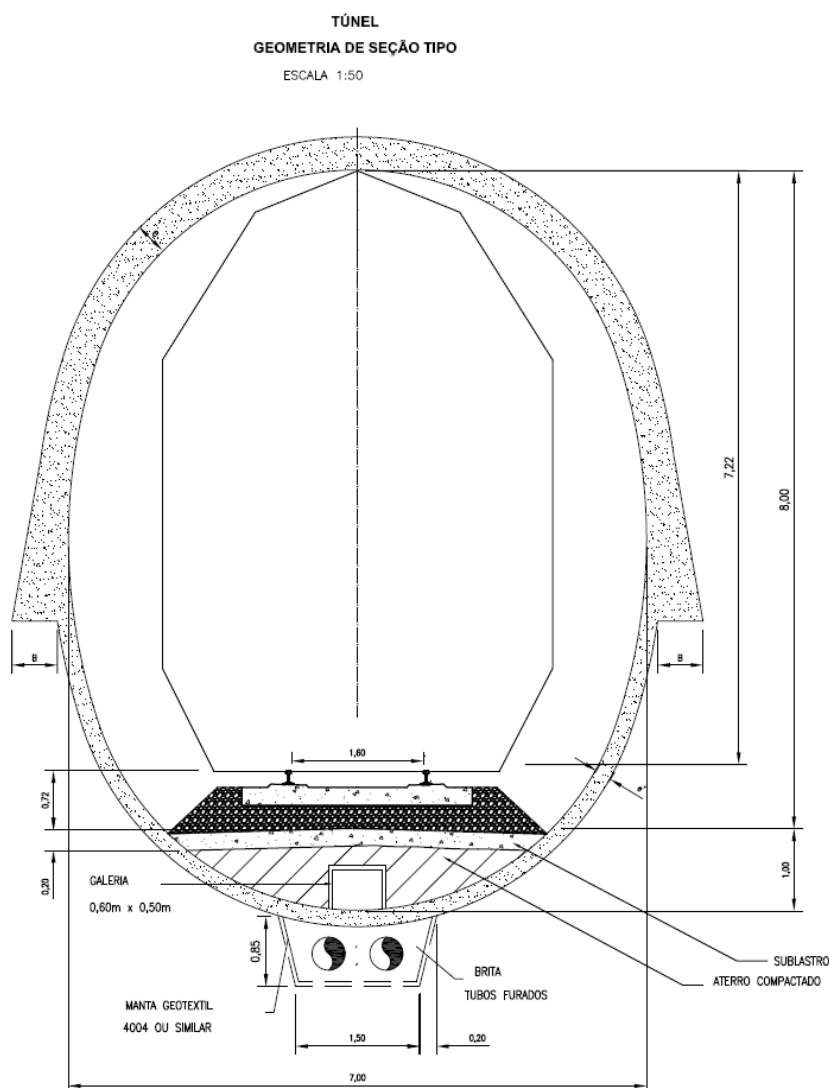


Figura 1: Túnel - Geometria da Seção-Tipo

2.3.4.1.1 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, que apresentam maior controle de aderência e são menos poluentes. Essas locomotivas, aproximadamente US\$ 1 milhão mais caras que as de corrente contínua e mesma potência instalada, 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 a fabricação de locomotivas diesel-elétricas e elétricas em sua planta, em Araraquara, SP.

Existe aqui também um importante mercado de locomotivas usadas, cuja importação foi autorizada há menos de 10 anos e com 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 de minério de ferro da Vale e da MRS Logística.



Locomotiva GE C44-9WM da
Ferro Norte, (atualmente ALL
Malha Norte)
Potência: 4.390 HP.



Locomotiva GE C44-9WM
da MRS Logística



Locomotivas GE C36-7 da Ferrovia de
Carajás.
Bitola: 1,60 m
Potência Instalada: 3.950 HP

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 venha 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 no quadro a seguir

Quadro 39: (Tabela C.01) – Vantagens e Desvantagens dos Tipos de Tração Estudados

Tipo de Tração	Vantagens	Desvantagens
Locomotivas Elétricas	1 <i>Mais econômicas</i> 2 <i>Menos poluentes.</i> 3 <i>Maior eficiência energética.</i> 4 <i>Maiores taxas de aceleração.</i> 5 <i>Maior aderência</i>	6 <i>Muito mais caras.</i> 7 <i>Investimentos elevados na rede elétrica.</i> 8 <i>Manutenção mais especializada.</i> 9 <i>Uso restrito a linhas eletrificadas.</i> 10 <i>Economicamente inviáveis em rotas com baixa densidade de tráfego.</i> 11 <i>Risco de vandalismo e furtos da rede elétrica.</i>
Locomotivas Diesel Elétricas	12 <i>Mais baratas.</i> 13 <i>Viáveis mesmo em linhas com baixa densidade de tráfego.</i> 14 <i>Maior facilidade de manutenção.</i> 15 <i>Possibilidade de sua utilização em outras via férreas.</i> 16 <i>Maior quantidade de fornecedores e de serviços de manutenção.</i> 17 <i>Domínio nos trens cargueiros no Brasil.</i>	18 <i>Mais poluentes.</i> 19 <i>Menor eficiência energética.</i> 20 <i>Menores taxas de aceleração.</i> 21 <i>Menor coeficiente de aderência.</i>
Diesel hidráulica	22 <i>Nenhuma aqui no Brasil em relação às diesel-elétricas</i>	23 <i>Tecnologia pouco utilizada no exterior e praticamente desconhecida no mercado brasileiro</i>
<i>Tração escolhida para operar na via:</i>		<i>Locomotivas Diesel Elétricas C36-7</i>

Quadro 40: (Tabela C.02) - Tipos de Locomotivas a Operar na Ferrovia

Tipo de Locomotiva	Fabricante	Potência Instalada (HP)	Peso (*) Aderente (t)	Dimensões (m)			V _{mínimo} Regime Contínuo (km/h)	Esforço de Tração Máximo (kgf) na Velocidade Mínima	
				Comprimento	Largura	Altura		Esforço de 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 32,5t, (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 truques, rodas, engates e aparelho de choque e tração, etc.

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.

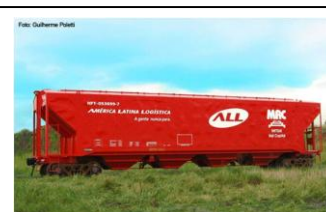
A Usimec recentemente retornou a esse mercado, atuando no fornecimento de vagões p/ minério. Sua fábrica se localiza em Santana do Paraíso-MG e pertence á Usiminas Mecânica, importante fornecedora de produtos de caldeiraria e fundição.

A Santa Fé é empresa controlada pela ALL e mais voltada ao fornecimento para essa 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 e a Comefer.



Vagão Hopper Car (HFT) para granéis agrícolas

Peso bruto máximo: 120.000 kg

Tara: 26.100 kg

Capacidade de carga: 93.900 kg

Capacidade volumétrica: 149 m³



Vagão Hopper Car para granéis agrícolas.

Peso bruto máximo: 120.000 kg

Capacidade volumétrica: 149 m³

Esses vagões foram arrendados pela Ferroleasing p/ a Ceagro (Los Grobos) operar na FNS



Frota de vagões da usados remanufaturados e transformados em vagões graneleiros.

Quadro 41: (Tabela C.04) - Tipos de vagões a operar na ferrovia

Tipo de Vagão	Produto	Peso Máximo Admissível	Lotação		Vol. (m ³)	Tara	Peso Bruto Efetivo	Comprimento 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

2.3.4.1.2 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).

As localizações dos pátios das alternativas estudadas deste Segmento se encontram ilustradas 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.

Alternativa 1 – Diretriz Porto Seco

Quadro 42: Perfil Altimétrico da Via e Localização dos Pátios de Cruzamento

Posição (metros)	Altimetria (metros)	Inclinação %	Pátios e Terminais
0	726	-0,102	Terminal
2.200	724	0,980	
4.900	750	-0,535	Terminal
6.900	740	0,990	
9.500	765	0,553	
10.900	773	-0,726	
12.000	765	0,999	
14.400	789	-1,173	
16.000	770	-0,263	
17.200	767	-0,779	
19.100	752	0,750	
20.900	766	0,111	
23.000	768	0,177	Pátio 1
25.000	772	0,990	
26.800	789	0,409	
29.300	800	0,999	
34.000	847	-0,495	
36.400	835	0,350	

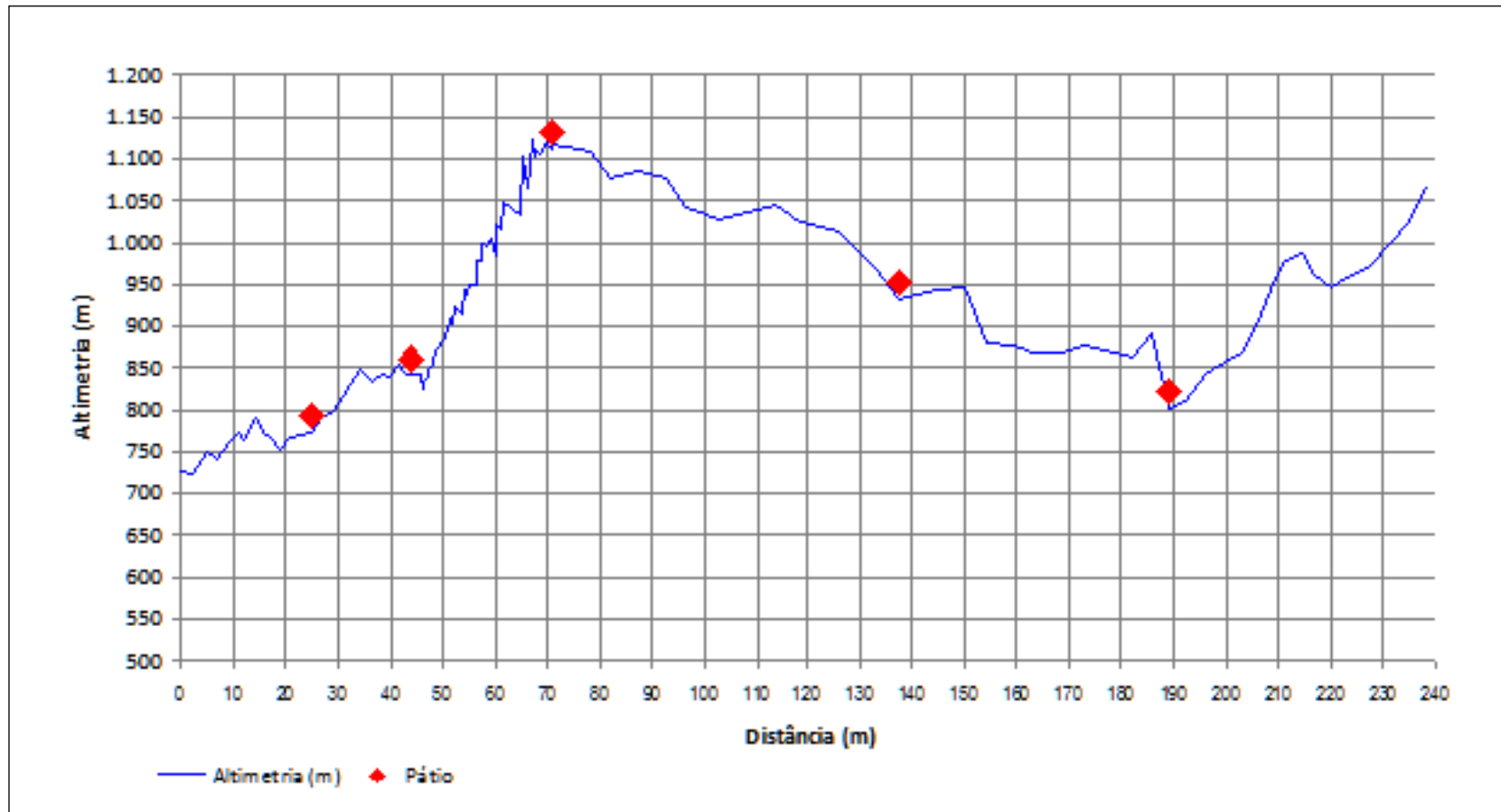
Posição (metros)	Altimetria (metros)	Inclinação %	Pátios e Terminais
38.400	842	-0,158	
39.800	840	0,948	
41.400	855	-1,000	
42.800	841	0,000	
43.760	841	0,000	
45.840	841	-0,769	
46.046	825	0,306	
46.350	832	0,232	
46.960	838	0,313	
47.423	848	0,137	
47.885	853	0,097	
48.305	857	0,308	
48.727	871	0,121	
49.471	877	0,088	
49.950	882	0,032	
50.483	884	0,178	
50.980	896	0,111	
51.224	904	0,054	
51.574	908	-0,064	
51.987	903	0,255	
52.369	924	-0,105	
53.921	915	0,285	
54.139	944	-0,058	
54.409	938	0,094	
54.907	948	0,000	
56.350	948	0,246	
56.640	979	-0,008	
57.228	978	0,156	
57.523	999	-0,029	
58.513	995	0,068	
59.294	1.005	-0,129	
60.068	985	0,233	
60.261	1.023	-0,042	
61.051	1.016	0,179	
61.534	1.047	-0,084	
64.826	1.032	0,337	
65.172	1.103	-0,173	
65.962	1.066	0,117	
66.752	1.092	0,130	
67.299	1.122	-0,081	
67.479	1.103	0,034	
67.699	1.111	-0,025	
68.404	1.105	0,065	
69.804	1.121	-0,015	
70.034	1.117	-0,015	
70.609	1.113	0,015	
70.609	1.117	0,000	
78.109	1.110	0,171	
82.109	1.078	-0,186	
87.309	1.085	-0,672	
92.609	1.077	-0,299	
96.209	1.042	0,485	
102.709	1.027	-0,297	

Pátio 2

Pátio 3

Posição (metros)	Altimetria (metros)	Inclinação %	Pátios e Terminais
113.509	1.044	-0,100	
118.809	1.025	-0,847	
126.209	1.014	-0,514	
132.809	969	0,185	
137.609	931	0,072	Pátio 4
145.209	943	-0,865	
149.909	947	-0,111	
154.409	881	-0,153	
159.509	876	0,000	
163.109	869	0,243	
168.709	869	-0,279	
173.009	878	0,661	
182.009	862	-0,974	
185.909	890	0,186	
189.209	803	0,977	Pátio 5
192.409	810	0,429	
196.109	842	0,290	
199.809	856	0,871	
202.909	867	1,400	
205.809	899	1,281	
208.409	942	0,310	
211.209	979	-0,999	
214.509	988	-0,357	
217.009	960	0,423	
220.009	948	0,403	
223.109	958	1,012	
227.209	970	0,534	
231.509	1.002	1,028	
234.809	1.024	0,841	
238.278	1.068	0,281	Pátio Brasília

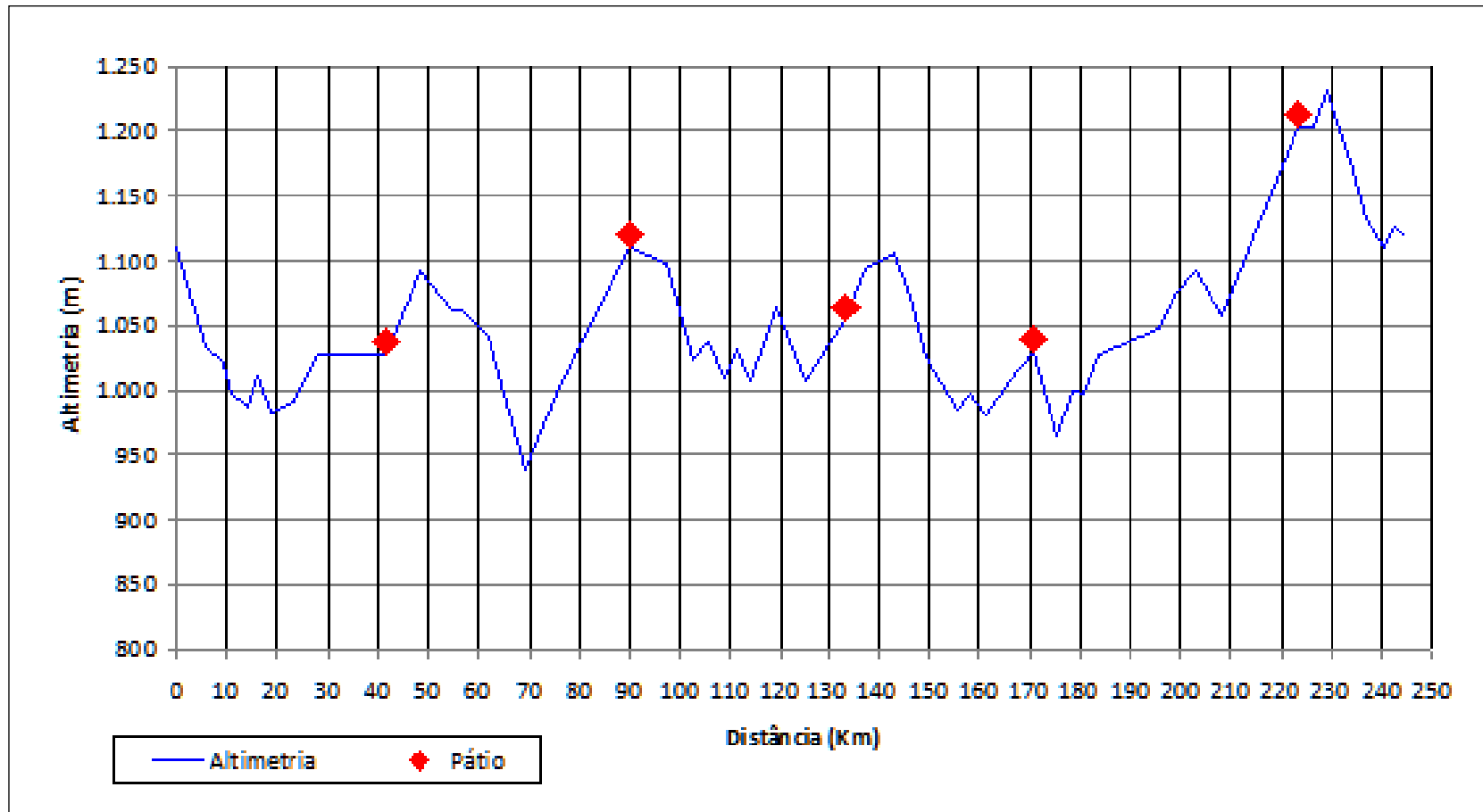
Figura 2: Perfil Altimétrico da Via e Localização dos Pátios de Cruzamento – Alternativa 1 – Diretriz Porto Seco



Alternativa 2 – Diretriz Descoberto**Quadro 43: Perfil Altimétrico da Via e Localização dos Pátios de Cruzamento**

Posição (metros)	Altimetria (metros)	Inclinação %	Pátios e Terminais
0	1.110	-1,400	
5.500	1.033	-0,310	
9.400	1.021	-1,417	
11.110	997	-0,329	
13.942	987	0,998	
16.246	1.010	-1,032	
18.850	984	0,152	
23.430	991	0,801	
28.065	1.028	0,000	Pátio 1
41.660	1.028	0,943	
48.500	1.092	-0,518	
54.350	1.062	0,000	
56.850	1.062	-0,383	
62.150	1.042	-1,450	
69.300	938	0,953	
75.600	998	0,774	Pátio 2
90.000	1.109	-0,151	
97.400	1.098	-1,445	
102.600	1.023	0,430	
105.800	1.037	-0,938	
108.800	1.009	0,947	
111.300	1.032	-0,974	
113.800	1.008	0,999	
119.400	1.064	-0,928	
125.500	1.007	0,575	Pátio 3
133.500	1.053	1,000	
137.600	1.094	0,214	
143.100	1.106	-1,100	
146.300	1.071	-1,440	
149.400	1.026	-0,677	
155.400	986	0,434	
158.200	998	-0,550	
161.400	980	0,616	
165.800	1.007	0,438	Pátio 4
170.700	1.029	-1,440	
175.200	964	1,000	
178.800	1.000	-0,181	
180.800	996	1,000	
184.000	1.028	0,170	
195.700	1.048	0,698	
199.600	1.076	0,477	
203.200	1.093	-0,703	
208.300	1.057	0,979	Pátio 5
223.300	1.204	0,000	
226.600	1.204	0,992	
229.300	1.231	-1,152	
233.900	1.178	-1,450	
237.000	1.133	-0,661	
240.400	1.110	0,769	
242.600	1.127	-0,404	
244.600	1.119	-0,178	Pátio Brasília

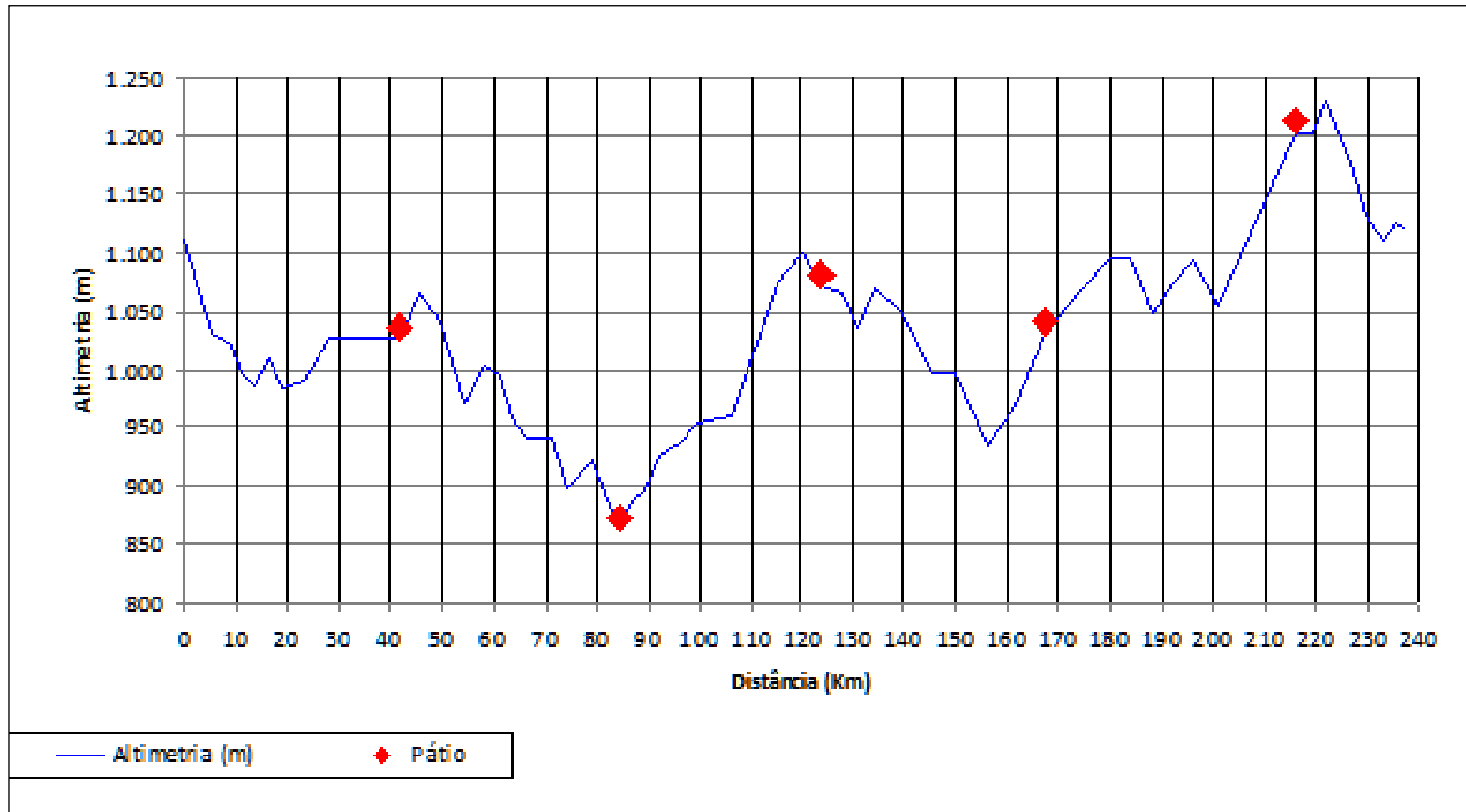
Figura 3: Perfil Altimétrico da Via e Localização dos Pátios de Cruzamento - Alternativa 2 – Diretriz Descoberto



Alternativa 3 – Diretriz Corumbá**Quadro 44: Perfil Altimétrico da Via e Localização dos Pátios de Cruzamento**

Posição (metros)	Altimetria (metros)	Inclinação %	Pátios e Terminais
0	1.110	-1,400	
5.500	1.033	-0,310	
9.389	1.021	-1,404	
11.109	997	-0,329	
13.942	987	0,998	
16.246	1.010	-1,031	
18.853	984	0,152	
23.428	991	0,801	
28.065	1.028	0,000	Pátio 1
41.657	1.028	1,000	
45.425	1.065	-0,575	
49.548	1.042	-1,420	
54.416	972	0,782	
58.303	1.003	-0,256	
61.048	996	-1,450	
63.722	957	-0,603	
66.603	940	0,000	
71.342	940	-1,400	
74.322	898	0,507	
78.932	921	-1,072	Pátio 2
84.528	861	0,997	
87.023	886	0,401	
89.301	895	1,000	
92.292	925	0,295	
95.964	936	0,428	
99.559	952	0,518	
106.200	959	1,002	
114.899	1.073	0,505	
120.431	1.101	-0,801	Pátio 3
124.061	1.072	-0,155	
128.080	1.066	-1,005	
130.992	1.036	1,000	
134.444	1.071	-0,358	
140.171	1.050	-1,019	
145.397	997	0,000	
149.869	997	-0,966	
156.500	933	0,730	
161.555	970	1,000	Pátio 4
167.785	1.032	0,590	
174.098	1.070	0,441	
179.975	1.096	0,000	
184.000	1.096	-1,061	
188.449	1.048	0,702	
192.328	1.076	0,480	
195.907	1.093	-0,704	
201.000	1.057	0,979	Pátio 5
216.000	1.204	0,000	
219.294	1.204	1,000	
221.974	1.231	-1,145	
226.600	1.178	-1,450	
229.700	1.133	-0,661	
233.100	1.110	0,750	
235.355	1.127	-0,419	
237.286	1.119	0,059	Pátio Brasília

Figura 4: Perfil Altimétrico da Via e Localização dos Pátios de Cruzamento – Alternativa 3 – Diretriz Corumbá



2.3.5 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 (no sentido de 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”.

O quadro a seguir mostra que inicialmente circulará pouco menos que um trem por dia (intervalo de 27 horas), evoluindo para 3,8 trens por dia em 2045.

Quadro 45: Par de Trens Diários

Descrição	Exportação	Importação	Total	Exportação	Importação	Total
Origem	Brasília			Brasília		
Destino	Porto de Ilhéus		Porto de Ilhéus			
Ano	2015		2045			
No. de Vagões Cheios	50	6	50	50	6	50
No. de Vagões Vazios	0	44		0	44	
TU/ano	1.426.580	249.448	1.676.028	6.052.054	1.005.020	7.057.074
Peso Líquido (t)	4.538	566	4.538	4.538	566	4.538
Peso Vazio (t)	0	1.280	1.280	0	1.280	1.280
Peso Bruto (t)	6.000	2.028	6.000	6.000	2.028	6.000
No. Trens / dia	0,887	0,887	0,887	3,76	3,764	3,764
No. Trens / Ano	308	308	308	1.307	1.307	1.307

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).

2.3.5.1 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 estudadas.

Alternativa 1 – Diretriz Porto Seco

Quadro 46: Características do Trem Ótimo – Alternativa 1

Tipo de Trem	Sentido	Quantidade		Tonelagem		Comprimento (m)	
		Locomotivas	Vagões	Útil	Bruta	Trem	Desvio
Milho+Soja	Exportação	1	50	4.538	6.000	908	2.000
Fertilizantes+Defensivos	Importação	1	6	566	2.028	908	2.000

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

Alternativa 2 – Diretriz Descoberto

Quadro 47: Características do Trem Ótimo – Alternativa 2

Tipo de Trem	Sentido	Quantidade		Tonelagem		Comprimento (m)	
		Locomotivas	Vagões	Útil	Bruta	Trem	Desvio
Milho+Soja	Exportação	1	50	4.538	6.000	908	2.000
Fertilizantes+Defensivos	Importação	1	10	908	2.370	908	2.000

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

Alternativa 3 – Diretriz Corumbá

Quadro 48: Características do Trem Ótimo – Alternativa 3

Tipo de Trem	Sentido	Quantidade		Tonelagem		Comprimento (m)	
		Locomotivas	Vagões	Útil	Bruta	Trem	Desvio
Milho+Soja	Exportação	1	50	4.538	6.000	908	2.000
Fertilizantes+Defensivos	Importação	1	6	566	2.028	908	2.000

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

2.3.6 Sistemas de Licenciamento de Trens, Sinal., Telecom., Energia e CCO

2.3.6.1 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 conseqüência, 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.

2.3.6.1.1 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.

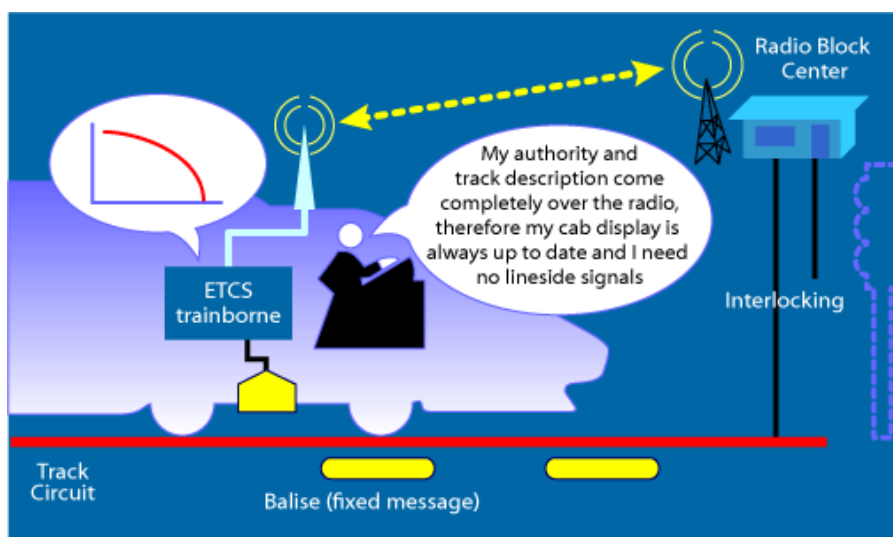


Figura 5: Sistema de Sinalização ERTMS

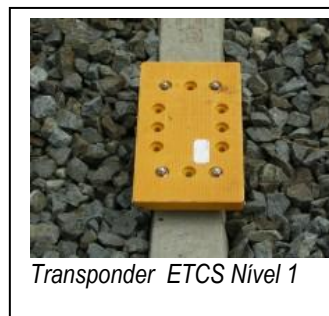
Outros objetivos desse sistema são:

- 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 com 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 e o 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.

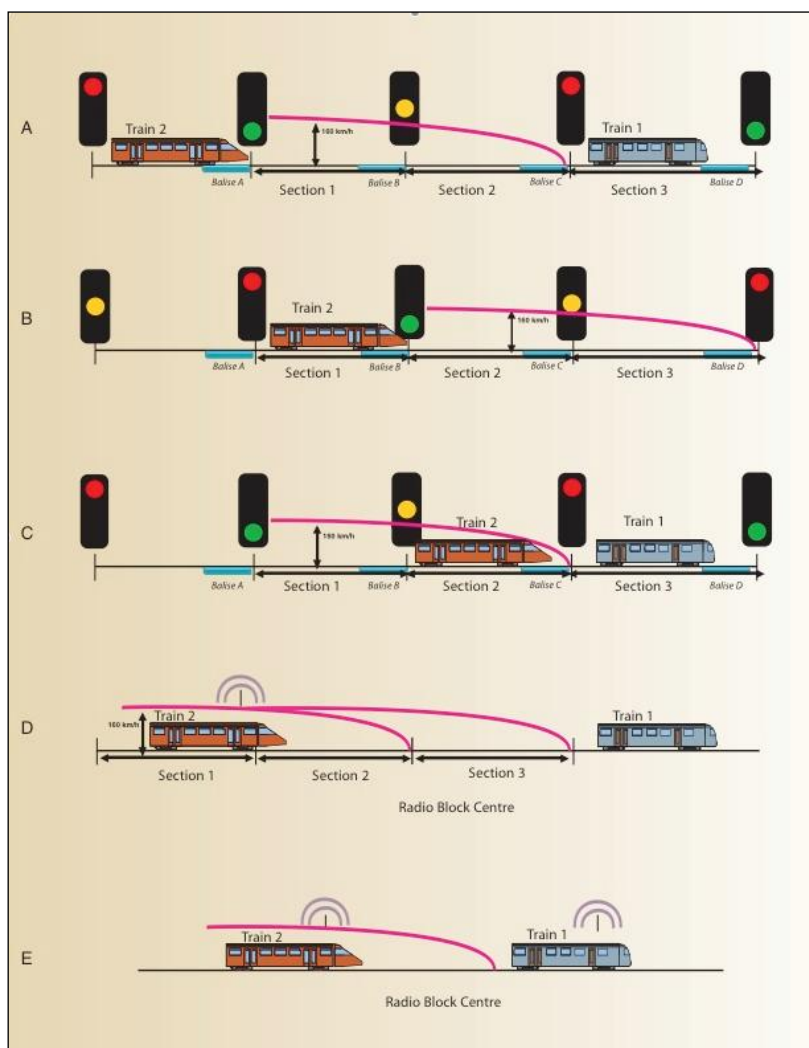


Figura 6: Sistema de Transmissão RBC

Todas as informações podem ser transmitidas por rádio (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 rádio (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.

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 freqüências para o seu funcionamento. Estudos preliminares indicam que ainda há possibilidade de alocar freqüências 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 aqui deverá ser maior na implantação de trens regionais de passageiros e, eventualmente no TAV, nesse caso, seria o ETCS Nível 3.

2.3.6.1.2 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 analógicos. Algumas com sistemas convencionais de transmissão móvel de dados, cujo projeto e mesmo tecnologia remontam a 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.

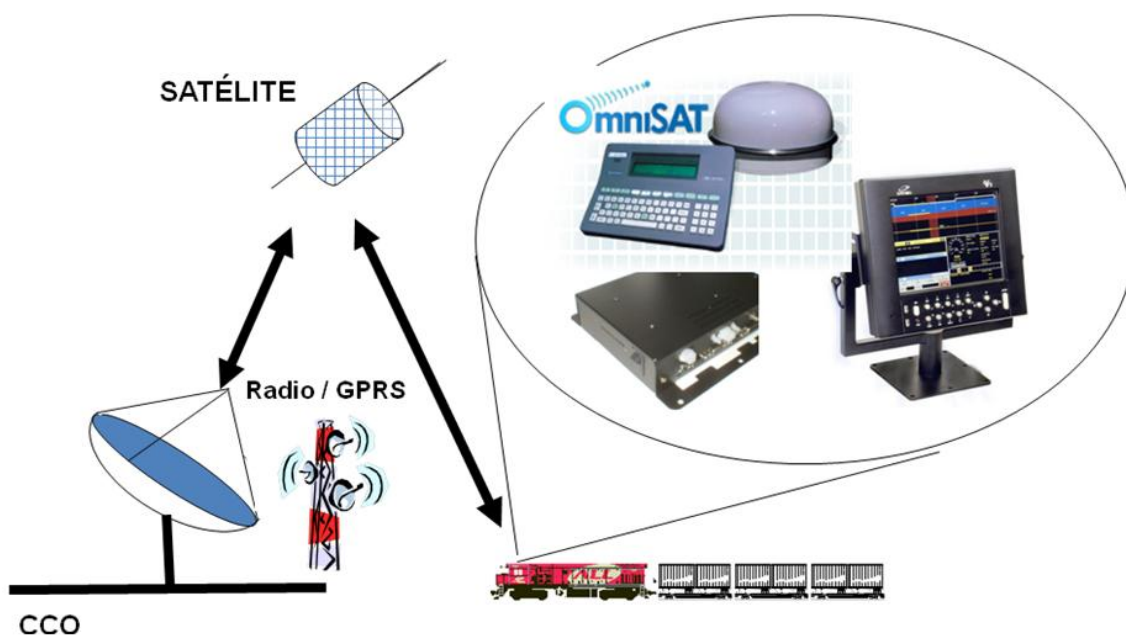


Figura 7: Sistema de Sinalização baseado na Comunicação de Satélite

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.

2.3.6.1.3 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 que os trens 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.

2.3.6.1.4 Características Básicas do CCO e Tipo de Controle

O Despacho de Trens deverá permitir uma operação centralizada do despacho e rastreamento de trens em todo o trecho ferroviário sob o controle do CCO. Deverá 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 e aos de Manutenção distribuídos ao longo da ferrovia.



Figura 8: Centro de Controle Operacional

2.3.6.1.5 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 Trafego 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 interligarão 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 e na via principal deverão 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.

2.3.6.1.6 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.

2.3.6.1.7 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 Cruzamentos e Pátios de Manutenção.

2.3.6.1.8 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.

2.3.6.1.9 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).

2.3.6.1.10 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 aqui 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 aqui apresentados.

Alternativa de Implantação do ATC Com Rádio Digital

Quadro 49: 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
<u>Equipamento Bordo (7 locos)</u>	<u>730.800</u>
Subtotal	R\$ 16.390.800
<u>Proj. Executivo/Transp./Instal./Testes, etc. (10%)</u>	<u>1.639.080</u>
Total Geral	R\$ 18.029.880

Quadro 50: 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
<u>Equipamento Bordo (7 locos)</u>	<u>730.800</u>
Subtotal	R\$ 13.780.800
<u>Proj. Executivo/Transp./Instal./Testes, etc. (10%)</u>	<u>1.378.080</u>
Total Geral	R\$ 15.158.880

Alternativa de Implantação do ATC com Fibra Óptica.

Quadro 51: 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 Cabo de Fibra Óptica

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

Quadro 52: 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
<u>Equipamento Bordo (7 locos)</u>	<u>730.800</u>
Subtotal	R\$ 12.127.800
<u>Proj. Executivo/Transp./Instal./Testes, etc. (10%)</u>	<u>1.212.780</u>
Total Geral	R\$ 13.340.580

Quadro 53: Comparativo de Custos – sistema de Sinalização e Telecomunicações

Item	Fases de Implantação	Alternativas	Custo Previsto
a.1.	Única	Rádio Digital	R\$ 18.029.880
a.2.	CCO + 3 Pátios	Rádio Digital	R\$ 15.158.880
b.1.	Única	Fibra Óptica	R\$ 18.604.080
b.2.	CCO + 3 Pátios	Fibra Óptica	R\$ 13.340.580

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 apresentada anteriormente no Quadro 52, b.2.

Em função do exposto acima, sugerimos a adoção dessa alternativa por ser a que apresenta o menor investimento inicial para a ferrovia após a implantação do Sistema e apresentará menores custos de manutenção e maior confiabilidade do Sistema, além de oferecer maior imunidade a 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.

2.3.6.1.11 Cálculo dos Tempos e Consumos no Segmento - Trecho Brasília à 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 em item adiante.

Como esses tempos e consumos variam entre as alternativas estudadas, os quadros a seguir apresentam os resultados para todas elas, 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.

Alternativa 1 – Diretriz Porto Seco

Quadro 54: Análise da Capacidade da Via – Alternativa 1 no Trecho Brasília - Anápolis

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)	Distância Entre Estações	Velocidade Up (km/h)	Velocidade Down (km/h)
			(A)	(B)	(D)	(I)	(J)					
1	Brasília	Pátio 1	71,48	1,6	71,48	72,71	20,0	287,0	42,2	44,2	40,11	41,78
2	Pátio 1	Pátio 2	71,48	1,6	71,48	72,83	18,3	287,0	42,2	44,2	40,11	43,30
3	Pátio 2	Pátio 3	62,81	1,6	62,81	63,85	20,8	153,8	111,6	37,5	38,45	50,23
4	Pátio 3	Anápolis	61,73	1,6	61,73	62,64	23,2	117,0	128,9	38,3	42,44	58,09
Total			267,50			272,03		844,8	324,9	164,1		

Alternativa 2 – Diretriz Descoberto

Quadro 55: Análise da Capacidade da Via – Alternativa 2 no Trecho Brasília - Anápolis

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)	(H)	(J)					
1	Brasília	Pátio 1	79,20	1,600	79,20	80,73	18,0	318,0	46,8	48,9	40,11	41,78
2	Pátio 1	Pátio 2	90,30	1,600	90,30	92,31	15,8	566,0	97,7	49,9	32,42	43,30
3	Pátio 2	Pátio 3	82,14	1,600	82,14	83,79	17,4	267,5	151,0	49,6	40,64	50,23
4	Pátio 3	Pátio 4	81,34	1,600	81,34	82,96	17,5	193,1	158,8	50,7	41,37	59,51
5	Pátio 4	Anápolis	78,00	1,600	78,00	79,48	18,3	279,0	63,0	47,6	36,62	58,09
Total			410,98			419,27		1.623,5	517,2	246,8		

Alternativa 3 – Diretriz Corumbá

Quadro 56: Análise da Capacidade da Via – Alternativa 3 no Trecho Brasília - Anápolis

No. Bloco	Estacao de Origem	Estacao 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)	(H)	(J)					
1	Brasília	Pátio 1	79,20	1,6	79,20	80,73	18,0	318,0	46,8	48,9	40,11	41,78
2	Pátio 1	Pátio 2	79,20	1,6	79,20	80,73	18,0	318,0	46,8	48,9	40,11	43,30
3	Pátio 2	Pátio 3	81,90	1,6	81,90	83,54	17,4	240,8	88,2	47,4	35,02	50,23
4	Pátio 3	Pátio 4	63,75	1,6	63,75	64,72	22,4	159,0	57,0	46,2	45,06	59,51
5	Pátio 4	Anápolis	78,00	1,6	78,00	79,48	18,3	279,0	63,0	47,6	36,62	58,09
Total			382,05			389,20		1.314,8	301,8	239,0		

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 a demanda.

2.3.6.1.11.1 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.

Alternativa 1 – Diretriz Porto Seco

Quadro 57: Tempos de Circulação, Manobras nos Terminais, Abastecimento, Troca de Equipagem, Teste de Freios e Formação de Trens – Alternativa 1 - Trecho Brasília / Anápolis

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
Brasília - Anápolis	4,5	2,5	5,0	3,0	5,3	0,5	0,0	0,4
Anápolis - Ouro Verde	1,7	0,0	0,0	0,0	2,4	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	3,0	10,4	3,5	0,0	0,4
Total em Horas	86,5	6,5	5,0	6,1	87,0	6,5	0,0	0,8
Total em Dias	3,6	0,3	0,2	0,3	3,6	0,3	0,0	0,0

Alternativa 2 – Diretriz Descoberto

Quadro 58: Tempos de Circulação, Manobra nos Terminais, Abastecimento, Troca de Equipagem, Teste de Freios e Formação de Trens – Alternativa 2 - Trecho Brasília - Anápolis

	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
Brasília - Anápolis	7,1	2,5	5,0	3,0	7,8	0,5	0,0	0,6
Anápolis - Ouro Verde	1,7	0,0	0,0	0,0	2,4	0,5	0,0	0,0
Santa Helena - Ouro Verde	6,4	0,5	0,0	0,0	6,0	0,5	0,0	0,0
Ouro Verde - Uruaçu	9,0	0,0	0,0	0,0	8,5	0,0	0,0	0,0
Uruaçu - Gurupi	3,5	0,5	0,0	0,0	3,6	0,0	0,0	0,0
Gurupi - Palmas	11,9	0,3	0,0	0,0	11,9	0,0	0,0	0,0
Palmas - Colinas	11,6	1,0	0,0	0,0	11,6	0,8	0,0	0,0
Colinas - Porto Franco	11,0	0,8	0,0	0,0	11,0	0,8	0,0	0,0
Porto Franco - Açailândia	16,5	0,5	0,0	0,0	16,5	0,0	0,0	0,0
Açailândia - Santa Inês	10,4	0,5	0,0	3,0	10,4	3,5	0,0	0,6
Santa Inês - São Luís	7,1	2,5	5,0	3,0	7,8	0,5	0,0	0,6
Total em Horas	89,1	6,5	5,0	6,1	89,6	6,5	0,0	1,2
Total em Dias	3,7	0,3	0,2	0,3	3,7	0,3	0,0	0,1

Alternativa 3 – Diretriz Corumbá

Quadro 59: Tempos de Circulação, Manobras nos Terminais, Abastecimento, Troca de Equipagem, Teste de Freios e Formação de Trens – Alternativa 3 - Trecho Brasília - Anápolis

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 de Help	Teste de Freios / Formação de Trem	Carga / Descarga Terminal
Brasília - Anápolis	6,7	2,5	5,0	3,0	7,2	0,5	0,0	0,4
Anápolis - Ouro Verde	1,7	0,0	0,0	0,0	2,4	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	3,0	10,4	3,5	0,0	0,4
Total em Horas	88,6	6,5	5,0	6,1	89,0	6,5	0,0	0,8
Total em Dias	3,7	0,3	0,2	0,3	3,7	0,3	0,0	0,0

2.3.7 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.

Alternativa 1 – Diretriz Porto Seco

Quadro 60: (Tabelas C.09 e C.10) - Demanda de Locomotivas e Vagões – Alt 1

Horizonte de Demanda	Quantidade Necessária		
	Locomotivas	Vagões	
Tipo de Vagão		Hopper	Hopper
Produto Exportação		Milho+Soja	Açúcar
Produto Importação		Fertilizantes + Defensivos	-
2015	7	370	0
2020	11	569	0
2025	14	769	0
2030	18	969	0
2035	22	1.168	0
2040	26	1.368	0
2045	29	1.568	0

Alternativa 2 – Diretriz Descoberto

Quadro 61: (Tabelas C.09 e C.10) - Demanda de Locomotivas e Vagões – Alt 2

Horizonte de Demanda	Quantidade Necessária		
	Locomotiva	Vagões	
Tipo de Vagão		Hopper	Hopper
Produto Exportação		Milho+Soja	Açúcar
Produto Importação		Fertilizantes + Defensivos	-
2015	13	711	0
2020	16	860	0
2025	19	1.010	0
2030	22	1.160	0
2035	25	1.309	0
2040	27	1.459	0
2045	30	1.609	0

Alternativa 3 – Diretriz Corumbá

Quadro 62: (Tabelas C.09 e C.10) - Demanda de Locomotivas e Vagões – Alt 3

Horizonte de Demanda	Quantidade Necessária		
	Locomotivas	Vagões	
Tipo de Vagão		Hopper	Hopper
Produto Exportação		Milho+Soja	Açúcar
Produto Importação		Fertilizantes + Defensivos	-
2015	7	377	0
2020	11	581	0
2025	15	785	0
2030	19	989	0
2035	22	1.193	0
2040	26	1.396	0
2045	30	1.600	0

2.3.8 Produção e Produtividade do Material Rodante da Frota Comercial

Os quadros abaixo apresentam os indicadores anuais de dimensão e produtividade operacional, considerando toda a rota Brasília porto de Ilhéus.

Alternativa 1 – Diretriz Porto Seco

Quadro 63: Indicadores Anuais de Dimensão e Produtividade Operacional para os Anos 2015 e 2045. (Rota Brasília – Anápolis – Porto de Ilhéus)

Descrição	Unidades	Ano Base	Ano Meta	Taxa Cresc. (% a.a.)	Incremento Anual
		2015	2045		
		Brasília	Brasília		
		Porto de Ilhéus	Porto de Ilhéus		
Receita Anual de Frete Exportação	Mil R\$	183.907	848.473	5,2%	22.152
Receita Anual de Frete Importação	Mil R\$	34.981	152.191	5,0%	3.907
Receita Anual de Terminal	Mil R\$	0	0	0,0%	0
No. Trens / dia		0,89	3,76	4,9%	0,10
Frota de Trens		7,33	31,09	4,9%	0,79
Frota de Locomotivas		6,95	29,48	4,9%	0,75
Frota de Vagões	Hopper / Milho+Soja	369,63	1.567,75	4,9%	39,94
	Hopper / Açúcar	0,00	0,00	0,0%	0,00
Toneladas Úteis Rebocadas	Ton.	1.571.309	6.623.941	4,9%	168.421
Toneladas Brutas Rebocadas	Ton.	2.472.583	10.450.291	4,9%	265.924
tk. Úteis Rebocadas	1000 Tku	3.502.285	14.768.100	4,9%	375.527
tk. Brutas Rebocadas	1000 Tkb	5.509.140	23.284.201	4,9%	592.502
Extensão da Via Utilizada pelo Trem	Trem-km	1.372.504	5.824.230	4,9%	148.391
Percurso Anual das Locomotivas	Loco-km	1.372.504	5.824.230	4,9%	148.391
Percurso Anual dos Vagões	Vagão -km	69.201.887	293.658.657	4,9%	7.481.892
Tempo de Utilização Locomotivas	Loco-Dia	2.413	10.238	4,9%	261
Tempo de Utilização Vagões	Vagão-Dia	128.307	544.354	4,9%	13.868
Equipes de Tripulação	Equipes	53,37	226	4,9%	5,8
Consumo de Combustível	Litros	14.011.362	59.128.539	4,9%	1.503.906
No. de Pátios Utilizados pelo Trem	Trem-Est.	40.656	172.524	4,9%	4.396
Capacidade Instalada Terminal	Ton.	1.571.309	6.623.941	4,9%	168.421
Movimentação Terminal	Ton.	1.571.309	6.623.941	4,9%	168.421
Viagens de Trem / ano	Viagens / ano	308,00	1.307	4,9%	33,3
Viagens de Trem - Dia	Viagens - dia	2.544,76	10.796	4,9%	275,1
Investimento em Via Própria	Mil R\$	405.797	405.797	0,0%	0
Terceiros					
tk. Úteis Rebocadas	1000 Tku	3.244.354	13.680.481	4,9%	347.871
tk. Brutas Rebocadas	1000 Tkb	5.103.411	21.569.401	4,9%	548.866
Extensão da Via Utilizada pelo Trem	Trem-km	1.271.424	5.395.296	4,9%	137.462
No. de Pátios Utilizados pelo Trem	Trem-Est.	38.192	162.068	4,9%	4.129

Alternativa 2 – Diretriz Descoberto

Quadro 64: Indicadores Anuais de Dimensão e Produtividade Operacional para os Anos 2015 e 2045. (Rota Brasília – Anápolis – Porto de Ilhéus)

Descrição	Unidade	Ano Base	Ano Meta	Tx. Cresc. (% aa)	Incremento Anua
		2015	2045		
Ano		Brasília	Brasília		
Origem		Porto de Ilhéus	Porto de Ilhéus		
Destino					
Receita Anual de Frete Exportação	Mil R\$	189.863	778.652	8,4%	19.626
Receita Anual de Frete Importação	Mil R\$	36.078	139.521	8,0%	3.448
Receita Anual de Terminal	Mil R\$	0	0	0,0%	0
No. Trens / dia		1,66	3,76	2,8%	0,07
Frota de Trens		14,10	31,91	2,8%	0,59
Frota de Locomotivas		13,35	30,30	2,8%	0,56
Frota de Vagões	Hopper / Milho+Soja Hopper / Açúcar	710,71	1.608,83	2,8%	29,94
tu Rebocadas	t	1.571.309	6.623.941	4,9%	168.421
tb Rebocadas	t	4.821.086	10.450.291	2,6%	187.640
tku Rebocadas	1000 tku	7.248.024	15.316.001	2,5%	268.933
tkb Rebocadas	1000 tkb	11.140.344	24.148.053	2,6%	433.590
Extensão da Via Utilizada pelo Trem	Trem-km	2.661.989	6.040.311	2,8%	112.611
Percurso Anual das Locomotivas	Loco-km	2.661.989	6.040.311	2,8%	112.611
Percurso Anual dos Vagões	Vagão-km	134.217.916	304.553.499	2,8%	5.677.853
Tempo de Utilização Locomotivas	Loco-Dia	4.636	10.520	2,8%	196
Tempo de Utilização Vagões	Vagão-Dia	246.788	558.617	2,8%	10.394
Equipes de Tripulação	Equip.	102,62	232	2,8%	4,3
Consumo de Combustível	Litros	30.123.626	64.290.238	2,6%	1.138.887
No. de Pátios Utilizados pelo Trem	Trem-Est.	77.184	175.138	2,8%	3.265
Capacidade Instalada Terminal	t	1.571.309	6.623.941	4,9%	168.421
Movimentação Terminal	t	1.571.309	6.623.941	4,9%	168.421
Viagens de Trem / ano	Viagens / ano	576,00	1.307	2,8%	24,4
Viagens de Trem - Dia	Viagens - dia	4.894,64	11.079	2,8%	206,2
Investimento em Via Própria	Mil R\$	610.223	610.223	0,0%	0
Terceiros					
tku Rebocadas	1000 tku	6.474.044	13.680.481	2,5%	240.215
tkb Rebocadas	1000 tkb	9.950.721	21.569.401	2,6%	387.289
Extensão da Via Utilizada pelo Trem	Trem-km	2.377.728	5.395.296	2,8%	100.586
No. de Pátios Utilizados pelo Trem	Trem-Est.	71.424	162.068	2,8%	3.021

Alternativa 3 – Diretriz Corumbá

Quadro 65: Indicadores Anuais de Dimensão e Produtividade Operacional para os Anos 2015 e 2045. (Rota Brasília – Anápolis – Porto de Ilhéus)

Descrição	Unidades	Ano Base	Ano Meta	Taxa Cresc. (% aa)	Incremento Anual
		2015	2045		
		Brasília	Brasília		
		Porto de Ilhéus	Porto de Ilhéus		
Receita Anual de Frete Exportação	Mil R\$	189.328	776.383	8,4%	19.568
Receita Anual de Frete Importação	Mil R\$	35.975	139.134	8,0%	3.439
Receita Anual de Terminal	Mil R\$	0	0	0,0%	0
No. Trens / dia		0,89	3,76	4,9%	0,10
Frota de Trens		7,48	31,74	4,9%	0,81
Frota de Locomotivas		7,10	30,13	4,9%	0,77
Frota de Vagões	Hopper / Milho+Soja	377,28	1.600,21	4,9%	40,76
	Hopper / Açúcar	0,00	0,00	0,0%	0,00
Toneladas Úteis Rebocadas	Ton.	1.571.309	6.623.941	4,9%	168.421
Toneladas Brutas Rebocadas	Ton.	2.472.583	10.450.291	4,9%	265.924
tk. Úteis Rebocadas	1000 Tku	3.620.095	15.264.867	4,9%	388.159
tk. Brutas Rebocadas	1000 Tkb	5.694.456	24.067.431	4,9%	612.433
Extensão da Via Utilizada pelo Trem	Trem-km	1.418.672	6.020.145	4,9%	153.382
Percurso Anual das Locomotivas	Loco-km	1.418.672	6.020.145	4,9%	153.382
Percurso Anual dos Vagões	Vagão -km	71.529.690	303.536.703	4,9%	7.733.567
Tempo de Utilização Locomotivas	Loco-Dia	2.465	10.461	4,9%	267
Tempo de Utilização Vagões	Vagão-Dia	130.963	555.624	4,9%	14.155
Equipes de Tripulação	Equipes.	54,47	231	4,9%	5,9
Consumo de Combustível	Litros	14.521.687	61.296.646	4,9%	1.559.165
No. de Pátios Utilizados pelo Trem	Trem-Est.	41.272	175.138	4,9%	4.462
Capacidade Instalada Terminal	Ton.	1.571.309	6.623.941	4,9%	168.421
Movimentação Terminal	Ton.	1.571.309	6.623.941	4,9%	168.421
Viagens de Trem / ano	Viagens / ano	308,00	1.307	4,9%	33,3
Viagens de Trem - Dia	Viagens - dia	2.597,43	11.020	4,9%	280,7
Investimento em Via Própria	Mil R\$	591.144	591.144	0,00%	0
Terceiros					
tk. Úteis Rebocadas	1000 Tku	3.244.354	13.680.481	4,9%	86.125
tk. Brutas Rebocadas	1000 Tkb	5.103.411	21.569.401	4,9%	135.887
Extensão da Via Utilizada pelo Trem	Trem-km	1.271.424	5.395.296	4,9%	34.033
No. de Pátios Utilizados pelo Trem	Trem-Est.	38.192	162.068	4,9%	1.931

2.3.9 Produção e Produtividade dos Vagões

Alternativa 1 – Diretriz Porto Seco

Quadro 66: (Tabela C.05) – Produção e Produtividade dos Vagões - Tipo de Vagão: Hopper – Alternativa 1

Ano		2015	2045
Produção	Mil TKU	3.502.285	14.768.100
	km	69.201.887	293.658.657
Produtividade por Vagão	Mil TKU / Vagão	9.475	9.420
	km / Vagão	187.221	187.312

Alternativa 2 – Diretriz Descoberto

Quadro 67: (Tabela C.05) – Produção e Produtividade dos Vagões - Tipo de Vagão: Hopper – Alternativa 2

Ano		2015	2045
Produção	Mil TKU	7.248.024	15.316.001
	km	134.217.916	304.553.499
Produtividade por Vagão	Mil TKU / Vagão	10.198	9.520
	km / Vagão	188.851	189.302

Alternativa 3 – Diretriz Corumbá

Quadro 68: (Tabela C.05) – Produção e Produtividade dos Vagões - Tipo de Vagão: Hopper – Alternativa 3

Ano		2015	2045
Produção	Mil TKU	3.620.095	15.264.867
	km	71.529.690	303.536.703
Produtividade por Vagão	Mil TKU / Vagão	9.595	9.539
	km / Vagão	189.594	189.686

2.3.9.1 Velocidades e Tempos de Percurso dos Trens

Alternativa 1 – Diretriz Porto Seco

Quadro 69: (Tabela C.08) – Velocidades e Tempos de Percurso dos Trens – Alternativa 1

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	
Brasília	0	Anápolis	164	164	36,5	31,2	4,5	5,3	9,8	21,2
Anápolis	164	Ouro Verde	224	60	34,9	25,4	1,7	2,4	4,1	4,6
Ouro Verde	224	Uruaçu	512	288	44,7	47,9	6,4	6,0	12,5	13,5
Uruaçu	512	Gurupi	836	324	36,0	38,3	9,0	8,5	17,5	17,5
Gurupi	836	Palmas	997	161	46,6	44,8	3,5	3,6	7,1	7,6
Palmas	997	Colinas	1.252	255	21,4	21,4	11,9	11,9	23,8	24,1
Colinas	1.252	Porto Franco	1.517	265	22,9	22,9	11,6	11,6	23,1	24,9
Porto Franco	1.517	Açailândia	1.717	200	18,1	18,1	11,0	11,0	22,1	23,6
Açailândia	1.717	Santa Inês	1.998	281	17,1	17,1	16,5	16,5	32,9	33,4
Santa Inês	1.998	São Luís	2.228	230	22,2	22,2	10,4	10,4	20,7	28,1

Alternativa 2 – Diretriz Descoberto

Quadro 70: (Tabela C.08) – Velocidades e Tempos de Percurso dos Trens – Alternativa 2

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	
Brasília	0	Anápolis	247	247	34,6	31,6	7,1	7,8	14,9	26,6
Anápolis	247	Ouro Verde	307	60	34,9	25,4	1,7	2,4	4,1	4,6
Ouro Verde	307	Uruaçu	595	288	44,7	47,9	6,4	6,0	12,5	13,5
Uruaçu	595	Gurupi	919	324	36,0	38,3	9,0	8,5	17,5	17,5
Gurupi	919	Palmas	1.080	161	46,6	44,8	3,5	3,6	7,1	7,6
Palmas	1.080	Colinas	1.335	255	21,4	21,4	11,9	11,9	23,8	24,1
Colinas	1.335	Porto Franco	1.600	265	22,9	22,9	11,6	11,6	23,1	24,9
Porto Franco	1.600	Açailândia	1.800	200	18,1	18,1	11,0	11,0	22,1	23,6
Açailândia	1.800	Santa Inês	2.081	281	17,1	17,1	16,5	16,5	32,9	33,4
Santa Inês	2.081	São Luís	2.311	230	22,2	22,2	10,4	10,4	20,7	28,4

Alternativa 3 – Diretriz Corumbá

Quadro 71: (Tabela C.08) – Velocidades e Tempos de Percurso dos Trens – Alternativa 3

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	
Brasília	0	Anápolis	239	239	35,8	33,3	6,7	7,2	13,9	25,3
Anápolis	239	Ouro Verde	299	60	34,9	25,4	1,7	2,4	4,1	4,6
Ouro Verde	299	Uruaçu	587	288	44,7	47,9	6,4	6,0	12,5	13,5
Uruaçu	587	Gurupi	911	324	36,0	38,3	9,0	8,5	17,5	17,5
Gurupi	911	Palmas	1.072	161	46,6	44,8	3,5	3,6	7,1	7,6
Palmas	1.072	Colinas	1.327	255	21,4	21,4	11,9	11,9	23,8	24,1
Colinas	1.327	Porto Franco	1.592	265	22,9	22,9	11,6	11,6	23,1	24,9
Porto Franco	1.592	Açailândia	1.792	200	18,1	18,1	11,0	11,0	22,1	23,6
Açailândia	1.792	Santa Inês	2.073	281	17,1	17,1	16,5	16,5	32,9	33,4
Santa Inês	2.073	São Luís	2.303	230	22,2	22,2	10,4	10,4	20,7	28,1

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

Alternativa 1 – Diretriz Porto Seco

Quadro 72: Resultados Operacionais no Trecho Ferroviário Brasília – Anápolis – Alternativa 1

Descrição	Unidade	Exportação	Importação	Total
Extensão da Via	km			164
Número de Pátios de Cruzamento				4
Capacidade	Trens/dia			18
Tempo de Percurso com Atraso para Cruzamento	Horas	4,5	5,3	
Tempo de Rotação	Horas	15,0	6,1	
Velocidade Média de Percurso	km/h	36,5	31,2	
Consumo de Combustível	Litros / Viagem	3.197	1.720	
	Litros / Mil TKB	3,25	5,17	
Produção	1000 TKB	303.130,6	102.451,4	405.582,1
	1000 TKU	229.258,5	28.579,2	257.837,7
Transporte de Grãos com Origem em Brasília	t/ano	1.397.142		
Transporte de Açúcar com Origem em Brasília	t/ano	0		
Transporte de Defensivos e Fertilizantes com Destino a Brasília	t/ano		174.167	

Alternativa 2 – Diretriz Descoberto

Quadro 73: Resultados Operacionais no Trecho Ferroviário Brasília – Anápolis – Alternativa 2

Descrição	Unidade	Exportação	Importação	Total
Extensão da Via	km			247
Número de Pátios de Cruzamento				5
Capacidade	Trens/dia			16
Tempo de Percurso com Atraso para Cruzamento	Horas	7,1	7,8	
Tempo de Rotação	Horas	17,7	8,9	
Velocidade Média de Percurso	km/h	34,6	31,6	
Consumo de Combustível	Litros / Viagem	6.145	3.199	
	Litros / Mil TKB	4,15	5,47	
Produção	1000 TKB	852.184,2	336.604,4	1.188.788,6
	1000 TKU	344.750,4	42.976,4	387.726,8
Transporte de Grãos com Origem em Brasília	t/ano	1.397.142		
Transporte de Açúcar com Origem em Brasília	t/ano	0		
Transporte de Defensivos e Fertilizantes com Destino a Brasília	t/ano		174.167	

Alternativa 3 – Diretriz Corumbá

Quadro 74: Resultados Operacionais no Trecho Ferroviário Brasília – Anápolis – Alternativa 3

Descrição	Unidade	Exportação	Importação	Total
Extensão da Via	km			239
Número de Pátios de Cruzamento				5
Capacidade	Trens/dia			17
Tempo de Percurso com Atraso para Cruzamento	Horas	6,7	7,2	
Tempo de Rotação	Horas	17,2	8,1	
Velocidade Média de Percurso	km/h	35,8	33,3	
Consumo de Combustível	Litros / Viagem	4.977	1.598	
	Litros / Mil TKB	3,47	3,30	
Produção	1000 TKB	441.584,8	149.245,9	590.830,7
	1000 TKU	333.971,7	41.632,7	375.604,5
Transporte de Grãos com Origem em Brasília	t/ano	1.397.142		
Transporte de Açúcar com Origem em Brasília	t/ano	0		
Transporte de Defensivos e Fertilizantes com Destino a Brasília	t/ano		174.167	

2.3.10 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.

2.3.10.1 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.

Alternativa 1 – Diretriz Porto Seco

Quadro 75: (Tabela D.03) - Investimentos em Locomotivas - Alternativa 1 - Rota Brasília – Anápolis - Porto de Ilhéus - 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	12.941	7.395	7.395	7.395	7.395	7.395	7.395

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

Quadro 76: Custo de Capital, Operação, Manutenção e Administrativo das Locos de Uso Comercial – Alternativa 1 - Rota Brasília – Anápolis - Porto de Ilhéus

Custos de Capital			
Preço Unitário			
Loco Percurso R\$		1.848.750	
Disponibilidade		95%	
Custo Total R\$		13.525.013	
Prazo de amortização		6	
Juros anuais		8,30%	
	Custo Anual R\$		1.464.116
Custos de Manutenção			
Loco-km		1.372.504	
Custo/loco-km R\$		2,9	
	Custo Anual		3.980.262
	Despesas Administrativas	10%	488.072
	Custo Total Anual R\$		5.368.793

Alternativa 2 – Diretriz Descoberto

Quadro 77: (Tabela D.03) - Investimentos em Locomotivas - Alternativa 2 - Rota Brasília – Anápolis - Porto de Ilhéus - 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	25.883	5.546	5.546	5.546	5.547	5.546	5.546

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

Quadro 78: Custo de Capital, Operação, Manutenção e Administrativo das Locos de Uso Comercial – Alternativa 2 - Rota Brasília – Anápolis - Porto de Ilhéus

Custos de Capital			
Preço Unitário			
Loco Percurso R\$		1.848.750	
Disponibilidade		95%	
Custo Total R\$		25.983.613	
Prazo de amortização		6	
Juros anuais		8,30%	
	Custo Anual R\$		2.812.790
Custos de Manutenção			
Loco - km		2.661.989	
Custo/loco - km R\$		2,90	
	Custo Anual		7.719.768
	Despesas Administrativas	10%	1.053.255
	Custo Total Anual R\$		11.585.813

Alternativa 3 – Diretriz Corumbá

Quadro 79: (Tabela D.03) - Investimentos em Locomotivas - Alternativa 3 - Rota Brasília – Anápolis - Porto de Ilhéus - 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	12.941	9.244	7.395	7.395	7.395	7.395	7.395

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

Quadro 80: Custo de Capital, Operação, Manutenção e Administrativo das Locos de Uso Comercial – Alternativa 3 - Rota Brasília – Anápolis - Porto de Ilhéus

Custos de Capital			
Preço Unitário			
Loco Percurso R\$		1.848.750	
Disponibilidade		95%	
Custo Total R\$		13.820.326	
Prazo de amortização		6	
Juros anuais		8,30%	
Custo Anual R\$			1.496.083
Custos de Manutenção			
Loco-km		1.066.996	
Custo/loco-km R\$		2,90	
Custo Anual			4.114.150
Despesas Administrativas		10%	561.023
Custo Total Anual R\$			6.171.256

2.3.10.2 Aquisição e Manutenção dos Vagões da frota Comercial

Alternativa 1 – Diretriz Porto Seco

Quadro 81: Investimentos Necessários em Vagões - por Horizonte de Demanda – Alternativa 1

Tipo de Vagão	Custo Unitário (R\$ 1000)	Investimento (R\$ 1000) por Horizonte de Demanda						
		2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045
Hopper	315	122.707	66.291	66.291	66.291	66.291	66.291	66.291

Quadro 82: Custo de Capital, Operacional, de Manutenção e Administrativo dos Vagões – Alternativa 1 - Rota Brasília – Anápolis - Porto de Ilhéus

Custo de Capital				
	Frota	Preço Unitário R\$		
Disponibilidade	95%			
Hopper / Milho+Soja	390	315.375	122.996.250	
Hopper / Açúcar	0	315.375	0	
Custo Total		R\$	122.996.250	
	Prazo de Amortização		6	
	Juros Anuais		8,30%	
	Custo Anual	R\$		11.274.282
Custo de Manutenção				
	Vagao-km		69.201.887	
	Custo/Vagao-km		0,44	
	Custo Anual	R\$		30.464.055
Despesas Administrativas			10%	4.173.834
Custo Total Anual		R\$		45.912.171

Alternativa 2 – Diretriz Descoberto

Quadro 83: Investimentos Necessários em Vagões - por Horizonte de Demanda – Alternativa 2 – 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	235.936	49.692	49.692	49.692	49.692	49.692	49.692

⁽¹⁾ Cotação informal de fornecedor.

Quadro 84: Custo de Capital, Operacional, de Manutenção e Administrativo dos Vagões – Alternativa 2 - Rota Brasília – Anápolis - Porto de Ilhéus

Custo de Capital				
	Frota	Preço Unitário R\$		
Disponibilidade	95%			
Hopper / Milho+Soja	749	315.375	236.215.875	
Hopper / Açúcar	0	315.375	0	
Custo Total		R\$	236.215.875	
	Prazo de Amortização		6	
	Juros Anuais		8,30%	
	Custo Anual	R\$		21.652.403
Custo de Manutenção				
	Vagao-km		134.217.916	
	Custo/Vagao-km		0,44	
	Custo Anual	R\$		59.085.411
Despesas Administrativas			10%	8.073.781
Custo Total Anual		R\$		88.811.596

Alternativa 3 – Diretriz Corumbá

Quadro 85: Investimentos Necessários em Vagões - por Horizonte de Demanda – Alternativa 3 – 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	125.247	67.663	67.663	67.663	67.663	67.663	67.663

Quadro 86: Custo de Capital, Operacional, de Manutenção e Administrativo dos Vagões – Alternativa 3 - Rota Brasília – Anápolis - Porto de Ilhéus

Custo de Capital				
	Frota	Preço Unitário R\$		
Disponibilidade	95%			
Hopper / Milho+Soja	398	315.375	125.519.250	
Hopper / Açúcar	0	315.375	0	
Custo Total		R\$	125.519.250	
	Prazo de Amortização		6	
	Juros Anuais		8,30%	
		Custo Anual R\$		11.505.550
Custo de Manutenção				
	Vagao-km		71.529.690	
	Custo/Vagao-km		0,44	
		Custo Anual R\$		31.488.801
Despesas Administrativas			10%	4.299.436
Custo Total Anual	R\$			47.293.785

2.3.10.3 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.

Quadro 87: Tabela C.12 – 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 Brasília.		1		
Total	Socorro de vagões e locomotivas avariadas no campo		1		
Custo (R\$)		1.848.750	1.848.750		

Quadro 88: (Tabela C.13) – Resumo das Quantidades Necessárias de Vagões de Serviço

Tipo de Vagão	Serviço a Realizar	Total R\$	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		2.700.000	900.000	450.000	1.350.000	0	0

2.3.10.3.1 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, levando 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.

Quadro 89: 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

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

Quadro 90: (Tabela D.07) – 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		

2.3.10.3.3 Investimentos em Estaleiro de Solda

Não há necessidade para a fase operacional da ferrovia.

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

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

- 01 Posto1 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)

PRL + PA + PRV + 1 SE + SA

Local recomendado: Terminal de Brasília, 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 freqüente 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 Brasília é a cidade servida por esse ramal que oferece melhor infra-estrutura para a sede administrativa.

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	<u>2.087.702,00</u>
Total	3.681.682,00

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 - R\$ 50.600,00 x 2 =	101.200,00
- Sistema de areeiro e casa de bombas - R\$ 80.000,00 x 2 =	<u>160.000,00</u>
Total	321.200,00

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

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	<u>2.087.702,00</u>
Total	4.761.852,00

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 sanitários base de R\$ 775/m ²	81.375,00
---	------------------

CCO

Local recomendado: Terminal de Brasília, 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
--	-------------------

Pernoite das Equipagens

- Prédio com 200 m ² com cozinha, sala, 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.

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

Investimento em Prédio da Administração

- Área de 200 m² para escritórios, sanitários, copa:
base de R\$ 775/m²

155.000,00

Resumo dos Investimentos Necessários em Instalações de Apoio

Quadro 91: (Tabela D.09) – Resumo dos Investimentos Necessários em Instalações de Apoio (R\$)

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	...	...

2.3.10.3.5 Implantação dos Polos de Carga

Os pólos 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.

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.

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.

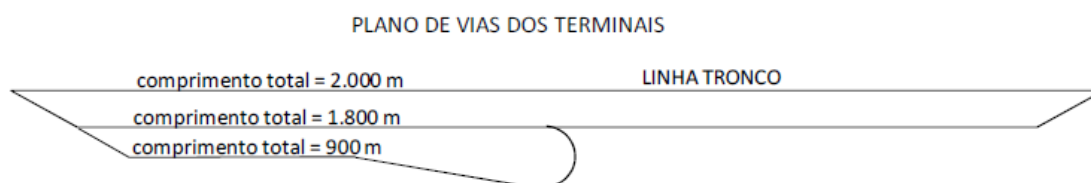
Estamos projetando um volume de pouco mais de 1,2 milhões de toneladas movimentadas por ano no terminal de Brasília e pouco mais que 1,6 milhões de toneladas na rota Brasília - Ilhéus.

Para estes volumes 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 cinqüenta 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.

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 pêra ferroviária, como neste desenho esquemático baseado no terminal de Porto Franco.



Orçamento

Terminal de Carga:

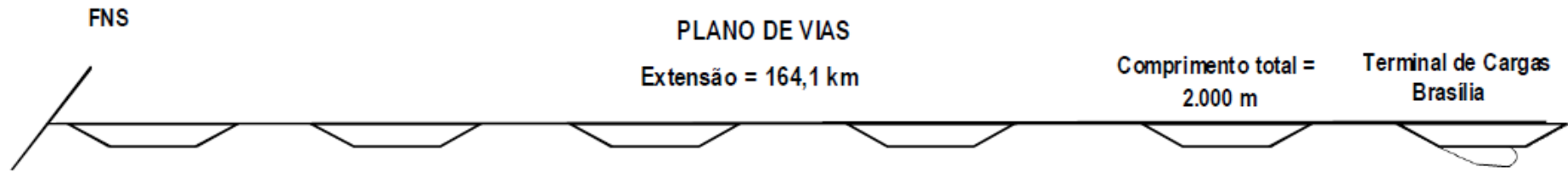
- Armazém (capacidade de 25.000 t estáticas), moega rodoviária e instalações acessórias	
Obras civis	5.505.000,00
Fornecimentos e Instalações eletro-mecânicos	2.262.500,00
- Recepção e expedição ferroviária	
Obras civis	894.000,00
Fornecimentos e instalações eletro-mecânicos	<u>3.778.500,00</u>
	<u>12.440.000,00</u>

Demais instalações

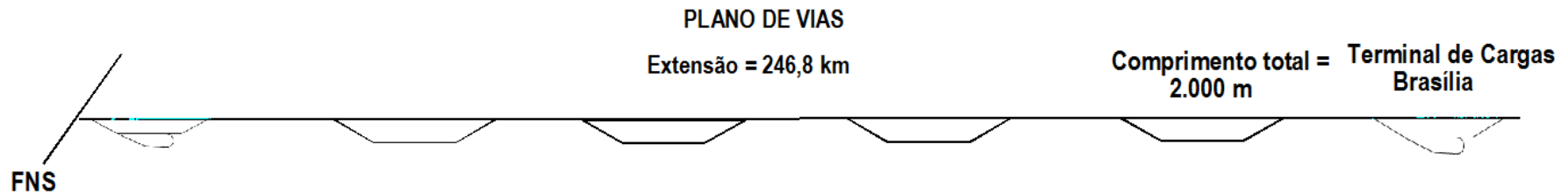
- Prédio de 500 m ² , com valas, plataformas e estrutura metálica base US\$ 1.356,25/m ²	678.125,00
- Área de 175 m ² para escritórios, almoxarifado, oficinas auxiliares, sala de compressores e tratamento de águas, sanitários, base de R\$ 775/m ²	135.625,00
- 410 m de linha base R\$ 1.903.000/km -	780.230,00
- 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

2.3.10.3.6 Consolidação dos Planos de Vias das Alternativas Estudadas

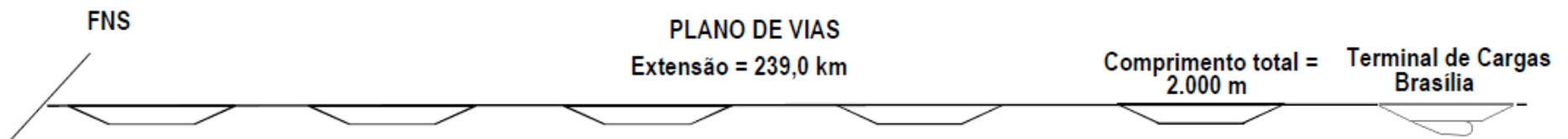
Alternativa 1 – Diretriz Porto Seco



Alternativa 2 – Diretriz Descoberto



Alternativa 3 – Diretriz Corumbá



2.3.10.3.7 Equipagem das Locomotivas

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

Alternativa 1 – Diretriz Porto Seco

Quadro 92: Custos de Condução do Trem – Alternativa 1 - Valores em R\$

Tripulação		
Qde trens		7,3
Tripulação por trem		5,6
Reserva		30%
Tripulação Requerida		53,4
Salário Anual/tripulação R\$		56.550
Benefícios		100%
<i>Custo Anual</i>		6.036.062
Pernoite		
Pernoites/Ano		18.519
Custo/Noite R\$		139,2
<i>Custo Anual</i>		2.577.862
Supervisores		
Quantidade		25
Salário Anual R\$		45.414
Benefícios		100%
<i>Custos Anuais</i>		2.270.700
Despesas Administrativas		10%
Custo Total Anual		11.973.086

Alternativa 2 – Diretriz Descoberto

Quadro 93: Custos de Condução do Trem – Alternativa 2 - Valores em R\$

Tripulação		
Qde trens		14,1
Tripulação por trem		5,6
Reserva		30%
Tripulação Requerida		103
Salário Anual/trip.R\$		56.550
Benefícios		100%
<i>Custo Anual</i>		11.605.946
Pernoite		
Pernoites/Ano		35.608
Custo/Noite R\$		139
<i>Custo Anual</i>		4.956.632
Supervisores		
Quantidade		25
Salário Anual R\$		45.414
Benefícios		100%
<i>Custos Anuais</i>		2.270.700
Despesas Administrativas		10%
Custo Total Anual		20.716.605

Alternativa 3 – Diretriz Corumbá

Quadro 94: Custos de Condução do Trem – Alternativa 3 - Valores em R\$

Tripulação		
Qde trens		7,5
Tripulação por trem		5,6
Reserva		30%
Tripulação Requerida		54,5
Salário Anual/trip.R\$		56.550
Benefícios		100%
	Custo Anual	6.161.008
Pernoite		
Pernoites/Ano		18.902
Custo/Noite R\$		139,2
	Custo Anual	2.631.225
Supervisores		
Quantidade		25
Salário Anual R\$		45.414
Benefícios		100%
	Custos Anuais	2.270.700
Despesas Administrativas		10%
		1.106.294
Custo Total Anual		12.169.224

2.3.10.4 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 95: 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.

Paralelamente, observou-se, quando da realização dos Estudos Operacionais, que os volumes captáveis para o pólo de Goiânia eram muito baixos, da ordem de 2% dos valores captáveis no pólo de Brasília no sentido exportação ao longo de todo o horizonte do estudo.

Em termos absolutos, trata-se de volume inferior a 30 mil toneladas em 2015, que seriam atendidos por aproximadamente 7 trens de 50 vagões apenas durante esse ano. Tal fato representa uma frequência quase mensal de trens, considerando um período de transporte de 6 meses por ano, situação inviável para esse tipo de transporte, ou obrigar os trens de Brasília a se deslocarem periodicamente para Goiânia para atender pequenos volumes de carga e daí retornarem para a FNS, onerando substancialmente seus custos operacionais.

Com a evolução da demanda, o fluxo de trens passaria para aproximadamente 16 trens/ano em 2025, 24 trens/ano em 2035 e 35 trens/ano em 2045. Com esse cenário, estaria sendo construído um ramal ferroviário para, daqui há 30 anos, atender apenas uma composição ferroviária.

Ainda assim, para atender aos estudos de viabilidade econômico-financeira, foram calculados o custo por tku (tonelada km útil), considerando apenas as cargas de Goiânia, que resultou no valor de R\$ 88,58/tku, bastante superior ao frete correspondente, de R\$ 59,06/tku, de onde se conclui que a operação desse trecho demandaria subsídios. Considerando as cargas de Brasília, o custo calculado foi de R\$ 43,32/tku para uma receita da mesma ordem.

Do ponto de vista operacional, o acréscimo de demanda é tão pouco significativo que não altera a frota, nem de vagões (necessidade seria de 8 vagões, enquanto a frota de reserva dimensionada é de 19 vagões), nem de locomotivas. Motivo pelo qual foram mantidos os indicadores operacionais.

O restante da carga captável dessa região deverá ser captado por terminais situados ao longo da FNS.

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

Quadro 96: Estimativa de Custos de Direito de Passagem (R\$ milhões)

Alternativas	Horizonte						
	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045
1 – Porto Seco	36,40	49,40	66,90	82,60	101,90	125,10	153,30
2 – Decoberto	32,90	43,70	58,20	71,00	86,60	105,30	128,00
3 – Corumbá	32,90	43,70	58,20	71,00	86,60	105,30	128,00

2.3.10.5 Resumo dos Custos Operacionais

Alternativa 1 – Diretriz Porto Seco

Quadro 97: (Tabela D.10) - Resumo dos Custos Operacionais - Tipo de Tração: Locomotiva Diesel Elétrica GE C36-7 c/ 3.600 HP

Área	Item	Unidade	Total	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045
Manutenção de Via Permanente	Pólos de Carga	km								
	Pátio Ferroviário	km								
	Extensão Total	km		164,1	164,1	164,1	164,1	164,1	164,1	164,1
	Custo Fixo por km	Mil R\$/km		0,12	0,19	0,26	0,33	0,39	0,46	0,53
	Custo Variável por km	Mil R\$/km		3,19	4,92	6,65	8,38	10,11	11,84	4,29
	Custo Fixo Anual	Mil R\$		20,30	31,32	42,34	53,36	64,38	75,40	86,42
	Custo Variável Anual	Mil R\$		523,09	807,07	1.091,04	1.375,02	1.659,00	1.942,98	2.226,95
	Custo Total Anual	Mil R\$		543,39	838,38	1.133,38	1.428,38	1.723,37	2.018,37	2.313,37
Manutenção de Locomotivas	Quantidade de Locomotivas	Unid.		7,3	11,3	15,2	19,2	23,1	27,1	31,0
	Custo Fixo Anual	Mil R\$		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Custo Variável Anual	Mil R\$		4.378,29	6.745,12	9.111,96	11.478,79	13.845,63	16.212,46	18.579,29
	Custo Total Anual	Mil R\$		4.378,29	6.745,12	9.111,96	11.478,79	13.845,63	16.212,46	18.579,29
Manutenção de Vagões	Quantidade de Vagões	Unid.		389	599	809	1.020	1.230	1.440	1.650
	Custo Fixo Anual	Mil R\$		4.376,00	6.740,09	9.104,17	11.468,26	13.832,35	16.196,43	17.941,72
	Custo Variável Anual	Mil R\$		29.134,46	44.988,74	60.843,02	76.697,30	92.551,58	108.405,86	124.260,14
		Custo Total Anual na Manut. Vagões	Mil R\$		33.510,46	51.728,83	69.947,19	88.165,56	106.383,92	124.602,29	142.201,86
Operação	Trem por Dia por Sentido	Trem/d		0,9	1,4	1,8	2,3	2,8	3,3	3,8
	Custo Fixo por Trem/dia	Mil R\$/Trem/dia		13.494,04	12.505,41	12.030,29	11.751,07	11.567,30	11.437,19	11.340,22
	Custo Variável/Locos (Consumo)	Mil R\$/loco		4.335,70	4.259,24	4.222,50	4.200,91	4.186,69	4.176,63	4.169,13
	Custo Fixo Anual	Mil R\$		11.973,09	17.092,02	22.210,95	27.329,89	32.448,82	37.567,75	42.686,68
	Custo Variável Anual	Mil R\$		31.718,92	47.997,99	64.277,06	80.556,13	96.835,21	113.114,28	129.393,35
	Custo Total Anual na Operação	Mil R\$		43.692,01	65.090,01	86.488,02	107.886,02	129.284,02	150.682,03	172.080,03
Custo Operacional Total na Tração		Mil R\$		82.124,14	124.383,85	166.643,55	208.903,26	251.162,96	293.422,66	335.063,57
Direito de Passagem		Milhões R\$		36,40	49,40	66,90	82,60	101,90	125,10	153,30

Alternativa 2 – Diretriz Descoberto

Quadro 98: (Tabela D.10) - Resumo dos Custos Operacionais - Tipo de Tração: Locomotiva Diesel Elétrica GE C36-7 c/ 3.600 HP

Área	Item	Unidade	Total	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045
Manutenção de Via Permanente	Desvios a Implantar	km								
	Pólos de Carga	km								
	Pátio Ferroviário	km								
	Extensão Total	km		246,8	246,8	246,8	246,8	246,8	246,8	246,8
	Custo Fixo por km	Mil R\$/km		0,23	0,28	0,33	0,38	0,43	0,48	0,53
	Custo Variável por km	Mil R\$/km		6,04	7,30	8,55	9,81	11,06	12,32	13,57
	Custo Fixo Anual	Mil R\$		57,87	69,89	81,90	93,91	105,92	117,94	129,95
	Custo Variável Anual	Mil R\$		1.491,43	1.800,99	2.110,56	2.420,12	2.729,68	3.039,25	3.348,81
	Custo Total Anual	Mil R\$		1.549,30	1.870,88	2.192,45	2.514,03	2.835,61	3.157,18	3.478,76
Manutenção de Locomotivas	Quantidade de Locomotivas	Unid.		14,1	17,0	20,0	23,0	25,9	28,9	31,9
	Custo Fixo Anual	Mil R\$		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Custo Variável Anual	Mil R\$		8.491,74	10.287,89	12.084,03	13.880,17	15.676,31	17.472,45	19.268,59
	Custo Total Anual	Mil R\$		8.491,74	10.287,89	12.084,03	13.880,17	15.676,31	17.472,45	19.268,59
Manutenção de Vagões	Quantidade de Vagões	Unid.		748	906	1.063	1.221	1.378	1.536	1.694
	Custo Fixo Anual	Mil R\$		8.414,04	10.186,17	11.958,30	13.730,43	15.502,57	17.274,70	18.411,82
	Custo Variável Anual	Mil R\$		56.579,92	68.660,89	80.741,87	92.822,85	104.903,82	116.984,80	129.065,78
	Custo Total Anual Manut. de Vagões	Mil R\$		64.993,95	78.847,06	92.700,17	106.553,28	120.406,39	134.259,50	147.477,60
Operação	Trem por Dia por Sentido	Tr/d		1,7	2,0	2,4	2,7	3,1	3,4	3,8
	Custo Fixo por Trem/dia	Mil R\$/Tr/d		12.489,07	12.217,76	12.027,11	11.885,81	11.776,89	11.690,36	11.619,97
	Custo Variável/Locomotiva (Consumo)	Mil R\$/loco		4.852,04	4.714,42	4.617,71	4.546,04	4.490,79	4.446,90	4.411,19
	Custo Fixo Anual	Mil R\$		20.716,60	24.553,79	28.390,97	32.228,15	36.065,33	39.902,51	43.739,70
	Custo Variável Anual	Mil R\$		68.193,86	80.276,37	92.358,88	104.441,38	116.523,89	128.606,39	140.688,90
	Custo Total Anual na Operação	Mil R\$		88.910,47	104.830,16	120.749,85	136.669,53	152.589,22	168.508,91	184.428,60
Custo Operacional Total na Tração		Mil R\$		163.945,47	195.835,98	227.726,50	259.617,01	291.507,52	323.398,04	354.653,54
Direito de Passagem		Milhões R\$		32,90	43,70	58,20	71,00	86,60	105,30	128,00

Alternativa 3 – Diretriz Corumbá

Quadro 99: (Tabela D.10) - Resumo dos Custos Operacionais - Tipo de Tração:Locomotiva Diesel Elétrica GE C36-7 c/ 3.600 HP

Área	Item	Unidade	Total	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045
Manutenção de Via Permanente	Desvios a Ampliar	km								
	Desvios a Implantar	km								
	Pólos de Carga	km								
	Pátio Ferroviário	km								
	Extensão Total	km		239	239	239	239	239	239	239
	Custo Fixo por km	Mil R\$/km		0,12	0,19	0,26	0,32	0,39	0,46	0,53
	Custo Variável por km	Mil R\$/km		3,13	4,87	6,61	8,35	10,09	11,83	4,29
	Custo Fixo Anual	Mil R\$		28,99	45,14	61,29	77,44	93,59	109,74	125,89
	Custo Variável Anual	Mil R\$		747,19	1.163,35	1.579,50	1.995,65	2.411,80	2.827,96	3.244,11
	Custo Total Anual	Mil R\$		776,19	1.208,49	1.640,79	2.073,09	2.505,39	2.937,69	3.369,99
Manutenção de Locomotivas	Quantidade de Locomotivas	Unid.		7,5	11,5	15,6	19,6	23,6	27,7	31,7
	Custo Fixo Anual	Mil R\$		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Custo Variável Anual	Mil R\$		4.525,56	6.972,01	9.418,46	11.864,91	14.311,36	16.757,81	19.204,26
	Custo Total Anual	Mil R\$		4.525,56	6.972,01	9.418,46	11.864,91	14.311,36	16.757,81	19.204,26
Manutenção de Vagões	Quantidade de Vagões	Unid.		397	612	826	1.041	1.255	1.470	1.684
	Custo Fixo Anual	Mil R\$		4.466,58	6.879,62	9.292,66	11.705,69	14.118,73	16.531,76	18.313,19
	Custo Variável Anual	Mil R\$		30.171,10	46.587,92	63.004,74	79.421,56	95.838,39	112.255,21	128.672,03
	Custo Total Anual Manut. Vagões	Mil R\$		34.637,68	53.467,54	72.297,40	91.127,26	109.957,11	128.786,97	146.985,22
Operação	Trem por Dia por Sentido	Trem/dia		0,9	1,4	1,8	2,3	2,8	3,3	3,8
	Custo Fixo por Trem/dia	Mil R\$/Trem/dia		13.715,09	12.726,46	12.251,34	11.972,12	11.788,36	11.658,24	11.561,27
	Custo Variável/Locomotiva (Consumo)	Mil R\$/loco		4.397,59	4.320,51	4.283,46	4.261,69	4.247,36	4.237,21	4.229,65
	Custo Fixo Anual	Mil R\$		12.169,22	17.394,15	22.619,07	27.844,00	33.068,92	38.293,85	43.518,77
	Custo Variável Anual	Mil R\$		32.874,19	49.751,48	66.628,76	83.506,05	100.383,33	117.260,62	134.137,90
	Custo Total Anual na Operação	Mil R\$		45.043,42	67.145,63	89.247,84	111.350,05	133.452,26	155.554,47	177.656,67
Custo Operacional Total na Tração		Mil R\$		84.982,85	128.793,67	172.604,49	216.415,31	260.226,12	304.036,94	347.216,15
Direito de Passagem		Milhões R\$		32,90	43,70	58,20	71,00	86,60	105,30	128,00

2.3.11 Cálculo Operacional - Capacidade do Trecho Brasília Anápolis

Os tempos de percurso (Quadro 1) entre os pátios (ida e volta) do trecho Brasília-Anápolis 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 Brasília - Anápolis, 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 a 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:

$C = \frac{1}{2} ((SS/TS)^2 + (SA/TA)^2)$ 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 frequência 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:

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

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:

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

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 frequência 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 entre cada sentido pelo produto entre a frequência 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 frequência 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 rotação total/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 1 - ANÁLISE DA CAPACIDADE DA VIA NO TRECHO BRASÍLIA-ANÁPOLIS

Bloco №	Wgt. Avg. Transit Time	Infl. Fact	Trens do Trecho Brasília - Anápolis					Trens de Outras Ferrovias (Frt)					Trens de Outras Ferrovias (Pass.)			Dist. Entre Estações (Km)	Consumo Combust. (G)		Velocidade	
			Tpc	Tpc	Infl.	Infl.	No. Of Trains	Tpc	Tpc	Infl.	Infl.	No. Of Trains	Infl.	Infl.	No. Of Trains		Up	Down	Up	Down
			Up	Down	Up	Down	(2 Way)	Up	Down	Up	Down	(2 Way)	Up	Down	(2 Way)					
1	71,48	0,00	66,06	76,89	66,06	76,89	1,6	66,06	76,89	66,06	76,89	0,0	0,00	0,00	0,0	44,2	287,0	42,2	40,1	34,5
2	71,48	0,00	66,06	76,89	66,06	76,89	1,6	16,00	21,00	16,00	21,00	0,0	14,00	14,00	0,0	44,2	287,0	42,2	40,1	34,5
3	62,81	0,00	58,48	67,15	58,48	67,15	1,6	17,00	18,00	17,00	18,00	0,0	17,00	17,00	0,0	37,5	153,8	111,5	38,4	33,5
4	61,73	0,00	54,15	69,31	54,15	69,31	1,6	14,00	13,00	14,00	13,00	0,0	11,00	11,00	0,0	38,3	117,0	128,9	42,4	33,2
Total			244,76	290,24												164,1	844,7	324,9	40,2	33,9

