

VALEC

VALEC – ENGENHARIA, CONSTRUÇÕES E FERROVIAS S.A.



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

RELATÓRIO FINAL

VOLUME 2

ESTUDOS DE AVALIAÇÃO ECONÔMICA E SOCIAL



RECIFE/PE
FEVEREIRO/2012

SUMÁRIO

SUMÁRIO

2.6. ESTUDOS DE AVALIAÇÃO ECONÔMICA E SOCIAL.....	6
2.6.1. ASPECTOS TÉCNICOS E METODOLÓGICOS	6
2.6.1.1. Definição e Cálculo dos Custos e Benefícios Diretos e Indiretos	6
a. Benefícios Diretos.....	6
a.1 Redução dos Custos de Transporte.....	6
a.2 Redução dos Custos de Emissão de Poluentes.....	18
a.3 Redução dos Custos de Acidentes.....	24
b. Benefícios Indiretos.....	29
b.1 Valorização de propriedades.....	29
b.2 Aumento de arrecadação tributária.....	29
b.3 Geração temporária de empregos.....	30
b.4 Promoção de desenvolvimento regional.....	32
2.6.2. AVALIAÇÃO DAS ALTERNATIVAS.....	33
2.6.2.1. Segmento 2, Alternativa 1: Goiânia – Porto Seco/DF.....	33
2.6.2.2. Segmento 2, Alternativa 2: Goiânia – Sto Antônio Descoberto...	35
2.6.2.3. Segmento 2, Alternativa 3: Goiânia – Corumbá.....	37
2.6.2.4. Definição da Melhor Alternativa.....	39
2.6.2.5. Análise de Riscos.....	39

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\$).....	10
QUADRO 6 - CUSTOS DE COMBUSTÍVEIS E LUBRIFICANTES.....	10
QUADRO 7 - CUSTOS OPERACIONAIS ECONÔMICOS UNITÁRIOS.....	11
QUADRO 8 – CARGA TRANSPORTADA ALTERNATIVA 1 – CENÁRIO CONSERVADOR (10 ³ TKU).....	12
QUADRO 9 – CARGA TRANSPORTADA ALTERNATIVA 1 – CENÁRIO TENDENCIAL (10 ³ TKU).....	12
QUADRO 10 – CARGA TRANSPORTADA ALTERNATIVA 2 – CENÁRIO CONSERVADOR (10 ³ TKU).....	12
QUADRO 11 – CARGA TRANSPORTADA ALTERNATIVA 2 – CENÁRIO TENDENCIAL (10 ³ TKU).....	12
QUADRO 12 – CARGA TRANSPORTADA ALTERNATIVA 3 – CENÁRIO CONSERVADOR (10 ³ TKU).....	13
QUADRO 13 – CARGA TRANSPORTADA ALTERNATIVA 3 – CENÁRIO TENDENCIAL (10 ³ TKU).....	13
QUADRO 14 - CUSTOS OPERACIONAIS FERROVIÁRIOS MÉDIOS POR ALTERNATIVA.....	13
QUADRO 15 - BENEFÍCIOS DE REDUÇÃO DE CUSTO OPERACIONAL – SEG 2 – ALT 1	15
QUADRO 16 - BENEFÍCIOS DE REDUÇÃO DE CUSTO OPERACIONAL – SEG 2 – ALT 1	15
QUADRO 17 - BENEFÍCIOS DE REDUÇÃO DE CUSTO OPERACIONAL – SEG 2 – ALT 2	16
QUADRO 18 - BENEFÍCIOS DE REDUÇÃO DE CUSTO OPERACIONAL – SEG 2 – ALT 2	16
QUADRO 19 - BENEFÍCIOS DE REDUÇÃO DE CUSTO OPERACIONAL – SEG 2 – ALT 3	17
QUADRO 20 - BENEFÍCIOS DE REDUÇÃO DE CUSTO OPERACIONAL – SEG 2 – ALT 3	17
QUADRO 21 - EMISSÃO DE POLUENTES EM KG/TKM.....	18
QUADRO 22 - EMISSÃO DE POLUENTES EM KG/TKM.....	19
QUADRO 23 - CUSTO ECONÔMICO DE EMISSÃO DE POLUENTES (R\$/KG).....	19
QUADRO 24 - CUSTO DE POLUIÇÃO DO AR POR MODO DE TRANSPORTE.....	20
QUADRO 25 - BENEFÍCIOS DE REDUÇÃO DE EMISSÃO DE POLUENTES – SEG 2 – ALT 1	21
QUADRO 26 - BENEFÍCIOS DE REDUÇÃO DE EMISSÃO DE POLUENTES – SEG 2 – ALT 1	21
QUADRO 27 - BENEFÍCIOS DE REDUÇÃO DE EMISSÃO DE POLUENTES – SEG 2 – ALT 2.....	22
QUADRO 28 - BENEFÍCIOS DE REDUÇÃO DE EMISSÃO DE POLUENTES – SEG 2 – ALT 2.....	22
QUADRO 29 - BENEFÍCIOS DE REDUÇÃO DE EMISSÃO DE POLUENTES – SEG 2 – ALT 3.....	23
QUADRO 30 - BENEFÍCIOS DE REDUÇÃO DE EMISSÃO DE POLUENTES – SEG 2 – ALT 3.....	23
QUADRO 31 - ESTATÍSTICAS DE ACIDENTE E CUSTO MÉDIO POR ACIDENTE	25
QUADRO 32 - BENEFÍCIOS DE REDUÇÃO DE ACIDENTES – SEG 2 – ALT 1	26
QUADRO 33 - BENEFÍCIOS DE REDUÇÃO DE ACIDENTES – SEG 2 – ALT 1	26
QUADRO 34 - BENEFÍCIOS DE REDUÇÃO DE ACIDENTES – SEG 2 – ALT 2	27
QUADRO 35 - BENEFÍCIOS DE REDUÇÃO DE ACIDENTES – SEG 2 – ALT 2	27
QUADRO 36 - BENEFÍCIOS DE REDUÇÃO DE ACIDENTES – SEG 2 – ALT 3.....	28
QUADRO 37 - BENEFÍCIOS DE REDUÇÃO DE ACIDENTES – SEG 2 – ALT 3.....	28
QUADRO 38 – CUSTOS DE IMPLANTAÇÃO – ALTERNATIVA 1 – PORTO SECO.....	33
QUADRO 39 - CRONOGRAMA DE INVESTIMENTO.....	33
QUADRO 40 - SUMÁRIO DOS INDICADORES ECONÔMICOS - SEG 2 – ALT 1 – PORTO SECO	34
QUADRO 41 - ANÁLISE DE INCERTEZA - SEG 2 – ALT 1 – PORTO SECO.....	34
QUADRO 42 – CUSTOS DE IMPLANTAÇÃO.....	35
QUADRO 43 - CRONOGRAMA DE INVESTIMENTO.....	35
QUADRO 44 - SUMÁRIO DOS INDICADORES ECONÔMICOS.....	36
QUADRO 45 - ANÁLISE DE INCERTEZA – SEG 2 – ALT 2 – SANTO ANTONIO DESCOBERTO	36
QUADRO 46 – CUSTOS DE IMPLANTAÇÃO – ALTERNATIVA 3 – CORUMBÁ	37
QUADRO 47 - CRONOGRAMA DE INVESTIMENTO.....	37
QUADRO 48 - SUMÁRIO DOS INDICADORES ECONÔMICOS – SEG 2 – ALT 3 - CORUMBÁ/GO	38
QUADRO 49 - ANÁLISE DE INCERTEZA – SEG 2 – ALT 3 - CORUMBÁ/GO.....	38
QUADRO 50 - PRINCIPAIS INDICADORES ECONÔMICOS – SUMÁRIO COMPARATIVO	39

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 2: Ligação Goiânia/GO-Anápolis/GO-Brasília/DF, ESTUDOS DE AVALIAÇÃO ECONÔMICA E SOCIAL.**

2.6. ESTUDOS DE AVALIAÇÃO ECONÔMICA E SOCIAL

2.6.1. ASPECTOS TÉCNICOS E 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 Desgast. (%)	Buracos (unid/km)	Quebras Bordo(m ² /km)	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.

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

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
Simple	Simple	6	3	0,6830	0,0427
Simple	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
Simple	Simple	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 nas tabelas 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
Óleos 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.

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 (tabela 66), de forma a se obter os custos rodoviários para cada alternativa.

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

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 o total de carga transportada nos 30 anos de horizonte do projeto. Os totais de custos operacionais podem ser vistos no fluxo de caixa da Avaliação Financeira, coluna "Totais Oper.". Os totais de carga transportada foram obtidos a partir dos números apresentados na tabela 66 dos 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	341.636	459.951	515.050	570.149
FNS	868.255	1.168.948	1.308.980	1.449.013
FIOL	2.099.811	2.827.014	3.165.672	3.504.330
Total	3.309.7022	4.455.912	4.989.702	5.523.492

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

LINHA	Anos Metas			
	2015	2025	2035	2045
Ramal	341.636	626.754	955.371	1.439.444
FNS	868.255	1.592.873	2.428.039	3.658.295
FIOL	2.099	3.852.246	5.872.034	8.847.316
Total	3.309.702	6.071.874	9.255.444	13.945.056

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

LINHA	Anos Metas			
	2015	2025	2035	2045
Ramal	359.350	467.778	511.283	555.243
FNS	783.354	1.019.717	1.114.554	1.210.383
FIOL	1.894.484	2.466.109	2.695.467	2.927.222
Total	3.037.188	3.953.604	4.321.304	4.692.848

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

LINHA	Anos Metas			
	2015	2025	2035	2045
Ramal	359.350	635.731	946.341	1.398.345
FNS	783.354	1.385.839	2.062.944	3.048.275
FIOL	1.894.484	3.351.550	4.989.079	7.372.028
Total	3.037.188	5.373.120	7.998.364	11.818.648

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

LINHA	Anos Metas			
	2015	2025	2035	2045
Ramal	368.315	479.449	524.039	569.096
FNS	783.233	1.019.562	1.114.386	1.210.199
FIOL	1.894.190	2.465.735	2.695.059	2.926.777
Total	3.045.738	3.964.746	4.333.484	4.706.072

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

LINHA	Anos Metas			
	2015	2025	2035	2045
Ramal	368.315	651.589	970.168	1.433.226
FNS	783.233	1.385.623	2.063.092	3.047.799
FIOL	1.894.190	3.351.028	4.989.435	7.370.876
Total	3.045.738	5.388.240	8.022.694	11.851.900

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 – Goiânia-Porto Seco	7.120	230.170	30,93	24,75
2 – Goiânia – Sto. Ant. Descoberto	8.895	200.423	44,38	35,51
3 – Goiânia – Corumbá GO	7.429	201.006	36,96	29,57

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 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

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.

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

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 (x 10⁶)” apresentam os totais de toneladas.km úteis transportadas discriminadas por modo, obtidos nos Estudos de Mercado.

As linhas “Ton. (x 10³)” apresentam os volumes movimentados de carga nos portos e nos transbordos, em milhares de toneladas, 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.

⁴ www.antaq.gov.br

**Quadro 15 - Benefícios de redução de custo operacional – Seg 2 – Alt 1
Cenário Conservador
Alternativa 1 – Porto Seco**

			2015	2025	2035	2045
Sem Projeto	Tkm (x 10⁶)	Rodovia	1.645	2.215	2.481	2.746
		Ferrovia	370	498	558	618
		Hidrovia	162	219	245	271
	Ton. (x 10³)	Transbordo	1.004	1.352	1.516	1.676
		Porto	1.675	2.255	2.526	2.795
	Custos Oper. (R\$ mil)	Rodovia	200.736	270.265	302.659	335.053
		Ferrovia	9.159	12.330	13.806	15.283
		Hidrovia	422	568	636	704
		Transbordo	271	365	409	453
		Porto	7.251	9.762	10.936	12.100
Total		217.838	293.290	328.446	363.591	
Com Projeto	Tkm (x 10⁶)	Rodovia	0	0	0	0
		Ferrovia	3.310	4.456	4.990	5.523
		Hidrovia	0	0	0	0
	Ton. (x 10³)	Transbordo	1.675	2.255	2.525	2.795
		Porto	1.675	2.255	2.525	2.795
	Custo Op Oper. (R\$ mil)	Rodovia	0	0	0	0
		Ferrovia	81.905	110.270	123.480	136.689
		Hidrovia	0	0	0	0
		Transbordo	452	609	682	755
		Porto	6.676	8.988	10.064	11.140
Total		89.033	119.866	134.225	148.584	
Benefícios	(R\$ mil)	128.805	173.424	194.221	215.008	

**Quadro 16 - Benefícios de redução de custo operacional – Seg 2 – Alt 1
Cenário TENDENCIAL
Alternativa 1 – Porto Seco**

			2015	2025	2035	2045
Sem Projeto	Tkm (x 10⁶)	Rodovia	1.645	3.018	4.601	6.933
		Ferrovia	370	679	1.035	1.559
		Hidrovia	162	298	454	684
	Ton. (x 10³)	Transbordo	1.004	1.844	2.812	4.236
		Porto	1.675	3.073	4.685	7.058
	Custos Oper. (R\$ mil)	Rodovia	200.736	368.250	561.358	845.833
		Ferrovia	9.159	16.803	25.611	38.586
		Hidrovia	422	774	1.180	1.778
		Transbordo	271	498	759	1.144
		Porto	7.251	13.304	20.283	30.557
Total		217.838	399.629	609.192	917.898	
Com Projeto	Tkm (x 10⁶)	Rodovia	0	0	0	0
		Ferrovia	3.310	6.072	9.255	13.945
		Hidrovia	0	0	0	0
	Ton. (x 10³)	Transbordo	1.675	3.073	4.684	7.057
		Porto	1.675	3.073	4.684	7.057
	Custos Oper. (R\$ mil)	Rodovia	0	0	0	0
		Ferrovia	81.905	150.260	229.043	345.097
		Hidrovia	0	0	0	0
		Transbordo	452	830	1.265	1.905
		Porto	6.676	12.248	18.669	28.126
Total		89.033	163.337	248.977	375.128	
Benefícios	(R\$ mil)	128.805	236.292	360.215	542.769	

**Quadro 17 - Benefícios de redução de custo operacional – Seg 2 – Alt 2
Cenário Conservador
Alternativa 2 – Sto Antônio do Descoberto**

			2015	2025	2035	2045
Sem Projeto	Tkm (x 10⁶)	Rodovia	1.486	1.935	2.115	2.297
		Ferrovia	334	435	475	516
		Hidrovia	147	191	208	226
	Ton. (x 10³)	Transbordo	908	1.180	1.292	1.400
		Porto	1.512	1.968	2.152	2.335
	Custos Oper. (R\$ mil)	Rodovia	181.343	236.080	258.039	280.220
		Ferrovia	11.861	15.439	16.874	18.325
		Hidrovia	381	496	542	589
		Transbordo	245	319	349	378
		Porto	6.546	8.519	9.317	10.108
Total		200.377	260.853	285.121	309.620	
Com Projeto	Tkm (x 10⁶)	Rodovia	0	0	0	0
		Ferrovia	3.037	3.954	4.321	4.693
		Hidrovia	0	0	0	0
	Ton. (x 10³)	Transbordo	1.512	1.968	2.151	2.336
		Porto	1.512	1.968	2.151	2.336
	Custo Op Oper. (R\$ mil)	Rodovia	0	0	0	0
		Ferrovia	107.835	140.372	153.427	166.619
		Hidrovia	0	0	0	0
		Transbordo	408	531	581	631
		Porto	6.026	7.844	8.573	9.310
Total		114.269	148.747	162.581	176.560	
Benefícios	(R\$ mil)	86.108	112.106	122.541	133.061	

**Quadro 18 - Benefícios de redução de custo operacional – Seg 2 – Alt 2
Cenário Tendencial
Alternativa 2 – Sto Antônio do Descoberto**

			2015	2025	2035	2045
Sem Projeto	Tkm (x 10⁶)	Rodovia	1.486	2.630	3.914	5.784
		Ferrovia	334	591	880	1.300
		Hidrovia	147	259	386	570
	Ton. (x 10³)	Transbordo	908	1.604	2.388	3.532
		Porto	1.512	2.675	3.981	5.885
	Custo Op (R\$ mil)	Rodovia	181.343	320.806	477.546	705.632
		Ferrovia	11.861	20.985	31.238	46.159
		Hidrovia	381	674	1.003	1.482
		Transbordo	245	433	645	954
		Porto	6.546	11.580	17.234	25.478
Total		200.377	354.478	527.667	779.705	
Com Projeto	Tkm (x 10⁶)	Rodovia	0	0	0	0
		Ferrovia	3.037	5.373	7.998	11.819
		Hidrovia	0	0	0	0
	Ton. (x 10³)	Transbordo	1.512	2.675	3.982	5.884
		Porto	1.512	2.675	3.982	5.884
	Custo Op (R\$ mil)	Rodovia	0	0	0	0
		Ferrovia	107.835	190.771	283.980	419.619
		Hidrovia	0	0	0	0
		Transbordo	408	722	1.075	1.589
		Porto	6.026	10.661	15.871	23.451
Total		114.269	202.155	300.926	444.658	
Benefícios	(R\$ mil)	86.108	152.323	226.741	335.047	

**Quadro 19 - Benefícios de redução de custo operacional – Seg 2 – Alt 3
Cenário Conservador
Alternativa 3 - Corumbá**

			2015	2025	2035	2045
Sem Projeto	Tkm (x 10⁶)	Rodovia	1.486	1.935	2.115	2.297
		Ferrovia	334	435	475	516
		Hidrovia	147	191	208	226
	Ton. (x 10³)	Transbordo	908	1.180	1.292	1.400
		Porto	1.512	1.968	2.152	2.335
	Custos Oper. (R\$ mil)	Rodovia	181.343	236.080	258.039	280.220
		Ferrovia	9.878	12.857	14.052	15.261
		Hidrovia	381	496	542	589
		Transbordo	245	319	349	378
		Porto	6.546	8.519	9.317	10.108
Total		198.393	258.271	282.299	306.556	
Com Projeto	Tkm (x 10⁶)	Rodovia	0	0	0	0
		Ferrovia	3.046	3.965	4.333	4.706
		Hidrovia	0	0	0	0
	Ton. (x 10³)	Transbordo	1.512	1.968	2.151	2.336
		Porto	1.512	1.968	2.151	2.336
	Custo Op Oper. (R\$ mil)	Rodovia	0	0	0	0
		Ferrovia	90.054	117.227	128.129	139.146
		Hidrovia	0	0	0	0
		Transbordo	408	531	581	631
		Porto	6.026	7.844	8.573	9.310
Total		96.489	125.602	137.283	149.087	
Benefícios	(R\$ mil)	101.905	132.669	145.016	157.469	

**Quadro 20 - Benefícios de redução de custo operacional – Seg 2 – Alt 3
Cenário Tendencial
Alternativa 3 - Corumbá**

			2015	2025	2035	2045
Sem Projeto	Tkm (x 10⁶)	Rodovia	1.486	2.630	3.915	5.784
		Ferrovia	334	591	880	1.300
		Hidrovia	147	259	386	570
	Ton. (x 10³)	Transbordo	908	1.604	2.388	3.532
		Porto	1.512	2.675	3.982	5.885
	Custo Op (R\$ mil)	Rodovia	181.343	320.806	477.647	705.632
		Ferrovia	9.878	17.475	26.021	38.440
		Hidrovia	381	674	1.003	1.482
		Transbordo	245	433	645	954
		Porto	6.546	11.580	17.238	25.478
Total		198.393	350.969	522.554	771.986	
Com Projeto	Tkm (x 10⁶)	Rodovia	0	0	0	0
		Ferrovia	3.046	5.388	8.023	11.852
		Hidrovia	0	0	0	0
	Ton. (x 10³)	Transbordo	1.512	2.675	3.983	5.884
		Porto	1.512	2.675	3.983	5.884
	Custo Op (R\$ mil)	Rodovia	0	0	0	0
		Ferrovia	90.054	159.316	237.209	350.429
		Hidrovia	0	0	0	0
		Transbordo	408	722	1.075	1.589
		Porto	6.026	10.661	15.875	23.451
Total		96.489	170.699	254.159	375.469	
Benefícios	(R\$ mil)	101.905	180.270	268.394	396.518	

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)	Monóx. de Carbono (CO)	Ox. 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)	Monóx. de Carbono (CO)	Ox. 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: "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, tabela 66.

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 – Seg 2 – Alt 1
Cenário Conservador
Alternativa 1 - Porto Seco**

			2015	2025	2035	2045
Sem Projeto	Tkm (x 10 ⁶)	Rodovia	1.645	2.215	2.481	2.746
		Ferrovia	370	498	558	618
		Hidrovia	162	219	245	271
	Custo Em. (R\$ mil)	Rodovia	133.502	179.744	201.288	222.832
		Ferrovia	6.519	8.776	9.827	10.878
		Hidrovia	799	1.075	1.204	1.333
Total		140.820	189.595	212.319	235.042	
Com Projeto	Tkm (x 10 ⁶)	Rodovia	0	0	0	0
		Ferrovia	3.310	4.456	4.990	5.523
		Hidrovia	0	0	0	0
	Custo Em. (R\$ mil)	Rodovia	0	0	0	0
		Ferrovia	58.297	78.486	87.889	97.291
		Hidrovia	0	0	0	0
Total		58.297	78.486	87.889	97.291	
Benefícios		(R\$ mil)	82.523	111.109	124.430	137.751

**Quadro 26 - Benefícios de redução de emissão de poluentes – Seg 2 – Alt 1
Cenário Tendencial
Alternativa 1 - Porto Seco**

			2015	2025	2035	2045
Sem Projeto	Tkm (x 10 ⁶)	Rodovia	1.645	3.018	4.601	6.933
		Ferrovia	370	679	1.035	1.559
		Hidrovia	162	298	454	684
	Custo Em. (R\$ mil)	Rodovia	133.502	244.911	373.340	562.534
		Ferrovia	6.519	11.960	18.229	27.465
		Hidrovia	799	1.465	2.233	3.364
Total		140.820	258.335	393.802	593.363	
Com Projeto	Tkm (x 10 ⁶)	Rodovia	0	0	0	0
		Ferrovia	3.310	6.072	9.255	13.945
		Hidrovia	0	0	0	0
	Custo Em. (R\$ mil)	Rodovia	0	0	0	0
		Ferrovia	58.297	106.950	163.025	245.628
		Hidrovia	0	0	0	0
Total		58.297	106.950	163.025	245.628	
Benefícios		(R\$ mil)	82.523	151.385	230.777	347.735

**Quadro 27 - Benefícios de redução de emissão de poluentes – Seg 2 – Alt 2
Cenário Conservador
Alternativa 2 – Sto. Antônio Descoberto**

			2015	2025	2035	2045
Sem Projeto	Tkm (x 10⁶)	Rodovia	1.486	1.935	2.115	2.297
		Ferrovia	334	435	475	516
		Hidrovia	147	191	208	226
	Custo Em. (R\$ mil)	Rodovia	120.605	157.009	171.613	186.365
		Ferrovia	5.884	7.659	8.371	9.091
		Hidrovia	721	938	1.025	1.114
		Total	127.210	165.606	181.010	196.570
Com Projeto	Tkm (x 10⁶)	Rodovia	0	0	0	0
		Ferrovia	3.037	3.954	4.321	4.693
		Hidrovia	0	0	0	0
	Custo Em. (R\$ mil)	Rodovia	0	0	0	0
		Ferrovia	53.497	69.639	76.115	82.660
		Hidrovia	0	0	0	0
		Total	53.497	69.639	76.115	82.660
Benefícios	(R\$ mil)	73.713	95.967	104.894	113.910	

**Quadro 28 - Benefícios de redução de emissão de poluentes – Seg 2 – Alt 2
Cenário Tendencial
Alternativa 2 – Sto. Antônio Descoberto**

			2015	2025	2035	2045
Sem Projeto	Tkm (x 10⁶)	Rodovia	1.486	2.630	3.914	5.784
		Ferrovia	334	591	880	1.300
		Hidrovia	147	259	386	570
	Custo Em. (R\$ mil)	Rodovia	120.605	213.357	317.600	469.292
		Ferrovia	5.884	10.411	15.497	22.899
		Hidrovia	721	1.275	1.898	2.805
		Total	127.210	225.043	334.995	494.996
Com Projeto	Tkm (x 10⁶)	Rodovia	0	0	0	0
		Ferrovia	3.037	5.373	7.998	11.819
		Hidrovia	0	0	0	0
	Custo Em. (R\$ mil)	Rodovia	0	0	0	0
		Ferrovia	53.497	94.642	140.883	208.174
		Hidrovia	0	0	0	0
		Total	53.497	94.642	140.883	208.174
Benefícios	(R\$ mil)	73.713	130.401	194.112	286.823	

**Quadro 29 - Benefícios de redução de emissão de poluentes – Seg 2 – Alt 3
Cenário Conservador
Alternativa 3 - Corumbá**

			2015	2025	2035	2045
Sem Projeto	Tkm (x 10⁶)	Rodovia	1.486	1.935	2.115	2.297
		Ferrovia	334	435	475	516
		Hidrovia	147	191	208	226
	Custo Em. (R\$ mil)	Rodovia	120.605	157.009	171.613	186.365
		Ferrovia	5.884	7.659	8.371	9.091
		Hidrovia	721	938	1.025	1.114
		Total	127.210	165.606	181.010	196.570
Com Projeto	Tkm (x 10⁶)	Rodovia	0	0	0	0
		Ferrovia	3.046	3.965	4.333	4.706
		Hidrovia	0	0	0	0
	Custo Em. (R\$ mil)	Rodovia	0	0	0	0
		Ferrovia	53.648	69.835	76.330	82.893
		Hidrovia	0	0	0	0
		Total	53.648	69.835	76.330	82.893
Benefícios	(R\$ mil)	73.563	95.771	104.680	113.677	

**Quadro 30 - Benefícios de redução de emissão de poluentes – Seg 2 – Alt 3
Cenário Tendencial
Alternativa 3 – Corumbá**

			2015	2025	2035	2045
Sem Projeto	Tkm (x 10⁶)	Rodovia	1.486	2.630	3.915	5.784
		Ferrovia	334	591	880	1.300
		Hidrovia	147	259	386	570
	Custo Em. (R\$ mil)	Rodovia	120.605	213.357	317.666	469.292
		Ferrovia	5.884	10.411	15.501	22.899
		Hidrovia	721	1.275	1.899	2.805
		Total	127.210	225.043	335.066	494.996
Com Projeto	Tkm (x 10⁶)	Rodovia	0	0	0	0
		Ferrovia	3.046	5.388	8.023	11.852
		Hidrovia	0	0	0	0
	Custo Em. (R\$ mil)	Rodovia	0	0	0	0
		Ferrovia	53.648	94.908	141.312	208.759
		Hidrovia	0	0	0	0
		Total	53.648	94.908	141.312	208.759
Benefícios	(R\$ mil)	73.563	130.135	193.755	286.237	

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.

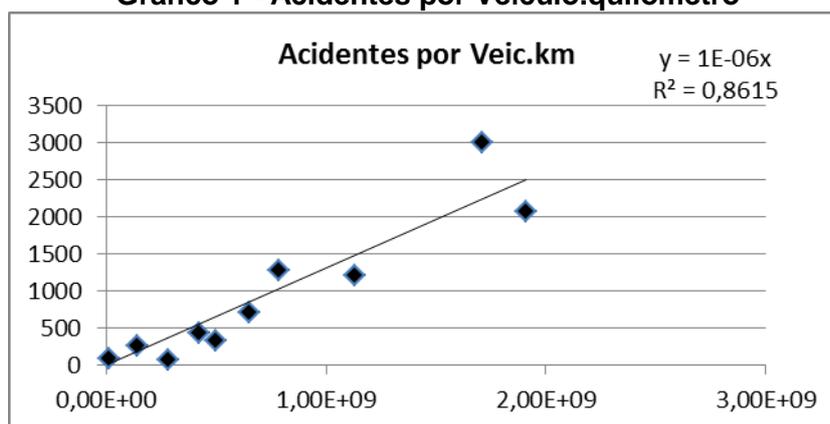
O quadro a seguir apresenta o valor médio por acidente, referenciado inicialmente a 2007 e atualizado para 2011 pelo IPCA do IBGE.

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 25 a 30 foi considerada apenas a carga originalmente transportada por via rodoviária, obtida dos Estudos de Mercado (tabela 66), 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 – Seg 2 – Alt 1
Cenário Conservador
Alternativa 1 – Porto Seco**

		2015	2025	2035	2045
Sem Proj	Tkm (x 10 ⁶)	1.645	2.215	2.481	2.746
	Veic.km (x 10 ⁶)	63	85	95	106
	Acidentes	79	107	120	133
	Valor (R\$ mil)	5.522	7.435	8.326	9.217
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)		5.522	7.435	8.326	9.217

**Quadro 33 - Benefícios de Redução de Acidentes – Seg 2 – Alt 1
Cenário Tendencial
Alternativa 1 – Porto Seco**

		2015	2025	2035	2045
Sem Proj	Tkm (x 10 ⁶)	1.645	3.018	4.601	6.933
	Veic.km (x 10 ⁶)	63	116	177	267
	Acidentes	79	146	222	335
	Valor (R\$ mil)	5.522	10.130	15.443	23.268
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)		5.522	10.130	15.443	23.268

**Quadro 34 - Benefícios de Redução de Acidentes – Seg 2 – Alt 2
Cenário Conservador
Alternativa 2 – Sto Antônio Descoberto**

		2015	2025	2035	2045
Sem Proj	Tkm (x 10 ⁶)	1.486	1.935	2.115	2.297
	Veic.km (x 10 ⁶)	57	74	81	88
	Acidentes	72	93	102	111
	Valor (R\$ mil)	4.989	6.494	7.099	7.709
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)		4.989	6.494	7.099	7.709

**Quadro 35 - Benefícios de Redução de Acidentes – Seg 2 – Alt 2
Cenário Tendencial
Alternativa 2 – Sto Antônio Descoberto**

		2015	2025	2035	2045
Sem Proj	Tkm (x 10 ⁶)	1.486	2.630	3.914	5.784
	Veic.km (x 10 ⁶)	57	101	151	222
	Acidentes	72	127	189	279
	Valor (R\$ mil)	4.989	8.825	13.137	19.412
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)		4.989	8.825	13.137	19.412

**Quadro 36 - Benefícios de Redução de Acidentes – Seg 2 – Alt 3
Cenário Conservador
Alternativa 3 – Corumbá**

		2015	2025	2035	2045
Sem Proj	Tkm (x 10 ⁶)	1.486	1.935	2.115	2.297
	Veic.km (x 10 ⁶)	57	74	81	88
	Acidentes	72	93	102	111
	Valor (R\$ mil)	4.989	6.494	7.099	7.709
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)		4.989	6.494	7.099	7.709

**Quadro 37 - Benefícios de Redução de Acidentes – Seg 2 – Alt 3
Cenário Tendencial
Alternativa 3 – Corumbá**

		2015	2025	2035	2045
Sem Proj	Tkm (x 10 ⁶)	1.486	2.630	3.915	5.784
	Veic.km (x 10 ⁶)	57	101	151	222
	Acidentes	72	127	189	279
	Valor (R\$ mil)	4.989	8.825	13.140	19.412
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)		4.989	8.825	13.140	19.412

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 influência 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 – Porto Seco

Serviços	Valor da obra	Total alíquotas	Arrecadação Tributária
Obras e Serviços	1.802.073.401,26	9,85%	177.504.230,02
Supervisão	89.655.393,10	13,45%	12.058.650,37
Total	1.891.728.794,36		189.562.880,40

Aumento da Arrecadação Tributária em R\$ - Alternativa 2- Sto. Antônio

Serviços	Valor da obra	Total alíquotas	Arrecadação Tributária
Obras e Serviços	2.417.664.630,41	9,85%	238.139.966,10
Supervisão	120.281.822,40	13,45%	16.177.905,11
Total	2.537.946.452,81		254.317.871,21

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

Serviços	Valor da obra	Total alíquotas	Arrecadação Tributária
Obras e Serviços	2.839.154.724,55	9,85%	279.656.740,37
Supervisão	141.251.478,83	13,45%	18.998.323,90
Total	2.980.406.203,38		298.655.064,27

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 apresentado 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	%	Data	%	Data	%	Data	%	Data	%	Data	%	Data	%	Data	%	Data	%
jan/03	1,5	jan/04	0,3	jan/05	0,8	jan/06	0,3	jan/07	0,5	jan/08	0,4	jan/09	0,3	jan/10	0,6	jan/11	0,4
fev/03	1,4	fev/04	1	fev/05	0,4	fev/06	0,2	fev/07	0,2	fev/08	0,4	fev/09	0,3	fev/10	0,4	fev/11	0,3
mar/03	1,4	mar/04	1,2	mar/05	0,7	mar/06	0,2	mar/07	0,3	mar/08	0,7	mar/09	-0,3	mar/10	0,8	mar/11	0,4
abr/03	0,9	abr/04	0,6	abr/05	0,7	abr/06	0,4	abr/07	0,5	abr/08	0,9	abr/09	-0	abr/10	0,8	abr/11	1,1
mai/03	2,8	mai/04	1,8	mai/05	2,1	mai/06	1,3	mai/07	1,2	mai/08	2	mai/09	1,4	mai/10	1,8	mai/11	2,9
jun/03	1,1	jun/04	0,7	jun/05	0,8	jun/06	0,9	jun/07	0,9	jun/08	1,9	jun/09	0,7	jun/10	1,1	jun/11	0,4
jul/03	1	jul/04	1,1	jul/05	0,1	jul/06	0,5	jul/07	0,3	jul/08	1,5	jul/09	0,3	jul/10	0,4	jul/11	0,5
ago/03	1,4	ago/04	0,8	ago/05	0	ago/06	0,2	ago/07	0,3	ago/08	1,2	ago/09	-0,1	ago/10	0,1	ago/11	0,1
set/03	0,2	set/04	0,6	set/05	0,2	set/06	0,1	set/07	0,5	set/08	1	set/09	0,2	set/10	0,2	set/11	0,1
out/03	0,7	out/04	1,2	out/05	0,2	out/06	0,2	out/07	0,5	out/08	0,8	out/09	0,1	out/10	0,2		
nov/03	1	nov/04	0,7	nov/05	0,3	nov/06	0,2	nov/07	0,4	nov/08	0,5	nov/09	0,3	nov/10	0,4		
dez/03	0,2	dez/04	0,5	dez/05	0,4	dez/06	0,4	dez/07	0,6	dez/08	0,2	dez/09	0,1	dez/10	0,7		
acum.	13,6		10,5		6,6		4,9		6,0		11,3		3,2		7,5		6,2

Fonte: FGV

Demonstrativo da 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 – Porto Seco	1.891.728.794,36	1.100.482.137,45
Alternativa 2 – Sto Antônio Descoberto	2.537.946.452,81	1.476.408.640,31
Alternativa 3 – Corumbá	2.980.406.203,38	1.733.802.328,82

Número de Empregos gerados

Alternativas	Invest. 2003	Diretos	Indiretos	Efeito-Renda	Total
1 – Porto Seco	1.100.482.137,45	19.368	9.134	29.823	58.325
2 – Sto Ant. Descoberto	1.476.408.640,31	25.985	12.254	40.010	78.250
3 – Corumbá	1.733.802.328,82	30.515	14.390	46.986	91.891

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 2, ALTERNATIVA 1: GOIÂNIA - PORTO SECO/DF

Custos de Investimento

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

Quadro 38 – Custos de Implantação – Alternativa 1 – Porto Seco

Discriminação dos Serviços	Custo (R\$)
1.0 Serviços Preliminares	6.122.054,85
2.0 Terraplenagem	862.323.820,66
3.0 Drenagem e Obras de Arte Correntes	254.241.679,28
4.0 Obras de Arte Especiais	145.824.000,00
5.0 Faixa de Domínio	44.740.486,75
6.0 Superestrutura	425.361.336,45
7.0 Obras Complementares	51.116.792,20
8.0 Mobil., Desmob., Inst. e Man. Canteiro	12.343.231,07
9.0 Supervisão / Administração	89.655.393,10
TOTAL GERAL	1.891.728.794,36

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	569,90	455,92
2013	794,40	635,52
2014	527,43	421,94
Total	1.891,73	1.513,38

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 - Seg 2 – Alt 1 – Porto Seco

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	4,9%	3.617	17,3%	3,5	3.474	16,2%	3,2	3.402	15,7%	3,1	3.259	14,7%	2,8
Intermediário	3,3%	2.429	15,2%	2,7	2.286	14,1%	2,5	2.214	13,6%	2,3	2.071	12,7%	2,2
Conservador	1,7%	1.990	14,5%	2,4	1.847	13,4%	2,2	1.775	12,9%	2,1	1.632	11,9%	1,9

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

Observa-se, pelo quadro anterior - Sumário dos Indicadores Econômicos, Segmento 2 – Alternativa 1 – Porto Seco, que a viabilidade se confirma para os três cenários considerados mesmo com o acréscimo de 25% no custo de investimento.

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 - Seg 2 – Alt 1 – Porto Seco
Redução de 50% nos benefícios derivados da redução de emissões atmosféricas

	Acréscimo no Custo de Investimento			
	0%	10%	15%	25%
VPL	1.339	1.196	1.124	152
TIR	12,1%	11,1%	10,6%	9,8%
B/C	1,9	1,8	1,7	1,1

Observa-se que a viabilidade econômica se confirma mesmo com redução nos benefícios de redução de emissões atmosféricas, ainda que considerando um acréscimo de até 25% no investimento.

CONCLUSÃO

A Alternativa 1 é **economicamente viável** nos três cenários de demanda simulados. A análise de sensibilidade e incerteza confirma a viabilidade nos cenários mais adversos considerados.

2.6.2.2. SEGMENTO 2, ALTERNATIVA 2: GOIÂNIA – STO ANTÔNIO

Custos de Investimento

O quadro a seguir sumariza o orçamento para as obras de implantação da Alternativa 2 – Santo Antônio do Descoberto/GO.

**Quadro 42 – Custos de Implantação
Alternativa 2 – Santo Antonio Descoberto**

Discriminação dos Serviços	Custo (R\$)
1.0 Serviços Preliminares	6.931.362,61
2.0 Terraplenagem	1.283.425.121,94
3.0 Drenagem e Obras de Arte Correntes	385.561.696,60
4.0 Obras de Arte Especiais	164.502.000,00
5.0 Faixa de Domínio	22.482.509,79
6.0 Superestrutura	494.505.466,88
7.0 Obras Complementares	45.039.184,64
8.0 Mobil., Desmob., Inst. e Man. Canteiro	15.217.287,95
9.0 Supervisão / Administração	120.281.822,40
TOTAL GERAL	2.537.946.452,81

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	772,6	618,08
2013	1077,1	861,68
2014	688,3	550,64
Total	2.538,0	2.030,4

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.

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 44 - Sumário dos Indicadores Econômicos
Segmento 2 – alternativa 2 – Sto. Antônio Descoberto**

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	4,60%	1.758	11,1%	1,9	1.566	10,2%	1,7	1.470	9,8%	1,7	1.278	9,2%	1,5
Intermediário	3,00%	918	9,1%	1,5	726	8,3%	1,3	630	7,9%	1,3	438	7,3%	1,2
Conservador	1,50%	592	8,3%	1,3	400	7,4%	1,2	304	7,0%	1,1	112	6,4%	1,0

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

Observa-se, pelo quadro sumário, que a viabilidade se confirma para os três cenários considerados, mesmo com o acréscimo de 25% no investimento.

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 – Seg 2 – Alt 2 – Santo Antonio Descoberto
Redução de 50% nos benefícios derivados da redução de emissões atmosféricas**

	Acréscimo no Custo de Investimento			
	0%	10%	15%	25%
VPL	30	-162	-258	-450
TIR	6,1%	5,4%	5,0%	4,4%
B/C	1,0	0,9	0,9	0,8

Observa-se que a viabilidade econômica, no Cenário Conservador de demanda, é sensível às variações dos benefícios derivados de emissões atmosféricas. Assim, para prescindir de 50% dos benefícios de emissões atmosféricas o investimento previsto não deve ser excedido, caso o cenário de demanda seja o mais conservador.

CONCLUSÃO

A Alternativa 2 é **economicamente viável** nos três cenários de demanda simulados. A análise de sensibilidade e incerteza mostrou que existe um risco na viabilidade caso os benefícios ambientais não se verifiquem em sua totalidade em um cenário mais pessimista de demanda simultaneamente a um excesso nos investimentos previstos.

2.6.2.3. SEGMENTO 2, ALTERNATIVA 3: GOIÂNIA – CORUMBÁ

Custos de Investimento

O quadro a seguir sumariza o orçamento para as obras de implantação da alternativa 3 – Corumbá de Goiás.

Quadro 46 – Custos de Implantação – Alternativa 3 – Corumbá

Discriminação dos Serviços	Custo (R\$)
1.0 Serviços Preliminares	7.142.491,18
2.0 Terraplenagem	1.577.571.807,68
3.0 Drenagem e Obras de Arte Correntes	468.813.849,27
4.0 Obras de Arte Especiais	191.376.000,00
5.0 Faixa de Domínio	23.459.315,09
6.0 Superestrutura	508.456.998,23
7.0 Obras Complementares	44.831.423,46
8.0 Mobil., Desmob., Inst. e Man. Canteiro	17.502.839,64
9.0 Supervisão / Administração	141.251.478,83
TOTAL GERAL	2.980.406.203,38

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	914,96	731,97
2013	1.270,27	1.016,22
2014	795,12	636,10
Total	2.980,36	2.384,28

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.

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 48 - Sumário dos Indicadores Econômicos – Seg 2 – Alt 3 - Corumbá/GO

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	4,60%	1.772	10,4%	1,8	1.546	9,6%	1,6	1.434	9,3%	1,6	1.208	8,6%	1,4
Intermediário	3,00%	852	8,5%	1,4	626	7,7%	1,3	513	7,4%	1,2	288	6,7%	1,1
Conservador	1,50%	495	7,6%	1,2	269	6,8%	1,1	156	6,5%	1,1	-70	5,8%	1,0

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

Observa-se, pelo quadro sumário, a confirmação da viabilidade nos três cenários.

Aplicando-se a análise de sensibilidade, a viabilidade só não é confirmada caso haja um acréscimo de 25% no investimento simultaneamente ao cenário mais pessimista de demanda.

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 – Seg 2 – Alt 3 - Corumbá/GO
Redução de 50% nos benefícios derivados da redução de emissões atmosféricas

	Acréscimo no Custo de Investimento			
	0%	10%	15%	25%
VPL	-66	-292	-405	-630
TIR	5,8%	5,0%	4,7%	4,1%
B/C	1,0	0,9	0,8	0,8

Observa-se que a viabilidade econômica é sensível às variações dos benefícios derivados de emissões atmosféricas. Assim, caso o cenário de demanda seja o conservador, não se poderá prescindir de 50% dos benefícios de emissões atmosféricas.

CONCLUSÃO

A Alternativa 3 é **provavelmente viável economicamente** nos três cenários de demanda simulados. A análise de sensibilidade e incerteza mostrou que existe um risco na viabilidade, caso os benefícios ambientais não se verifiquem em sua totalidade em um cenário mais pessimista de demanda.

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 – Porto Seco	3.617	17,3%	3,5	1.990	14,5%	2,4	1.632	11,9%	1,9
2 – Sto Antônio	1.758	11,1%	1,9	592	8,3%	1,3	112	6,4%	1,0
3 – Corumbá	1.772	10,4%	1,8	495	7,6%	1,2	-70	5,8%	1,0

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

A análise das figuras de mérito apresentadas aponta para a Alternativa 1 – Goiânia – Anápolis – Brasília – Porto Seco – como a melhor alternativa de investimento.

A análise de incerteza, com redução em benefícios ambientais confirmou a Alternativa 1 como a melhor, ainda que, nessas condições, os investimentos sejam excedidos em 25%.

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.