

AVALIAÇÃO ECONÔMICA

PROJETO BID BR-L1373

PROGRAMA DE INVESTIMENTOS RODOVIÁRIOS DO ESTADO DE SÃO PAULO



SECRETARIA ESTADUAL
DE LOGÍSTICA E
TRANSPORTE



BANCO
INTERAMERICANO DE
DESENVOLVIMENTO



DEPARTAMENTO DE
ESTRADAS DE
RODAGEM



UNIDADE DE COORDENAÇÃO DE
PROGRAMAS RODOVIÁRIOS
São Paulo

JULHO/2013

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	3
1.1	Considerações Iniciais	3
1.2	Segmentos Analisados	4
2	DADOS UTILIZADOS NA ANÁLISE	5
2.1	Parâmetros da frota de veículos	5
2.2	Dados de tráfego	6
2.2.1	Volumes Diários Médios	6
2.2.2	Taxas de Crescimento	6
2.3	Características do Segmento Existente e das Alternativas de Restauração	7
2.4	Vida útil Econômica	8
2.5	Número de Acidentes	9
3	DETERMINAÇÃO DE CUSTOS E BENEFÍCIOS	9
3.1	Custos de Recuperação	9
3.2	Custos de Conservação de Rotina e Reabilitação	10
3.3	Custos Operacionais dos Veículos	11
3.4	Custos de Acidentes	11
3.5	Custo de Tempo de Entrega de Cargas	12
3.6	Custo dos Combustíveis	13
3.7	Benefícios	13
3.7.1	Benefícios da Redução dos Custos Operacionais dos Veículos	14
a)	Consumo de combustível	15
b)	Consumo de óleo e lubrificantes – neste item são computados dois tipos de perda: 15	
3.7.2	Benefícios da Redução do Tempo de Viagem dos Passageiros	16
3.7.3	Benefícios de Redução do Tempo de Entrega das Cargas	17

3.7.4 Benefício de Redução de Acidente	18
4 AVALIAÇÃO DE PROJETO	18
4.1 Perfil do Projeto, Desconto e Data de Atualização	18
4.2 Mérito Econômico do Projeto.....	19
4.3 Pressupostos para a Determinação de Valores a Preços de Conta	20
4.4 Comparativo das Alternativas Envolvidas	22
5 CONCLUSÃO	22
5.1 Apresentação dos Resultados	22
5.2 Resumo dos Resultados.....	27

ANÁLISE ECONÔMICA

1 INTRODUÇÃO

1.1 Considerações Iniciais

A análise econômica das alternativas de melhorias previstas para os trechos da Amostra Representativa do futuro Programa de Recuperação de Rodovias do Estado de São Paulo (BID 4) complementa os estudos técnicos já realizados e visa a, principalmente, definir se o nível de investimentos aplicados na restauração de cada um dos segmentos oferece retorno aceitável, quando comparados aos benefícios apresentados pela implementação destas intervenções.

Para a realização deste estudo foram utilizados os dados obtidos nos Projetos Executivos de Recuperação de cada um destes segmentos rodoviários (Situação Proposta), bem como dados das rodovias existentes (Situação Vigente), incluindo as estimativas de tráfego, os levantamentos de condição do pavimento existente, os dados históricos do pavimento, as proposições de restauração do pavimento e as intervenções de vulto que incorporam cada uma das alternativas.

De todos os itens analisados, as condições funcionais dos pavimentos existentes e futuros são as que mais interferem na redução de custos operacionais. Estas características interferem não somente no consumo dos insumos operacionais do usuário, mas também na velocidade e densidade do fluxo, no tempo de viagem e na segurança da via. Assim, esta análise econômica foi realizada utilizando-se as características técnicas das alternativas de implantação, as quais possuem vida econômica diferente, uma vez que os níveis de serviços prestados atingem limites inaceitáveis em diferentes anos de vida útil.

Entretanto, ressalta-se que qualquer alternativa deverá ser capaz de atender à demanda de tráfego futuro e seu comportamento perante as equações de desempenho do modelo será semelhante, produzindo resultados econômicos muito próximos entre si.

A análise econômica foi realizada com a utilização do programa computacional HDM 4, versão 1.3 do Banco Mundial, desenvolvido especialmente para esta finalidade, modelo que atende às especificações do DER/SP e do BID pertinentes ao assunto.

Ressalta-se que todos os valores monetários são referentes à data-base de março de 2013, quando o valor médio dólar era de R\$ 2,02.

1.2 Segmentos Analisados

Para confecção da Análise Econômica optou-se por comparar os custos e benefícios envolvidos em cada alternativa de restauração com os mesmos parâmetros auferidos pelas pistas hoje em operação.

Assim, a viabilidade de cada alternativa poderá ser expressa pela comparação das Taxas de Retorno Incrementais, sempre comparadas a uma mesma base: as pistas existentes.

A tabela a seguir resume os segmentos rodoviários constantes desta Amostra Representativa. As características técnicas de cada um deles, que nortearam este estudo, serão apresentadas oportunamente nos capítulos seguintes.

RODOVIA	DR	TRECHO	INÍCIO	TÉRMINO	EXTENSÃO
SP 062	DR.06	Caçapava - Taubaté	112,600	123,700	11,100
SP 062	DR.06	Pindamonhangaba - Roseira - Aparecida	159,800	172,630	12,830
SP 062	DR.06	Guaratinguetá - Lorena	178,000	186,300	8,300
SP 245	DR.02	Avaré - Arandú - Cerqueira Cesar	0,000	15,900	15,900
SP 310	DR.11	Pereira Barreto - Ilha Solteira	621,910	658,330	36,420
SP 461	DR.09	Monções - Nhandeara	71,980	94,756	22,776
EXTENSÃO TOTAL					107,33

2 DADOS UTILIZADOS NA ANÁLISE

2.1 Parâmetros da frota de veículos

Os parâmetros básicos de frota foram obtidos de diversas fontes, tais como Revista Transporte Moderno, Custos & Frete, Cargas, Confederação Nacional dos Transportes, Jornal do Carro, Conjuntura Econômica e pesquisa direta. Foram selecionados modelos de veículos que são adequados à tipologia empregada no programa HDM -4, conforme apresentado a seguir:

- Automóveis: modelo Gol 1.6, Flex 8v 4p;
- Ônibus: Mercedes Benz modelo chassi: O500RS (2 eixos). Carroceria: Marcopolo
- Caminhão Médio: Mercedes Benz L 318 2p (2eixos);
- Caminhão Pesado: Mercedes Benz L 1620 2p (3 eixos);
- Caminhão Articulado: LS 1634 2p (2 eixos) + Carroceria Carga Seca com 3 eixos.

As características básicas destes modelos são descritas no quadro 1 abaixo:

Quadro 1 - Características dos Veículos

Características dos Veículos	Automóvel	Ônibus	Caminhões		
			Médio	Pesado	Articulado
Número de Pneus	4	6	6	10	18
Equivalente de Eixos (AASHTO)	0,00	2,96	2,96	4,00	7,50
Carga Total Bruta (ton)	1,32	18,5	13,9	23,0	35,2
Número de Eixos	2	2	2	3	5
Capacidade de Carga (ton)	0,2	5,99	9,01	16,46	25,78
Potência do motor (HP)	55	324	134	228	335
Velocidade Desejada (km/h)	90	70	70	70	70

2.2 Dados de tráfego

Os dados de tráfego utilizados na análise foram extraídos de estimativas de tráfego apresentados nos relatórios resumo de cada Projeto Executivo. A estimativa da demanda de tráfego foi feita com base nos registros de contagens de tráfego realizadas durante o ano de 2012.

2.2.1 Volumes Diários Médios

Da análise destes dados fez-se a distribuição do tráfego conforme o Quadro 2, a seguir, classificando os volumes de acordo com o mostrado no item anterior, em função das necessidades do HDM - 4.

Quadro 2 – Volumes Diários Médios Classificados

Rodovia	Auto	Ônibus	Médio	Pesado	Articulado	Total
SP062	6690	456	545	363	866	8920
SP062	1997	147	171	116	236	2667
SP062	4712	314	396	263	598	6283
SP245	3416	119	317	227	210	4289
SP310	1706	102	137	95	225	2265
SP461	5436	853	1858	748	1439	10334

2.2.2 Taxas de Crescimento

As projeções de crescimento do tráfego adotadas baseiam-se na expectativa de crescimento econômico do Estado. Nesse estudo foram realizadas projeções para os veículos de passageiros e de carga tomando como base os cenários de evolução do Produto Interno Bruto e População e a aplicação de um modelo clássico de quatro etapas. O quadro 3, na sequência, mostra estes valores adotados.

Quadro 3 – Projeções de Tráfego

Rodovia	Taxa Anual de Crescimento (%)
SP062	3,0
SP062	3,0
SP062	3,0
SP245	4,0
SP310	3,0
SP461	3,0

2.3 Características do Segmento Existente e das Alternativas de Restauração

Nos Projetos Executivos de Restauração de cada segmento foram apresentadas as características geométricas de cada via. Em função dos dados obtidos nos estudos de Inventário do Pavimento Existente, podem-se avaliar as condições atuais do pavimento. Os dados fornecidos pelos Projetos Executivos e pelos inventários de campo (pistas existentes) foram reduzidos a uma matriz de análise, de modo a iniciar o cadastro das alternativas e a análise pelo programa HDM-4 através dos seguintes dados:

- Características geométricas das rodovias, conforme mostrado no quadro 4 a seguir;

Quadro 4 – Características Geométricas das Pistas Existentes

Rodovia	Segmentos			Dados Geométricos		
	Início Km	Final km	Extensão (Km)	Largura da Pista (m)	Largura dos Acost. (m)	Número de Faixas
SP062	112,60	123,70	11,10	7,0	2,0	2,0
SP062	159,80	172,63	12,83	7,0	2,0	2,0

SP062	178,00	186,30	8,30	7,0	2,0	2,0
SP245	0,00	15,90	15,90	7,0	3,0	2,0
SP310	621,92	658,33	36,41	7,0	3,0	2,0
SP461	71,98	94,76	22,78	7,0	2,0	2,0

- Características do tráfego;
- Condição do Pavimento: A condição dos pavimentos dos segmentos existentes é representada pelo Índice de Irregularidade Longitudinal, pela taxa de trincamento, de desgaste e de panelas, as flechas médias da trilha de roda e a Deflexão Característica. O Quadro 5 visualiza os valores adotados.

Quadro 5 – Condição do Pavimento das Pistas Existentes

Rodovia	Condições de Superfície						
	Defeitos (% da área da pista)				Flechas (mm)	IRI (m/km)	Deflexão Benkelman Média (10 ⁻² mm)
	Total de Trincas	Trincas Largas	Área de Desgaste	Área com Buracos			
SP062	27	6	17,8	0,03	3	2,67	41
SP062	25	5	16,8	0,07	3	2,77	65
SP062	18	4	9,0	0,00	3	2,89	62
SP245	26	6	24,0	0,01	4	2,89	51
SP310	36	8	25,0	0,06	5	2,97	55
SP461	34	8	7.5	0,04	5	3,81	50

2.4 Vida útil Econômica

Admitiu-se como vida útil econômica de cada um dos segmentos o período de 10 anos. Essa hipótese é razoável na medida em que se admite que a partir deste ponto as condições de serviço da alternativa estudada remetem novamente à situação atual, com altos índices de congestionamento e acidentes. Isto é especialmente notado quando se observa que no ano de final de análise da vida econômica, uma nova intervenção de vulto terá de ser analisada, corrompendo este estudo de análise de viabilidade.

2.5 Número de Acidentes

Para fundamentar a análise das alternativas, foram levantados dados sobre os acidentes registrados nestes segmentos durante o ano de 2012.

A principal fonte de dados sobre acidentes de trânsito rodoviário é o Relatório de Acidentes de Trânsito (RAT) da Polícia Rodoviária, disponibilizado pela Coordenadoria de Operações do DER/SP.

O Quadro 6 sintetiza o número total de acidentes em cada um dos segmentos, para o ano de 2012. Ressalta-se que admitiu-se que o crescimento do número de acidentes obedece a mesma taxa de crescimento de tráfego.

Quadro 6 – Número de Acidentes

Rodovia	Acidentes Totais por trecho	Crescimento Anual (%)
SP062	50	3,0
SP062	56	3,0
SP062	66	3,0
SP245	40	4,0
SP310	44	3,0
SP461	24	3,0

3 DETERMINAÇÃO DE CUSTOS E BENEFÍCIOS

A análise econômica efetuada pelo modelo HDM - 4 do Banco Mundial baseia-se na comparação entre os custos totais de transporte entre duas alternativas durante um determinado período de análise.

3.1 Custos de Recuperação

Os custos de Recuperação que são utilizados na avaliação têm como origem os estudos elaborados no Projeto Executivo de Restauração para cada trecho rodoviário no ano de 2012. Os valores estão atualizados na base de março/2013. As alternativas de restauração do pavimento, bem como os custos de Recuperação (Restauração) de cada um dos segmentos são mostradas no quadro 7.

Quadro 7 – Custos das Alternativas de Recuperação

Rodovia	Reabilitação do Revestimento				Custos Orçados nos Projetos (Financeiros)			
	Remoções (cm)		Reforço do Revestimento		Valor Total		Valor / m ² de Pista	
	Fresagem	Reciclagem	Tipo	Esp.(cm)	(R\$)	(USD)	(R\$)	(USD)
SP062	-	-	CA	7	27.761.948	13.743.539	357.297	176.880
SP062	-	-	CA	7	11.013.539	5.452.247	122.632	60.709
SP062	-	-	CA	7	13.590.313	6.727.878	233.912	115.798
SP245	5	18	CA	5	20.258.135	10.028.780	182.014	90.106
SP310	-	-	CA	5	39.885.558	19.745.326	156.477	77.464
SP461	-	-	CA	5	43.658.109	21.612.925	273.835	135.562

3.2 Custos de Conservação de Rotina e Reabilitação

Os custos de Manutenção e Reabilitação aqui considerados envolvem atividades rotineiras, compreendendo as seguintes operações básicas, de acordo com o Manual de Reabilitação e Conserva do DER/SP:

- Operação de remendo e selagem de trincas;
- Operações de conservação de rotina abrangendo limpeza de estruturas de drenagem, capina, pista e conservação das obras de arte e de sinalização etc.;
- Restauração do pavimento para reabilitação estrutural e funcional.

Admitiu-se um Custo de Conserva Médio Anual, sugerido pela Tabela de Custos unitários do DER/SP, de R\$ 17.000 por km de via em pista simples.

3.3 Custos Operacionais dos Veículos

Para cálculo dos custos operacionais de veículos nas rodovias são utilizados os parâmetros de entrada do modelo HDM.

Os custos considerados podem ser conceituados como custos fixos e custos variáveis. Os custos fixos independem da quantidade de quilômetros rodados e estão associados às despesas de capital investido. De acordo com o HDM - 4 os custos de tripulação são considerados variáveis, ou seja, dependentes da quilometragem percorrida, assim como, os demais itens de consumo tais como combustível, peças, lubrificação etc. Estes itens de custo serão abordados com mais detalhe na seção de descrição dos benefícios operacionais. No Quadro 8 estão apresentados os custos operacionais utilizados nesta avaliação. Ressalta-se que estes custos tiveram como base os componentes no relatório de Viabilidade Econômica do Programa BID 2, no Estado de São Paulo, elaborado em 2006 e atualizados conforme os índices do IGP-DI da Fundação Getúlio Vargas para 2013, bem como a Tabela de Veículos da FIPE FGV e a Revista Technibus.

Quadro 9 – Custos Operacionais dos Veículos (em R\$)

Tipo	Preço Novo	Código FIPE	Consumo (km/l)	Preço Pneu	Vida Pneu (mil km)	Manutenção (por hora)	Tripulação (*) (por hora)
Auto	34.496	5317	13,7	135,5	60	21,12	13,85
Ônibus	197.824	(**)	5	858,9	105	23,94	14,08 (3,47)
Médio	88.704	509057	3,1	538,6	105	23,94	14,08
Pesado	112.640	509084	3,1	607,2	105	23,94	14,08
Articulado	206.976	509201	2,5	909,9	130	23,94	14,08

(*) Passageiros, para o caso do automóvel e ônibus, (**) Revista Technibus.

3.4 Custos de Acidentes

Os custos de acidentes utilizados são provenientes de pesquisas realizadas pelo DENATRAN (Departamento Nacional de Trânsito) durante o ano de 2001 e consolidadas em estudo realizado pelo Convênio IPEA-ANTP¹.

¹ IPEA/ANTP – Impactos Sociais e Econômicos dos Acidentes nas Aglomerações Urbanas – ANTP, 2005.

Os dados referem-se a custos médios de quatro aglomerações urbanas situadas nas regiões geográficas brasileiras Norte (Belém), Sul (Porto Alegre), Sudeste (São Paulo) e nordeste (Recife).

Os custos unitários dos acidentes de trânsito foram obtidos pelo levantamento de despesas por componente de custo. No quadro 9, a seguir, apresenta-se a distribuição desses custos também atualizados para 2013 pelo IGP-DI da FGV.

Para a determinação do custo de acidentes independentemente do tipo (Total Médio), admitiu-se 75% somente com danos materiais, 20% com danos pessoais e 5% com vítimas fatais.

Quadro 9 – Custo de Acidentes

Tipo	Custo (R\$)
Danos Materiais	25.272,30
Danos Materiais e Pessoais	129.110,63
Vítimas Fatais	627.817,04
Total Médio	76.166,75

3.5 Custo de Tempo de Entrega de Cargas

A partir das pesquisas de campo realizadas para o Estudo de Ampliação Viária das Ligações com os Países do MERCOSUL (Convênio DNIT/IME) realizadas no mês de Jan/97 nos estados de São Paulo, Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul, obtiveram-se dados referentes aos valores das cargas transportadas e as percentagens de veículos que trafegam vazios.

Admitiu-se que o custo do tempo de entrega de cargas corresponde ao custo de oportunidade do valor de carga, aqui estimado em 12% por ano aplicado sobre o valor médio das cargas transportadas.

Como resultado, tem-se o custo horário do tempo de entrega das cargas estimado para veículos comerciais de **R\$ 0,1408 / hora**, já atualizados para 2013.

3.6 Custo dos Combustíveis

Admitiu-se que todos os veículos comerciais trafegam com utilização de óleo diesel e os automóveis com gasolina.

Através de pesquisas de preços em postos de combustíveis nas regiões onde estão localizados os segmentos de análise, foram definidos os seguintes valores apresentados no Quadro 10 (valores para 2.013).

Quadro 10 – Custo de Combustíveis e Lubrificantes

Tipo	Custo (R\$/litro)
Gasolina	2,49
Diesel	2,10
Lubrificante	22,00

3.7 Benefícios

Os benefícios quantificados no presente projeto referem-se às economias resultantes da diferença de desempenho da situação vigente e da situação proposta verificada para cada ano do período de análise.

Assim sendo, os benefícios do projeto estão diretamente relacionados com os parâmetros de custo do projeto. Pode-se definir como benefícios diretos do projeto à economia de custo operacional de veículos ocasionada pela melhoria nas condições de tráfego do trecho rodoviário. Esta melhoria é traduzida, por um lado, como menor desgaste do veículo, menor consumo de combustível e lubrificantes, peças e acessórios, ou seja, dos custos variáveis de veículos. Por outro lado, a melhoria do nível de serviço implica em economias de tempo que afetam os custos fixos operacionais, tais como custo do veículo e mão de obra de operação (no caso de ônibus e veículos de carga).

Como benefícios indiretos consideram-se as economias externas geradas pela redução do tempo de viagem de usuário e de carga transportada, bem como a redução nas “deseconomias” geradas por acidentes de trânsito originados em função do estado da

rodovia. De forma geral, foram utilizadas as definições de benefícios aplicados a estudos de transportes definidas em Belli².

Na avaliação econômica das alternativas foram considerados os seguintes benefícios, determinados para cada uma das alternativas estudadas:

- Benefícios da redução dos Custos Operacionais dos Veículos;
- Benefícios da redução do Tempo de Viagem dos Passageiros;
- Benefícios da redução do Tempo de Entrega das Cargas;
- Benefícios da redução de Acidentes.

Os benefícios foram obtidos pela diferença entre os custos relativos à situação vigente e os custos referentes à situação proposta, com a implantação de cada uma das alternativas de recuperação para cada segmento.

Os benefícios de redução dos custos de manutenção, de operação dos veículos e de redução de tempo de viagem são calculados pelo HDM. Os benefícios de redução de acidentes são calculados à parte. Todos os benefícios aqui considerados foram transferidos para as planilhas de avaliação econômica, onde é aferido o mérito de cada projeto. A seguir são descritos os dados e procedimentos adotados para o cálculo dos benefícios.

3.7.1 Benefícios da Redução dos Custos Operacionais dos Veículos

Economias no custo operacional de veículos são os principais benefícios que justificam melhoramentos em rodovias. Usuários de rodovias percebem estes benefícios em termos de redução de gastos. Os benefícios devido a custos operacionais dependem de mudança nas seguintes características:

- Tipo de veículos utilizando a rodovia;
- Volume de tráfego na seção da rodovia;
- Geometria da rodovia (particularmente, a curvatura, o gradiente entre subidas e descidas e a largura da rodovia);
- Condição da superfície da rodovia;
- Comportamento do motorista.

² Belli, P. et al – Economic Analysis of Investment Operations – cap. 10 Economic Transport Evaluation of Transport Projects, WBI Development Studies - 2001

A diferença no estado vigente destas características configuradas na situação proposta implica em economia de consumo de recursos. A mudança da situação atual para uma nova situação resulta em economia de consumo de recursos, que pode ser modelado no HDM-4 com a entrada dos dados de cada tipo de veículo e seus respectivos fluxos, para medir a melhoria de desempenho. Estes resultados são incluídos nos totais de benefícios anuais.

A previsão do consumo de recursos associados a veículos é realizada para cada tipo de veículo na seguinte ordem:

a) Consumo de combustível

- Requerimentos de potência de veículo para os segmentos de rampa ascendente e descendente.
- Fator consumo combustível / potência de veículo para os segmentos de rampa ascendente e descendente.
- Consumo instantâneo de veículo para os segmentos de rampa ascendente e descendente, combinando o efeito de consumo em velocidade constante e o efeito de variações clínicas na velocidade.
- Homogeneização do consumo para o tráfego bi-direcional.
- Calcular o consumo médio anual.

b) Consumo de óleo e lubrificantes – neste item são computados dois tipos de perda:

- Perda por contaminação que é função do intervalo entre trocas de óleo
- Perda devido à operação que é função do consumo de combustível

c) Consumo de pneus – este item se baseia na modelagem dos seguintes aspectos:

- Cálculo das forças tangenciais, laterais e normais atuando sob o pneu em condições ideais para os segmentos de rampa ascendente e descendente.
- A energia do pneu para os segmentos de rampa ascendente e descendente.
- O consumo de rodagem por mil quilômetros para os segmentos de rampa ascendente e descendente.

- Calcular o consumo médio anual para cada tipo de veículo.

d) Utilização de veículos e vida útil

A utilização de veículos é computada em função da quilometragem anual percorrida durante o período operativo anual. Isto exclui o tempo ocioso, o tempo despendido em refeições e descanso do motorista. Entretanto inclui o tempo dirigindo, carregando e descarregando e abastecendo. A vida útil consiste na determinação do período de tempo em que se faz necessário o descarte do veículo. Segundo o HDM, o índice de rugosidade do pavimento inclui na determinação da vida útil do veículo.

e) Consumo de peças

- Para cada tipo de veículo calcular o índice de rugosidade ajustado pelo modelo e a idade acumulada do veículo em anos.
- Para cada tipo de veículo e fluxo diário, calcular a diferença de consumo de peças em relação à variação de velocidade e em relação à parcela de reposição do valor do preço do veículo.
- Calcular o consumo médio anual para cada tipo de veículo.

f) Manutenção

Este item se calcula em função do número de horas gastas e em função do consumo de peças por tipo de veículo no fluxo diário. Posteriormente se efetua a expansão para se obter o total anual.

g) Custos de capital

Este item inclui as parcelas referentes à depreciação e à taxa de interesse que reflete o custo de oportunidade de capital.

h) Custos de tripulação

Este item é considerado pelo HDM-4 mais como um custo variável, que é função do número de horas despendidas por tripulação em viagens a trabalho, rateado pelo percurso expresso em milhares de quilômetros.

3.7.2 Benefícios da Redução do Tempo de Viagem dos Passageiros

Os benefícios da redução do tempo de viagem dos passageiros foram determinados link a link, separadamente para os automóveis e ônibus, pela expressão:

$$BP = 365 \times TMDA \times (T_0 - T_1) \times CP$$

Onde:

BP	=	Benefício da redução do tempo de viagem dos passageiros
$TMDA$	=	Tráfego médio diário anual, do tipo de veículo considerado
T_0	=	Tempo de viagem para percorrer o link em questão, na situação atual
T_1	=	Tempo de viagem para percorrer o mesmo link, na situação futura
CP	=	Custo de tempo de viagem de passageiros, em R\$ / hora x veículo

Os tempos de viagem são calculados pelo HDM-4, ou seja, levando em conta os efeitos do congestionamento de tráfego. Os benefícios da redução do tempo de viagem dos passageiros foram determinados ano a ano, considerando a evolução do tráfego e das condições de conservação da via.

3.7.3 Benefícios de Redução do Tempo de Entrega das Cargas

O procedimento adotado para o cálculo dos benefícios da redução do tempo de entrega das cargas é análogo ao da redução do tempo de viagem de passageiros. Para cada tipo de veículo de carga considerado (caminhões de 2 eixos, 3 eixos e articulados), determinou-se o benefício, link a link, através da expressão:

$$BC = 365 \times TMDA \times (T_0 - T_1) \times CC$$

Onde:

BC	=	Benefício da redução do tempo de entrega de cargas
$TMDA$	=	Tráfego médio diário anual, do tipo de veículo considerado
T_0	=	Tempo de viagem para percorrer o link em questão, na situação atual
T_1	=	Tempo de viagem para percorrer o mesmo link, na situação futura
CC	=	Custo do tempo de entrega de cargas, em R\$ / hora x veículo

Os tempos de viagem são calculados pelo HDM-4, levando em conta o efeito do congestionamento de tráfego. Para cada alternativa foram somados, ano a ano, os benefícios da redução do tempo de entrega das cargas, dos diferentes veículos. O resultado obtido foi transferido para a planilha de avaliação econômica.

3.7.4 Benefício de Redução de Acidente

Para os benefícios referentes à redução do número de acidentes, admitiram-se as seguintes hipóteses simplificadoras:

- O crescimento do número de acidentes (e consequentemente o custo) obedece ao mesmo crescimento anual das taxas de tráfego;
- Após a restauração admite-se uma redução de 50% no número de acidentes, devido às adequações e melhorias significativas, tanto geométricas como no pavimento;

4 AVALIAÇÃO DE PROJETO

4.1 Perfil do Projeto, Desconto e Data de Atualização

A soma dos valores de custo de construção e benefícios diretos e indiretos determinam fluxos anuais positivos e negativos em numerário ou preços de conta, no caso da análise econômica.

A distribuição destes custos ao longo do período de análise do projeto é denominada perfil do objeto. Os valores atribuídos a estes fluxos devem ser homogeneizados em função do efeito do tempo sobre os valores dos fluxos. Este procedimento consiste em aplicar uma taxa de desconto (r) que é expressa como fração ou percentagem do valor do fluxo para o período anual.

Para incluir este aspecto na análise, todos os custos e benefícios futuros são descontados e convertidos em valores atualizados, por meio da aplicação da seguinte fórmula³:

³ Queiroz, C. – Technical and Economic Issues in Road Deterioration and Maintenance – Economic Development Institute of The World Bank - 1994

$$VAF_i = F_i \div (1 + r)^i$$

Onde:

VAF_i	=	Valor atualizado do fluxo no ano “i”
F_i	=	Custos ou Benefícios incorridos no ano “i”
r	=	Taxa de desconto (considerado o valor de 5,1% a.a.)
i	=	Ano integrante do período de análise

A data de atualização foi considerada como junho de 2.011. O período de análise considerado compreenderá o intervalo definido de acordo com a vida econômica de cada alternativa, já descrito anteriormente, sendo que para todas as alternativas considerou-se que os custos de construção ocorrem de acordo com o quadro 8, apresentado anteriormente.

4.2 Mérito Econômico do Projeto

A fim de determinar os efeitos ocasionados pelas alternativas e seus respectivos projetos sobre o conjunto da economia deverá ser utilizado o critério da Taxa Interna de Retorno (TIR). A TIR representa a rentabilidade do projeto sob o ponto de vista de toda a economia, utilizando os mesmos princípios básicos da avaliação privada, o que implica na comparação do valor da TIR de cada projeto com taxa econômica de retorno considerada aceitável: a Taxa de Desconto Econômico (ou Social), abaixo descrita. Entretanto os benefícios e os custos do projeto são apresentados de acordo com os seus valores econômicos e não financeiros (ou de mercado).⁴ Segundo o Banco Mundial, duas taxas de desconto têm sido defendidas:

- *Social Opportunity Cost – SOC*: que é a aplicação de recursos públicos em determinado projeto de caráter social que seria inviável aplicá-los em projetos privados, devendo esse aspecto ser considerado na análise.
- *Social Time Preference – STP*: que é a avaliação da sociedade para a antecipação do consumo futuro desejável.

O governo espanhol adota taxa (STP) de 6% para projetos na área de transporte e de 4% para projetos de saneamento. As STP's usadas em geral são entre 3,5% e 4%, mas

– Editora Campus – 1984.

considerando-se que as series históricas de algumas regiões podem afetar os cálculos, o uso de taxas entre 5% e 6% seria mais adequado.

Para o TAV-Brasil foi adotado taxa de 5,1% a.a. para horizonte de 40 anos. O relatório final de Avaliação de Benefícios Econômicos, vol. 3, disponibilizados no site www.tavbrasil.org.br, cita que:

“a taxa de desconto econômico (ou social) mede o quanto a sociedade está disposta para trocar o consumo presente pelo futuro. Uma taxa de desconto econômico de 5,1% foi usada para descontar todos os custos e benefícios econômicos em nossa avaliação econômica. Esse valor é recomendado pelo Banco Mundial (em 2008) para avaliação econômica em projetos de infraestrutura na América Latina. Uma taxa de desconto menor aumentaria o valor dos benefícios de esquemas futuros.”

Neste trabalho utilizaremos o comparativo com a **Taxa de Retorno Mínima exigida pelo BID, que é de 12%.**

O problema da avaliação econômica consiste em transformar o orçamento de custos e receitas do projeto, em preços e custos econômicos, além de incluir benefícios que geralmente não participam do orçamento do empresário.

O critério da Taxa Interna Econômica de Retorno baseia-se no princípio de desconto e consiste na determinação de um valor para a taxa e desconto (r) que satisfaça a seguinte condição.

$$0 = \sum^n \left[F_i \div (1 + r)^i \right]$$

Onde:

F_i = Custos ou Benefícios incorridos no ano “ i ”
 n = Número de anos do intervalo em análise

4.3 Pressupostos para a Determinação de Valores a Preços de Conta

A transformação dos preços financeiros em preços de conta, objetiva eliminar diversos tipos de distorções decorrentes de políticas governamentais, homogeneizando critérios de avaliação dos diversos projetos a serem financiados por organismos internacionais ou por grupos de acionistas.

As distorções podem ser encontradas na existência de impostos ou subsídios a determinados setores. Estes tratam de transferência de valores do setor privado para o setor público, caso dos impostos. No caso de subsídios a situação é inversa, pois promove com recursos do poder público, maior competitividade a produtos nacionais.

Os principais itens a serem analisados são:

- Custo da divisa;
- Custo de combustíveis;
- Custo dos bens não transacionáveis excluídos impostos diretos;
- Custo das obras recuperação de rodovias.

Além destes, pode ser utilizado o fator de correção cujo objetivo é preencher lacunas de preços, para os quais não foi possível decompor os diversos itens integrantes do preço.

O percentual adotado (15,83%) está detalhado a seguir no quadro 11, com a indicação das alíquotas adotadas e das respectivas bases de cálculo, podendo-se destacar dois grandes grupos:

- Os que incidem sobre o faturamento ou sobre o lucro bruto (PIS, COFINS, ISSQN, IRPJ e CSLL);
- Aqueles que incidem sobre parcelas (mão de obra e materiais) do custo direto: ICMS e IRPF.

Quadro 11 – Cálculo de Alíquotas Adotadas (Custo Sombra)

Impostos/Tributos	Alíquotas (%)	Base de Cálculo	Percentual (%)
PIS	3,00	100% Faturamento	3,00
COFINS	0,65	100% Faturamento	0,65
ISSQN	3,50	100% Faturamento	3,50
IRPF	15,00	11,98% Mao de Obra	1,80
ICMS	17,50	29,63% Custo Material	5,18
Lucro Bruto	5,00	Faturamento	-
IRPJ	25,00	5% Lucro Bruto	1,25
CSLL	9,00	5% Lucro Bruto	0,45
		Total	15,83

Este último valor de redutor padrão foi aplicado sobre os valores de custos diretos e indiretos para a determinação dos respectivos benefícios econômicos, incluindo os itens de consumo de combustível e os outros custos da obra, no Programa **BID 3** do Departamento de Estradas de Rodagem do Estado de São Paulo (DER-SP), que é o mesmo sugerido pelo Convênio DNIT/IME⁵ para as obras de pavimentação, restauração e manutenção periódica.

Ressalta-se que, para o caso desta análise baseada em benefícios retornados ao usuário, o custo sombra pode ser levado em consideração, uma vez que parte dos custos de implantação das obras retornará ao poder público sob a forma de impostos e tributos.

4.4 Comparativo das Alternativas Envolvidas

Utilizou-se, para a análise econômica, o Modelo de Projeto e Manutenção de Rodovias, fornecido pelo HDM -4. Os parâmetros selecionados para a análise foram a **Taxa Interna de Retorno (TIR)**, **O Valor Presente Líquido (VPL ou VAF)** e **o índice Benefício/Custo (B/C)**. Os quadros apresentados no capítulo a seguir resumem os valores envolvidos na análise econômica de cada uma das alternativas, mostrando o perfil de cada alternativa (fluxo de caixa), as Taxas Internas de Retorno encontradas, assim como os Valores Presentes Líquidos e as Relações Benefício/Custo.

5 CONCLUSÃO

5.1 Apresentação dos Resultados

A seguir são apresentados os quadros 12.1 a 12.7 que resumem o fluxo de caixa esperado para cada perfil de projeto e cada segmento rodoviário, com a redução do numerário base (custo sombra) em 15,83%.

Nas mesmas planilhas aparecem os valores calculados para a Taxa Interna de Retorno, a relação Benefício/Custo e o Valor Presente Líquido.

Ressalta-se que as planilhas de saída resultantes do HDM estão apresentadas em Anexo.

⁵ Convênio DNIT/IME – Projeto de Ampliação da Capacidade rodoviária das Ligações com os Países do MERCOSUL - 1997

Quadro 12.1 - SP 062B

Valor de Obra Orçado

R\$ 23.281.643,38

Valores Econômicos (R\$ milhões)

Ano	Custos de Obras	Benefícios			Redução de Acidentes	Perfil de Projeto	
		Recorrentes	Operacional	Tempo		(A)	(B)
2012	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
2013	0,000	-0,020	0,000	0,000	0,000	0,020	0,020
2014	19,596	0,002	-0,072	-0,002	0,000	-19,672	-24,571
2015	0,000	0,000	1,922	0,043	1,143	3,107	3,107
2016	-1,943	-0,016	12,110	2,604	1,146	17,818	18,303
2017	0,000	0,000	9,253	1,744	1,149	12,146	12,146
2018	0,000	0,000	11,260	2,323	1,153	14,736	14,736
2019	0,000	0,000	13,227	3,001	1,156	17,384	17,384
2020	0,000	0,000	15,042	3,683	1,160	19,885	19,885
2021	-1,943	-0,003	17,198	4,488	1,163	24,795	25,281
2022	0,000	0,000	4,133	0,759	1,167	6,059	6,059
2023	0,000	0,000	4,637	1,109	1,170	6,915	6,915
Totais	15,711	-0,036	88,709	19,751	10,407	103,192	99,264
VPLs	17,169						

Estudo	Custo da Obra (R\$ milhões)		TIR (%)	Benefício/ Custo (B/C)	VPLs
	Econômico	Financeiro	Total		
(A)	15,711	23,282	56,05	3,00	51,43
(B)	19,639	29,102	46,52	2,75	47,14

- (A) Custos e Benefícios Analisados em Condições Normais
 (B) Aumento de 25% no Custo da Obra e Manutenção dos Benefícios Calculados

Quadro 12.2 - SP 062C

Valor de Obra Orçado

R\$ 27.761.948,48

Valores Econômicos (R\$ milhões)

Ano	Custos de Obras	Benefícios			Redução de Acidentes	Perfil de Projeto	
		Recorrentes	Operacional	Tempo		(A)	(B)
2012	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
2013	0,000	-0,023	0,000	0,000	0,000	0,023	0,023
2014	23,367	0,001	-0,008	0,000	0,000	-23,376	-29,218
2015	0,000	0,000	0,341	0,003	2,133	2,477	2,477
2016	0,000	0,000	0,777	0,027	2,139	2,943	2,943
2017	-2,245	-0,014	2,984	0,590	2,145	7,978	8,540
2018	0,000	0,000	2,031	0,282	2,152	4,464	4,464
2019	0,000	0,000	2,313	0,365	2,158	4,837	4,837
2020	0,000	0,000	2,615	0,446	2,165	5,226	5,226
2021	0,000	0,000	2,973	0,564	2,171	5,709	5,709
2022	-2,245	0,000	3,376	0,693	2,178	8,492	9,053
2023	0,000	0,000	1,216	0,093	2,184	3,494	3,494
Totais	18,877	-0,036	18,618	3,063	19,426	22,267	17,547
VPLs	20,862						

Estudo	Custo da Obra (R\$ milhões)		TIR (%)	Benefício/ Custo (B/C)	VPLs
	Econômico	Financeiro			
(A)	18,877	27,762	14,36	0,11	2,38
(B)	23,596	34,702	9,64	-0,14	-2,83

(A) Custos e Benefícios Analisados em Condições Normais

(B) Aumento de 25% no Custo da Obra e Manutenção dos Benefícios Calculados

Quadro 12.3 - SP 062D

Valor de Obra Orçado

R\$ 11.013.538,61

Valores Econômicos (R\$ milhões)

Ano	Custos de Obras	Benefícios			Redução de Acidentes	Perfil de Projeto	
		Recorrentes	Operacional	Tempo		(A)	(B)
2012	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
2013	0,000	-0,015	0,000	0,000	0,000	0,015	0,015
2014	9,270	0,002	-0,022	0,000	0,000	-9,293	-11,611
2015	0,000	0,000	0,946	0,026	1,508	2,480	2,480
2016	-1,453	-0,013	2,936	0,356	1,513	6,270	6,633
2017	0,000	0,000	2,111	0,146	1,517	3,774	3,774
2018	0,000	0,000	2,578	0,238	1,522	4,338	4,338
2019	0,000	0,000	3,072	0,412	1,526	5,010	5,010
2020	0,000	0,000	3,524	0,632	1,531	5,687	5,687
2021	-1,453	-0,001	4,131	0,922	1,535	8,042	8,405
2022	0,000	0,000	0,767	0,074	1,540	2,381	2,381
2023	0,000	0,000	0,743	0,130	1,545	2,418	2,418
Totais	6,365	-0,027	20,787	2,936	13,737	31,121	29,530
VPLs	7,455						

Estudo	Custo da Obra (R\$ milhões)		TIR (%)	Benefício/ Custo (B/C)	VPLs
	Econômico	Financeiro			
(A)	6,365	11,014	44,19	1,95	14,57
(B)	7,956	13,767	35,64	1,70	12,71

(A) Custos e Benefícios Analisados em Condições Normais

(B) Aumento de 25% no Custo da Obra e Manutenção dos Benefícios Calculados

Quadro 12.4 - SP 245

Valor de Obra Orçado

R\$ 20.258.134,67

Valores Econômicos (R\$ milhões)

Ano	Custos de Obras	Benefícios			Redução de Acidentes	Perfil de Projeto	
		Recorrentes	Operacional	Tempo		(A)	(B)
2012	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
2013	0,000	-0,056	0,000	0,000	0,000	0,056	0,056
2014	17,051	0,000	-0,015	-0,014	0,000	-17,080	-21,343
2015	0,000	0,000	1,016	0,021	1,523	2,561	2,561
2016	-2,783	-0,013	3,423	0,501	1,528	8,248	8,943
2017	0,000	0,000	2,341	0,191	1,532	4,064	4,064
2018	0,000	0,000	2,739	0,275	1,537	4,551	4,551
2019	0,000	0,000	3,128	0,404	1,542	5,073	5,073
2020	0,000	0,000	3,561	0,582	1,546	5,689	5,689
2021	-2,783	0,000	4,117	0,799	1,551	9,249	9,945
2022	0,000	0,000	1,074	0,072	1,556	2,702	2,702
2023	0,000	0,000	1,194	0,120	1,560	2,875	2,875
Totais	11,486	-0,069	22,578	2,950	13,876	27,987	25,116
VPLs	13,574						

Estudo	Custo da Obra (R\$ milhões)		TIR (%)	Benefício/ Custo (B/C)	VPLs
	Econômico	Financeiro	Total		
(A)	11,486	20,258	25,38	0,71	9,69
(B)	14,358	25,323	19,31	0,46	6,30

(A) Custos e Benefícios Analisados em Condições Normais

(B) Aumento de 25% no Custo da Obra e Manutenção dos Benefícios Calculados

Quadro 12.5 - SP 310

Valor de Obra Orçado

R\$ 39.885.558,00

Valores Econômicos (R\$ milhões)

Ano	Custos de Obras	Benefícios			Redução de Acidentes	Perfil de Projeto	
		Recorrentes	Operacional	Tempo		(A)	(B)
2012	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
2013	0,000	-0,065	0,000	0,000	0,000	0,065	0,065
2014	33,572	-0,165	-0,021	0,000	0,000	-33,428	-41,820
2015	0,000	-0,001	0,783	0,012	2,613	3,409	3,409
2016	0,000	-0,008	1,136	0,016	2,620	3,780	3,780
2017	-6,380	-0,022	2,018	0,069	2,628	12,713	14,707
2018	0,000	-0,013	4,349	0,510	2,636	7,508	7,508
2019	0,000	0,000	2,610	0,127	2,644	5,381	5,381
2020	0,000	0,000	2,963	0,176	2,652	5,791	5,791
2021	0,000	0,000	3,267	0,246	2,660	6,174	6,174
2022	-6,380	0,000	3,440	0,334	2,668	14,417	16,410
2023	0,000	0,003	3,589	0,450	2,676	6,712	6,712
Totais	20,812	-0,272	24,133	1,941	23,797	32,521	28,115
VPLs	26,454						

Estudo	Custo da Obra (R\$ milhões)		TIR (%)	Benefício/ Custo (B/C)	VPLs
	Econômico	Financeiro	Total		
(A)	20,812	39,886	14,43	0,13	3,54
(B)	26,015	49,857	10,50	-0,10	-2,63

(A) Custos e Benefícios Analisados em Condições Normais

(B) Aumento de 25% no Custo da Obra e Manutenção dos Benefícios Calculados

Quadro 12.6 - SP 461

Valor de Obra Orçado

R\$ 43.658.109,00

Valores Econômicos (R\$ milhões)

Ano	Custos de Obras	Benefícios			Redução de Acidentes	Perfil de Projeto	
		Recorrentes	Operacional	Tempo		(A)	(B)
2012	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
2013	0,000	-0,040	0,000	0,000	0,000	0,040	0,040
2014	36,747	-0,103	-0,244	-0,006	0,000	-36,894	-46,081
2015	-3,987	-0,007	8,526	0,256	0,548	13,324	14,321
2016	0,000	-0,012	23,065	3,512	0,550	27,139	27,139
2017	0,000	0,000	10,721	1,134	0,552	12,406	12,406
2018	0,000	0,000	12,956	2,052	0,553	15,561	15,561
2019	0,000	0,000	14,738	2,770	0,555	18,063	18,063
2020	-3,987	0,000	20,220	4,252	0,557	29,015	30,012
2021	0,000	-0,004	26,884	5,876	0,558	33,322	33,322
2022	0,000	0,000	-0,828	-0,154	0,560	-0,421	-0,421
2023	0,000	0,000	2,585	0,600	0,562	3,747	3,747
Totais	28,774	-0,166	118,624	20,292	4,995	115,303	108,109
VPLs	31,168						

Estudo	Custo da Obra (R\$ milhões)		TIR (%)	Benefício/ Custo (B/C)	VPLs
	Econômico	Financeiro	Total		
(A)	28,774	43,658	46,83	1,82	56,60
(B)	35,968	54,573	37,26	1,57	48,81

(A) Custos e Benefícios Analisados em Condições Normais

(B) Aumento de 25% no Custo da Obra e Manutenção dos Benefícios Calculados

Quadro 12.7 - Amostra Representativa

Valor de Obra Orçado

R\$ 165.858.932,14

Valores Econômicos (R\$ milhões)

Ano	Custos de Obras	Benefícios			Redução de Acidentes	Perfil de Projeto	
		Recorrentes	Operacional	Tempo		(A)	(B)
2012	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
2013	0,000	-0,219	0,000	0,000	0,000	0,219	0,219
2014	139,603	-0,263	-0,380	-0,023	0,000	-139,744	-174,645
2015	-3,987	-0,008	13,534	0,362	9,468	27,358	28,354
2016	-6,178	-0,062	43,447	7,016	9,496	66,198	67,742
2017	-8,625	-0,037	29,427	3,874	9,524	51,486	53,643
2018	0,000	-0,013	35,913	5,679	9,553	51,158	51,158
2019	0,000	0,000	39,087	7,079	9,582	55,748	55,748
2020	-3,987	0,000	47,925	9,771	9,610	71,293	72,290
2021	-6,178	-0,008	58,571	12,895	9,639	87,291	88,835
2022	-8,625	0,000	11,962	1,778	9,668	32,034	34,190
2023	0,000	0,003	13,965	2,502	9,697	26,161	26,161
Totais	102,025	-0,606	293,450	50,933	86,237	329,201	303,695
VPLs	116,682						

Estudo	Custo da Obra (R\$ milhões)		TIR (%)	Benefício/ Custo (B/C)	VPLs
	Econômico	Financeiro	Total		
(A)	102,025	165,859	33,05	1,17	136,44
(B)	127,531	207,324	25,96	0,92	107,27

(A) Custos e Benefícios Analisados em Condições Normais

(B) Aumento de 25% no Custo da Obra e Manutenção dos Benefícios Calculados

5.2 Resumo dos Resultados

O quadro 13, a seguir, resume os valores de parâmetros econômicos obtidos após a análise de cada uma das alternativas de recuperação para cada segmento, com a aplicação do fator de redução Econômico/Financeiro (custo sombra).

Quadro 13 – Resumo dos Resultados Econômicos com Fator de Redução

Rodovia	Investimento (R\$ x 10 ⁶)	TIR (%)
SP062B	23,3	56,05
SP062C	27,8	14,36
SP062D	11,0	44,19
SP245	20,3	25,38
SP310	39,9	14,43
SP461	43,7	46,83
Amostra	165,9	33,05

Observa-se do resumo apresentado no quadro 13 que a recuperação de todos os segmentos da Amostra Representativa são economicamente viáveis, uma vez em que a taxa de retorno esperada é superior à Taxa de Desconto Econômico (ou Social) de 12%. Os segmentos rodoviários SP062C e SP310 apresentam valor de TIR bem próximos à taxa de desconto mínima, muito mais pelo baixo volume de tráfego do que pelos benefícios unitários alcançados.

Em média, os benefícios específicos representam, em relação aos benefícios totais:

- Redução do Número de Acidentes: 20%;
- Redução do Custo Operacional: 68%;
- Redução do Tempo de Viagens: 12%

Há que se ressaltar, ainda, que a alternativa Existente (Base) possui vida útil econômica inferior, o que resulta em necessidades de melhorias e ampliações durante a vida comparativa. Os custos da implantação destas melhorias foram levados em consideração neste estudo.