

VALEC

VALEC – ENGENHARIA, CONSTRUÇÕES E FERROVIAS S.A.

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

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

Segmento 1: Itumbiara/GO - FNS

VOLUME 2
MEMÓRIA JUSTIFICATIVA

ESTUDOS DE AVALIAÇÃO
ECONÔMICA E SOCIAL

FEVEREIRO/2012


MAIA MELO ENGENHARIA


ARS CONSULT

 EVOLUÇÃO
engenharia

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

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

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

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

VALEC

ENGENHARIA, CONSTRUÇÕES E FERROVIAS S/A

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

SEGMENTO 1 – ITUMBIARA/FNS

RELATÓRIO FINAL

VOLUME 2

ESTUDOS DE AVALIAÇÃO ECONÔMICA E SOCIAL


MAIA MELO ENGENHARIA


ARS CONSULT

 **EVOLUÇÃO**
engenharia

RECIFE/PE
FEVEREIRO/2012

SUMÁRIO

SUMÁRIO

2.6	ESTUDOS DE AVALIAÇÃO ECONÔMICA E SOCIAL	6
2.6.1	ASPECTOS TÉCNICOS METODOLÓGICOS	6
2.6.1.1	Definição e Cálculo dos Custos e Benefícios Diretos e Indiretos	6
a.	<i>Benefícios Diretos</i>	6
	<i>a.1 Redução dos Custos de Transporte</i>	<i>6</i>
	<i>a.2 Redução dos Custos de Emissão de Poluentes</i>	<i>17</i>
	<i>a.3 Redução dos Custos de Acidentes.....</i>	<i>21</i>
b.	<i>Benefícios Indiretos</i>.....	25
	<i>b.1 Valorização de propriedades</i>	<i>25</i>
	<i>b.2 Aumento de arrecadação tributária</i>	<i>25</i>
	<i>b.3 Geração temporária de empregos.....</i>	<i>26</i>
	<i>b.4 Promoção de desenvolvimento regional.....</i>	<i>28</i>
2.6.2	AVALIAÇÃO DAS ALTERNATIVAS	29
2.6.2.1	Segmento 1, Alternativa 1: Itumbiara - Acreúna.....	29
2.6.2.2	Segmento 1, Alternativa 2: Itumbiara – Santa Helena.....	31
2.6.2.3	Segmento 1, Alternativa 3: Itumbiara – Quirinópolis	33
2.6.2.4	Definição da Melhor Alternativa	35
2.6.2.5	Análise de Riscos	35

ÍNDICE DE QUADROS

QUADRO 1 - PARÂMETROS HDM – GEOMETRIA	8
QUADRO 2 - PARÂMETROS HDM – ESTADO DE CONSERVAÇÃO – RODOVIAS PAVIMENTADAS	8
QUADRO 3 - FATOR DE CARGA PARA O SEMI-REBOQUE 2S3 (ESALF)	9
QUADRO 4 - FATOR DE CARGA PARA O BITREM DE 7 EIXOS (ESALF)	9
QUADRO 5 - CUSTOS ECONÔMICOS POR VEÍCULO (R\$)	9
QUADRO 6 - CUSTOS DE COMBUSTÍVEIS E LUBRIFICANTES	9
QUADRO 7 - CUSTOS OPERACIONAIS ECONÔMICOS UNITÁRIOS	10
QUADRO 8 – CARGA TRANSPORTADA ALTERNATIVA 1 – CENÁRIO CONSERVADOR (10 ³ TKU)	11
QUADRO 9 – CARGA TRANSPORTADA ALTERNATIVA 1 – CENÁRIO TENDENCIAL (10 ³ TKU)	11
QUADRO 10 – CARGA TRANSPORTADA ALTERNATIVA 2 – CENÁRIO CONSERVADOR (10 ³ TKU)	11
QUADRO 11 – CARGA TRANSPORTADA ALTERNATIVA 2 – CENÁRIO TENDENCIAL (10 ³ TKU)	12
QUADRO 12 – CARGA TRANSPORTADA ALTERNATIVA 3 – CENÁRIO CONSERVADOR (10 ³ TKU)	12
QUADRO 13 – CARGA TRANSPORTADA ALTERNATIVA 3 – CENÁRIO TENDENCIAL (10 ³ TKU)	12
QUADRO 14 - CUSTOS OPERACIONAIS FERROVIÁRIOS MÉDIOS POR ALTERNATIVA	12
QUADRO 15 - BENEFÍCIOS DE REDUÇÃO DE CUSTO OPERACIONAL – CENÁRIO CONSERVADOR – ALTERNATIVA 1 - ACREÚNA	14
QUADRO 16 - BENEFÍCIOS DE REDUÇÃO DE CUSTO OPERACIONAL – CENÁRIO TENDENCIAL – ALTERNATIVA 1 - ACREÚNA	14
QUADRO 17 - BENEFÍCIOS DE REDUÇÃO DE CUSTO OPERACIONAL – CENÁRIO CONSERVADOR – ALTERNATIVA 2 – STA. HELENA	15
QUADRO 18 - BENEFÍCIOS DE REDUÇÃO DE CUSTO OPERACIONAL – CENÁRIO TENDENCIAL – ALTERNATIVA 2 – STA. HELENA	15
QUADRO 19 - BENEFÍCIOS DE REDUÇÃO DE CUSTO OPERACIONAL – CENÁRIO CONSERVADOR – ALTERNATIVA 3 – QUIRINÓPOLIS	16
QUADRO 20 - BENEFÍCIOS DE REDUÇÃO DE CUSTO OPERACIONAL – CENÁRIO TENDENCIAL – ALTERNATIVA 3 – QUIRINÓPOLIS	16
QUADRO 21 - EMISSÃO DE POLUENTES EM KG/TKM	17
QUADRO 22 - EMISSÃO DE POLUENTES EM KG/TKM	18
QUADRO 23 - CUSTO ECONÔMICO DE EMISSÃO DE POLUENTES (R\$/KG)	18
QUADRO 24 - CUSTO DE POLUIÇÃO DO AR POR MODO DE TRANSPORTE	19
QUADRO 25 - BENEFÍCIOS DE REDUÇÃO DE EMISSÃO DE POLUENTES – CENÁRIO CONSERVADOR – ALTERNATIVA 1 - ACREÚNA	19
QUADRO 26 - BENEFÍCIOS DE REDUÇÃO DE EMISSÃO DE POLUENTES – CENÁRIO TENDENCIAL – ALTERNATIVA 1 - ACREÚNA	20
QUADRO 27 - BENEFÍCIOS DE REDUÇÃO DE EMISSÃO DE POLUENTES – CENÁRIO CONSERVADOR – ALTERNATIVA 2 – STA. HELENA	20
QUADRO 28 - BENEFÍCIOS DE REDUÇÃO DE EMISSÃO DE POLUENTES – CENÁRIO TENDENCIAL – ALTERNATIVA 2 – STA. HELENA	20
QUADRO 29 - BENEFÍCIOS DE REDUÇÃO DE EMISSÃO DE POLUENTES – CENÁRIO CONSERVADOR – ALTERNATIVA 3 - QUIRINÓPOLIS	21
QUADRO 30 - BENEFÍCIOS DE REDUÇÃO DE EMISSÃO DE POLUENTES – CENÁRIO TENDENCIAL – ALTERNATIVA 3 - QUIRINÓPOLIS	21
QUADRO 31 - ESTATÍSTICAS DE ACIDENTE E CUSTO MÉDIO POR ACIDENTE	22
QUADRO 32 - BENEFÍCIOS DE REDUÇÃO DE ACIDENTES – CENÁRIO CONSERVADOR	23
QUADRO 33 - BENEFÍCIOS DE REDUÇÃO DE ACIDENTES – CENÁRIO TENDENCIAL	24
QUADRO 34 - BENEFÍCIOS DE REDUÇÃO DE ACIDENTES – CENÁRIO CONSERVADOR	24
QUADRO 35 - BENEFÍCIOS DE REDUÇÃO DE ACIDENTES – CENÁRIO TENDENCIAL	24
QUADRO 36 - BENEFÍCIOS DE REDUÇÃO DE ACIDENTES – CENÁRIO CONSERVADOR	24
QUADRO 37 - BENEFÍCIOS DE REDUÇÃO DE ACIDENTES – CENÁRIO TENDENCIAL	25
QUADRO 38 - ORÇAMENTO PARA A ALTERNATIVA 1 (R\$)	29
QUADRO 39 - CRONOGRAMA DE INVESTIMENTO	29
QUADRO 40 - SUMÁRIO DOS INDICADORES ECONÔMICOS	30
QUADRO 41 - ANÁLISE DE INCERTEZA – REDUÇÃO DE 50% NOS BENEFÍCIOS DERIVADOS DA REDUÇÃO DE EMISSÕES ATMOSFÉRICAS	30
QUADRO 42 - ORÇAMENTO PARA A ALTERNATIVA 2 (R\$)	31
QUADRO 43 - CRONOGRAMA DE INVESTIMENTO	31
QUADRO 44 - SUMÁRIO DOS INDICADORES ECONÔMICOS	32
QUADRO 45 - ANÁLISE DE INCERTEZA – REDUÇÃO DE 50% NOS BENEFÍCIOS DERIVADOS DA REDUÇÃO DE EMISSÕES ATMOSFÉRICAS	32
QUADRO 46 - ORÇAMENTO PARA A ALTERNATIVA 3 (R\$)	33
QUADRO 47 - CRONOGRAMA DE INVESTIMENTO	33
QUADRO 48 - SUMÁRIO DOS INDICADORES ECONÔMICOS	34
QUADRO 49 - ANÁLISE DE INCERTEZA – REDUÇÃO DE 50% NOS BENEFÍCIOS DERIVADOS DA REDUÇÃO DE EMISSÕES ATMOSFÉRICAS	34
QUADRO 50 - PRINCIPAIS INDICADORES ECONÔMICOS – SUMÁRIO COMPARATIVO	35

APRESENTAÇÃO

APRESENTAÇÃO

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

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

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

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

O estudo foi estruturado em sete volumes:

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

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

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

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

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

2.6 ESTUDOS DE AVALIAÇÃO ECONÔMICA E SOCIAL

2.6.1 ASPECTOS TÉCNICOS METODOLÓGICOS

Os estudos socioeconômicos buscaram confrontar os benefícios e custos da implantação do ramal analisado e, à luz de indicadores técnico-econômicos verificar a viabilidade do empreendimento. A metodologia adotada compreende a comparação do escoamento da demanda com e sem a implantação do projeto, quantificando os benefícios – ou vantagens econômicas – decorrentes da implantação, e os custos envolvidos no processo.

Para a quantificação dos benefícios foram simulados os fluxos de transporte nas situações com e sem projeto, ou seja, com e sem a implantação do ramal ferroviário.

Vale enfatizar que a avaliação econômica aqui praticada é apoiada em custos econômicos, ou custos para a sociedade, excluindo-se taxas e tributos eventualmente incluídos. O objetivo, portanto, é determinar qual a melhor alternativa para a realização do transporte do ponto de vista social.

2.6.1.1 Definição e Cálculo dos Custos e Benefícios Diretos e Indiretos

Neste item foram quantificados os benefícios diretos e indiretos, comparando as situações *sem projeto* com a situação *com projeto* (com implantação do ramal).

Benefícios Diretos

São determinados principalmente a partir das economias em custo de transporte, na redução de emissão de poluentes e na redução de acidentes. São normalmente os principais responsáveis pela justificativa econômica de um investimento. No presente caso destaca-se a substituição da modalidade predominantemente rodoviária pela multimodal, onde o modo ferroviário é responsável pelos movimentos com características arteriais.

Benefícios Indiretos

São decorrentes do desenvolvimento social e econômico da região em face dos investimentos realizados.

a. Benefícios Diretos

Neste item são determinados os benefícios diretos identificados, quais sejam: a redução dos custos de transporte, a redução dos custos de emissão de poluentes e a redução dos custos de acidentes.

a.1 Redução dos Custos de Transporte

São calculados a partir da diferença entre os custos operacionais veiculares totais entre as opções com a implantação do ramal e sem a implantação. Foi necessário, assim, estimar os custos operacionais por modalidade, bem como para as operações de transbordo e portuária.

Custos Operacionais Rodoviários

Para a determinação dos custos operacionais, foi utilizado o software *Highway Development and Management Model 4 (HDM 4)*, desenvolvido sob os auspícios do Banco Mundial (BIRD), a partir de extensas experiências realizadas em países em desenvolvimento, e especialmente no Brasil, ao longo de sete anos de pesquisas. A metodologia preconizada pelo HDM-4 está hoje consagrada e vem sendo utilizada com sucesso já há muitos anos no Brasil nos principais projetos rodoviários.

Com base em extensa entrada de dados e custos unitários de serviços, de salários, de materiais, de aquisição de veículos, de dados pluviométricos, etc., o HDM-4 simula o efeito da deterioração da rodovia pela ação do tempo e do tráfego previsto ano a ano; leva em consideração a política de manutenção desejada e determina os efeitos dos serviços propostos, calculando os custos de manutenção e alocando-os aos anos de execução prevista. Assim, é possível avaliar o efeito no custo global de transporte de políticas alternativas de manutenção, bem como o efeito do tráfego sobre o custo, além do estado de conservação original de cada trecho.

Dada a indisponibilidade de um cadastro rodoviário completo da área de influência direta e indireta do projeto, foram determinados custos médios típicos por veículo.kilômetro, por tipo de veículo de interesse do projeto.

O sistema HDM-4 foi elaborado com o objetivo de determinar os custos de transporte com o máximo possível de precisão, para decisão quanto à viabilidade de investimentos em rodovias. Seja para avaliação de construção, manutenção ou reconstrução, a aplicação do sistema a cada trecho rodoviário da malha viária torna-se extremamente trabalhosa, já que um trecho rodoviário de 100 km de extensão pode ter que ser dividido em vinte ou mais segmentos para atender às exigências de precisão. O objetivo no presente projeto é, no entanto, comparar diferentes alternativas multimodais de transporte na região, principalmente no tocante ao escoamento da produção. Para este tipo de análise julgou-se adequado utilizar-se um custo médio rodoviário.

Elementos para o HDM-4

O HDM-4 exige que um banco de dados seja alimentado com as características das vias a serem simuladas, da região e dos veículos que a utilizarão. Esse banco de dados é estruturado em 5 grupos principais de informação, a saber:

- . *Road Networks (Rede rodoviária)* – principal grupo contém informações sobre cada trecho a ser analisado, incluindo as características geométricas, tipo de pavimento, estado de conservação e volume de tráfego;
- . *Vehicle Fleet (Frota de veículos)* – armazena informação sobre a frota de veículos a ser considerada, incluindo características técnicas e custos econômicos e financeiros;
- . *Work Standards (Padrões de Manutenção)* – armazena informações sobre políticas alternativas de manutenção e, quando for o caso, de melhoramentos que eventualmente venham a ser simulados;
- . *Projects (Projetos)* – neste grupo são armazenadas informações para cada simulação a ser realizada, com a especificação dos trechos a analisar, políticas de manutenção, além de informações para avaliação econômica das alternativas simuladas;
- . *Configuration (Configuração)* – arquivo de configurações gerais.

Rede Rodoviária

Para o caso de não estar disponível um cadastro, o HDM-4 possui tabelas com parâmetros padronizados de acordo com classificações gerais do trecho analisado. Para o presente estudo foram utilizados os dados padronizados apresentados nos quadros a seguir.

Quadro 1 - Parâmetros HDM – Geometria

Região	Subidas e Descidas (m/km)	Varição de Direção (graus/km)	Velocidade Permitida (km/h)
Plana	1	3	110
Ondulada Não Sinuosa	15	75	80
Ondulada Sinuosa	20	300	60
Montanhosa não Sinuosa	25	150	70
Montanhosa Sinuosa	40	500	50

Quadro 2 - Parâmetros HDM – Estado de Conservação – Rodovias Pavimentadas

Estado de Conservação	IRI (m/km)	Trincas (%)	Área Desgastada (%)	Buracos (unid/km)	Quebras de Bordo (m ² /k m)	Trilha de Roda Média (mm)
Bom	3	0	1	0	0	2
Regular	5	5	10	0	10	5
Ruim	7	15	20	5	100	15
Péssimo	9	25	30	50	300	25

Para todos os casos: profundidade da textura: 0,70 mm; resistência à derrapagem: 0,45 SKIM 50km/h; drenagem: razoável.

Frota de Veículos

Para o presente estudo, foram analisados como possíveis veículos padrão para o transporte de carga o caminhão do tipo semi-reboque 2S3 e o caminhão do tipo Bitrem. O Semi-reboque 2S3 apresenta um cavalo com eixo dianteiro de rodagem simples e um eixo traseiro de rodagem dupla; a carreta apresenta um tandem triplo de rodagem dupla. O Bitrem considerado foi o de 7 eixos com o cavalo mecânico de 3 eixos, sendo o dianteiro de rodagem simples e o tandem duplo traseiro em rodagem dupla; são dois os semi-reboques, cada qual com tandem duplo de rodagem dupla. Para a determinação do fator de carga (ESALF) foi utilizada a equação a seguir, proposta pelo HDM-4.

O termo ESALF vem de **Equivalent Standard Axel Load Factor** e pode ser definido como o número de aplicações de um eixo simples com rodagem dupla, pesando 80kN (eixo padrão), que causaria os mesmos danos à rodovia que uma passagem do veículo considerado.

$$ESALF_k = \sum_{i=1}^{I_k} \frac{P_{ki}}{100} \sum_{j=1}^{J_k} \left(\frac{AXL_{kij}}{SAXL_i} \right)^{LE}$$

Onde:

- $ESALF_k$: fator de veículo tipo k, em eixos padrão;
 I_k : número de subgrupos i de veículos (i=1,2,...,I_k);
 P_{ki} : percentagem de veículos no subgrupo i de veículos tipo k;
 LE : expoente de equivalência, no caso, 4;
 J_k : número de eixos simples por veículo de tipo k (j=1,2,...,J_k)
 AXL_{kij} : carga média no eixo j do intervalo de carga i no veículo tipo k, em toneladas;
 $SAXL_j$: carga padrão por eixo simples para o eixo de tipo j, conforme relação que se segue:

- ESRS: Eixo simples com rodagem simples – 6,60 toneladas
 ESRD: Eixo simples com rodagem dupla – 8,16 toneladas
 ETD: eixo tandem duplo com rodagem dupla – 7,55 toneladas
 ETT: eixo tandem triplo com rodagem dupla – 7,63 toneladas

Os quadros a seguir mostram o valor encontrado para o ESALF para os veículos de carga..

Quadro 3 - Fator de carga para o Semi-reboque 2S3 (ESALF)

Eixo	Rodagem	Peso Máx (t)	Peso Vazio (t)	ESALF Máx	ESALF Vazio
Simplex	Simplex	6	3	0,6830	0,0427
Simplex	Dupla	10	2,5	2,2555	0,0088
Tandem triplo	Dupla	25,5	9	4,6206	0,0717
TOTAL		41,5	14,5	7,5591	0,1232

Quadro 4 - Fator de carga para o Bitrem de 7 eixos (ESALF)

Eixo	Rodagem	Peso Máx (t)	Peso Vazio (t)	ESALF Máx	ESALF Vazio
Simplex	Simplex	6	3	0,6830	0,0427
Tandem duplo	Dupla	17	5	3,2131	0,0240
Tandem duplo	Dupla	17	5	3,2131	0,0240
Tandem duplo	Dupla	17	5	3,2131	0,0240
TOTAL		57	18	10,3223	0,1147

Além do semi-reboque 2S3 e do Bitrem, foram ainda considerados outros tipos de veículos para a melhor avaliação dos custos pelo HDM, embora sem interesse direto para o presente estudo.

Os custos unitários utilizados necessários para a determinação dos custos de operação de cada tipo de veículo são apresentados nos quadros a seguir.

Quadro 5 - Custos Econômicos por veículo (R\$)

Veículo	Aquisição Financeiro	Aquisição Econômico	Pneus	Mão de obra Manutenção (por hora)	Salários (por hora)	Tempo do passageiro
Caminhão Médio	114.000	91.000	530	15	10	---
Caminhão Pesado	155.800	124.000	1.000	15	10	---
Semi-reboque 2S3	299.000	240.000	1.000	15	10	---
Bitrem	475.000	380.000	1.000	15	10	---

Fonte: Pesquisa direta 2011

Quadro 6 - Custos de combustíveis e lubrificantes

Tipos	Financeiro	Econômico
Gasolina	2,75	1,74
Diesel	2,03	1,45
Oleos Lubrificantes	17,00	12,10

Fonte: Petrobrás/ANP 2011

Padrões de Manutenção

Admitiu-se que as rodovias seriam mantidas em boas condições, mesma premissa que se adota para o modo concorrente, a ferrovia. Para tal, foi considerada a seguinte política de conservação:

- conservação rotineira incluindo limpeza de bueiros e reparo de bordos, a cada ano;
- tapa-buraco – reparo em 100% sempre que o número de buracos exceder a 5 por quilômetro;
- recapeamento sempre que a área trincada exceder a 30%;
- recapeamento sempre que o índice de irregularidade exceder a 3,5 IRI.

Determinação dos Custos Rodoviários por Tku

Para o carregamento da rede viária de simulação foram utilizadas matrizes de produtos potencialmente transportáveis por via ferroviária. Essas matrizes contêm os fluxos em toneladas entre cada origem e destino na área de influência. A impedância utilizada para a definição das rotas de alocação foi o frete, com os benefícios calculados em função da economia de custos econômicos de transporte. Para o modal rodoviário, os custos operacionais por veículo.km foram calculados pelo HDM-4 para semi-reboque de cinco eixos do tipo 2S3, com 27t de capacidade de carga e para Bitrem de 7 eixos com 40t de capacidade de carga.

Os custos por tonelada.kilômetro útil (tku), para o veículo carregado, foram obtidos dividindo-se os custos estimados pelo HDM-4 pela capacidade do veículo representativo e são apresentados no quadro a seguir, em função do tipo de região atravessada. O quadro apresenta ainda o custo para o veículo vazio e custo por tku considerando 30% de frete de retorno.

Quadro 7 - Custos Operacionais Econômicos Unitários

Tipo	Região	Carregados		Vazios	30% Retorno
		R\$/veíc.km	R\$/tku	R\$/veíc.km	R\$/tku
SEMI-REBOQUE	Plana não Sinuosa	2,41	0,089	2,25	0,134
	Ondulada não Sinuosa	2,38	0,088	2,15	0,131
	Ondulada Sinuosa	2,53	0,094	2,16	0,137
	Mont não Sinuosa	2,62	0,097	2,14	0,140
	Mont Sinuosa	3,25	0,120	2,36	0,167
BITREM	Plana não Sinuosa	3,27	0,082	3,03	0,123
	Ondulada não Sinuosa	3,29	0,082	2,93	0,122
	Ondulada Sinuosa	3,54	0,089	2,95	0,128
	Montanhosa não Sinuosa	3,71	0,093	2,94	0,132
	Montanhosa Sinuosa	4,59	0,115	3,21	0,158

Pesquisas realizadas pelo Centro de Estudos de Logística do COPPEAD, em 2006 apuraram uma tarifa média de R\$ 88,00 por mil tkm para o frete em bitrem, valor que trazido para 2011 pelo IPCA seria de R\$114,67¹. Foi apurado ainda, na ocasião, que o valor dos fretes estaria deprimido, com valores inferiores em cerca de 8% aos valores de referência calculados pelo CEL/COPPEAD. O valor de referência para o bitrem poderia chegar a R\$125,00 por mil tkm ou R\$ 0,125 por tkm, considerando-se um frete de retorno de 60% e jornada de trabalho do motorista de 12 horas.

O Instituto de Economia Agrícola do Estado de São Paulo, em estudo publicado em 2006, apresenta planilha de composição de custos rodoviários (financeiros), chegando a um custo de R\$61,50 por tonelada para uma distância de 485km, considerando o retorno vazio. Trazendo o valor para 2011 e, admitindo-se carga de retorno de 30%, ter-se-ia R\$0,127 por tkm, valor semelhante ao apurado pelo CEL/COPPEAD. O custo de manutenção, segundo a planilha, responde por 9% do custo total. O HDM-4 considera em seu algoritmo um peso elevado para os custos de manutenção do veículo, o que, aparentemente, não vem ocorrendo no Brasil, possivelmente em detrimento do padrão de segurança.

¹ HIJJAR, M. F., 2006, disponível em http://www.forumlogistica.net/site/new/artigos_coppead/Coppead_147_completo.pdf

Para a apuração dos benefícios referentes a custos operacionais foi considerado o valor de R\$0,122 por tku, correspondente ao estimado pelo HDM-4 para veículos do tipo bitrem em rodovias não sinuosas em terreno ondulado e bem conservadas, considerando-se 30% de frete de retorno (ver quadro 7). Portanto, foi utilizado para o modo rodoviário um valor constante por tonelada.kilômetro transportada, determinado a partir de valores médios típicos apresentados anteriormente neste mesmo item. Este custo unitário foi aplicado na situação sem projeto, para o volume de carga transportado, tal como apurado pelos modelos de simulação utilizados nos Estudos de Mercado, de forma a se obter os custos rodoviários para cada alternativa.

Custos Operacionais Ferroviários

Os custos econômicos ferroviários considerados foram obtidos a partir dos estudos operacionais em termos de custos médios por tku para cada alternativa estudada, desde a origem até o porto. Para tal, foram considerados os custos totais operacionais (inclusive investimentos em operação e manutenção de vias) e o total de carga transportada nos 30 anos de horizonte do projeto. Assumiu-se que os custos unitários de manutenção de via para a FNS e para a FIOL seriam semelhantes aos apurados para o ramal. Os totais de carga transportada foram obtidos a partir dos números apresentados nos Estudos de Mercado; para os anos intermediários foi realizada interpolação considerando uma taxa de crescimento geométrica constante entre os patamares apresentados.

Os quadros a seguir apresentam um sumário da carga transportada, em milhões de tku para cada alternativa, nos cenários Conservador e Tendencial.

Quadro 8 – Carga Transportada Alternativa 1 – Cenário Conservador (10³tku)

LINHA	Anos Metas			
	2015	2025	2035	2045
Ramal	234.213	298.346	322.290	346.213
FNS	795.652	1.013.522	1.094.861	1.176.133
FIOL	1.412.002	1.798.646	1.941.679	2.087.223
Total	2.441.867	3.112.539	3.360.865	3.611.614

Quadro 9 – Carga Transportada Alternativa 1 – Cenário Tendencial (10³tku)

LINHA	Anos Metas			
	2015	2025	2035	2045
Ramal	234.213	404.708	594.419	869.733
FNS	795.652	1.374.845	2.019.321	2.954.597
FIOL	1.412.002	2.439.730	3.583.409	5.243.206
Total	2.441.867	4.221.308	6.199.184	9.069.581

Quadro 10 – Carga Transportada Alternativa 2 – Cenário Conservador (10³tku)

LINHA	Anos Metas			
	2015	2025	2035	2045
Ramal	323.518	411.536	444.435	471.139
FNS	951.171	1.209.947	1.306.672	1.385.184
FIOL	1.526.727	1.942.081	2.097.333	2.223.352
Total	2.801.416	3.563.564	3.848.440	4.079.675

Quadro 11 – Carga Transportada Alternativa 2 – Cenário Tendencial (10³tku)

LINHA	Anos Metas			
Ramal	323.518	540.246	775.539	1.109.495
FNS	951.171	1.588.365	2.280.143	3.261.997
FIOL	1.526.727	2.549.478	3.659.848	5.235.818
Total	2.801.416	4.678.089	6.715.530	9.607.310

Quadro 12 – Carga Transportada Alternativa 3 – Cenário Conservador (10³tku)

LINHA	Anos Metas			
	2015	2025	2035	2045
Ramal	303.440	378.669	406.772	434.912
FNS	1.088.302	1.368.219	1.470.214	1.572.195
FIOL	1.525.959	1.909.142	2.051.462	2.193.759
Total	2.917.701	3.656.030	3.928.448	4.200.866

Quadro 13 – Carga Transportada Alternativa 3 – Cenário Tendencial (10³tku)

LINHA	Anos Metas			
	2015	2025	2035	2045
Ramal	303.440	509.775	744.574	1.067.845
FNS	1.088.302	1.835.455	2.680.360	3.844.637
FIOL	1.525.959	2.561.099	3.740.038	5.364.609
Total	2.917.701	4.906.329	7.164.972	10.277.091

O quadro a seguir, apresenta os totais de custos operacionais, de carga transportada e os valores médios unitários financeiros e econômicos encontrados. Os totais de custos operacionais e de carga transportada se referem a todo o horizonte do projeto (30 anos). Para a determinação dos custos econômicos foi utilizado o fator 0,8.

Quadro 14 - Custos Operacionais Ferroviários Médios por alternativa

Alternativa	Custo Oper. (R\$ milhões)	Carga Transp. (milhões tku)	Custo (R\$/ mil tku)	
			Financeiro	Econômico
1 – Itumbiara – Acreúna	6.093	156.076	39,04	31,23
2 – Itumbiara – Santa Helena	6.456	170.328	37,90	30,32
3 – Itumbiara – Quirinópolis	4.951	180.530	27,42	21,94

Outros custos operacionais

Hidroviários

Foram admitidos como R\$ 3,30 por 1000 tkm (custos financeiros). O valor foi obtido a partir de média estimada pelo IPEA, com base em estudo realizado pela UFRJ (LESSA, 2009 *apud* IPEA, 2010)², que apresenta para o modal um custo entre US\$0,0012 e US\$0,0018 por tkm. Os valores foram convertidos para reais e atualizados pelo IPCA. O custo

²Estudo do Instituto de Pós-graduação e Pesquisa em Administração da Universidade Federal do Rio de Janeiro, citado no Comunicado no. 48 do IPEA: Portos Brasileiros: Diagnósticos, Políticas e Perspectivas, 2010.

econômico foi estimado em R\$0,0026 por tkm, admitindo-se o fator de 0,8, aplicado à média do intervalo de valores.

Transbordos

Os valores adotados tiveram como base o trabalho de ANGELO, L. (2005)³, que chega a um valor médio de R\$0,25 /t para custos de transferências intermodais, à exceção nos transbordos portuários, estimados em R\$0,50 /t. Atualizando-se os valores para 2011, tem-se R\$0,34 /t e R\$0,68, a custos financeiros. Os tributos diretos levantados no mesmo trabalho chegam a valores um pouco inferiores a 20%. Os custos econômicos foram estimados pela aplicação do fator 0,8, chegando a valores de R\$0,27 /t e R\$0,54. Os transbordos portuários não foram considerados na avaliação econômica, tendo em vista não haver diferença entre as situações com e sem projeto.

Portuários

Os custos portuários são semelhantes, nos portos considerados, com valores em torno de US\$2,60 por tonelada. A exceção é o Porto de Vitória, com valor em torno de US\$4,40. Os valores foram estimados com base nos apurados no *site* da ANTAQ⁴. Na situação sem projeto, os portos de escoamento da produção são os de Santos e Vitória, enquanto que na situação com projeto, o escoamento se dará pelo porto de Ilhéus.

Benefícios de Redução de Custo de Transporte

Os benefícios foram determinados pela diferença entre os custos operacionais nas situações com (com implantação do ramal ferroviário) e sem projeto.

Os quadros a seguir, apresentam os valores encontrados para os cenários conservador e tendencial, para as três alternativas estudadas. As linhas “Tkm ($\times 10^6$)” apresentam os totais de toneladas.km úteis transportadas discriminadas por modo, valores obtidos nos Estudos de Mercado.

As linhas “Ton. ($\times 10^3$)” apresentam os volumes movimentados de carga nos portos e nos transbordos, em milhares de toneladas, valores obtidos nos Estudos de Mercado.

A linha “Transbordo” apresenta o total dos transbordos intermodais (à exceção dos portos marítimos). A linha “Porto” apresenta a movimentação nos portos marítimos. As linhas “Custos Oper.” Apresentam os custos operacionais anuais, resultantes da aplicação dos custos unitários por modo apresentados nos itens precedentes às quantidades movimentadas. A linha “Benefícios” apresenta os benefícios de redução de custos operacionais utilizados na Avaliação Econômica das alternativas.

³ ANGELO, L., Custos Logísticos de Transferência de Produtos, Grupo de Estudos Logísticos, Universidade Federal de Santa Catarina, 2005.

⁴ www.antaq.gov.br

Quadro 15 - Benefícios de redução de custo operacional – Cenário Conservador – Alternativa 1 - Acreúna

			2015	2025	2035	2045
Sem Projeto	Tkm (x 10 ⁶)	Rodovia	681	868	937	1.006
		Ferrovia	248	316	341	366
		Hidrovia	109	138	149	160
	Ton. (x 10 ³)	Transbordo	672	856	924	992
		Porto	1.121	1.428	1.541	1.655
	Custos Oper. (R\$ mil)	Rodovia	83.052	105.847	114.298	122.749
		Ferrovia	7.735	9.854	10.641	11.427
		Hidrovia	282	360	388	417
		Transbordo	181	231	249	268
		Porto	4.853	6.182	6.671	7.164
Total		96.104	122.473	132.248	142.026	
Com Projeto	Tkm (x 10 ⁶)	Rodovia	0	0	0	0
		Ferrovia	2.442	3.111	3.359	3.610
		Hidrovia	0	0	0	0
	Ton. (x 10 ³)	Transbordo	1.121	1.428	1.542	1.656
		Porto	1.121	1.428	1.542	1.656
	Custos Oper. (R\$ mil)	Rodovia	0	0	0	0
		Ferrovia	76.262	97.145	104.900	112.731
		Hidrovia	0	0	0	0
		Transbordo	303	386	416	447
		Porto	4.468	5.691	6.146	6.600
Total		81.033	103.222	111.462	119.778	
Benefícios	(R\$ mil)	15.071	19.252	20.786	22.248	

Quadro 16 - Benefícios de redução de custo operacional – Cenário Tendencial – Alternativa 1 - Acreúna

			2015	2025	2035	2045
Sem Projeto	Tkm (x 10 ⁶)	Rodovia	681	1.177	1.728	2.526
		Ferrovia	248	428	629	919
		Hidrovia	109	188	276	403
	Ton. (x 10 ³)	Transbordo	672	1.164	1.708	2.496
		Porto	1.121	1.938	2.846	4.159
	Custos Oper. (R\$ mil)	Rodovia	83.052	143.547	210.832	308.207
		Ferrovia	7.735	13.366	19.632	28.699
		Hidrovia	282	488	717	1.048
		Transbordo	181	314	461	674
		Porto	4.853	8.391	12.321	18.006
Total		96.104	166.107	243.963	356.634	
Com Projeto	Tkm (x 10 ⁶)	Rodovia	0	0	0	0
		Ferrovia	2.442	4.219	6.197	9.068
		Hidrovia	0	0	0	0
	Ton. (x 10 ³)	Transbordo	1.121	1.937	2.845	4.159
		Porto	1.121	1.937	2.845	4.159
	Custos Oper. (R\$ mil)	Rodovia	0	0	0	0
		Ferrovia	76.262	131.773	193.543	283.188
		Hidrovia	0	0	0	0
		Transbordo	303	523	768	1.123
		Porto	4.468	7.720	11.339	16.576
Total		81.033	140.016	205.651	300.887	
Benefícios	(R\$ mil)	15.071	26.091	38.313	55.746	

Quadro 17 - Benefícios de redução de custo operacional – Cenário Conservador – Alternativa 2 – Sta. Helena

			2015	2025	2035	2045
Sem Projeto	Tkm (x 10 ⁶)	Rodovia	746	949	1.025	1.100
		Ferrovias	269	343	370	397
		Hidrovia	118	150	162	174
	Ton. (x 10 ³)	Transbordo	732	932	1.004	1.080
		Porto	1.219	1.552	1.675	1.798
	Custos Oper. (R\$ mil)	Rodovia	90.965	115.795	125.054	134.156
		Ferrovias	8.167	10.391	11.221	12.039
		Hidrovia	307	391	422	453
		Transbordo	198	252	271	292
		Porto	5.278	6.720	7.251	7.785
Total		104.914	133.548	144.220	154.724	
Com Projeto	Tkm (x 10 ⁶)	Rodovia	0	0	0	0
		Ferrovias	2.801	3.564	3.848	4.080
		Hidrovia	0	0	0	0
	Ton. (x 10 ³)	Transbordo	1.219	1.551	1.675	1.797
		Porto	1.219	1.551	1.675	1.797
	Custos Oper. (R\$ mil)	Rodovia	0	0	0	0
		Ferrovias	84.941	108.050	116.688	123.699
		Hidrovia	0	0	0	0
		Transbordo	329	419	452	485
		Porto	4.858	6.182	6.676	7.162
Total		90.129	114.650	123.816	131.346	
Benefícios	(R\$ mil)	14.785	18.897	20.404	23.378	

Quadro 18 - Benefícios de redução de custo operacional – Cenário Tendencial – Alternativa 2 – Sta. Helena

			2015	2025	2035	2045
Sem Projeto	Tkm (x 10 ⁶)	Rodovia	746	1.282	1.882	2.753
		Ferrovias	269	463	680	994
		Hidrovia	118	203	298	436
	Ton. (x 10 ³)	Transbordo	1.320	1.256	1.848	2.700
		Porto	1.219	2.095	3.078	4.500
	Custos Oper. (R\$ mil)	Rodovia	90.965	156.433	229.636	335.846
		Ferrovias	8.167	14.042	20.614	30.147
		Hidrovia	307	528	775	1.134
		Transbordo	356	339	499	729
		Porto	5.278	9.069	13.326	19.482
Total		105.072	180.411	264.851	387.338	
Com Projeto	Tkm (x 10 ⁶)	Rodovia	0	0	0	0
		Ferrovias	2.801	4.678	6.716	9.607
		Hidrovia	0	0	0	0
	Ton. (x 10 ³)	Transbordo	1.219	2.096	3.077	4.500
		Porto	1.219	2.096	3.077	4.500
	Custos Oper. (R\$ mil)	Rodovia	0	0	0	0
		Ferrovias	84.941	141.843	203.620	291.301
		Hidrovia	0	0	0	0
		Transbordo	329	566	831	1.215
		Porto	4.858	8.354	12.264	17.935
Total		90.129	150.763	216.714	310.451	
Benefícios	(R\$ mil)	14.944	29.648	48.136	76.887	

Quadro 19 - Benefícios de redução de custo operacional – Cenário Conservador – Alternativa 3 – Quirinópolis

			2015	2025	2035	2045
Sem Projeto	Tkm (x 10 ⁶)	Rodovia	762	955	1.026	1.097
		Ferrovia	272	341	366	392
		Hidrovia	119	150	161	172
	Ton. (x 10 ³)	Transbordo	740	924	996	1.064
		Porto	1.232	1.542	1.659	1.773
	Custos Oper. (R\$ mil)	Rodovia	92.906	116.517	125.205	133.893
		Ferrovia	5.967	7.479	8.037	8.594
		Hidrovia	310	389	418	447
		Transbordo	200	249	269	287
		Porto	5.334	6.675	7.183	7.676
	Total	104.717	131.310	141.111	150.896	
Com Projeto	Tkm (x 10 ⁶)	Rodovia	0	0	0	0
		Ferrovia	2.918	3.656	3.928	4.201
		Hidrovia	0	0	0	0
	Ton. (x 10 ³)	Transbordo	1.231	1.543	1.658	1.773
		Porto	1.231	1.543	1.658	1.773
	Custos Oper. (R\$ mil)	Rodovia	0	0	0	0
		Ferrovia	64.007	80.204	86.181	92.157
		Hidrovia	0	0	0	0
		Transbordo	332	417	448	479
		Porto	4.906	6.150	6.608	7.066
	Total	69.246	86.771	93.236	99.702	
Benefícios	(R\$ mil)	35.471	44.539	47.874	51.194	

Quadro 20 - Benefícios de redução de custo operacional – Cenário Tendencial – Alternativa 3 – Quirinópolis

			2015	2025	2035	2045
Sem Projeto	Tkm (x 10 ⁶)	Rodovia	762	1.281	1.870	2.720
		Ferrovia	272	457	668	972
		Hidrovia	119	201	293	426
	Ton. (x 10 ³)	Transbordo	740	1.244	1.812	2.640
		Porto	1.232	2.071	3.022	4.398
	Custos Oper. (R\$ mil)	Rodovia	92.906	156.225	228.158	331.867
		Ferrovia	5.967	10.034	14.653	21.313
		Hidrovia	310	522	762	1.108
		Transbordo	200	336	489	713
		Porto	5.334	8.967	13.082	19.041
	Total	104.717	176.083	257.144	374.041	
Com Projeto	Tkm (x 10 ⁶)	Rodovia	0	0	0	0
		Ferrovia	2.918	4.906	7.165	10.277
		Hidrovia	0	0	0	0
	Ton. (x 10 ³)	Transbordo	1.231	2.070	3.023	4.397
		Porto	1.231	2.070	3.023	4.397
	Custos Oper. (R\$ mil)	Rodovia	0	0	0	0
		Ferrovia	64.007	107.633	157.182	225.455
		Hidrovia	0	0	0	0
		Transbordo	332	559	816	1.187
		Porto	4.906	8.250	12.048	17.525
	Total	69.246	116.442	170.047	244.166	
Benefícios	(R\$ mil)	35.471	59.641	87.097	129.874	

a.2 Redução dos Custos de Emissão de Poluentes

Uma das principais fontes de poluição atmosférica são os veículos movidos a combustíveis fósseis, particularmente a modalidade rodoviária. Os poluentes são classificados em primários e secundários. Os *primários* são aqueles lançados diretamente no ar, enquanto que os *secundários* surgem de reações que ocorrem na atmosfera decorrentes da presença de determinadas substâncias químicas e condições físicas.

Os principais poluentes primários decorrentes dos processos de combustão são os seguintes:

- Monóxido de Carbono (CO);
- Óxidos de Nitrogênio (NO_x);
- Hidrocarbonetos (HC);
- Dióxido de Carbono (CO₂);
- Óxidos de Enxofre (SO_x);
- Material Particulado (MP).

Os benefícios de redução da emissão de poluentes foram determinados com base na diferença entre as emissões nas situações com projeto e sem projeto, sendo esta diferença monetarizada com base no efeito sobre o meio ambiente.

Quantificação das Emissões

O primeiro passo para a determinação dos custos associados às emissões de poluentes foi o de se quantificar as emissões por tipo de veículo de transporte. Para tal foi pesquisado na literatura estudos comparativos entre os modos de transporte considerados no presente estudo.

O trabalho de C. Jake Haulk⁵, comparou as emissões entre os principais modos de transporte para os poluentes considerados como mais significativos, estimando a quantidade produzida. Este estudo é citado por diversos trabalhos produzidos, entre outros por: AHRANA – Administração da Hidrovia do Paraná, *Coosa-Alabama River Improvement Association*, *The Tennessee Tombigbee Development Authority* e *Port of Lewiston, Idaho*.

O quadro a seguir resume os resultados obtidos no estudo de Haulk.

Quadro 21 - Emissão de poluentes em kg/tkm

Modo	Hidrocarbonetos (HC)	Monóxido de Carbono (CO)	Óxidos de Nitrogênio (NO_x)
Rodoviário	0,0018	0,0054	0,0287
Ferroviário	0,0013	0,0018	0,0052
Hidroviário	0,0003	0,0006	0,0015

Fonte: Haulk, *Inland Waterways as Vital National Infrastructure: Refuting 'Corporate Welfare' Attacks* (1998); unidades convertidas pela AHRANA-Administração da Hidrovia do Paraná (2011).

A ANTAQ, em apresentação realizada em Barcelona, apresentou números mais modestos de emissões, que podem ser vistos no quadro a seguir.

⁵ HAULK, C. J., 1998, "Inland Waterways as Vital National Infrastructure: Refuting 'Corporate Welfare' Attacks," (Report No. 97-04, Allegheny Institute for Public Policy, Pittsburgh, Pennsylvania, 1998)

Quadro 22 - Emissão de poluentes em kg/tkm

Modo	Hidrocarbonetos (HC)	Monóxido de Carbono (CO)	Óxidos de Nitrogênio (NO _x)
Rodoviário	0,0000080	0,0000317	0,0003214
Ferroviário	0,0000166	0,0000442	0,0004484
Hidroviário	0,0000137	0,0000093	0,0005016

Fonte: ANTAQ – apresentação: “How Can the Transport Sector Contribute to Being a Solution Toward Climate Change (2009)

Valoração das Emissões

A ANTP em conjunto com o IPEA (1998) em seu relatório “Redução das Deseconomias Urbanas com a melhoria do Transporte Público”(Brasília: IPEA. 1998), buscou atribuir valores monetários para a poluição atmosférica. O texto reproduzido a seguir sintetiza os princípios adotados:

“A monetarização da poluição ambiental é bastante complexa, pois além de demandar estudos relativos aos reflexos da poluição sobre o ser humano (que varia de acordo com o clima, altitude, dispersão, regime de ventos, relevo, etc.) também apresenta uma mescla de efeitos das várias fontes de poluição. Dentre esses efeitos pode-se citar o do monóxido de carbono (CO) que provoca tonturas, dores de cabeça, sono, redução dos reflexos e perda da noção de tempo. É um dos principais responsáveis por acidentes de tráfego em áreas de grande concentração, aumentando o estado de morbidez das pessoas idosas. Os hidrocarbonetos (HC) são irritantes para os olhos, nariz, pele e parte superior do sistema respiratório; reduz também a visibilidade ambiente, provocando acidentes. O óxido de nitrogênio (NO_x) provoca irritação e contração das vias respiratórias diminuindo a resistência orgânica às infecções e participa do desenvolvimento do enfisema pulmonar. Já o material particulado, atinge os alvéolos pulmonares, produz alergia, asma, bronquite crônica e agravamento de sintomas produzidos por outros poluentes. Para se ter uma proxy dos custos advindos da poluição, utilizou-se estudos elaborados por várias fontes. Os valores originais, expressos em US\$/kg de emissão, foram transformados em reais. Como estes valores refletem os custos das sociedades européias e norte-americana – e na ausência de estudos específicos sobre as condições brasileiras – estes foram reduzidos segundo a relação aproximada das rendas per-capita brasileira e norte-americana.”

O quadro a seguir apresenta os resultados obtidos pelo estudo em valores de 1998 e atualizados para setembro de 2011, através do Índice de Preços ao Consumidor Amplo (IPCA) do IBGE. Vale ressaltar que entre 1998 e 2011 houve um crescimento da renda brasileira, o que permite crer que os valores estimados para 2011 sejam conservadores.

Quadro 23 - Custo econômico de emissão de poluentes (R\$/kg)

Poluente	Valores (1998)	Valores (2011)
Hidrocarbono (HC)	1,14	2,62
Monóxido de Carbono (CO)	0,19	0,44
Óxidos de Nitrogênio (NO _x)	1,12	2,58
Material Particulado (MP)	0,91	2,09

Fonte: ANTP/IPEA (1998)

Aplicando-se os valores dos quadros apresentados anteriormente, temos um custo total de emissões entre: 0,0009 e 0,0049 R\$/tkm (Hidrovias); 0,0012 e 0,0176 (Ferrovias); 0,0013 e 0,0811 (Rodovias). A diferença é grande, o que transmite aos benefícios de emissões de poluentes atmosféricos um alto grau de incerteza. A relevância do tema, no entanto, não

admite o descarte deste benefício que deve ser objeto de análise de sensibilidade. No presente estudo foram considerados os quantitativos propostos no trabalho de Haulk, para o qual foi encontrado um maior número de citações.

Trabalho realizado para a Administração Federal de Hidrovias da Alemanha (WSV), buscou determinar o custo de poluição do ar para os principais meios de transporte, chegando aos valores médios para carga não containerizada apresentados no quadro a seguir.

Quadro 24 - Custo de Poluição do Ar por Modo de Transporte

Modo	€/tkm (2007)	€/tkm (2011)	R\$/tkm
Hidrovia	0,00120	0,00132	0,00317
Ferrovia	0,00050	0,00055	0,00132
Rodovia	0,00320	0,00352	0,00845

Fonte: PLANCO/WSV Economical and Ecological Comparison of Transport Modes: Road, Railways, Inland Waterways (2007)

Os valores em euros de 2007 foram atualizados para 2011 com base no *Harmonized Index of Consumer Prices – HICPS* da Eurostat para a União Européia. Vale ressaltar que os valores encontrados para ferrovia a supõem eletrificada, e a taxa de emissão de poluentes é referida a 2006.

Benefícios de Redução de Emissões Atmosféricas

Os benefícios foram determinados pela diferença entre os custos de emissão nas situações com (com implantação do ramal ferroviário) e sem projeto. Os quadros a seguir apresentam os valores encontrados para os cenários conservador e tendencial, para as três alternativas estudadas. As linhas “Tkm (x 10⁶)” apresentam os totais de toneladas.km úteis transportadas discriminadas por modo, valores obtidos nos Estudos de Mercado.

As linhas “Custos Em.” apresentam os custos de emissões de poluentes anuais, resultantes do produto dos quantitativos de emissões por modo (quadro 24) pelos custos unitários associados às emissões (quadro 23) aplicados aos totais em tkm. A linha “Benefícios” apresenta os benefícios de redução de custos de emissão de poluentes utilizados na Avaliação Econômica das alternativas.

Quadro 25 - Benefícios de redução de emissão de poluentes – Cenário Conservador – Alternativa 1 - Acreúna

			2015	2025	2035	2045
Sem Projeto	Tkm (x 10⁶)	Rodovia	681	868	937	1.006
		Ferrovia	248	316	341	366
		Hidrovia	109	138	149	160
	Custo Em. (R\$ mil)	Rodovia	55.235	70.395	76.016	81.636
		Ferrovia	4.363	5.558	6.001	6.445
		Hidrovia	534	681	735	789
	Total	60.132	76.633	82.752	88.871	
Com Projeto	Tkm (x 10⁶)	Rodovia	0	0	0	0
		Ferrovia	2.442	3.111	3.359	3.610
		Hidrovia	0	0	0	0
	Custo Em. (R\$ mil)	Rodovia	0	0	0	0
		Ferrovia	43.011	54.789	59.162	63.579
		Hidrovia	0	0	0	0
	Total	43.011	54.789	59.162	63.579	
Benefícios	(R\$ mil)	17.121	21.845	23.590	25.292	

Quadro 26 - Benefícios de redução de emissão de poluentes – Cenário Tendencial – Alternativa 1 - Acreúna

			2015	2025	2035	2045
Sem Projeto	Tkm (x 10 ⁶)	Rodovia	681	1.177	1.728	2.526
		Ferrovia	248	428	629	919
		Hidrovia	109	188	276	403
	Custo Em. (R\$ mil)	Rodovia	55.235	95.468	140.217	204.978
		Ferrovia	4.363	7.538	11.072	16.186
		Hidrovia	534	923	1.356	1.983
		Total	60.132	103.930	152.646	223.147
Com Projeto	Tkm (x 10 ⁶)	Rodovia	0	0	0	0
		Ferrovia	2.442	4.219	6.197	9.068
		Hidrovia	0	0	0	0
	Custo Em. (R\$ mil)	Rodovia	0	0	0	0
		Ferrovia	43.011	74.318	109.157	159.716
		Hidrovia	0	0	0	0
		Total	43.011	74.318	109.157	159.716
Benefícios	(R\$ mil)	17.121	29.612	43.489	63.431	

Quadro 27 - Benefícios de redução de emissão de poluentes – Cenário Conservador – Alternativa 2 – Sta. Helena

			2015	2025	2035	2045
Sem Projeto	Tkm (x 10 ⁶)	Rodovia	746	949	1.025	1.100
		Ferrovia	269	343	370	397
		Hidrovia	118	150	162	174
	Custos Em. (R\$ mil)	Rodovia	60.497	77.011	83.169	89.223
		Ferrovia	4.744	6.036	6.519	6.994
		Hidrovia	581	739	799	857
		Total	65.823	83.787	90.487	97.073
Com Projeto	Tkm (x 10 ⁶)	Rodovia	0	0	0	0
		Ferrovia	2.801	3.564	3.848	4.080
		Hidrovia	0	0	0	0
	Custos Em. (R\$ mil)	Rodovia	0	0	0	0
		Ferrovia	49.344	62.769	67.786	71.859
		Hidrovia	0	0	0	0
		Total	49.344	62.769	67.786	71.859
Benefícios	(R\$ mil)	16.479	21.018	22.700	25.214	

Quadro 28 - Benefícios de redução de emissão de poluentes – Cenário Tendencial – Alternativa 2 – Sta. Helena

			2015	2025	2035	2045
Sem Projeto	Tkm (x 10 ⁶)	Rodovia	746	1.282	1.882	2.753
		Ferrovia	269	463	680	994
		Hidrovia	118	203	298	436
	Custos Em. (R\$ mil)	Rodovia	60.497	104.038	152.723	223.360
		Ferrovia	4.744	8.157	11.975	17.513
		Hidrovia	581	999	1.467	2.145
		Total	65.823	113.195	166.165	243.018
Com Projeto	Tkm (x 10 ⁶)	Rodovia	0	0	0	0
		Ferrovia	2.801	4.678	6.716	9.607
		Hidrovia	0	0	0	0
	Custos Em. (R\$ mil)	Rodovia	0	0	0	0
		Ferrovia	49.344	82.400	118.287	169.223
		Hidrovia	0	0	0	0
		Total	49.344	82.400	118.287	169.223
Benefícios	(R\$ mil)	16.479	30.795	47.878	73.795	

Quadro 29 - Benefícios de redução de emissão de poluentes – Cenário Conservador – Alternativa 3 - Quirinópolis

			2015	2025	2035	2045
Sem Projeto	Tkm (x 10 ⁶)	Rodovia	762	955	1.026	1.097
		Ferrovia	272	341	366	392
		Hidrovia	119	150	161	172
	Custos Em. (R\$ mil)	Rodovia	61.789	77.492	83.269	89.047
		Ferrovia	4.791	6.005	6.453	6.900
		Hidrovia	587	736	790	845
		Total	67.167	84.232	90.513	96.793
Com Projeto	Tkm (x 10 ⁶)	Rodovia	0	0	0	0
		Ferrovia	2.918	3.656	3.928	4.201
		Hidrovia	0	0	0	0
	Custos Em. (R\$ mil)	Rodovia	0	0	0	0
		Ferrovia	51.392	64.397	69.196	73.994
		Hidrovia	0	0	0	0
		Total	51.392	64.397	69.196	73.994
Benefícios		(R\$ mil)	15.774	19.835	21.317	22.799

Quadro 30 - Benefícios de redução de emissão de poluentes – Cenário Tendencial – Alternativa 3 - Quirinópolis

			2015	2025	2035	2045
Sem Projeto	Tkm (x 10 ⁶)	Rodovia	762	1.281	1.870	2.720
		Ferrovia	272	457	668	972
		Hidrovia	119	201	293	426
	Custos Em. (R\$ mil)	Rodovia	61.789	103.900	151.740	220.713
		Ferrovia	4.791	8.056	11.765	17.112
		Hidrovia	587	987	1.441	2.096
		Total	67.167	112.943	164.946	239.922
Com Projeto	Tkm (x 10 ⁶)	Rodovia	0	0	0	0
		Ferrovia	2.918	4.906	7.165	10.277
		Hidrovia	0	0	0	0
	Custos Em. (R\$ mil)	Rodovia	0	0	0	0
		Ferrovia	51.392	86.420	126.204	181.021
		Hidrovia	0	0	0	0
		Total	51.392	86.420	126.204	181.021
Benefícios		(R\$ mil)	15.774	26.523	38.743	58.901

a.3 Redução dos Custos de Acidentes

A transferência de parte da demanda de carga do modo rodoviário para o modo ferroviário terá como consequência a redução do volume médio diário de veículos (caminhões) nas rodovias impactadas. Sendo o número de acidentes em rodovias diretamente ligado ao volume de tráfego médio diário (VMD) e à quilometragem percorrida, além de outros fatores, fez-se necessário estimar uma relação entre número de acidentes e o produto veículo x quilômetros percorridos. Estabelecida essa relação e estimando-se a quantidade de veículos.km retirada das rodovias em função da implantação do ramal ferroviário, é possível estimar-se a redução anual esperada de acidentes. Admitindo-se a adoção de um custo médio por acidente, tornou-se possível atribuir um valor monetário para os acidentes evitados, e, conseqüentemente, para os benefícios de redução de acidentes.

Quantificação e valoração dos acidentes

Como base para a determinação da ocorrência de acidentes em função da quantidade de veículos.km, partiu-se do banco de dados de acidentes mais recente disponível para rodovias federais, referente ao ano de 2007, obtido junto ao Instituto de Pesquisas Rodoviárias (IPR/DNIT).

O banco de dados permitiu a apuração de valores agregados por rodovia para o ano em questão, para todo o Brasil. Não há uma classificação por gravidade de acidente, mas é possível a apuração dos custos em seus diversos componentes, como por exemplo custos médicos e danos materiais, entre outros, discriminação esta não relevante para o presente estudo. Para testar a correlação entre variação no tráfego e número de acidentes, fez-se necessário buscar os volumes médios diários em 2007, para as rodovias selecionadas para a análise. Adotou-se, como testemunha, algumas das principais rodovias na área de influência do estudo, para as quais se obteve dados de acidentes e de tráfego. Para as rodovias em questão obteve-se o volume diário médio anual (VMDA) para 2009, a partir do qual foi estimado o tráfego em 2007, aplicando-se uma taxa de crescimento de 3% a.a. para o período, de forma obter a mesma base temporal. Esse procedimento foi necessário uma vez que não foram obtidos dados de acidentes e de tráfego para as rodovias para o mesmo ano de referência.

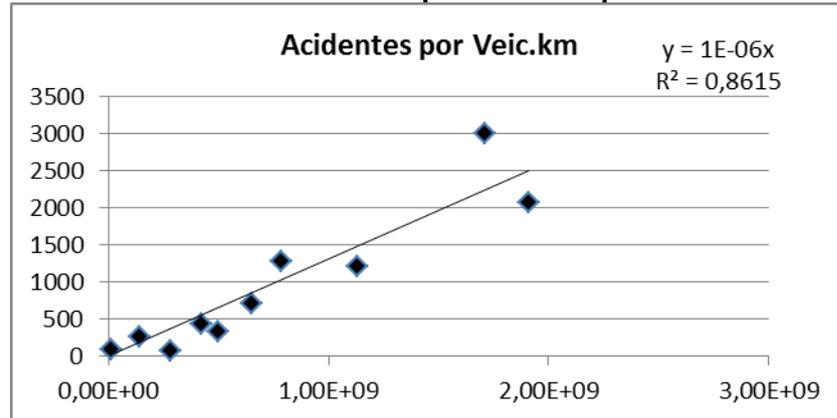
O quadro a seguir apresenta o valor médio por acidente, referenciado inicialmente a 2007 e atualizado para 2011 pelo IPCA do IBGE.

Quadro 31 - Estatísticas de Acidente e Custo Médio por Acidente

		IPR/DNIT 2007			VMD	
Rodovia	UF	Ext. (km)	Acidentes	Valor (R\$)	2009	2007
50	GO	218,3	326	21.393.168	6.635	6.254
50	MG	208,9	1205	71.843.469	15.781	14.875
60	GO	490,2	2063	108.286.838	11.333	10.682
153	GO	657,9	2999	157.738.696	7.556	7.122
153	MG	214,7	720	50.886.279	8.805	8.299
153	SP	347,7	1283	67.251.901	6.572	6.195
364	GO	379,8	443	21.849.782	3.259	3.072
364	MG	9,5	101	4.920.820	3.990	3.761
452	GO	181,4	84	4.125.616	4.530	4.270
452	MG	84,4	260	21.076.504	4.991	4.704
		2.792,8	9.484,00	529.373.073	7.865	7.414
Valor Médio por Acidente (R\$):				55.817	(2007)	
				69.532	(2011)	

Fonte: IPR/DNIT - Custos de Acidentes Rodoviários

Para a determinação da redução de acidentes com a redução no VMD em decorrência da transferência de carga da rodovia para a ferrovia, buscou-se uma correlação entre a quantidade de acidentes e veículos.km nas rodovias testemunhas consideradas, com os resultados apresentados no gráfico a seguir.

Gráfico 1 - Acidentes por Veículo.kilômetro

Observa-se um $R^2 = 0,86$ para a regressão linear (curva que apresentou a melhor correlação). Sabendo-se que outros fatores além do tráfego, não considerados aqui, influenciam na ocorrência de acidentes, o R^2 encontrado foi considerado satisfatório. Considerou-se, assim, a ocorrência de aproximadamente 1,25 acidentes a cada milhão de veículos.km. Sendo o custo de 1 acidente estimado em R\$ 69.532,00, obtém-se um benefício aproximado de R\$ 87.000,00 a cada milhão de veículos.km retirados da malha rodoviária.

Benefícios de Redução de Acidentes

Para a quantificação dos benefícios admitiu-se como veículo rodoviário padrão o bitrem de 7 eixos, de 40 toneladas de capacidade de carga, com 30% de carga de retorno. Os valores dos benefícios foram determinados pela diferença entre os custos de acidente nas situações com (implantação do ramal ferroviário) e sem projeto. Os quadros a seguir apresentam os valores encontrados para os cenários conservador e tendencial, para as três alternativas estudadas. Para a montagem dos quadros 32 a 37 foi considerada apenas a carga originalmente transportada por via rodoviária, obtida dos Estudos de Mercado, e que, na situação futura, é transportada por via ferroviária. Desta forma, os benefícios de redução de acidentes correspondem aos custos de acidentes esperados para a situação sem projeto, e que deixarão de ocorrer quando a modalidade de transporte passar para ferroviária.

**Quadro 32 - Benefícios de Redução de Acidentes – Cenário Conservador
Alternativa 1 – Acreúna**

		2015	2025	2035	2045
Sem Proj	Tkm (x 10 ⁶)	681	868	937	1.006
	Veic.km (x 10 ⁶)	26	33	36	39
	Acidentes	33	42	45	49
	Valor (R\$ mil)	2.285	2.912	3.144	3.377
Com Proj	Tkm (x 10 ⁶)	0	0	0	0
	Veic.km (x 10 ⁶)	0	0	0	0
	Acidentes	0	0	0	0
	Valor (R\$ mil)	0	0	0	0
Benefícios		2.285	2.912	3.144	3.377

**Quadro 33 - Benefícios de Redução de Acidentes – Cenário Tendencial
Alternativa 1 – Acreúna**

		2015	2025	2035	2045
Sem Proj	Tkm (x 10 ⁶)	681	1.177	1.728	2.526
	Veic.km (x 10 ⁶)	26	45	66	97
	Acidentes	33	57	83	122
	Valor (R\$ mil)	2.285	3.949	5.800	8.479
Com Proj	Tkm (x 10 ⁶)	0	0	0	0
	Veic.km (x 10 ⁶)	0	0	0	0
	Acidentes	0	0	0	0
	Valor (R\$ mil)	0	0	0	0
Benefícios		2.285	3.949	5.800	8.479

**Quadro 34 - Benefícios de Redução de Acidentes – Cenário Conservador
Alternativa 2 – Sta. Helena**

		2015	2025	2035	2045
Sem Proj	Tkm (x 10 ⁶)	746	949	1.025	1.100
	Veic.km (x 10 ⁶)	29	37	39	42
	Acidentes	36	46	49	53
	Valor (R\$ mil)	2.502	3.185	3.440	3.691
Com Proj	Tkm (x 10 ⁶)	0	0	0	0
	Veic.km (x 10 ⁶)	0	0	0	0
	Acidentes	0	0	0	0
	Valor (R\$ mil)	0	0	0	0
Benefícios (R\$ mil)		2.502	3.185	3.440	3.691

**Quadro 35 - Benefícios de Redução de Acidentes – Cenário Tendencial
Alternativa 2 – Sta. Helena**

		2015	2025	2035	2045
Sem Proj	Tkm (x 10 ⁶)	746	1.282	1.882	2.753
	Veic.km (x 10 ⁶)	29	49	72	106
	Acidentes	36	62	91	133
	Valor (R\$ mil)	2.502	4.303	6.317	9.239
Com Proj	Tkm (x 10 ⁶)	0	0	0	0
	Veic.km (x 10 ⁶)	0	0	0	0
	Acidentes	0	0	0	0
	Valor (R\$ mil)	0	0	0	0
Benefícios (R\$ mil)		2.502	4.303	6.317	9.239

**Quadro 36 - Benefícios de Redução de Acidentes – Cenário Conservador
Alternativa 3 – Quirinópolis**

		2015	2025	2035	2045
Sem Proj	Tkm (x 10 ⁶)	762	955	1.026	1.097
	Veic.km (x 10 ⁶)	29	37	39	42
	Acidentes	37	46	50	53
	Valor (R\$ mil)	2.556	3.205	3.444	3.683
Com Proj	Tkm (x 10 ⁶)	0	0	0	0
	Veic.km (x 10 ⁶)	0	0	0	0
	Acidentes	0	0	0	0
	Valor (R\$ mil)	0	0	0	0
Benefícios (R\$ mil)		2.556	3.205	3.444	3.683

**Quadro 37 - Benefícios de Redução de Acidentes – Cenário Tendencial
Alternativa 3 – Quirinópolis**

		2015	2025	2035	2045
Sem Proj	Tkm (x 10 ⁶)	762	1.281	1.870	2.720
	Veic.km (x 10 ⁶)	29	49	72	105
	Acidentes	37	62	90	131
	Valor (R\$ mil)	2.556	4.298	6.277	9.129
Com Proj	Tkm (x 10 ⁶)	0	0	0	0
	Veic.km (x 10 ⁶)	0	0	0	0
	Acidentes	0	0	0	0
	Valor (R\$ mil)	0	0	0	0
Benefícios (R\$ mil)		2.556	4.298	6.277	9.129

b. Benefícios Indiretos

Neste item são tratados os benefícios indiretos identificados, quais sejam: a valorização real de propriedades, o aumento na arrecadação tributária, a geração temporária de empregos e a promoção de desenvolvimento regional.

b.1 Valorização de propriedades

É o transporte que permite a ocupação do espaço e é um dos principais fatores para a determinação do seu valor. Quanto maior a acessibilidade, mantidas as demais variáveis constantes, maior será o valor do espaço. Quanto menor a acessibilidade existente, ao implantar uma nova ligação os valores aumentarão. No caso do ramal ferroviário em estudo, já existe uma boa acessibilidade pelo modal rodoviário e em assim sendo podemos considerar que a valorização das propriedades não deva ser significativamente elevada para que possam influir na avaliação econômica do empreendimento.

É importante citar que se a oferta de um serviço ferroviário tiver melhor eficiência do que o rodoviário (tarifas menores e frequências) proporcionará certamente acréscimo de valor na área de influencia da linha, sobremaneira das áreas de produção agrícola, dirigidas a exportação. A instalação de pátios e terminais poderá também proporcionar valorização das áreas contíguas por gerar funções complementares que buscarão se estabelecer nas suas proximidades.

b.2 Aumento de arrecadação tributária

Embora o aumento de arrecadação tributária seja uma consequência positiva, face ao desenvolvimento decorrente da construção e operação de um novo ramal ferroviário, não deverá ser considerado como um benefício econômico.

O benefício econômico, por sua natureza, não deve incluir impostos, taxas e tributos, tendo em vista que visa identificar vantagens adicionais à sociedade como um todo, incluindo-se o setor público e o privado.

A arrecadação tributária trata da simples transferência de recursos do setor privado para o público, não constituindo, de per si, benefício para a sociedade, uma vez que não há produção decorrente. Naturalmente, a aplicação dos recursos arrecadados poderá resultar em benefícios futuros para a sociedade.

É certo que a implantação de uma nova via ferroviária proporcionará benefícios tributários nas esferas municipal, estadual e federal. Esses benefícios deverão ser analisados de forma qualitativa e não incorporados à avaliação econômica do empreendimento

Em assim sendo é apresentada a seguir, em função dos investimentos a serem realizados, a possibilidade de aumento de arrecadação tributária considerando os principais tributos federais, estaduais e municipais dos investimentos (obras e supervisão) efetuados na ferrovia durante sua implantação.

Tributos Incidentes na Implantação do trecho ferroviário

Custos Financeiros	Tributos	Alíquotas (%)
Obras e Serviços	CSLL	1,00
	IRPJ	1,20
	PIS/PASEP	0,65
	COFINS	3,00
	ISS	4,00(*)
Supervisão	CSLL	1,00
	IRPJ	4,80
	PIS/PASEP	0,65
	COFINS	3,00
	ISS	4,00 (*)

(*) Valor médio

Aumento da Arrecadação Tributária em R\$ - Alternativa 1 – Acreúna

Serviços	Valor da obra	Total alíquotas	Arrecadação Tributária
Obras e Serviços	1.654.283.397,95	9,85%	162.946.914,70
Supervisão	82.302.656,61	13,45%	11.069.707,31
Total	1.736.586.054,56		174.016.622,01

Aumento da Arrecadação Tributária em R\$ - Alternativa 2 – Santa Helena

Serviços	Valor da obra	Total alíquotas	Arrecadação Tributária
Obras e Serviços	1.522.185.010,17	9,85%	149.935.223,50
Supervisão	75.730.597,52	13,45%	10.185.765,37
Total	1.597.915.607,69		160.120.988,87

Aumento da Arrecadação Tributária em R\$ - Alternativa 3 - Quirinópolis

Serviços	Valor da obra	Total alíquotas	Arrecadação Tributária
Obras e Serviços	1.199.063.207,66	9,85%	118.107.725,95
Supervisão	59.654.885,95	13,45%	8.023.582,16
Total	1.258.718.093,61		126.131.308,11

b.3 Geração temporária de empregos

Espera-se uma significativa geração de empregos diretos durante a fase de construção do ramal. Um percentual expressivo, cerca de 75 a 80%, corresponde a pessoal de menor qualificação que eventualmente poderá ser recrutado na região, principalmente na área de influência direta do ramal. A parcela restante deverá ser de nível mais especializado, em parte transferido de outros locais do país. É razoável imaginar-se cerca de 2 empregos indiretos na região para cada emprego direto, em atividades de apoio tais como hospedagem, lazer, alimentação e insumos.

Qualitativamente pode-se considerar que a construção do ramal poderá em curto prazo trazer benefícios para a região com o aumento do emprego durante sua construção, de outro modo quando do término do ramal haverá um deslocamento de grande parte dessa

mão-de-obra importada para outros projetos, com uma redução também do emprego indireto.

O cálculo desse benefício indireto, apresentado a seguir adotou o “Modelo de Geração de Empregos – MGE do BNDES”, encontrado em Najberg, Sheila e Ikeda, Marcelo, Modelo de Geração de Empregos: Metodologia e Resultados, Textos para Discussão nº 72, Rio de Janeiro, BNDES, 1999, para o cálculo do número de empregos diretos e indiretos que serão criados durante o período de construção do ramal ferroviário em estudo.

Naquele estudo é apresentada uma estimativa de empregos gerados para 41 setores da economia segundo a desagregação setorial utilizada pelo IBGE para cada R\$ 10.000.000,00 (dez milhões de reais a valores de 1999). Em 2004 os dados foram atualizados com os dados de produção e pessoal ocupado nas Contas Nacionais de 2002 do IBGE (Novas Estimativas do Modelo de Geração de Emprego do BNDES - SINÓPSE ECONÔMICA Nº 133 – Março de 2004 – BNDES).

O modelo apresenta 3 (três) tipos de emprego: Emprego Direto - Corresponde à mão –de - obra adicional requerida pelo setor onde se observa o aumento de produção, Emprego Indireto – corresponde aos empregos gerados nos setores que compõe a cadeia produtiva na medida que um bem final estimula a produção de insumos necessários a sua produção e Emprego efeito-renda - obtido a partir da transformação da renda dos trabalhadores e empresários em consumo.

Para o estudo atual consideramos a tabela atualizada do BNDES para preços médios de 2003 e deflacionamos os investimentos para aquela data aplicando-os no Setor da Construção Civil – INCC-FGV para uma estimativa do número de empregos.

Estimativa de Empregos Gerados por um aumento de produção de R\$ 10 milhões (preços médios de 2003).

Setor	Diretos	Indiretos	Efeito-Renda	Total
Construção Civil	176	83	271	530

Fonte: BNDES

Índice Nacional da Construção Civil – INCC – FGV – DEZ/2003 a SET/2011

Data	%								
jan/03	1,51	jan/04	0,33	jan/05	0,75	jan/06	0,34	jan/07	0,45
fev/03	1,39	fev/04	1,00	fev/05	0,44	fev/06	0,19	fev/07	0,21
mar/03	1,38	mar/04	1,16	mar/05	0,67	mar/06	0,20	mar/07	0,27
abr/03	0,90	abr/04	0,59	abr/05	0,72	abr/06	0,36	abr/07	0,46
mai/03	2,84	mai/04	1,83	mai/05	2,09	mai/06	1,32	mai/07	1,15
jun/03	1,05	jun/04	0,70	jun/05	0,76	jun/06	0,90	jun/07	0,92
jul/03	0,99	jul/04	1,12	jul/05	0,11	jul/06	0,47	jul/07	0,31
ago/03	1,44	ago/04	0,81	ago/05	0,02	ago/06	0,24	ago/07	0,26
set/03	0,22	set/04	0,58	set/05	0,24	set/06	0,11	set/07	0,51
out/03	0,65	out/04	1,19	out/05	0,19	out/06	0,21	out/07	0,51
nov/03	1,04	nov/04	0,71	nov/05	0,28	nov/06	0,23	nov/07	0,36
dez/03	0,16	dez/04	0,51	dez/05	0,37	dez/06	0,36	dez/07	0,59
acumulado	13,57		10,53		6,64		4,93		6,00

Fonte: FGV

Data	%	Data	%	Data	%	Data	%
jan/08	0,38	jan/09	0,33	jan/10	0,64	jan/11	0,41
fev/08	0,40	fev/09	0,27	fev/10	0,36	fev/11	0,28
mar/08	0,66	mar/09	-0,25	mar/10	0,75	mar/11	0,43
abr/08	0,87	abr/09	-0,04	abr/10	0,84	abr/11	1,06
mai/08	2,02	mai/09	1,39	mai/10	1,81	mai/11	2,94
jun/08	1,92	jun/09	0,70	jun/10	1,09	jun/11	0,37
jul/08	1,46	jul/09	0,26	jul/10	0,44	jul/11	0,45
ago/08	1,18	ago/09	-0,05	ago/10	0,14	ago/11	0,13
set/08	0,95	set/09	0,15	set/10	0,21	set/11	0,14
out/08	0,77	out/09	0,06	out/10	0,20		
nov/08	0,50	nov/09	0,29	nov/10	0,37		
dez/08	0,17	dez/09	0,10	dez/10	0,67		
acumulado	11,28		3,21		7,52		6,21

Fonte: FGV

Geração de Empregos – valores deflacionados para 2003 considerando o período 2003 a 2012 equivalentes a um acréscimo percentual de 71,9 % teremos:

Investimentos em R\$

Investimentos	set/11	2003
Alternativa 1 – Acreúna	1.736.586.054,56	1.010.230.398,23
Alternativa 2 – Sta Helena	1.597.915.607,69	929.561.144,67
Alternativa 3 – Quirinópolis	1.258.718.093,61	732.238.565,22

Número de Empregos gerados

Alternativa	Investimentos-2003	Diretos	Indiretos	Efeito-Renda	Total
1 – Acreúna	1.010.230.398,23	17.780	8.385	27.377	53.542
2 – Sta Helena	929.561.144,67	16.360	7.715	25.191	49.266
3 – Quirinópolis	732.238.565,22	12.887	6.077	19.844	38.808

b.4 Promoção de desenvolvimento regional

As estradas constituem vetores fomentadores e direcionadores de desenvolvimento. O Centro-Oeste vem se beneficiando de novos investimentos em transporte em paralelo ao desenvolvimento agropecuário.

Hoje a área de influencia do presente estudo tem no transporte rodoviário o modal predominante de escoamento, desde Goiás até aos portos, sendo este um dos mais importantes fatores de custos que oneram a produção, seja de soja, açúcar ou milho.

Na medida em que se proporciona, através do ramal estudado, um acesso à Ferrovia Norte-Sul, garante-se dois fatores de redução de custos:

- O escoamento pelo modal ferroviário, de custos operacionais menores do que o rodoviário;
- A possibilidade de uso de portos alternativos nas Regiões Norte e Nordeste, com redução de custos logísticos.

Essa redução de custos de transportes tenderá a valorizar a região, atraindo maiores investimentos e proporcionando maior desenvolvimento.

2.6.2 AVALIAÇÃO DAS ALTERNATIVAS

2.6.2.1 Segmento 1, Alternativa 1: Itumbiara - Acreúna

Custos de Investimento

O quadro a seguir, já apresentado, sumariza o orçamento para as obras de implantação da alternativa 1.

Quadro 38 - Orçamento para a Alternativa 1 (R\$)

Discriminação dos Serviços	Custo (R\$)
1.0 Serviços Preliminares	7.232.368,17
2.0 Terraplenagem	839.495.092,34
3.0 Drenagem e Obras de Arte Correntes	256.551.540,89
4.0 Obras de Arte Especiais	88.179.000,00
5.0 Faixa de Domínio	14.144.656,06
6.0 Superestrutura	413.467.114,31
7.0 Obras Complementares	23.605.668,76
8.0 Mobil., Desmob., Inst. e Man. Canteiro	11.607.957,42
9.0 Supervisão / Administração	82.302.656,61
TOTAL GERAL	1.736.586.054,56

Para a montagem do fluxo de caixa para a avaliação econômica é preciso a conversão dos custos financeiros para econômicos e sua apropriação no tempo, em função do cronograma previsto para as obras. O próximo quadro apresenta os custos financeiros e econômicos distribuídos pelos três anos previstos para as obras.

Quadro 39 - Cronograma de Investimento

	Fluxo de Investimentos (R\$ x 10 ⁶)	
	Financeiros	Econômicos
2012	522,7	418,1
2013	732,7	586,2
2014	481,2	384,9
Total	1.736,6	1.389,3

Determinação dos indicadores econômicos

Para a determinação dos indicadores são considerados, além dos cenários Conservador e Tendencial apresentados nos Estudos de Mercado, um terceiro cenário, denominado Intermediário. O cenário Intermediário, como o nome sugere, é um cenário intermediário entre o Conservador e o Tendencial, elaborado com uma taxa de crescimento de benefícios constante e igual à média entre as taxas de crescimento observadas naqueles cenários ao longo do horizonte de projeto.

Para os cenários Conservador e Tendencial são aplicados ao fluxo de caixa os valores dos benefícios apurados no item anterior, para os anos patamares 2015, 2025, 2035 e 2045.

Para os anos intermediários é considerada uma taxa de crescimento constante igual a média obtida entre os anos patamares imediatamente superiores e inferiores. Vale ressaltar que o ano de 2045 é omitido do fluxo de caixa de forma a que só sejam considerados trinta anos de benefícios, de forma a compor o horizonte de avaliação do projeto.

O quadro a seguir apresenta a consolidação dos fluxos de caixa e indicadores econômicos para cada cenário de crescimento de demanda, considerando ainda os custos de investimento com acréscimos de 0 a 25%. As planilhas e os cálculos em sua totalidade são apresentados no Volume 3 deste estudo.

**Quadro 40 - Sumário dos Indicadores Econômicos
Segmento 1 – Alternativa 1 – Acreúna**

Cenário	Tx Crescimento da Demanda (% a.a.)	Acréscimo no Custo de Investimento											
		0%			10%			15%			25%		
		VPL	TIR	B/C	VPL	TIR	B/C	VPL	TIR	B/C	VPL	TIR	B/C
Tendencial	4,50%	-563	2,5%	0,6	-695	2,0%	0,5	-760	1,7%	0,5	-892	1,3%	0,5
Intermediário	2,90%	-731	0,8%	0,4	-863	0,3%	0,4	-928	0,0%	0,4	-1.060	-0,4%	0,4
Conservador	1,30%	-798	-0,2%	0,4	-929	-0,8%	0,4	-995	-1,0%	0,3	-1.127	-1,5%	0,3

VPL em R\$ milhões; TIR em % a.a.; B/C adimensional.

Observa-se, pelo quadro sumário, que não há viabilidade mesmo no cenário mais otimista.

Análise de Incerteza

A análise de incerteza foi realizada tomando-se como base o Cenário Conservador e reduzindo-se em 50% os benefícios derivados de emissões atmosféricas, cujos valores encontram maior divergência na literatura. Desta forma, obtêm-se os indicadores para a faixa mais negativa do espectro de cenários considerados. O resultado pode ser observado no quadro apresentado a seguir

**Quadro 41 - Análise de Incerteza – Redução de 50% nos benefícios derivados da
redução de emissões atmosféricas
Segmento 1 – Alternativa 1 – Acreúna**

	Acréscimo no Custo de Investimento			
	0%	10%	15%	25%
VPL	-926	-1.057	-1.123	-1.255
TIR	-1,8%	-2,3%	-2,5%	-2,9%
B/C	0,3	0,3	0,3	0,2

Naturalmente, os indicadores tornam-se ainda mais negativos após a redução dos benefícios ambientais, confirmando a inviabilidade da alternativa analisada.

Conclusão

A Alternativa 1 é **economicamente inviável** nos três cenários de demanda simulados.

2.6.2.2 Segmento 1, Alternativa 2: Itumbiara – Santa Helena

Custos de Investimento

O quadro a seguir sumariza o orçamento para as obras de implantação da Alternativa 2 – Santa Helena/GO

Quadro 42 - Orçamento para a Alternativa 2 (R\$)

Discriminação dos Serviços	Custo (R\$)
1.0 Serviços Preliminares	7.735.738,81
2.0 Terraplenagem	586.385.729,42
3.0 Drenagem e Obras de Arte Correntes	172.186.528,21
4.0 Obras de Arte Especiais	167.076.000,00
5.0 Faixa de Domínio	17.997.677,73
6.0 Superestrutura	531.086.968,77
7.0 Obras Complementares	30.892.559,08
8.0 Mobil., Desmob., Inst. e Man. Canteiro	8.823.808,15
9.0 Supervisão / Administração	75.730.597,52
TOTAL GERAL	1.597.915.607,69

Para a montagem do fluxo de caixa para a avaliação econômica é preciso a conversão dos custos financeiros para econômicos e sua apropriação no tempo, em função do cronograma previsto para as obras. O quadro a seguir apresenta os custos financeiros e econômicos distribuídos pelos três anos previstos para as obras.

Quadro 43 - Cronograma de Investimento

	Fluxo de Investimentos (R\$ x 10 ⁶)	
	Financeiros	Econômicos
2012	467,7	374,1
2013	661,9	529,5
2014	468,4	374,7
Total	1.597,9	1.278,3

Determinação dos indicadores econômicos

Para a determinação dos indicadores são considerados, além dos cenários Conservador e Tendencial apresentados nos Estudos de Mercado, um terceiro cenário, denominado Intermediário. O cenário Intermediário, como o nome sugere, é um cenário intermediário entre o Conservador e o Tendencial, elaborado com uma taxa de crescimento de benefícios constante e igual à média entre as taxas de crescimento observadas naqueles cenários ao longo do horizonte de projeto.

Para os cenários Conservador e Tendencial são aplicados ao fluxo de caixa os valores dos benefícios apurados, para os anos patamares 2015, 2025, 2035 e 2045. Para os

anos intermediários é considerada uma taxa de crescimento constante igual a média obtida entre os anos patamares imediatamente superiores e inferiores. Vale ressaltar que o ano de 2045 é omitido do fluxo de caixa de forma a que só sejam considerados trinta anos de benefícios, de forma a compor o horizonte de avaliação do projeto.

Os quadros a seguir apresentam os fluxos de caixa e indicadores econômicos para cada cenário de crescimento de demanda, considerando ainda os custos de investimento com acréscimos de 0 a 25%.

**Quadro 44 - Sumário dos Indicadores Econômicos
Segmento 1 – Alternativa 2 – Santa Helena**

Cenário	Crescimento da Demanda (% a.a.)	Acréscimo no Custo de Investimento											
		0%			10%			15%			25%		
		VPL	TIR	B/C	VPL	TIR	B/C	VPL	TIR	B/C	VPL	TIR	B/C
Tendencial	5,10%	-364	3,8%	0,7	-484	3,2%	0,6	-545	2,9%	0,6	-665	2,5%	0,6
Intermediário	3,30%	-606	1,5%	0,5	-727	1,0%	0,5	-787	0,7%	0,4	-908	0,3%	0,4
Conservador	1,40%	-699	0,2%	0,4	-820	-0,4%	0,4	-880	-0,6%	0,4	-1.001	-1,1%	0,3

VPL em R\$ milhões; TIR em % a.a.; B/C adimensional.

Observa-se, pelo quadro sumário, que não há viabilidade mesmo no cenário mais otimista.

Análise de Incerteza

A análise de incerteza foi realizada tomando-se como base o Cenário Conservador e reduzindo-se em 50% os benefícios derivados de emissões atmosféricas, cujos valores encontram maior divergência na literatura. Desta forma, obtêm-se os indicadores para a faixa mais negativa do espectro de cenários considerados. O resultado pode ser observado no quadro apresentado a seguir.

**Quadro 45 - Análise de Incerteza – Redução de 50% nos benefícios derivados da redução de emissões atmosféricas
Segmento 1 – Alternativa 2 – Santa Helena**

	Acréscimo no Custo de Investimento			
	0%	10%	15%	25%
VPL	-823	-944	-1.004	-1.125
TIR	-1,4%	-1,9%	-2,1%	-2,5%
B/C	0,3	0,3	0,3	0,3

Naturalmente, os indicadores tornam-se ainda mais negativos após a redução dos benefícios ambientais, confirmando a inviabilidade da alternativa analisada.

Conclusão

A Alternativa 2 é **economicamente inviável** nos três cenários de demanda simulados.

2.6.2.3 Segmento 1, Alternativa 3: Itumbiara – Quirinópolis

Custos de Investimento

O quadro a seguir sumariza o orçamento para as obras de implantação da alternativa 3 – Itumbiara – Quirinópolis

**Quadro 46 - Orçamento para a Alternativa 3 (R\$)
Quirinópolis**

Discriminação dos Serviços		Custo (R\$)
1.0	Serviços Preliminares	5.878.948,42
2.0	Terraplenagem	425.536.142,30
3.0	Drenagem e Obras de Arte Correntes	126.352.416,78
4.0	Obras de Arte Especiais	188.682.000,00
5.0	Faixa de Domínio	14.874.359,25
6.0	Superestrutura	400.659.551,05
7.0	Obras Complementares	27.736.609,50
8.0	Mobil., Desmob., Inst. e Man. Canteiro	9.343.180,36
9.0	Supervisão / Administração	59.654.885,95
TOTAL GERAL		1.258.718.093,61

Para a montagem do fluxo de caixa para a avaliação econômica é preciso a conversão dos custos financeiros para econômicos e sua apropriação no tempo, em função do cronograma previsto para as obras. O quadro a seguir apresenta os custos financeiros e econômicos distribuídos pelos três anos previstos para as obras.

Quadro 47 - Cronograma de Investimento

Fluxo de Investimentos (R\$ x 10 ⁶)		
	Financeiros	Econômicos
2012	370,9	296,7
2013	520,5	416,4
2014	367,3	293,9
Total	1.258,7	1.007,0

Determinação dos indicadores econômicos

Para a determinação dos indicadores são considerados, além dos cenários Conservador e Tendencial apresentados nos Estudos de Mercado, um terceiro cenário, denominado Intermediário. O cenário Intermediário, como o nome sugere, é um cenário intermediário entre o Conservador e o Tendencial, elaborado com uma taxa de crescimento de benefícios constante e igual à média entre as taxas de crescimento observadas naqueles cenários ao longo do horizonte de projeto.

Para os cenários Conservador e Tendencial são aplicados ao fluxo de caixa os valores dos benefícios apurados para os anos patamares 2015, 2025, 2035 e 2045. Para os anos intermediários é considerada uma taxa de crescimento constante igual a média obtida entre os anos patamares imediatamente superiores e inferiores. Vale ressaltar que o ano de 2045 é omitido do fluxo de caixa de forma a que só sejam considerados trinta anos de benefícios, de forma a compor o horizonte de avaliação do projeto.

Os quadros a seguir apresentam os fluxos de caixa e indicadores econômicos para cada cenário de crescimento de demanda, considerando ainda os custos de investimento com acréscimos de 0 a 25%.

**Quadro 48 - Sumário dos Indicadores Econômicos
Segmento 1 – Alternativa 3 - Quirinópolis**

Cenário	Tx Crescimento da Demanda (% a.a.)	Acréscimo no Custo de Investimento											
		0%			10%			15%			25%		
		VPL	TIR	B/C	VPL	TIR	B/C	VPL	TIR	B/C	VPL	TIR	B/C
Tendencial	4,50%	195	7,3%	1,2	100	6,6%	1,1	53	6,3%	1,0	-43	5,8%	1,0
Intermediário	2,90%	-45	5,6%	1,0	-140	5,0%	0,9	-187	4,7%	0,8	-282	4,1%	0,8
Conservador	1,20%	-157	4,6%	0,8	-252	3,9%	0,8	-300	3,6%	0,7	-395	3,0%	0,7

VPL em R\$ milhões; TIR em % a.a.; B/C adimensional.

Observa-se, pelo quadro sumário, que a alternativa é viável se confirmado o Cenário Tendencial, mesmo que o investimento seja excedido em cerca de 20%. A viabilidade não se sustenta, no entanto, nos cenários de demanda Intermediário e Conservador.

Análise de Incerteza

A análise de incerteza foi realizada tomando-se como base o Cenário Conservador e reduzindo-se em 50% os benefícios derivados de emissões atmosféricas, cujos valores encontram maior divergência na literatura. Desta forma, obtêm-se os indicadores para a faixa mais negativa do espectro de cenários considerados. O resultado pode ser observado no quadro apresentado a seguir

Quadro 49 - Análise de Incerteza – Redução de 50% nos benefícios derivados da redução de emissões atmosféricas

	Acréscimo no Custo de Investimento			
	0%	10%	15%	25%
VPL	-274	-369	-416	-511
TIR	3,5%	2,8%	2,5%	2,0%
B/C	0,7	0,6	0,6	0,6

Como a viabilidade não se sustenta no Cenário Conservador, a redução adicional de benefícios ambientais resulta em indicadores mais negativos.

Conclusão

A viabilidade da Alternativa 3 é **provável** se confirmado o Cenário Tendencial de demanda. A análise de sensibilidade e incerteza demonstra que há risco de inviabilidade caso o cenário mais favorável de demanda não se confirme ou caso os investimentos excedam o previsto em mais de 20%.

2.6.2.4 Definição da Melhor Alternativa

O quadro a seguir apresenta um sumário comparativo dos principais indicadores econômicos para as três alternativas estudadas. Os indicadores selecionados foram o valor presente líquido (VPL), a taxa interna de retorno (TIR) e a razão benefício/custo (B/C). Dentre os cenários analisados são apresentados o Cenário Tendencial – mais otimista; o Cenário Conservador – mais pessimista; a coluna Sensibilidade apresenta os indicadores para um investimento com acréscimo de 25% considerando os benefícios do Cenário Conservador.

Quadro 50 - Principais Indicadores Econômicos – Sumário Comparativo

ALTERNATIVA	TENDENCIAL			CONSERVADOR			SENSIBILIDADE		
	VPL	TIR	B/C	VPL	TIR	B/C	VPL	TIR	B/C
1 – ACREÚNA	-563	2,5%	0,6	-798	-0,2%	0,4	-1.127	-1,5%	0,3
2 – STA. HELENA	-364	3,8%	0,7	-699	0,2%	0,4	-1.001	-1,1%	0,3
3 – QUIRINÓPOLIS	195	7,3%	1,2	-157	4,6%	0,8	-395	3,0%	0,7

VPL em R\$ milhões; TIR em % a.a.; B/C adimensional

A análise das figuras de mérito apresentadas aponta para a Alternativa 3 – Itumbiara – Quirinópolis – como a melhor alternativa de investimento. É a única alternativa que apresenta viabilidade provável para a taxa de retorno de 6% a.a. Vale ressaltar que essa viabilidade depende da confirmação do cenário mais favorável de demanda.

2.6.2.5 Análise de Riscos

A investigação do risco de um empreendimento está ligada à determinação da probabilidade de ocorrência de um ou mais eventos relevantes para o sucesso do projeto, além de suas consequências. A incerteza pode se constituir em um risco, mas está principalmente ligada à precisão de parâmetros ou indicadores utilizados.

No presente projeto pode-se identificar os seguintes riscos importantes:

- Ligados ao financiamento – possibilidade de não obtenção de financiamento em tempo hábil. Consequência: adiamento da construção e frustração dos benefícios esperados;
- Ligados às exigências legais e administrativas – possibilidade de atraso na obtenção de documentação legal, por exemplo, licenciamento ambiental. Consequência: adiamento da construção e frustração dos benefícios esperados;

- Ligados a obras complementares – possibilidade de que obras complementares sofram atraso impactando o cronograma do projeto ou os benefícios considerados. No presente projeto, para a rota de escoamento da produção na situação com projeto supõe-se a utilização da Ferrovia de Integração Oeste – Leste (FIOL) como ligação entre a Ferrovia Norte-Sul e o Porto de Ilhéus. É possível que a FIOL não esteja concluída a tempo. Consequência: Necessidade de utilização de um outro porto e, conseqüentemente, outra rota, com eventual redução dos benefícios estimados.
- Ligados à construção – possibilidade de atraso na execução das obras de engenharia, e, portanto, na implantação do ramal. Consequência: redução dos benefícios esperados, se mantido o horizonte de projeto original.

As incertezas são normalmente tratadas na análise de sensibilidade, através da variação de benefícios e custos. Foram tratadas naquele tópico as incertezas quanto aos custos de investimentos, majorados até 25% e considerados diferentes cenários de demanda, de benefícios decrescentes.

Adicionalmente, vale ressaltar um aspecto metodológico que se revelou importante na avaliação econômica ora apresentada: a determinação dos benefícios decorrentes das emissões atmosféricas, para a qual não há ainda metodologia consagrada no Brasil. Isso faz com que a determinação dos benefícios decorrentes mereça uma análise adicional. Para tal, foi considerado o cenário de demanda mais pessimista, o denominado Conservador, reduzidos os benefícios de emissões em 50%, e determinados novos indicadores econômicos. Adicionalmente, foram simulados acréscimos nos custos de investimento de 10, 15 e 25%. Desta forma puderam ser obtidos os indicadores para a situação negativa extrema, e que subsidiaram a determinação da melhor alternativa.