

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
ESCOLA DE ENGENHARIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL**

Rafael Fofonka Pires

**AVALIAÇÃO SOCIOECONÔMICA DO PROJETO DA
RODOVIA BR-448: UMA ABORDAGEM EXPEDITA
UTILIZANDO A ANÁLISE DE CUSTO-BENEFÍCIO**

Porto Alegre
dezembro 2010

RAFAEL FOFONKA PIRES

**AVALIAÇÃO SOCIOECONÔMICA DO PROJETO DA
RODOVIA BR-448: UMA ABORDAGEM EXPEDITA
UTILIZANDO A ANÁLISE DE CUSTO-BENEFÍCIO**

Trabalho de Diplomação apresentado ao Departamento de Engenharia Civil da Escola de Engenharia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, como parte dos requisitos para obtenção do título de Engenheiro Civil

Orientador: Luiz Afonso dos Santos Senna

Porto Alegre
dezembro 2010

RAFAEL FOFONKA PIRES

**AVALIAÇÃO SOCIOECONÔMICA DO PROJETO DA
RODOVIA BR-448: UMA ABORDAGEM EXPEDITA
UTILIZANDO A ANÁLISE DE CUSTO-BENEFÍCIO**

Este Trabalho de Diplomação foi julgado adequado como pré-requisito para a obtenção do título de ENGENHEIRO CIVIL e aprovado em sua forma final pelo Professor Orientador e pela Coordenadora da disciplina Trabalho de Diplomação Engenharia Civil II (ENG01040) da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Porto Alegre, dezembro de 2010

Prof. Luiz Afonso dos Santos Senna
PhD pela Leeds Metropolitan University, Inglaterra
Orientador

Profa. Carin Maria Schmitt
Coordenadora

BANCA EXAMINADORA

Prof. Luiz Afonso dos Santos Senna(UFRGS)
PhD pela Leeds Metropolitan University/UK

Prof. Fernando Dutra Michel (UFRGS)
Msc pela Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro/RJ

Prof. Luis Antônio Lindau (UFRGS)
PhD pela University of Southampton/UK

Dedico este trabalho a meus pais, Nilton e Angela, que sempre me apoiaram e especialmente durante o período do meu Curso de Graduação estiveram ao meu lado.

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao meu pai, pelo carinho e apoio que sempre me dedicou, por acreditar no meu sucesso profissional e por me ajudar a compreender as responsabilidades que um homem deve ter com sua família e com a sociedade. Agradeço a ele pela força e incentivo ao dividir comigo sonhos, preocupações, desafios, momentos de tristezas e de alegrias.

Agradeço a minha mãe, por seus incessantes cuidados e amor incondicional. Agradeço a ela pelo café-com-leite a cada vez que eu retornava para casa, pelas conversas noite a fora, pelas incontáveis malas de roupa lavadas e pelas lições de vida e bondade.

Agradeço ao Professor Senna, por ter me ajudado ao longo deste ano, dando suporte e orientação para o meu trabalho de diplomação. Sua experiência e conhecimento profundo sobre o tema me deram segurança para que eu pudesse desenvolver meu trabalho com maior tranquilidade.

Agradeço ao Grupo PET Engenharia-Civil, pela experiência que adquiri durante o período em que fui bolsista deste Programa, seja pela apresentação de trabalhos, participação de congressos ou atividades internas. Agradeço especialmente ao tutor do grupo, professor Roberto Rios, pela paciência e dedicação que teve e tem com seus bolsistas, fazendo da relação professor-aluno uma relação de amizade e comprometimento.

Agradeço ao engenheiro André Bresolin Pinto, por ter me dado a oportunidade de estagiar em sua empresa e, dessa forma, me apresentar ao incrível segmento dos transportes, como sendo parte constituinte da formação do engenheiro civil. Agradeço a ele pelos conhecimentos transmitidos e principalmente por ter me ensinado que “De nada adianta a informação certa no tempo errado.”.

Agradeço ao Dr. Sérgio Mattos, diretor de Planejamento e Desenvolvimento do Grupo Sultepa, por ter me dado a oportunidade de estagiar nesta empresa e complementar minha formação na área de transportes. Agradeço por me ensinar que “Não existe leão brabo, existe domador ruim.”.

Agradeço aos meus amigos e colegas, por me ajudarem direta ou indiretamente a superar os desafios enfrentados na academia, pois pouco se faz sozinho e a amizade sincera é a virtude maior.

Não adianta pensar positivo se o saldo é negativo.

Comissão organizadora do X SulPET

RESUMO

PIRES, R. F. **Avaliação socioeconômica do projeto da BR-448**: uma abordagem simplificada utilizando a análise de custo-benefício. 2010. 99 f. Trabalho de Diplomação (Graduação em Engenharia Civil) – Departamento de Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

Este trabalho apresenta uma avaliação socioeconômica simplificada do projeto da rodovia BR-448, uma rodovia federal que teve suas obras iniciadas em setembro de 2009, com previsão de término em março de 2012. O principal objetivo desta Rodovia será o de desafogar o tráfego da BR-116, principal eixo rodoviário da Região Metropolitana de Porto Alegre. Por se tratar de um empreendimento de grande vulto, os estudos de viabilidade técnica, socioeconômica e ambiental são cruciais para a decisão de conceber ou não um projeto desta natureza, porém o Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT), órgão responsável pela gestão da nova rodovia, comumente não disponibiliza para consulta popular os estudos relativos à viabilidade dos projetos de construção e restauração de rodovias. Este trabalho, no entanto, não almeja preencher esta lacuna, e sim apresentar uma avaliação simplificada, baseada nas melhores práticas abordadas pela literatura, sem considerar critérios mais aprofundados, que demandariam mais recursos e tempo para pesquisa. A partir da revisão da literatura que aborda os modelos de avaliação socioeconômica, adotou-se o modelo de Análise por Custo-Benefício, baseado nas características do projeto e nos dados disponíveis. Primeiramente, foram levantados os custos envolvidos no projeto da Rodovia como um todo. Destacam-se os custos de implantação, manutenção e operação. Após esta etapa foram determinados os benefícios que a Rodovia poderá proporcionar aos usuários, buscando monetizar todos eles. Destacam-se a redução no tempo de viagem, do número de acidentes, dos custos operacionais dos veículos e das emissões de poluentes. Na segunda etapa do trabalho foi aplicado o modelo de avaliação, comparando custos e benefícios envolvidos e verificando a sensibilidade do modelo, como forma de gestão do risco. A partir dos indicadores de viabilidade, verificou-se que o projeto é viável socioeconomicamente desde que seus custos se mantenham controlados e que os benefícios se realizem conforme o previsto. A análise de sensibilidade apontou que para uma condição mais pessimista, o projeto deixa de possuir as características de um empreendimento viável socioeconomicamente.

Palavras-chave: avaliação socioeconômica; BR-448; análise de custo-benefício.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: diagrama das etapas da pesquisa	17
Figura 2: mapa descritivo das rodovias BR-116 e BR-448	21
Figura 3: divisão por lotes de construção	22
Figura 4: rodovia em elevada (lote 3)	25
Figura 5: ponte-viaduto sobre o Rio Gravataí e BR-290	25
Figura 6: localização área de influência direta	27
Figura 7: perfil dos usuários da BR-116	29
Figura 8: divisão dos trechos para projeções de demanda	34
Figura 9: relação fluxo-velocidade em rodovias de pista dupla convencionais	51
Figura 10: consumo de gasolina em relação à velocidade do automóvel	59
Figura 11: taxa de emissão de monóxido de carbono em relação à velocidade	61
Figura 12 : taxa de emissão de hidrocarbonetos em relação à velocidade	61
Figura 13: taxa de emissão de óxido de nitrogênio em relação à velocidade	62
Figura 14: sensibilidade do VPL em relação à variação da taxa de desconto	78
Figura 15: sensibilidade da B/C em relação à variação da taxa de desconto	79
Figura 16: comportamento do VPL ao aumento dos custos em 25% e redução dos benefícios em 10,20 e 30%	80

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: acidentes ocorridos na BR-116 no ano de 2005	29
Quadro 2: Fatores de crescimento para a projeção da demanda	31
Quadro 3: VDM dos trechos analisados	32
Quadro 4: custos de manutenção e conservação de rodovias	49
Quadro 5: cálculo de velocidades médias em função da velocidade de fluxo livre	52
Quadro 6: fatores de equivalência dos veículos.....	53
Quadro 7: custos dos acidentes rodoviários.....	57
Quadro 8: custos anuais de implantação da rodovia BR-448	66
Quadro 9: custo unitários de manutenção praticados na avaliação da rodovia BR-448 ..	66
Quadro 10: custos anuais de manutenção da rodovia BR-448.....	67
Quadro 11: horas economizadas pelos usuários com a construção da BR-448	70
Quadro 12: valoração das reduções dos tempos de viagem	70
Quadro 13: redução de acidentes na rodovia BR-116	71
Quadro 14: monetização da redução do consumo de combustível	72
Quadro 15: redução das emissões de poluentes	74
Quadro 16: fluxo de caixa do projeto da rodovia BR-448	76
Quadro 17: resultados resumidos dos indicadores de viabilidade.....	78
Quadro 18: sensibilidade ao aumento dos custos em 25% e redução dos benefícios em 30%	80

LISTA DE SIGLAS

DNIT: Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes

RMPA: Região Metropolitana de Porto Alegre

PAC: Programa de Aceleração do Crescimento

CBUQ: Concreto Betuminoso Usinado a Quente

VDM: Volume Diário Médio de Tráfego

ACB: Análise de Custo-Benefício

ACE: Análise de Custo-Efetividade

ACU: Análise de Custo-Utilidade

VPL: Valor Presente Líquido

TIR: Taxa Interna de Retorno

B/C: Relação Benefício-Custo

TRC: Tempo de Recuperação do Capital

TMA: Taxa Mínima de Atratividade

UCP: Unidade de Carro de Passeio

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
2 MÉTODO DE PESQUISA	15
2.1 QUESTÃO DE PESQUISA	15
2.2 OBJETIVO DO TRABALHO	15
2.3 HIPÓTESE	15
2.4 PRESSUPOSTOS	15
2.5 PREMISA	16
2.6 DELIMITAÇÃO	16
2.7 LIMITAÇÕES	16
2.8 DELINEAMENTO	17
3 RODOVIA BR-448	20
3.1 ASPECTOS GERAIS DO PROJETO	20
3.1.1 Lote 1	22
3.1.2 Lote 2	23
3.1.3 Lote 3	24
3.2 ZONA DE INFLUÊNCIA	26
3.3 ESTIMATIVA DA DEMANDA FUTURA	30
4 ASPECTOS TEÓRICOS DA AVALIAÇÃO SOCIOECONÔMICA DE PROJETOS DE TRANSPORTE	35
4.1 A IMPORTÂNCIA DAS AVALIAÇÕES SOCIOECONÔMICAS PARA PROJETOS DE TRANSPORTES	36
4.2 MÉTODOS PARA AVALIAÇÃO SOCIOECONOMICA DE PROJETOS DE TRANSPORTE	37
4.2.1 Avaliação pela análise de Custo-Benefício	38
4.2.2 Avaliação pela análise de Custo-Efetividade	39
4.2.3 Avaliação pela análise de Custo-Utilidade	40
4.3 INDICADORES DE VIABILIDADE ECONÔMICA	41
4.3.1 Valor Presente Líquido	43
4.3.2 Taxa Interna de Retorno	44
4.3.3 Relação Benefício-Custo	45
4.3.4 Tempo de Recuperação do Capital ou <i>Payback Time</i>	46
4.4 OS CUSTOS DE UM PROJETO RODOVIÁRIO	47
4.4.1 Custos de implantação	48
4.4.2 Custos de manutenção	48

4.4.3 Custos de operação	50
4.5 BENEFÍCIOS DE UM PROJETO RODOVIÁRIO	50
4.5.1 Redução dos tempos de viagem	51
4.5.2 Redução de acidentes	56
4.5.3 Redução dos Custos Operacionais dos Veículos	57
4.5.4 Redução da emissão de gases poluentes	59
5 RESULTADOS DA AVALIAÇÃO SOCIOECONOMICA DO PROJETO DA RODOVIA BR-448	64
5.1 ESCOLHA DO MÉTODO DE ANÁLISE	64
5.2 DERMINAÇÃO DOS CUSTOS DA RODOVIA.....	65
5.2.1 Custos de implantação da rodovia	65
5.2.2 Custos de manutenção da rodovia	66
5.2.3 Custos de operação da rodovia	67
5.3 DERMINAÇÃO DOS BENEFÍCIOS SOCIOECONOMICOS DO PROJETO	68
5.3.1 Redução dos tempos de viagem	68
5.3.2 Redução de acidentes	71
5.3.3 Redução dos Custos Operacionais dos Veículos	72
5.3.4 Redução da emissão de gases poluentes	73
5.4 COMPOSIÇÃO DO FLUXO DE CAIXA.....	74
5.5 ANÁLISE DA VIABILIDADE DO PROJETO.....	77
5.5.1 Cálculo dos Indicadores de Viabilidade	77
5.5.2 Análise de sensibilidade	78
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS E CONCLUSÕES	82
REFERÊNCIAS	84
APÊNDICE A	88
APÊNDICE B	92
APÊNDICE C	94
APÊNDICE D	96
APÊNDICE E	98

1 INTRODUÇÃO

O surgimento de estradas confunde-se com a evolução da humanidade. Índícios apurados por pesquisadores e arqueólogos apontam que as primeiras estradas surgiram de trilhas existentes no período Pré-Histórico. As pessoas que faziam uso destas trilhas, encontradas principalmente no sudoeste da Ásia, logo sentiram necessidade de melhorar os caminhos para facilitar seus deslocamentos e de seus animais (OLIVEIRA et al., 2010).

A construção de rodovias coincide com o surgimento dos primeiros veículos de roda, há cerca de 3000 anos a.C., construídos pelos povos sumérios com a madeira abundante da floresta do Cáucaso. Entretanto, foi com os romanos que a Engenharia Rodoviária teve um salto em seu processo evolutivo e atingiu o ponto máximo de eficiência e aprimoramento tecnológico da Antiguidade. O Império Romano chegou a construir aproximadamente 85.000 km de estradas, com o intuito de ligar sua capital aos pontos mais longínquos sob seu domínio. Muitas destas estradas são encontradas ainda hoje e despertam a admiração de engenheiros e arquitetos de todo o mundo (OLIVEIRA et al., 2010).

No Brasil, a construção de estradas deu-se somente no século XIX e as rodovias pavimentadas na década de 1920, com a inauguração da Rio-Petrópolis, hoje rodovia Washington Luís. A demanda pelo transporte rodoviário sempre esteve ligada ao sucesso na produção agrícola e industrial. Com a necessidade de escoar a produção e obter matérias-primas de regiões cada vez mais distantes, o sistema rodoviário nacional teve que se modernizar. A partir das décadas de 1940 e 1950, a construção de rodovias ganhou impulso devido a três importantes fatores: a criação do Fundo Rodoviário Nacional; a criação da Petrobrás, que passou a produzir asfalto em larga escala; a implantação da indústria automobilística nacional, que elevou o número de veículos circulando na malha viária do País (OLIVEIRA et al., 2010).

Houve períodos em que os investimentos em transporte no Brasil foram tratados com emocionalidade, ocasionando o desperdício de dinheiro público e criando desconfiças no setor. Um exemplo clássico é o da construção da rodovia Transamazônica, uma obra faraônica que ficou muito aquém do que fora projetada.

Com a consciência de que erros em projetos rodoviários trazem inúmeros ônus econômicos, sociais e políticos, a decisão de investir no setor de transporte foi tornando-se cada vez mais complexa. Por se tratar de uma atividade meio, ou seja, que não pode ser encarada como um fim em si mesma, os projetos do segmento de transporte passaram a contar com estudos de viabilidade cada vez mais aprofundados, que abrangem aspectos tecnológicos, administrativos, financeiros, sociais, econômicos e ambientais.

Quando se avalia um projeto de interesse do setor privado, observa-se principalmente a lucratividade que o capital financeiro poderá fornecer, já que o que move este setor econômico é o lucro. No caso de projetos de transportes, inseridos principalmente na esfera governamental, a idéia do lucro passa a ser substituída pelo valor social, que é o lucro encarado sob outro aspecto, mais abstrato. Um projeto com elevado valor social é aquele que se preocupa em atender as demandas sociais, políticas e econômicas da coletividade. A finalidade básica da avaliação econômica de um projeto de transportes é cotar os custos e benefícios do ponto de vista do País como um todo, para determinar se os benefícios (diretos e indiretos) são iguais ou superiores aos que poderiam ter sido obtidos em outras oportunidades de investimento.

Recentemente foi dado o início a construção da BR-448, uma rodovia federal que ligará Porto Alegre a Sapucaia do Sul. Localizada a oeste e paralela a BR-116, a BR-448, também denominada Rodovia do Parque, foi projetada com o objetivo principal de desafogar o tráfego de veículos que hoje sobrecarrega a BR-116 e avenidas como Guilherme Schell e Getúlio Vargas, localizadas, respectivamente, nos municípios de Canoas e Sapucaia do Sul. Trata-se de uma obra desafiadora, a níveis técnicos, que engloba serviços pouco triviais em obras de terraplenagem e pavimentação, motivo pelo qual requereu um alto investimento. Embora o projeto tenha uma boa aceitação da sociedade, não se pode garantir em quanto resolverá os problemas de tráfego da BR-116. No entanto o que pode ser feito é observar atentamente se o projeto é viável socioeconomicamente, pois isso é um indicativo de que o investimento será convertido em benefícios reais à sociedade. Isso evita que não se repitam os erros do passado, quando projetos pouco eficientes eram aprovados e os benefícios gerados ficavam a margem de seus custos. Este trabalho foi desenvolvido com o intuito de justificar a construção rodovia BR-448 pelos aspectos socioeconômicos do projeto, indicando e quantificando as melhorias trazidas aos usuários e a sociedade.

O presente trabalho está dividido em 5 capítulos. O primeiro capítulo apresenta o assunto desenvolvido no trabalho, a justificativa e a motivação da pesquisa. O segundo capítulo, intitulado Método de Pesquisa, descreve o objetivo do trabalho, identifica a questão de pesquisa, pressupostos, premissas, hipótese, limitações e delimitações. Apresenta também o delineamento com as etapas do trabalho.

O terceiro capítulo, denominado Rodovia BR-448, apresenta uma abordagem geral sobre o projeto desta Rodovia, caracterizando a área de influência e apresentando a estimativa de demanda futura do período considerado como sendo a vida útil da Rodovia.

O quarto capítulo aborda os aspectos teóricos sobre as avaliações dos projetos de transporte, citando a sua importância, descrevendo três métodos distintos para avaliação de projetos: Análise de Custo-Benefício, Custo-Efetividade e Custo-Utilidade. Neste mesmo capítulo são apresentados quatro indicadores de viabilidade para projetos de transporte: Valor Presente Líquido, Taxa Interna de Retorno, Relação Benefício-Custo e Tempo de Recuperação do Capital. O capítulo também apresenta os principais custos e benefícios de um projeto de transporte, indicando modos para a quantificação e monetização dos mesmos.

O quinto capítulo retoma os aspectos apresentados no capítulo 4, aplicando-os ao caso da rodovia BR-448. Como produto final deste capítulo, tem-se análise de viabilidade socioeconômica do projeto, através da valoração dos benefícios do projeto e cálculo dos indicadores de viabilidade. Neste capítulo também é desenvolvida uma análise de sensibilidade que permite avaliar o efeito de mudanças das variáveis de entrada – como o valor da taxa de desconto, a incidência de termos aditivos ou a redução dos benefícios, devido fatores externos – sobre os resultados.

No sexto e último capítulo são feitas as considerações finais e apresentadas as conclusões do trabalho, avaliando os resultados encontrados e confrontando-os com a hipótese inicialmente considerada.

2 MÉTODO DE PESQUISA

Neste capítulo são apresentados os parâmetros básicos do trabalho. A partir da definição da questão de pesquisa e do objetivo foram consolidadas as diretrizes que orientaram o desenvolvimento de todo o trabalho.

2.1 QUESTÃO DE PESQUISA

A questão de pesquisa deste trabalho é: a construção da rodovia BR-448 é viável, sob o ponto de vista dos aspectos socioeconômicos inerentes ao projeto, em um horizonte de tempo de 20 anos, referente à vida útil da rodovia?

2.2 OBJETIVO DO TRABALHO

O objetivo deste trabalho consiste na avaliação socioeconômica do projeto da rodovia BR-448.

2.3 HIPÓTESE

A hipótese do trabalho é que a construção da rodovia BR-448 é socioeconomicamente viável, pois apresenta benefícios que, ao serem monetizados, superam os custos do projeto, em um horizonte de tempo de 20 anos.

2.4 PRESSUPOSTOS

São pressupostos do trabalho:

- a) os resultados contidos nos estudos de tráfego encomendados pelo DNIT são considerados válidos;
- b) o custo total do projeto da rodovia é o obtido pela soma dos valores apresentados pelos três consórcios vencedores, responsáveis pela execução das obras;
- c) o tempo para conclusão da obra é o divulgado pelo DNIT, não sendo considerados possíveis atrasos.

2.5 PREMISSA

A justificativa para construção de uma rodovia deve considerar seus custos e benefícios e estes não foram divulgados para o caso da BR-448.

2.6 DELIMITAÇÃO

Análise dos impactos socioeconômicos da BR-448, utilizando os dados que compõem os estudos de tráfego fornecidos pelo Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT), e que não inclui desenvolvimento econômico, redução de pobreza e aumento da oferta de empregos.

2.7 LIMITAÇÕES

São limitações do trabalho:

- a) são considerados como custos do projeto somente os custos de implantação, manutenção e operação da rodovia;
- b) são considerados como benefícios do projeto a redução dos tempos de viagens, do número total de acidentes, dos custos operacionais dos veículos e das emissões de poluentes;
- c) os custos operacionais dos veículos referem-se somente ao consumo de combustível;
- d) os dados utilizados como referência para a quantificação e valoração dos custos e benefícios do projeto não estão ajustados para o ano base do estudo;

- e) não são considerados os impactos ambientais gerados na fase de implantação do projeto (execução das obras), tais como: derrubada de árvores, aterros em áreas alagadiças, criação de bota-foras, transferência da fauna, entre outros.
- e) o estudo refere-se a um horizonte de tempo de 20 anos, correspondente a vida útil de projeto.

2.8 DELINEAMENTO

O trabalho foi realizado através das etapas apresentadas a seguir que estão representadas na figura 1 e descritas nos próximos parágrafos:

- a) pesquisa bibliográfica;
- b) escolha do modelo de avaliação socioeconômica e definição das variáveis analisadas;
- c) determinação dos custos do projeto;
- d) determinação dos benefícios socioeconômicos do projeto;
- e) avaliação socioeconômica;
- f) considerações finais e conclusões.

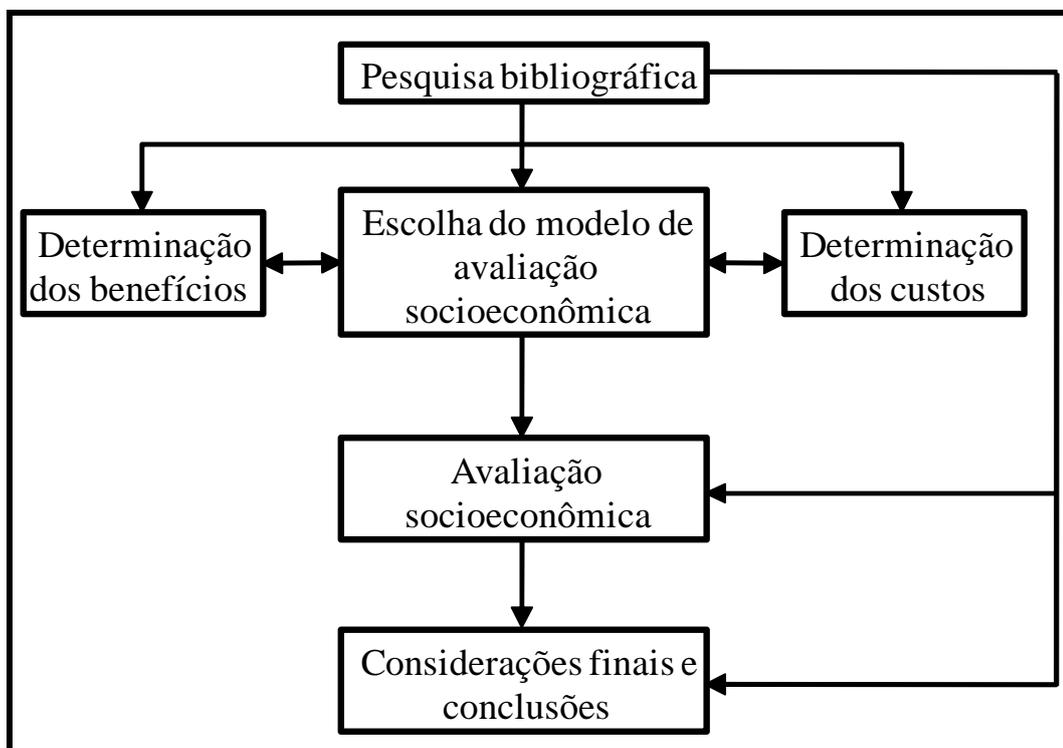


Figura 1: diagrama das etapas da pesquisa

Durante a **pesquisa bibliográfica** foi realizada a caracterização da zona de influência do projeto e a verificação dos estudos de tráfego desenvolvidos para a rodovia BR-448. Também nesta fase, foram adquiridos os conhecimentos necessários para a compreensão e diferenciação entre os principais modelos de avaliação socioeconômica e foram apurados os métodos para identificação dos custos e benefícios envolvidos na construção desta Rodovia Federal.

A **escolha do modelo de avaliação socioeconômica** foi feita a partir da pesquisa bibliográfica. Após a descrição dos principais métodos de avaliação socioeconômica utilizados em projetos de transporte, foi justificada a escolha do modelo de análise que melhor se aplica ao projeto da rodovia. Nesta etapa também foram apresentados quais os indicadores de viabilidade serão utilizados na avaliação da Rodovia do Parque.

Na fase de **determinação dos custos do projeto** foram apresentados os custos de implantação, manutenção e operação da rodovia. Os custos de implantação são aqueles oriundos da concepção da rodovia, ou seja, os custos referentes à construção da infraestrutura. Os custos de manutenção se caracterizam por um conjunto de intervenções pré-estabelecidas na infraestrutura e que tem por objetivo manter a qualidade e segurança da rodovia. Para finalizar, os custos de operação são aqueles necessários para garantir os padrões de segurança e conforto dos usuários da rodovia, como por exemplo: gastos com iluminação, sinalização e patrulhamento.

Na fase de **determinação dos benefícios socioeconômicos do projeto**, que se traduzem pela redução dos custos dos transportes aos usuários, foram calculadas as poupanças obtidas com a redução do tempo de viagem dos condutores, redução do número de acidentes, redução dos custos operacionais dos veículos e redução das emissões de poluentes. Esta etapa é caracterizada pela monetização de todos os aspectos analisados.

Os benefícios foram determinados avaliando os parâmetros citados acima em duas situações distintas: para o tráfego sem o projeto e para o tráfego com o projeto, num horizonte de 20 anos.

A **avaliação socioeconômica** constituiu na aplicação do modelo escolhido em etapa anterior, descrevendo detalhadamente os passos realizados para se chegar aos resultados finais. Nesta

fase foi ajustado um fator de sensibilidade, responsável por gerir possíveis riscos e incertezas na apuração dos custos e benefícios do projeto.

Na última etapa, reservada para as **considerações finais e conclusões**, foram analisados os resultados finais da avaliação socioeconômica indicando a condição de viabilidade do projeto da rodovia BR-448.

3 RODOVIA BR-448

Este capítulo aborda o projeto da rodovia BR-448, apresentando todos os dados referentes às condições físicas e de tráfego necessários para o desenvolvimento da avaliação socioeconômica. Tais dados foram primordialmente retirados do Estudo de Viabilidade Técnico-Econômica e Ambiental e Projeto Executivo de Engenharia para Implantação de Rodovia Federal, um conjunto de volumes elaborados pelo consórcio responsável pela confecção do projeto básico da Rodovia.

3.1 ASPECTOS GERAIS DO PROJETO

A BR-448 é uma rodovia federal que teve suas obras iniciadas em setembro de 2009, com previsão de término em março de 2012, totalizando 30 meses. O principal objetivo desta Rodovia será desafogar o tráfego da BR-116, principal eixo rodoviário da Região Metropolitana de Porto Alegre (RMPA). A rodovia, inserida no Programa de Aceleração do Crescimento (PAC), será construída integralmente com recursos públicos, somando a quantia de R\$ 824,3 milhões.

A BR-448 ligará a *Freeway*¹, na Capital, até a BR-116, já em Sapucaia do Sul. Ao longo dos seus 22,3 quilômetros de extensão serão construídas três interseções com viadutos, uma com a BR-290 (na Capital), outra com a BR-386 (em Canoas) e mais uma com a RS-118 (entre Esteio e Sapucaia do Sul). Além de facilitar o trânsito entre o Vale do Sinos e a Capital, a nova rodovia irá desafogar o acesso de quem passa pela BR-386, a Tabai-Canoas. Os veículos dos vales do Rio Pardo e Taquari não precisarão mais passar pela BR-116 para chegar à Capital e também ao Litoral. Da mesma forma, quem utiliza a RS-118 e quer seguir pela BR-386 também não dependerá mais da BR-116.

¹ Faz-se referência ao trecho compreendido pela rodovia BR-290 entre o município de Osório e a capital do estado do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

A figura 2 apresenta um panorama geral das rodovias BR-116 e BR-448, destacando o traçado da nova rodovia e citando os dados relativos à extensão, dimensões, e interferências de cada uma delas.

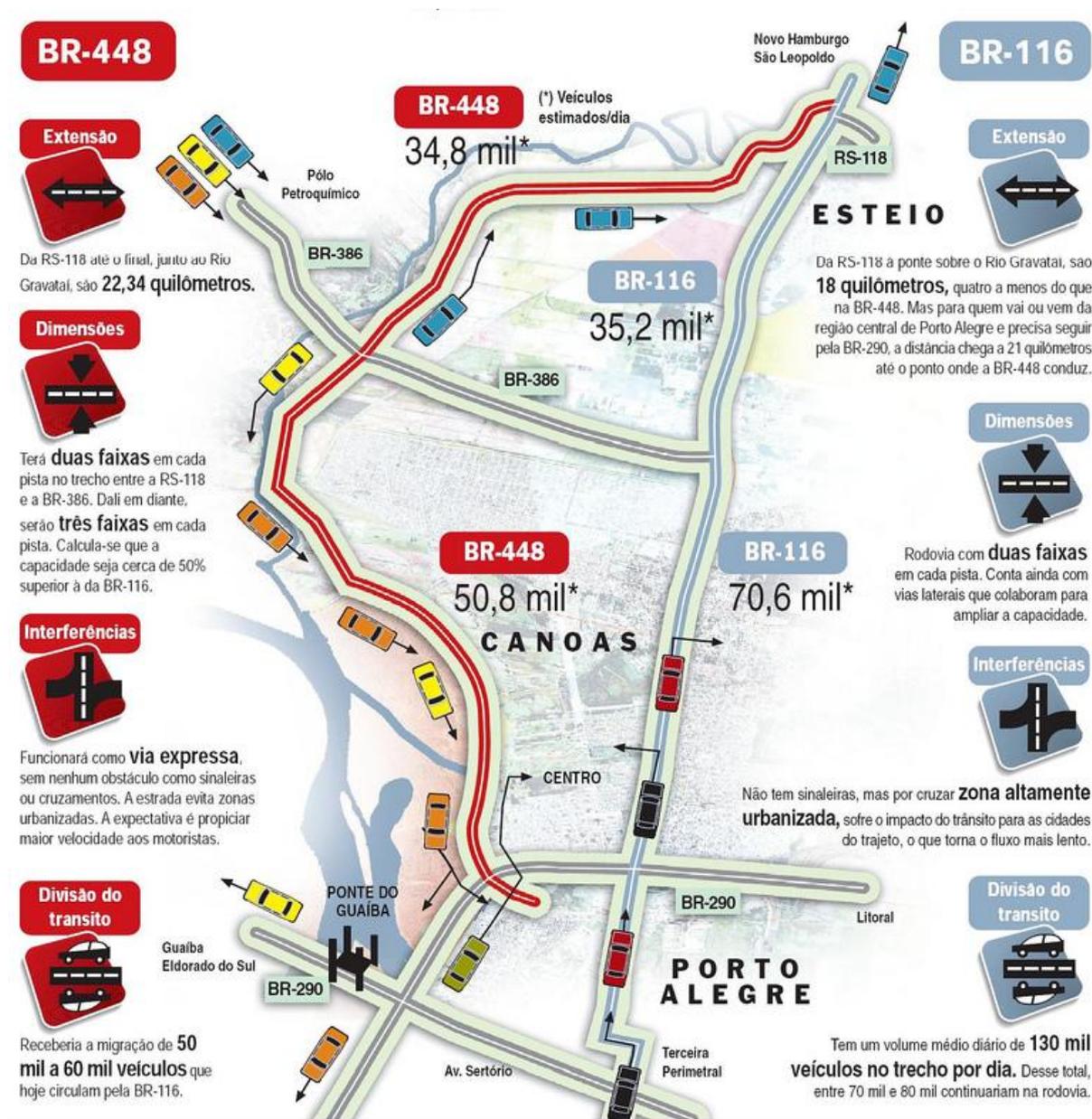


Figura 2: mapa descritivo das rodovias BR-116 e BR-448 (QUEM..., 2009)

O DNIT dividiu as obras de implantação e pavimentação da rodovia BR-448 em três lotes, conforme ilustra a figura 3. Cada um desses lotes será detalhado nos próximos itens.

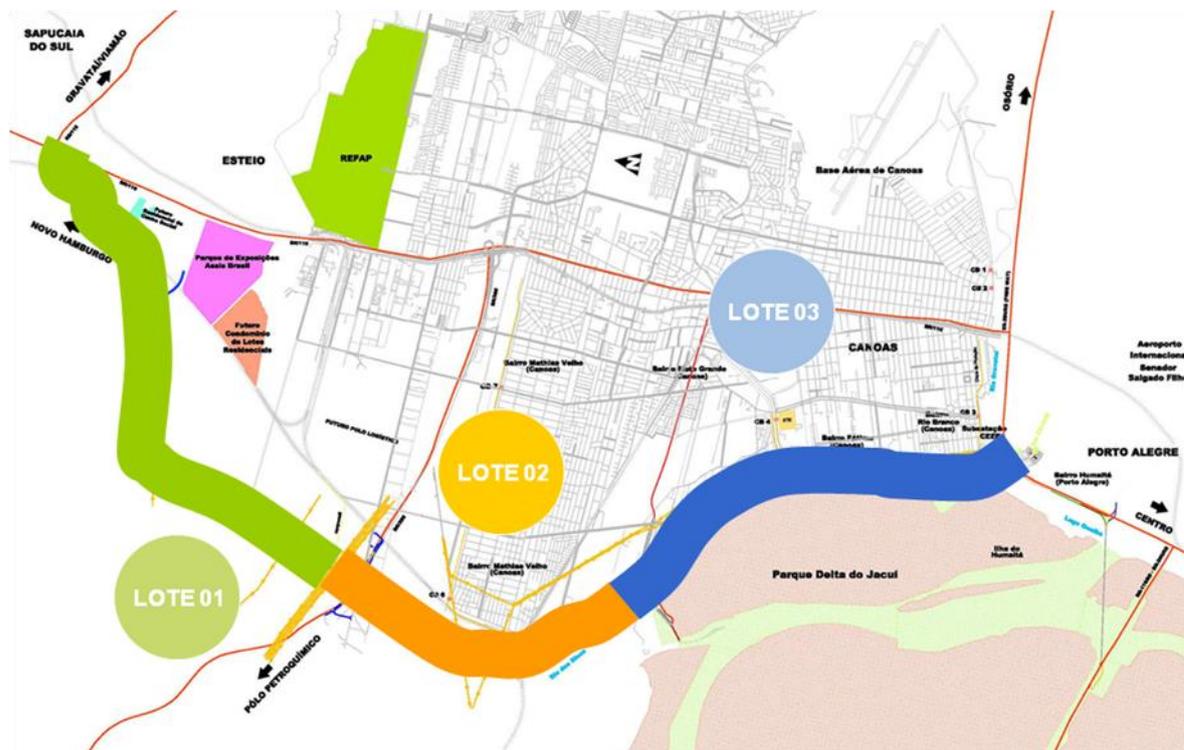


Figura 3: divisão por lotes de construção (trabalho não publicado)²

3.1.1 Lote 1

O Lote 1 da BR-448 vai desde o quilômetro zero (em Sapucaia do Sul) até a BR-386, em Canoas (quilômetro 9,14). O consórcio vencedor da licitação deste Lote é formado pelas empresas Sultepa e Toniolo, Busnello. O trecho será formado por duas pistas, com duas faixas de rolamento cada uma. As principais soluções de Engenharia para este trecho são:

- remoção dos solos moles em 2.076 m, o que representa 22,7% do trecho;
- aterro com bermas de equilíbrio em 5.880 m, o que representa 64,3% do trecho;
- aterro estruturado com geogrelhas em 1.060 m, o que representa 11,6% do trecho;
- pontes e viadutos somando uma distância total de 124 m, o que representa 1,4% do trecho.

Neste Lote estão previstas as seguintes obras de arte:

² Imagem pertencente ao Estudo de Viabilidade Técnico-Econômica e Ambiental e Projeto Executivo de Engenharia para Implantação de Rodovia Federal, encomendado pelo DNIT, que foi gentilmente cedido por uma das empresas pertencentes ao consórcio responsável pela execução das obras em um dos trechos licitados.

- a) duplicação do viaduto entre a BR-116 e RS-118 no km 0+012;
- b) passagem Inferior Rodoviária sob a BR-448 no km 0+598;
- c) passagem Inferior Ferroviária no km 0+998;
- d) viaduto sobre a BR-448 Acesso Esteio no km 3+605;
- e) ponte sobre o Arroio Sapucaia no km 7+258.

A estrutura do pavimento será constituída de sub-base, base de brita graduada e concreto betuminoso usinado a quente (CBUQ) (trabalho não publicado)³.

3.1.2 Lote 2

O Lote 2 da BR-448 inicia-se no quilômetro 9,14 e se estende até o quilômetro 14,44 (5,30 quilômetros de extensão). O consórcio vencedor da licitação deste Lote é formado pelas empresas Construcap e Ferreira Guedes. O trecho será formado por duas pistas, com três faixas de rolamento cada uma. As principais soluções de Engenharia para este trecho são:

- a) remoção dos solos moles em 1.880 m, o que representa 35,5% do trecho;
- b) aterro com bermas de equilíbrio em 2.774 m, o que representa 52,3% do trecho;
- c) aterro estruturado com geogrelhas em 400 m, o que representa 7,6% do trecho;
- d) pontes e viadutos somando uma distância total de 246 m, o que representa 4,6% do trecho.

Neste Lote estão previstas as seguintes obras de arte:

- a) viaduto sobre tubulação da TRANSPETRO no km 9+331;
- b) viaduto sobre BR-386 no km 9+678;
- c) ponte sobre Vala Matias Velho no km 11+261;
- d) viaduto sobre Ferrovia no km 12+652;
- e) passagem inferior ferroviária no km 13+489;
- f) passagem inferior rodoviária no km 13+510.

³ Informações extraídas do Estudo de Viabilidade Técnico-Econômica e Ambiental e Projeto Executivo de Engenharia para Implantação de Rodovia Federal, encomendado pelo DNIT, que foi gentilmente cedido por uma das empresas pertencentes ao consórcio responsável pela execução das obras em um dos trechos licitados.

A estrutura do pavimento será constituída de sub-base, base de brita graduada e CBUQ (trabalho não publicado)⁴.

3.1.3 Lote 3

O Lote 3 da BR-448 se inicia próximo das instalações da empresa Biachini (quilômetro 14,44) e vai até a *Freeway* (quilômetro 22,34), em Porto Alegre. O consórcio vencedor da licitação deste Lote é formado pelas empresas Queiroz Galvão, OAS e Brasília Guaíba. O trecho será formado por duas pistas, com três faixas de rolamento cada uma. As principais soluções de Engenharia para este trecho são:

- a) remoção dos solos moles em 1.260 m, o que representa 16,0% do trecho;
- b) aterro com bermas de equilíbrio em 2.390 m, o que representa 30,3% do trecho;
- c) aterro estruturado com geogrelhas em 200 m, o que representa 2,5% do trecho;
- d) pontes e viadutos somando uma distância total de 1.425 m, o que representa 18,0% do trecho;
- e) elevadas em 2.625 m, o que representa 33,2% do trecho.

Neste Lote estão previstas as seguintes obras de arte:

- a) viaduto de acesso a Canoas no km 15+004;
- b) elevada no km 18+130, conforme a figura 4;
- c) ponte sobre o Rio Gravataí no km 20+755, conforme a figura 5;
- d) ramos de acesso.

A estrutura do pavimento será constituída de sub-base, base de brita graduada e CBUQ (trabalho não publicado)⁵.

⁴ Informações extraídas do Estudo de Viabilidade Técnico-Econômica e Ambiental e Projeto Executivo de Engenharia para Implantação de Rodovia Federal, encomendado pelo DNIT, que foi gentilmente cedido por uma das empresas pertencentes ao consórcio responsável pela execução das obras em um dos trechos licitados.

⁵ Idem.



Figura 4: rodovia em elevada no lote 3 (trabalho não publicado)⁶

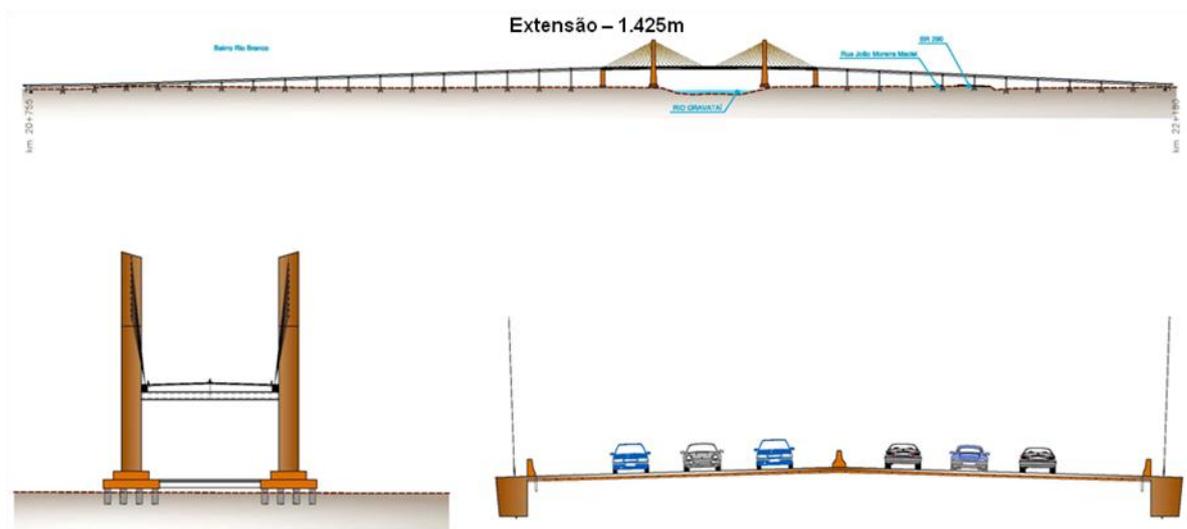


Figura 5: ponte-viaduto sobre o Rio Gravataí e BR-290 (trabalho não publicado)⁷

⁶ Imagem pertencente ao Estudo de Viabilidade Técnico-Econômica e Ambiental e Projeto Executivo de Engenharia para Implantação de Rodovia Federal, encomendado pelo DNIT, que foi gentilmente cedido por uma das empresas pertencentes ao consórcio responsável pela execução das obras em um dos trechos licitados.

⁷ Idem.

3.2 ZONA DE INFLUÊNCIA

A determinação da zona de influência (ou área de influência) de um projeto de transportes é um parâmetro essencial para a realização dos estudos de tráfego, tais como contagens de veículos e modelagens computacionais. Zona de influência pode ser definida como a “[...] delimitação geográfica para a procura do uso de uma rodovia, em determinado espaço de tempo.” (BRASIL, 1979, p. 11).

Segundo o consta no Manual Interamericano de Avaliação Econômica dos Projetos Rodoviários (BRASIL, 1979, p. 12):

A delimitação da zona de influência relaciona-se:

- (a) com a atual procura para os meios de transportes em determinada área;
- (b) com a estimativa futura desta procura;
- (c) com o espaço geográfico em que se situa esta procura;
- (d) com a forma da procura.

Existem várias técnicas para a delimitação da zona de influência, entre as quais limitamo-nos a citar duas.

A primeira, uma das mais recentes, consiste na demarcação dos limites da zona de influência com base nos “pólos de crescimento”, isto é, nos pontos do espaço geográfico para onde convergem e de onde emanam determinadas forças, formando o espaço homogêneo ou zona polarizada. A zona de influência abrangeria as regiões polarizadas pelos pólos de crescimento. [...]

A segunda, de mais fácil execução, em razão da melhor disponibilidade de estatísticas, consiste no relacionamento dos grupos de municípios que, direta ou indiretamente, serão afetados pela obra, fazendo-se coincidir os limites de zona de influência com os dois municípios beneficiados.

Neste caso, poderão ser considerados dois tipos de zona de influência:

- (a) direta, abrangendo os municípios cortados pela rodovia, inclusive em seu ponto de origem e destino;
- (b) indireta, abrangendo os municípios não atravessados pela rodovia, mas que apresentam intercâmbio com a zona direta, através de rodovias de acesso ou outros meios de transporte, ganhando, portanto, uma nova via de exportação ou importação.

Neste estudo relacionou-se a zona de influência do projeto da rodovia BR-448 com os limites geográficos dos municípios beneficiados, considerando assim como zona de influência direta os municípios de Porto Alegre, Alvorada, Cachoeirinha, Canoas, Esteio, Gravataí, Nova Santa Rita, São Leopoldo, Sapucaia do Sul, Viamão, Novo Hamburgo, Eldorado do Sul e Guaíba, e

zona de influência indireta os demais municípios da RMPA. O mapa da figura 6 expressa os limites da área de influência direta do estudo, entre os 31 municípios que compõem a RMPA.

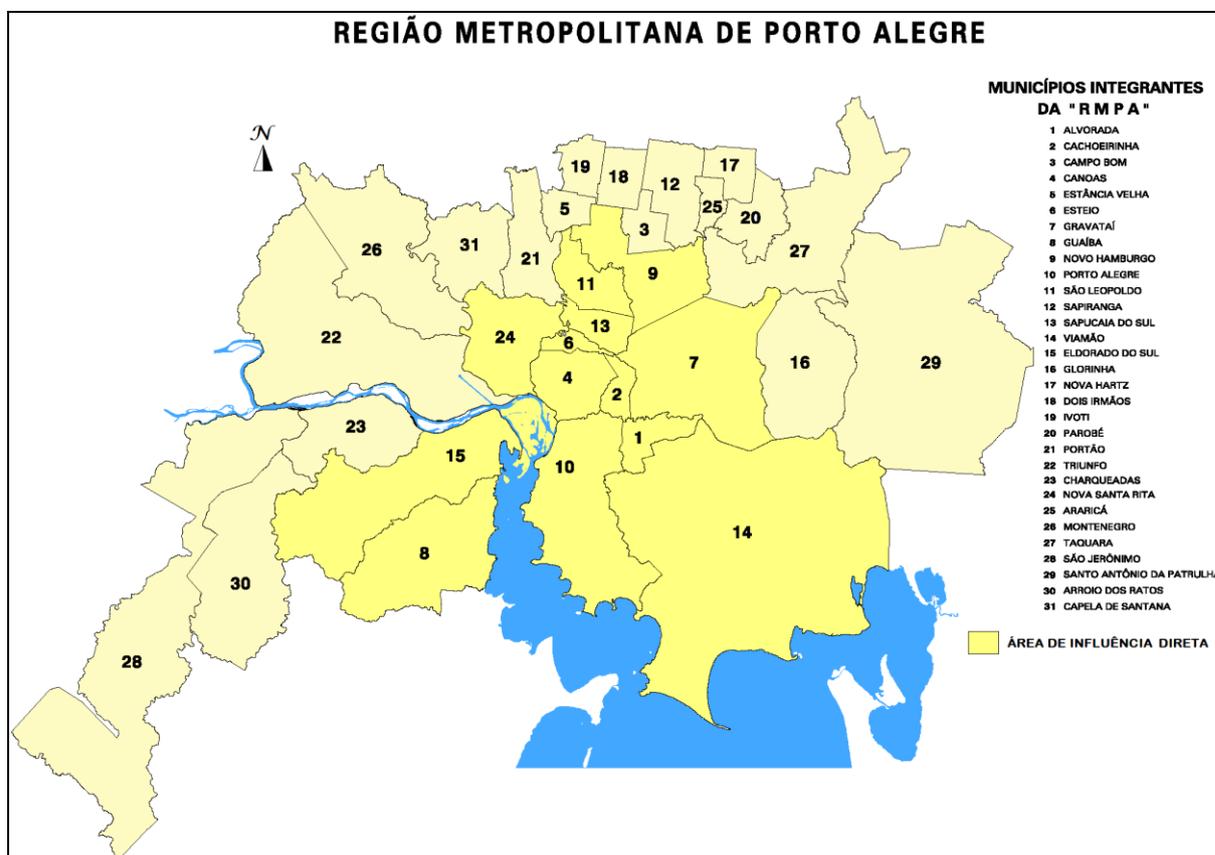


Figura 6: localização área de influência direta

Em uma avaliação socioeconômica de uma nova rodovia é preciso levantar, além dos limites geográficos, uma série de dados que caracterizem a área de influência do projeto. Indicadores relativos à população, economia e tráfego constituem uma importante parcela dos dados de entrada para os modelos de avaliação socioeconômica. Baseado nesse princípio o Instituto Methodus⁸ realizou uma pesquisa de opinião na área de influência do projeto da Rodovia do Parque para investigar o impacto dessa Rodovia no cotidiano dos usuários da BR-116, que serão os maiores beneficiados com a sua construção.

⁸ Criado em 1995, o Instituto Methodus é uma empresa que realiza pesquisas de opinião na região sul do país. Atuando em diversos segmentos de pesquisa, atende majoritariamente partidos políticos e órgãos governamentais.

A pesquisa, realizada de 7 a 10 de junho de 2010, englobou nove cidades da RMPA que terão acesso à rodovias BR-448: Cachoeirinha, Campo Bom, Canoas, Esteio, Gravataí, Novo Hamburgo, Porto Alegre, São Leopoldo, Sapiranga e Sapucaia do Sul.

A amostra é representativa dos moradores de cada município e foi realizada em dois estágios:

- a) no primeiro estágio foram selecionados os municípios, onde as entrevistas foram realizadas, através do método Probabilidade Proporcional ao Tamanho, tomando o número de moradores do município para tal seleção;
- b) no segundo estágio, foi feita a seleção do entrevistado, dentro do município, utilizando-se quotas proporcionais de sexo, idade, escolaridade e renda.

A amostragem foi calculada tomando-se como base um nível de confiança de 95% (noventa e cinco por cento) para uma margem de erro máxima estimada em até 2,5 pontos percentuais, para mais ou para menos, sobre os resultados obtidos no total da amostra. A coleta de dados foi realizada através de entrevistas pessoais com utilização de questionário elaborado de acordo com os objetivos da pesquisa. As entrevistas foram realizadas por uma equipe de entrevistadores contratados pelo Instituto Methodus, devidamente treinados para esse tipo de abordagem.

Em resumo, a pesquisa apontou os seguintes resultados (INSTITUTO METHODUS, 2010):

- a) a maior parte dos usuários da BR-116 são motoristas de carro ou moto (62,6% da amostra total);
- b) 31,8% circulam por esta rodovia diariamente;
- c) viagens relacionadas ao trabalho (54,4%) e passeio/lazer (47,2%) são os principais motivos de circulação na BR-116;
- d) 70,2% dos usuários se dizem insatisfeitos com as atuais condições da rodovia BR-116;
- e) a maioria dos usuários circulam na rodovia BR-116 entre às 6 e as 22 horas;
- f) 74,4% da amostra total consideram o percurso que realiza na BR-116 muito lento e congestionado;
- g) 92,6% dos entrevistados consideram que a construção de uma via expressa poderá melhorar a fluidez do tráfego da BR-116. Entre os motoristas de caminhão, este percentual chega a 93,5%;
- h) 80,5% dos entrevistados acham que a construção da BR-448 irá colaborar muito para diminuir os congestionamentos na BR-116.

A figura 7 apresenta o perfil dos usuários da BR-116, indicando o gênero, idade, renda e escolaridade.

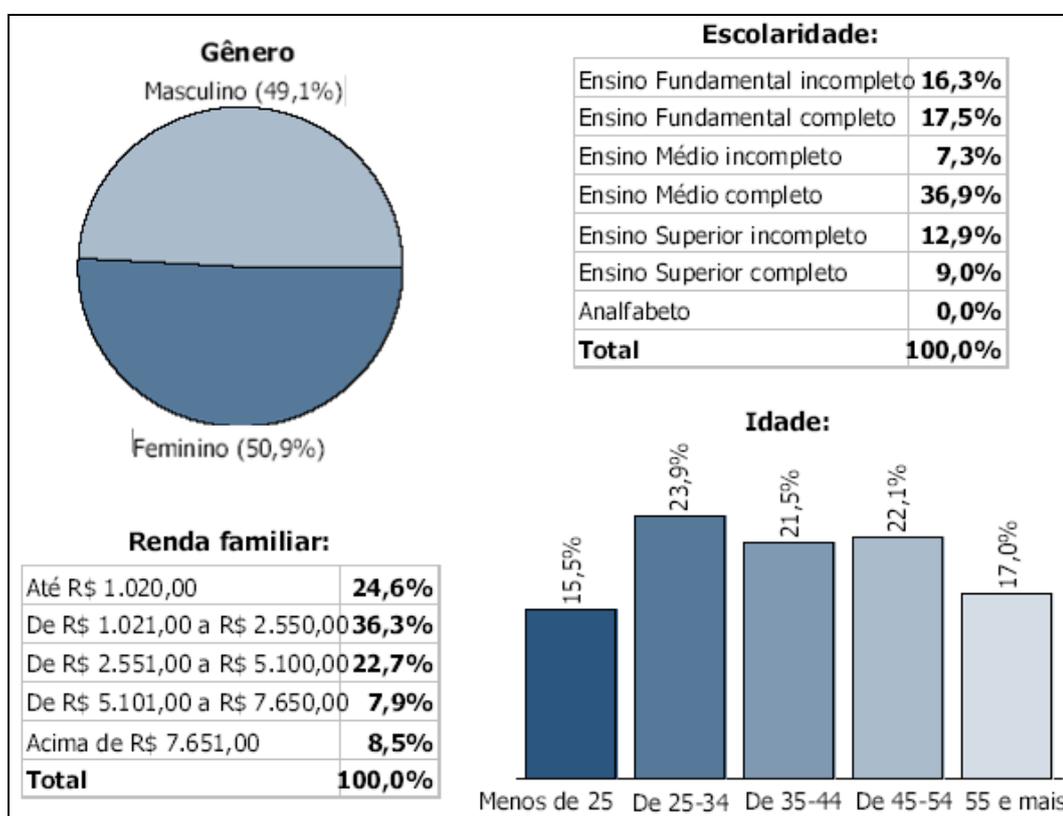


Figura 7: perfil dos usuários da BR-116 (INSTITUTO METHODUS, 2010, p. 4)

O quadro 1 apresenta o número de acidentes da BR-116 no ano de 2005, no trecho compreendido pela área de influência do projeto.

ACIDENTES BR-116 RS, km 240 a 269, ano 2005				
km	Com Mortos	Com Feridos	Sem Vítimas	Total
240 - 249	10	212	271	493
250 - 259	9	161	241	411
260 - 269	9	193	550	752
Total do trecho	28	566	1062	1656

Quadro 1: acidentes ocorridos na BR-116 no ano de 2005 (ASSOCIAÇÃO POR VIAS SEGURAS, 2009, p. 10)

3.3 ESTIMATIVA DA DEMANDA FUTURA

A estimativa de demanda de um projeto rodoviário constitui um capítulo a parte durante uma avaliação socioeconômica. Para Adler (1987, p. 21), o primeiro passo para mensurar os benefícios produzidos por um investimento em transportes rodoviário é estimar a futura utilização do respectivo projeto, isto é, o tráfego futuro durante sua vida útil. Para o desenvolvimento deste trabalho fez-se uso dos estudos de tráfego encomendados pelo DNIT, sobre os quais são feitos alguns comentários nos parágrafos a seguir, com o intuito de destacar os aspectos mais importantes e fundamentais do estudo de demanda da rodovia BR-448.

Na confecção dos estudos do DNIT foram utilizados dados de tráfego pré-existentes, retirados de um estudo do Laboratório de Sistemas de Transportes (LASTRAN, 2001) da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Desse estudo, denominado Análise de alternativas para os problemas advindos da saturação da BR-116, trecho entre Porto Alegre e Novo Hamburgo (LASTRAN, 2001), foram utilizadas as redes de transportes e as matrizes de origem-destino. O método para modelagem de demanda de transportes da rodovia BR-448 foi baseada no Modelo de Quatro Etapas, considerado um método clássico para modelagens de demanda de transportes.

Um dos parâmetros que implica diretamente no resultado da projeção da demanda são os fatores de crescimento (ou taxas de crescimento), que são atribuídos a cada ano da análise. Esses fatores são calculados a partir de variáveis socioeconômicas que compõe um modelo de regressão (LASTRAN, 2001). São feitos diferentes modelos, buscando a melhor combinação de variáveis de origem socioeconômica (variáveis independentes) que explique o número de viagens geradas (variável dependente).

Na ausência de um modelo estatisticamente válido ou com capacidade de previsão aceitável, são adotadas taxas de crescimento vinculadas ao PIB. De uma forma geral, pode-se dizer que, nesse caso, os valores obtidos são bastantes conservadores (LASTRAN, 2001).

O quadro 2 apresenta os fatores de crescimento utilizados para projeção da demanda para o projeto da rodovia BR-448.

Ano	PIB relativo a 2008	Taxa de crescimento do PIB	Fator de Crescimento de Veículos Leves	Fator de Crescimento de Veículos Pesados	Fator de Crescimento de Ônibus
2008	1,000	N/A	1,000	1,000	1,000
2009	1,050	5%	1,035	1,050	1,011
2010	1,103	5%	1,071	1,103	1,021
2011	1,147	4%	1,100	1,147	1,032
2012	1,192	4%	1,130	1,192	1,044
2013	1,204	4%	1,162	1,240	1,054
2014	1,290	4%	1,194	1,290	1,065
2015	1,341	4%	1,228	1,341	1,077
2016	1,395	4%	1,262	1,395	1,088
2017	1,509	4%	1,298	1,451	1,100
2018	1,570	4%	1,333	1,509	1,112
2019	1,632	4%	1,370	1,569	1,124
2020	1,697	4%	1,409	1,632	1,136
2021	1,749	4%	1,447	1,697	1,148
2022	1,749	3%	1,478	1,748	1,160
2023	1,801	3%	1,509	1,801	1,173
2024	1,854	3%	1,540	1,855	1,185
2025	1,910	3%	1,573	1,910	1,198
2026	1,968	3%	1,606	1,968	1,211
2027	2,027	3%	1,640	2,027	1,224
2028	2,088	3%	1,673	2,087	1,236
2029	2,150	3%	1,708	2,150	1,250
2030	2,214	3%	1,774	2,215	1,263
2031	2,281	3%	1,781	2,281	1,277
2032	2,350	3%	1,817	2,349	1,291

Quadro 2: Fatores de crescimento para a projeção da demanda (trabalho não publicado)⁹

Cabe ressaltar que dos estudos encomendados pelo DNIT foram utilizados apenas os resultados finais, ou seja, os volumes diários médios de tráfego (VDM) – que é o número de veículos que passa por uma determinada seção de uma via em 24 horas, em ambos os sentidos – das rodovias BR-448, BR-116 e BR-386, para situações com projeto (CP) e sem projeto (SP), num horizonte de 20 anos, conforme se pode observar no quadro 3. Os VDM para os anos intermediários – que não aparecem no quadro 3 – foram obtidos por interpolação linear, conforme sugestão dos estudos de tráfego encomendados pelo DNIT.

⁹ Quadro pertencente ao Estudo de Viabilidade Técnico-Econômica e Ambiental e Projeto Executivo de Engenharia para Implantação de Rodovia Federal, encomendado pelo DNIT, que foi gentilmente cedido por uma das empresas pertencentes ao consórcio responsável pela execução das obras em um dos trechos licitados.

Trecho	Ano	VDM							
		Autos		Caminhões		Ônibus		Total	
		SP	CP	SP	CP	SP	CP	SP	CP
BR116a	2012	59600	31900	11900	5400	1100	700	72600	38000
	2017	69900	34700	15500	6200	1100	800	86500	41700
	2022	80700	39300	19500	6800	1200	800	101400	46900
	2027	90000	42000	23400	7700	1300	900	114700	50600
	2032	100400	45000	28300	9000	1300	900	130000	54900
BR116b	2012	73700	56000	17300	5800	1600	900	92600	62700
	2017	82000	58700	21500	6300	1700	1000	105200	66000
	2022	91200	61100	26400	7400	1700	1000	119300	69500
	2027	100500	65800	31400	8500	1800	1100	133700	75400
	2032	110.400	70500	37300	9500	1900	1200	149600	81200
BR116c	2012	124700	69800	22600	7100	1700	900	149000	77800
	2017	139500	79800	27700	8500	1800	1000	169000	89300
	2022	156300	86400	33400	10600	1900	1000	191600	98000
	2027	171700	92000	39000	12200	2000	1100	212700	105300
	2032	188700	99900	45900	13500	2100	1200	236700	114600
BR386	2012	18100	2800	10200	1100	700	200	29000	4100
	2017	20800	2700	12400	1300	800	200	34000	4200
	2022	23700	3330	14900	1700	800	200	39400	5230
	2027	26300	4100	17300	1900	900	200	44500	6200
	2032	29100	5400	20000	2400	900	300	50000	8100
BR448a	2012	-	36900	-	9500	-	400	-	46800
	2017	-	44800	-	12000	-	400	-	57200
	2022	-	50.500	-	14500	-	400	-	65400
	2027	-	54800	-	16600	-	400	-	71800
	2032	-	60000	-	19000	-	400	-	79400
BR448b	2012	-	41300	-	9700	-	500	-	51500
	2017	-	49800	-	12100	-	600	-	62500
	2022	-	56200	-	14600	-	600	-	71400
	2027	-	60700	-	16700	-	600	-	78000
	2032	-	66100	-	19600	-	700	-	86400
BR448c	2012	-	52600	-	11000	-	800	-	64400
	2017	-	60400	-	13400	-	800	-	74600
	2022	-	68800	-	16300	-	900	-	86000
	2027	-	77800	-	19100	-	900	-	97800
	2032	-	87600	-	23100	-	1000	-	111700

Quadro 3: VDM dos trechos analisados (trabalho não publicado)¹⁰

Como pode-se observar, as projeções foram feitas para diferentes trechos das rodovias BR-448, BR-116 e BR-386. A divisão por trechos se fez necessária, pois as interseções com

¹⁰ Quadro pertencente ao Estudo de Viabilidade Técnico-Econômica e Ambiental e Projeto Executivo de Engenharia para Implantação de Rodovia Federal, encomendado pelo DNIT, que foi gentilmente cedido por uma das empresas pertencentes ao consórcio responsável pela execução das obras em um dos trechos licitados.

outras rodovias e conjuntos urbanos acabam gerando um número variável de veículos em cada um destes trechos. A divisão foi realizada conforme o mapa da figura 8, onde estão indicados os trechos analisados (trabalho não publicado)¹¹:

a) BR-116,

- tramo A: do entroncamento da BR-116 com a RS-118, até o entroncamento da BR-116 com a BR-386, contendo 7,7 km;
- tramo B: do entroncamento da BR-116 com a BR-386, até a área central de Canoas, contendo 3,7 km;
- tramo C: da área central de Canoas até o entroncamento da BR-116 com a BR-290, contendo 8 km;

b) BR-448,

- tramo A: do entroncamento da BR-448 com a BR-116 e RS-118, até o entroncamento da BR-448 com a BR-386, contendo 9,14 km;
- tramo B: do entroncamento da BR-448 com a BR-386, até a interseção de acesso a Canoas, contendo 5,3 km;
- tramo C: do acesso a Canoas, até o entroncamento com a BR-290, contendo 7,9 km;

c) BR-386: do entroncamento da BR-386 com a BR-116, até o entroncamento da BR-386 com a BR-448, contendo 6 km.

¹¹ Informações extraídas do Estudo de Viabilidade Técnico-Econômica e Ambiental e Projeto Executivo de Engenharia para Implantação de Rodovia Federal, encomendado pelo DNIT, que foi gentilmente cedido por uma das empresas pertencentes ao consórcio responsável pela execução das obras em um dos trechos licitados.

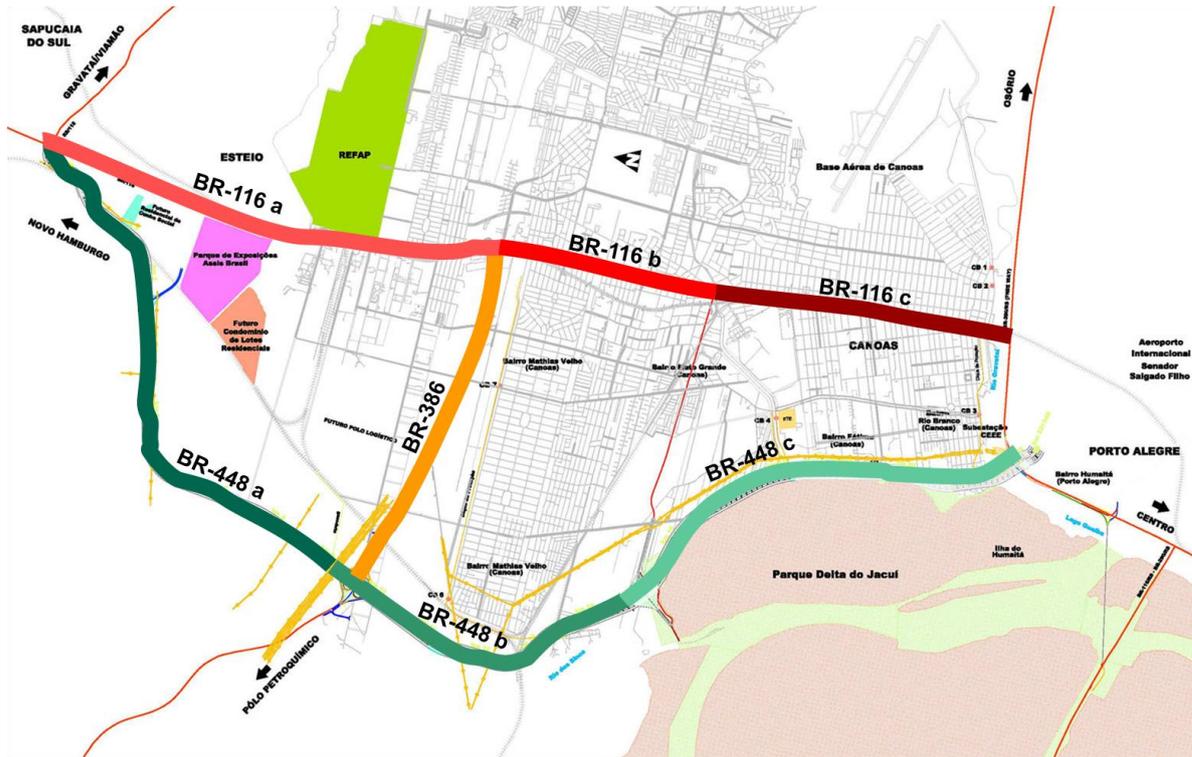


Figura 8: divisão dos trechos para projeções de demanda

4 ASPECTOS TEÓRICOS DA AVALIAÇÃO SOCIOECONÔMICA DE PROJETOS DE TRANSPORTE

Este capítulo aborda os principais conceitos relacionados à avaliação socioeconômica de projetos de transporte. É comum encontrar-se na literatura textos que se referem à **avaliação socioeconômica** apenas como **avaliação econômica**, pois são considerados termos equivalentes. Para esse trabalho, preferiu-se a adoção do primeiro termo, pois para alguém que não esteja familiarizado com essa temática é fácil confundir **avaliação econômica** com **avaliação financeira**. Segundo Dalbem et al. (2010, p. 90) a principal diferença entre tais avaliações é que:

Na avaliação financeira, procura-se identificar se o projeto é autossustentável financeiramente, enquanto na avaliação econômica o foco é definir se o projeto gera benefícios líquidos para a sociedade, aqui entendidos como os benefícios incrementais causados pelo projeto. Dessa forma, em projeto que capture demanda já atendida por outros meios, deve ser considerado apenas o seu benefício adicional para a sociedade e não a demanda total atendida.

Para a avaliação de projetos, um projeto significa o menor investimento que é econômica e tecnicamente viável (ADLER, 1987, p. 5). A partir da análise dos conceitos citados pode-se concluir que a avaliação socioeconômica de projetos rodoviários trata da apuração dos impactos (que podem ser positivos ou negativos) que um investimento em transporte rodoviário pode proporcionar a sociedade.

Assim, neste capítulo, primeiramente, é justificada a importância da realização de avaliações socioeconômicas em investimentos de infraestrutura de transportes. Este item também faz referência sobre as principais diferenças entre as avaliações de empreendimentos privados e públicos, bem como a evolução dos métodos de avaliação econômica ao longo do tempo.

Após, são descritos os três métodos de avaliação socioeconômica mais utilizados atualmente: Análise de Custo-Benefício (ACB), Custo-Efetividade (ACE) e Custo-Utilidade (ACU), salientando os principais pontos positivos e negativos de cada um deles e citando em quais áreas possuem maior aplicação.

O capítulo ainda apresenta os quatro indicadores de viabilidade econômica mais recomendados pela bibliografia para avaliação de projetos de transporte: o Valor Presente Líquido (VPL) a Taxa Interna de Retorno (TIR), a Relação Benefício-Custo (B/C) e o Tempo de Recuperação do Capital (TRC) ou *Payback Time*.

Da mesma maneira, descreve os principais custos que devem ser apurados em um projeto de transporte, dando ênfase aos custos oriundos da construção de uma nova rodovia e os principais benefícios que devem ser apurados em um projeto de transporte, dando ênfase àqueles oriundos da construção de uma nova rodovia que tem por objetivo melhorar as condições de tráfego de uma região.

4.1 A IMPORTÂNCIA DAS AVALIAÇÕES SOCIOECONÔMICAS PARA OS PROJETOS DE TRANSPORTES

A construção de uma rodovia requer muitos equipamentos e insumos, o que torna um projeto de poucos quilômetros um investimento que atinge a casa dos milhões de reais. Por esse motivo a decisão dos investimentos em infraestrutura de transportes passou a depender cada vez mais de estudos de viabilidade socioeconômica. Como a maioria dos investimentos em infraestrutura de transportes é realizada pelo governo, as metodologias de avaliação socioeconômica sofreram alguns ajustes das que são utilizados por investidores privados. Segundo o consta no Manual do DNER (BRASIL, 1979, p. 19):

A avaliação de um projeto do interesse do setor privado é realizada através do cálculo da lucratividade que o capital financeiro a ser empregado irá fornecer, já que o móvel fundamental desse setor econômico é o lucro, ou seja, a rentabilidade do capital.

Na avaliação de um projeto no âmbito governamental, a idéia de lucro é substituída pela de valor social que, em última análise, vem ser o lucro, encarado sob outro aspecto, mais abstrato, pelo qual se procura a elevação do bem estar social e econômico da coletividade. Assim é que, quando o governo realiza uma determinada obra, não o faz procurando o lucro próprio, mas o lucro social e econômico da coletividade.

A respeito da evolução dos métodos de avaliação socioeconômica de projetos de transporte, Dalbem et al. (2010, p. 88) citam:

Metodologias de avaliação econômica foram inicialmente desenvolvidas nos países da Europa e nos Estados Unidos na década de 1960, seguindo a tendência de um maior acompanhamento e questionamento por parte da sociedade quanto à melhor forma de investir recursos escassos. Atualmente já existem algumas práticas consolidadas nesses países, embora ainda continue grande o desafio de transformar os potenciais benefícios econômicos de um projeto em valores tangíveis. No Brasil, embora já existam algumas normas e diretrizes que levam em consideração esses efeitos em projetos de transporte, não há ainda uma cultura consolidada nesse sentido, tampouco um conjunto de práticas definidas para o uso da avaliação econômica como ferramenta de decisão de investimentos públicos.

É comum supor que toda a melhoria de transporte estimula o desenvolvimento econômico. A triste verdade é que isto ocorre algumas vezes, outras não, e até mesmo alguns daqueles podem não ser economicamente justificáveis, por haver outras oportunidades melhores de investimento. Cada projeto deverá ser investigado separadamente até o momento em que pesquisas possam comprovar a existência de correlações definitivas entre melhorias nos transportes e desenvolvimento econômico (ADLER, 1987, p. 33-34).

4.2 MÉTODOS PARA AVALIAÇÃO SOCIOECONÔMICA DE PROJETOS DE TRANSPORTE

Os métodos existentes para avaliações socioeconômicas de projetos de transporte não são específicos para cada um dos segmentos, ou seja, com um mesmo método se pode verificar um projeto de construção de um aeroporto, rodovia, oleoduto, etc. Em se tratando de rodovias o que se busca é personalizar o método, utilizando fatores e observando dados que são exclusivos a esse tipo de projeto. Na literatura encontra-se um vasto número de métodos para avaliação socioeconômica de projetos de transporte, que são divididas em dois grandes grupos: os quantitativos e os qualitativos.

Entre os métodos quantitativos, o que mais se destaca é Análise de Custo-Benefício ou *Cost-Benefit Analysis*, que por ser uma avaliação baseada na monetização de aspectos objetivos tornou-se o método mais utilizado atualmente. O método ACB possibilita uma série de subavaliações que abordam diferentes indicadores como a VPL, a TIR, a B/C e o TRC, conforme será tratado mais adiante. Outros métodos ainda quantitativos, mas não monetários são a análise por custo-efetividade e a análise por multicritérios.

Os métodos qualitativos são baseados em aspectos não numéricos, que buscam estimar a preferência ou hierarquia em relação às alternativas de projetos. Dificilmente se verifica a utilização de uma avaliação qualitativa de forma isolada. Na maioria dos casos elas fazem parte de uma avaliação por multicritérios, que também fazem uso de aspectos quantitativos. Para a avaliação de projetos de grande vulto não foi verificada a utilização de métodos qualitativos na composição dos estudos de viabilidade, por esse motivo não será abordado, neste trabalho, esse tipo de método.

4.2.1 Avaliação pela Análise de Custo-Benefício (ACB)

A ACB é um método de avaliação de projetos que consiste em agregar todos os critérios relevantes de um projeto em uma só medida: o dinheiro (ABREU; STEPHAN, 1982). Todos estes critérios são distribuídos através de um fluxo de caixa que respeita a vida útil do projeto.

Os benefícios de um projeto de transporte podem ser classificados como diretos e indiretos, conforme cita o Manual Interamericano de Avaliação Econômica dos Projetos Rodoviários (BRASIL, 1979, p. 19-20):

Benefícios diretos são as vantagens quantificáveis decorrentes da construção ou melhoramento de uma rodovia, que se refletem, especialmente, no custo dos transportes, sob forma de redução do custo operacional, do número de acidentes e do tempo de viagem. Esses benefícios atingem particularmente aos usuários da rodovia.

Benefícios indiretos são as vantagens estimáveis decorrentes da construção ou melhoramento de uma rodovia, que se refletem sobre a coletividade ou alguns de seus membros, em termos de desenvolvimento econômico da região sob a influência da rodovia.

A avaliação dos benefícios diretos deve constar em qualquer avaliação socioeconômica que utilize o método de ACB, porém “[...] a inclusão de benefícios indiretos é estimulada apenas em avaliações de projetos em trajetos pioneiros, não em áreas já desenvolvidas.” (DALBEN et al., 2010, p. 105), o que neste caso limita a avaliação da BR-448 a apenas o primeiro quesito. É importante ressaltar que o *World Bank* (2005, p. 18-19) também alerta que a metodologia de avaliação por custo-benefício ainda não incorpora desenvolvimento econômico, emprego, redução de pobreza, na análise. Apesar de suas restrições, a ACB é a metodologia de análise econômica e social mais difundida tanto na literatura quanto no campo prático.

Os principais passos de uma avaliação por custo-benefício incluem:

- a) definição clara do projeto e sua abrangência;
- b) definição das perspectivas de análise;
- c) definição de horizonte temporal de análise e taxa de desconto;
- d) identificação, quantificação e valoração econômica de custos e benefícios;
- e) projeção de fluxos de custos e benefícios no período de análise;
- f) cálculo de indicadores econômicos de viabilidade.

4.2.2 Avaliação pela Análise de Custo-Efetividade (ACE)

Para se compreender corretamente o método ACE, primeiramente, é necessário conhecer o conceito de efetividade. Efetividade é comumente confundida com eficiência e eficácia, contudo há uma pequena diferença entre os termos. Lang (2007, p. 100, grifo nosso) descreve o conceito de cada um dos termos:

Eficácia é atingir o objetivo proposto, cumprir, executar; é o poder de causar determinado efeito, então, eficaz é o que realiza perfeitamente determinada tarefa ou função, que produz o resultado pretendido. Já **eficiência** é fazer algo com excelência, sem perdas ou desperdícios (de tempo, dinheiro ou energia). O eficiente vai além do eficaz, ele produz o efeito específico com competência e com nenhum ou com o mínimo de erros. A eficiência tem uma gradação: uma pessoa, máquina ou organização pode ser mais ou menos eficiente que outra e a eficácia implica sim ou não, ou é eficaz ou não é. **Efetividade**, por sua vez, é a qualidade do que atinge seu objetivo; é a capacidade de funcionar normalmente e satisfatoriamente, é incontestável, verificável e executável

É possível afirmar que efetividade significa fazer a coisa certa e da maneira correta, ou seja, é a soma da eficiência com a eficácia (PINTAUD, 2002).

A ACE é uma avaliação microeconômica, constituindo uma análise comparativa de cursos alternativos de ação tanto em termos de custos como de consequências: a diferença de custos (custo incremental) é comparada com a diferença de consequências, na forma de razão entre a primeira e a segunda. A análise de custo-efetividade supõe uma escolha entre intervenções, assumindo a escassez de recursos (DRUMMOND et al., 1997¹² apud SILVA, 2003).

¹²DRUMMOND, M. F.; O'BRIAN, B; STODDART, G. L.; TORRANCE, G. W. **Methods for the economic evaluation of health care programmes**. 2. ed. Oxford: Oxford Medical Publications, 1997.

A análise de custo-efetividade diferencia-se da análise custo-benefício por agregar medidas físicas a medida econômica para a interpretação dos benefícios. O método considera as várias opções disponíveis para se alcançar uma prioridade política predefinida e compara os seus custos relativos para atingir seus objetivos. Assim, é possível identificar a opção que assegura a obtenção do resultado desejado aos menores custos (MOTTA, 1998).

Como foi possível constatar pela bibliografia existente, a análise de custo-efetividade se mostrou um termo muito utilizado por políticos, administradores e avaliadores, contudo, na prática esta análise é pouco aplicada. Isso se dá, como afirma Levin (1983), principalmente, pela falta de treinamento no desenvolvimento e uso desta ferramenta. No Brasil, essa afirmativa se reforça já que a utilização da ACE é praticamente inexistente. Poucos foram os estudos encontrados que utilizavam a análise custo-efetividade, e se referem principalmente em estudos de gestão ambiental e na área de saúde. Não foram encontradas obras que incorporassem a ACE na formulação e avaliação de políticas de infraestrutura de transportes. Isso talvez ocorra pela subjetividade do método, o que o torna avaliação muito dependente da *expertise* da equipe de avaliadores.

Em detrimento dos outros tipos de análise, Kraemer (2002) defende que a análise de custo-efetividade deve ser utilizada nos casos em que há muita dificuldade de valoração de benefícios ou utilidades, ou quando os custos estiverem acima da capacidade institucional. Assim, as prioridades são ordenadas somente com base no benefício, não havendo uma valorização financeira dos mesmos, já os custos são medidos em unidades monetárias.

Em resumo, a análise busca comparar as várias alternativas disponíveis a fim de obter-se o efeito desejado, mesmo que ocorram em diferentes intensidades. Desta maneira, é possível identificar a opção que assegure a obtenção do resultado desejado aos menores custos, mesmo que a comparação entre as várias alternativas não seja perfeita (KRAEMER, 2002).

4.2.3 Avaliação pela análise de custo-utilidade (ACU)

O objetivo básico da ACU é comparar custos e benefícios associados aos impactos das estratégias alternativas de políticas em termos de seus valores monetários. Lang (2007) cita

que a ACU é uma adaptação generalizada da análise custo-efetividade. A diferença estaria em tornar clara a comparação entre consequências ou benefícios.

A partir desse tipo de análise é possível medir os efeitos de uma intervenção tanto quantitativa quanto qualitativa, recorrendo a uma unidade de medida designada para utilidade (CAMPUS; MANTEIGAS, 2005 apud LANG, 2007, p. 108).

Este método está embasado no procedimento de acordo com o qual cada indicador tem um peso absoluto e os benefícios das alternativas (de políticas, programas ou projetos) analisadas são avaliados com ponderações para cada indicador (magnitude). Os resultados finais são calculados para cada opção que representará uma média ponderada para todos esses critérios (MOTTA, 1998).

No que se refere ao método de mensuração das escalas de julgamentos, o autor atenta para a seguinte limitação (MOTTA, 1998, p. 7):

O principal problema metodológico aqui é a determinação de escalas coerentes e aceitáveis para a definição da importância relativa dos diferentes critérios. Cada escala definirá uma ordenação específica. Portanto, a participação dos atores sociais relevantes, a integração governamental e o debate político são o único caminho para minimizar essas restrições.

Assim como a ACE, a ACU é pouco utilizada para a avaliação econômica de projetos de infraestrutura de transportes, sendo amplamente suplantada pela ACB. Nesse sentido, Motta (1998) postula que ACU é uma abordagem muito custosa e, assim, estaria acima da capacidade institucional, do compromisso político e da aceitação social nos países em desenvolvimento. O que pode explicar, em parte, sua pouca aplicabilidade prática.

4.3 INDICADORES DE VIABILIDADE ECONÔMICA

A decisão sobre a viabilidade de um projeto, independente da avaliação ser realizada isoladamente ou em comparação a outras alternativas de investimento, exige o emprego de critérios e regras que devem ser obedecidos para que os projetos possam ser aceitos e ordenados por preferência (CONTADOR, 1988). Baseado nisso, Lins (1976) chama a atenção

para o fato de que uma decisão apressada ou baseada no bom senso pode levar a decisões equivocadas, em função diversidade de condições das alternativas analisadas.

Os indicadores de viabilidade são ferramentas fundamentais na avaliação de projeto e constituem uma etapa importante nos métodos quantitativos de avaliações socioeconômicas, apresentados no item anterior. Destacam-se como indicadores de viabilidade econômica:

- a) Valor Presente Líquido (VPL);
- b) Taxa Interna de Retorno (TIR);
- c) Relação Benefício Custo (B/C);
- d) *Payback Time* ou Tempo de Recuperação do Capital, (TRC).

Este último é pouco significativo para avaliação de investimentos públicos, principalmente quando os benefícios apresentam diferentes fluxos cronológicos (ADLER, 1987, p. 50).

Para que se torne viável a comparação dos custos e benefícios econômicos de um projeto de transportes, eles deverão ser expressos em unidades monetárias – na prática, o único denominador comum –. Um projeto é considerado viável se o VPL for maior que 0, a TIR for maior que a taxa de desconto social, a relação B/C for maior que 1 e que o TRC seja menor que a vida útil de projeto. Além destes existem outros indicadores que não são abordados neste trabalho, mas também são comumente utilizados, tais como: o Ano Ótimo de Abertura, ou *Timing*, e a Taxa de Retorno sobre o Investimento Adicionado.

A análise sob a perspectiva econômica demanda o uso de uma taxa de desconto social, conhecida também como Taxa Mínima de Atratividade (TMA), na ponderação de benefícios e custos ao longo do horizonte de análise. Define-se a Taxa Mínima de Atratividade como a taxa de retorno mínima aceitável para realizar um investimento, conformada pela melhor taxa disponível para aplicação do capital, com o mais baixo grau de risco do mercado financeiro, na maioria dos casos. Agências de fomento públicas e multilaterais usam e recomendam em seus estudos taxas da ordem de 10 a 15% ao ano, em países em desenvolvimento como o Brasil, Índia e África do Sul (ADLER, 1987).

Tratando das questões comparativas entre os critérios de análise de investimentos e a necessidade do uso implícito ou explícito da TMA, Marchetti (1995, p. 14) a define como sendo: “A taxa mínima para aceitação do investimento é o elo entre as medidas de valor e a decisão, por considerar o valor da moeda no tempo e por refletir o custo de oportunidade dos

recursos destinados ao investimento.”. Hummel e Taschner (1995) reiteram que, para que a comparação entre as alternativas analisadas tenha algum sentido, é necessário que os fluxos de caixa decorrentes de cada alternativa sejam estimados para o mesmo período de tempo.

Citados os principais indicadores de viabilidade e feitas as considerações sobre a TMA, agora será apresentada a definição dos principais aspectos dos indicadores de viabilidade econômica, recorrentemente utilizados em análises desse tipo.

4.3.1 Valor Presente Líquido (VPL)

O VPL “[...] corresponde à soma algébrica dos valores do fluxo de um projeto, atualizados a uma taxa de desconto adequada. Assim, um projeto é considerado viável se tiver um VPL positivo [...]” (LANG, 2007, p. 91). O indicador do VPL é um critério rigoroso e isento de falhas técnicas (CONTADOR, 1988), que de acordo com Abreu e Stephan (1982) também pode ser interpretado como sendo o lucro líquido do projeto.

O VPL de um projeto é função dos valores e formato assumido pelo seu perfil e da taxa ou taxas de desconto (CONTADOR, 1988). Normalmente o fluxo é descontado a uma taxa uniforme e os valores presentes são calculados na data zero das séries de pagamentos. Para o cálculo do valor presente de determinado termo, a taxa de desconto a ser utilizada é a TMA. Considerando que os custos iniciais já estão na data zero, nenhum fator extra é aplicado e caso se tenha um valor residual estimado, o seu valor presente deverá ser subtraído para que se obtenha o valor presente total (LANG, 2007).

O cálculo do VPL é realizado a partir da fórmula 1 (BUARQUE, 1986):

$$VPL = \sum_{t=1}^n \frac{B_t - C_t}{(1+i)^t} \quad (\text{fórmula 1})$$

Onde:

VPL = valor presente líquido;

B_t = benefícios econômicos do projeto ao longo do período $t=1$ até $t=n$;

C_t = custos econômicos do projeto ao longo do período $t=1$ até $t=n$;

n = número de unidades de tempo do projeto;

t = período;

i = taxa de desconto (no caso, a TMA).

Nos custos do projeto estão também incluídos os custos de investimentos, o que faz com que tipicamente o fluxo de caixa de um projeto de transporte seja fortemente deficitário nos primeiros anos do investimento – construção da via – e com um superávit estável e longo no decorrer do período de maturação do projeto (SEHN, 2009).

Sobre o VPL, Sehn (2009, p. 30) conclui que:

[...] quanto maior o VPL, mais interessante é o investimento, principalmente quando se pensa nos objetivos do setor privado. Entretanto, quando a análise é feita sob a ótica do governo, pode-se argumentar que basta apenas que o VPL seja maior ou igual a zero – pois para a análise do ponto de vista do governo há outros aspectos importantes, além do retorno, que devem ser também considerados.

4.3.2 Taxa Interna de Retorno (TIR)

De forma simplificada, TIR é a taxa de desconto que anula o VPL do projeto, ou seja, somam-se os saldos negativos e positivos durante toda a vida útil do projeto e na atualização desses saldos se utiliza a Taxa Interna de Retorno, de forma que essa soma seja nula (BACHA et al., 1974).

Assim, o investimento é tanto mais atraente quanto maior for a sua TIR. A TIR serve para comparar um projeto, ou diferentes projetos, com a rentabilidade geral possível na economia (custo de oportunidade do capital) (BUARQUE, 1986). Quando o projeto apresenta a TIR maior que a TMA, é por ser economicamente viável e interessante ao investidor, pois o retorno de sua aplicação é ainda maior do que lhe parece como o mínimo aceitável.

Sendo, então, o $VPL = 0$, Buarque (1986) apresenta a fórmula 2 para o cálculo da TIR:

$$0 = \sum_{t=1}^n \frac{B_t - C_t}{(1 + TIR)^t} \quad (\text{fórmula 2})$$

Onde:

TIR = Taxa Interna de Retorno (incógnita);

B_t = benefícios econômicos do projeto ao longo do período $t=1$ até $t=n$;

C_t = custos econômicos do projeto ao longo do período $t=1$ até $t=n$;

n = número de unidades de tempo do projeto;

t = período;

A vantagem desse método é expressar os resultados em termos de taxa de juros, cujo significado é mais facilmente assimilado do que o VPL expresso em unidades monetárias (NEVES, 1982). Ainda, outra grande vantagem é que se necessita de um número reduzido de informações, basta conhecer o perfil do projeto e alguma idéia da magnitude da TMA ou do custo de oportunidade do capital, além disso, é de fácil atualização, pois não exige juízo sobre variáveis externas aos dados do projeto. Por esses motivos é um dos métodos mais utilizados como critério de decisão (CONTADOR, 1988).

4.3.3 Relação Benefício-Custo (B/C)

A Relação Benefício-Custo (B/C) mostra quanto das receitas obtidas por meio dos benefícios de um projeto estão contidas nas despesas do mesmo. É importante esclarecer as diferenças entre a Relação Benefício-Custo com o método de Análise de Custo-Benefício. O primeiro está relacionado a um indicador de viabilidade econômica, ou seja, uma equação que aponta a razão entre o valor presente dos benefícios e o valor presente dos custos descontados, sempre, à TMA (CONTADOR, 1988, p. 54). Já o segundo – ACB – é um método de avaliação de projetos, que orienta como devem ser monetizados e distribuídos os benefícios e os custos do projeto. A B/C pode ou não fazer parte da avaliação de um projeto realizada através do método ACB, disso dependerá o quão relevante for esse indicador para a tomada de decisão.

Para a B/C, matematicamente, os sinais do fluxo de caixa são desconsiderados, caso contrário, seria inevitável que a relação benefício/custo resultasse em valores menores que zero. Contador (1988) ressalta que as formas de cálculo para esse indicador são as mais diversas possíveis. Considerando a ponderação feita pelo autor, decidiu-se apresentar a formulação citada por Buarque (1986), conforme a fórmula 3.

$$B/C = \frac{VPB}{VPC} = \left[\frac{\sum_{t=1}^n \frac{B_t}{(1+i)^t}}{\sum_{t=1}^n \frac{C_t}{(1+i)^t}} \right] \quad (\text{fórmula 3})$$

Onde:

B/C = Relação Benefício-Custo;

VPB = Valor Presente dos Benefícios, descontados pela TMA ($i = TMA$);

VPC = Valor Presente dos Custos, descontados pela TMA ($i = TMA$).

Para que o investimento seja considerado viável, é necessário que a relação B/C seja maior a 1. É importante salientar que os benefícios e custos adotados para o cálculo da relação B/C são apenas aqueles mensuráveis monetariamente, ou seja, esse indicador não aborda conceitos subjetivos – que não podem ser monetizados –.

4.3.4 Tempo de Recuperação do Capital (TRC) ou *Payback Time*

O TRC consiste simplesmente na determinação do número de períodos necessários para recuperar o capital investido, ignorando as consequências além do período de recuperação e o valor do dinheiro no tempo. Sobre o TCR, Sehn (2009) afirma que, sua lógica determina que a decisão a ser tomada deve ser favorável ao projeto que recupera o capital investido no menor tempo. Entretanto, sabe-se que em projetos de investimento de infraestrutura de transportes, principalmente sob a ótica do governo, o tempo necessário pra se retomar o capital não é a variável mais importante para a tomada de decisão. Além disso, este método parte do falso princípio de que quanto maior for a liquidez, maior será a segurança.

Normalmente é recomendado que este método seja usado apenas como critério de desempate, se for necessário, após o emprego de um dos métodos exatos, que foram descritos nos itens anteriores. Apesar da facilidade e cálculo imediato desse indicador, sua utilização isolada para medir o resultado ou a viabilidade de um investimento não é indicada, notadamente porque ele (ABREU; STEPHAN, 1982, p. 35):

- a) não considera o valor do dinheiro no tempo, como já dito;
- b) não considera os fluxos líquidos após o período de recuperação;
- c) ignora o custo dos recursos necessários à manutenção do investimento.

O TRC de um projeto é dado pela fórmula 4 (BUARQUE, 1986):

$$0 = -CI + \sum_{t=1}^{n_p} FCL_t \quad (\text{fórmula 4})$$

Onde:

n_p = tempo em que o fluxo de caixa anula os custos de implantação, ou seja, o próprio TRC (incógnita);

CI = custos de implantação do projeto;

t = período;

FCL_t = valor do fluxo de caixa no período t.

Como é possível observar, o TRC não leva em consideração a taxa de juros, nem a inflação do período ou o custo de oportunidade.

Em resumo, nesta seção foram descritos brevemente cada indicador de viabilidade econômica. A partir das descrições feitas e dos argumentos encontrados na literatura, pode-se concluir que os mais adequados, quando se trata de investimentos em transportes são: VPL, TIR e B/C. Combinados, estes indicadores apontam a alternativa mais viável e qual a taxa de retorno esperada.

4.4 CUSTOS DE UM PROJETO RODOVIÁRIO

Um projeto rodoviário compreende basicamente os seguintes custos:

- a) de investimento, englobando os gastos necessários para a execução do projeto;
- b) de manutenção, englobando os gastos necessários para manutenção da rodovia, mantendo-a em boas condições;
- c) de operação da rodovia, englobando os gastos necessários para viabilizar o uso da rodovia, como por exemplo, iluminação, patrulhas rodoviárias e ventilação (no caso de túneis), sistema de monitoramento remoto.

Essas variáveis são obtidas a partir dos estudos técnicos dos projetos ou, na ausência destes, estimados a partir dos custos de projetos semelhantes. Cabe ressaltar que os custos devem estar em sua forma econômica, isto é, deduzidos de impostos e subsídios.

Nos itens a seguir são descritas algumas formas de determinação dos custos de um projeto rodoviário.

4.4.1 Custos de implantação

Os custos de implantação são aqueles oriundos da concepção da rodovia, ou seja, os custos referentes à construção da infraestrutura. Comumente os custos de implantação não seguem uma distribuição uniforme ao longo do tempo, pois alguns serviços demandam mais recursos que outros. É compreensível que os serviços finais na construção de uma rodovia, como os de sinalização e pintura, custem bem menos que as atividades de terraplenagem e movimentação de terras, realizadas na fase inicial da obra. No entanto, como as empresas responsáveis pela construção de uma rodovia recebem através de medições mensais realizadas sob a supervisão do contratante (no caso de uma rodovia federal, o DNIT), fica difícil prever em quais meses a produção será mais intensa ou menos intensa, pois isso depende de diversos fatores como, por exemplo: condições climáticas, equipamentos disponíveis, número de dias úteis e compra de insumos.

A fim de simplificar a análise, aceitam-se os custos de implantação como sendo homogêneos, de acordo com tempo previsto para conclusão das obras, para isso divide-se o custo total de implantação pelo número de anos ou fração de ano que as obras perdurarão.

4.4.2 Custos de manutenção

Os custos de manutenção se caracterizam por um conjunto de intervenções pré-estabelecidas na infraestrutura e que tem por objetivo manter a qualidade e segurança da rodovia. Existem diversos estudos para estimar os custos de manutenção, conservação e operação de uma rodovia nova ou que venha a sofrer algum tipo de intervenção. O governo brasileiro utiliza um *software* chamado HDM-4. O *Highway Design and Maintenance Standards Model* (HDM) foi desenvolvido para prever os custos totais – incluindo a construção, manutenção e os custos dos usuários da estrada – ao longo da vida do projeto, em função do traçado da rodovia, das normas de manutenção e outras opções políticas (ADLER, 1987, p. 61).

Para o caso de uma rodovia federal, na ausência de dados específicos referente aos custos de manutenção do projeto de uma nova rodovia, podem ser adotados os valores estabelecidos pela planilha de Custos Médios Gerenciais, publicada pelo DNIT. A parte desta planilha que contempla as operações de manutenção e conservação de rodovias compõe o quadro 4.

OBRA / SERVIÇO		INTERVALO		MÉDIA R\$ / Km
		Lim.Inferior	Lim.Superior	
MANUTENÇÃO				
RESTAURAÇÃO		291.536,81 a	934.178,87	613.000,00
RECONSTRUÇÃO		930.152,27 a	1.541.207,96	1.236.000,00
PROGRAMAS	CREMA 1a ETAPA (previsão)	170.000,00 a	300.000,00	235.000,00
	CREMA 2a ETAPA (previsão)	300.000,00 a	550.000,00	425.000,00
CONSERVAÇÃO				
CONSERVAÇÃO ROTINEIRA PISTA SIMPLES		18.200,00 a	61.600,00	40.000,00
CONSERVAÇÃO ROTINEIRA PISTA DUPLA		32.200,00 a	112.000,00	72.000,00
CONSERVAÇÃO ROD. NÃO PAVIMENTADA		33.600,00 a	74.200,00	54.000,00

Quadro 4: custos de manutenção e conservação de rodovias (BRASIL, 2010)

Sobre as operações de manutenção, Pedrozo (2001, p. 77-78) cita que:

[...] a conservação pode ser de dois tipos:

a) Conservação Preventiva Periódica: conjunto de operações de conservação, realizadas periodicamente, com objetivo de evitar o surgimento ou agravamento de defeitos. Ex.: Limpeza de sarjetas e meios-fios, limpeza manual de valetas, limpeza de bueiros, limpeza de bocas de drenos, limpeza e pintura de pontes, limpeza e pintura de juntas, roçada, capina.

b) Conservação Corretiva Rotineira: conservação realizada de acordo com uma programação, com base em mesma técnica para eliminação de imperfeições existentes. É o conjunto de operações de conservação, realizadas com objetivo de reparar ou sanar defeitos. Ex.: Selagem de trincas, recomposição de elementos de drenagem.

A restauração é o conjunto de operações destinadas a restabelecer o perfeito funcionamento do pavimento. Processa-se, normalmente, pela substituição e/ou confecção de uma ou mais camadas existentes, complementadas por outras que deverão conferir ao pavimento o aporte de capacidade estrutural necessário restabelecendo, na íntegra, suas características originais.

4.4.3 Custos de operação

Os custos de operação da infraestrutura, aqui chamado apenas de custos de operação, são aqueles necessários para garantir os padrões de segurança e conforto dos usuários da rodovia, como por exemplo: gastos com iluminação, sinalização (painéis de mensagens variáveis e semáforos), patrulhamento, fiscalização do transporte de carga e atendimentos de emergência.

Hoje, em rodovias pedagiadas, os custos de implantação e de operação das praças de pedágio e os adicionais de operação das vias devem ser computados no custo de operação total do sistema, bem como os custos de operação da via, por exemplo, o controle de condições de tráfego, congestionamentos, segurança e desvios (ANDRADE, 1998¹³ apud PEDROZO, 2001).

4.5 BENEFÍCIOS DE UM PROJETO RODOVIÁRIO

É possível definir os benefícios provindos de um projeto rodoviário como sendo um “[...] conjunto de vantagens ponderáveis, advindas para o usuário e a coletividade, em decorrência da construção ou melhoramento de uma rodovia.” (BRASIL, 1979, p. 19). Entre os principais benefícios diretos de um projeto rodoviário destacam-se as reduções (WORLD BANK, 2005):

- a) do tempo de viagem;
- b) do número de acidentes;
- c) dos custos operacionais dos veículos;
- d) de emissões de gases poluentes.

Nos itens a seguir são descritas algumas formas de determinação dos benefícios de um projeto rodoviário, que apresente as condições e finalidades semelhantes ao da BR-448, pois para diferentes tipos de projetos rodoviários outros benefícios podem ser menos ou mais relevantes.

¹³ ANDRADE, M. H. F. **Curso de HDM: Introdução ao HDM e a Avaliação Econômica**. v.1. Porto Alegre, 1998.

4.5.1 Redução dos tempos de viagem

Os benefícios advindos da redução do tempo de viagem podem chegar a 80% dos benefícios totais de um projeto em países desenvolvidos (WORLD BANK, 2005). O princípio básico na avaliação do tempo é, segundo Dalbem et al. (2010, p. 99), a de que “[...] os indivíduos, sujeitos à restrição das horas do dia que podem dedicar ao trabalho, ao lazer e ao tempo que perdem em trânsito, procuram maximizar sua riqueza e bem-estar.”.

A redução dos tempos de viagem pode ser determinada de diversas formas. Pesquisas para aferição desse dado podem ser conduzidas diretamente em campo, observando-se a média do tempo de percurso em cada trecho da rodovia, em diferentes horários do dia. No entanto esse tipo de pesquisa demanda tempo e o uso de um veículo.

Outra forma de cálculo dos tempos de viagem está baseada nas velocidades de fluxo livre, capacidades e volumes de cada trecho da rede. A velocidade de fluxo livre (v_f) pode ser estimada adotando-se uma velocidade de fluxo livre básica e ajustando-a em função das características geométricas da via, de forma a estimar a velocidade de fluxo livre que provavelmente seria observada em campo. Interferem nesse ajuste a largura das faixas de tráfego, a largura dos acostamentos, o tipo de separação entre pistas e a densidade de pontos de acesso. A figura 9 apresenta a relação fluxo-velocidade em rodovias de pista dupla convencionais.

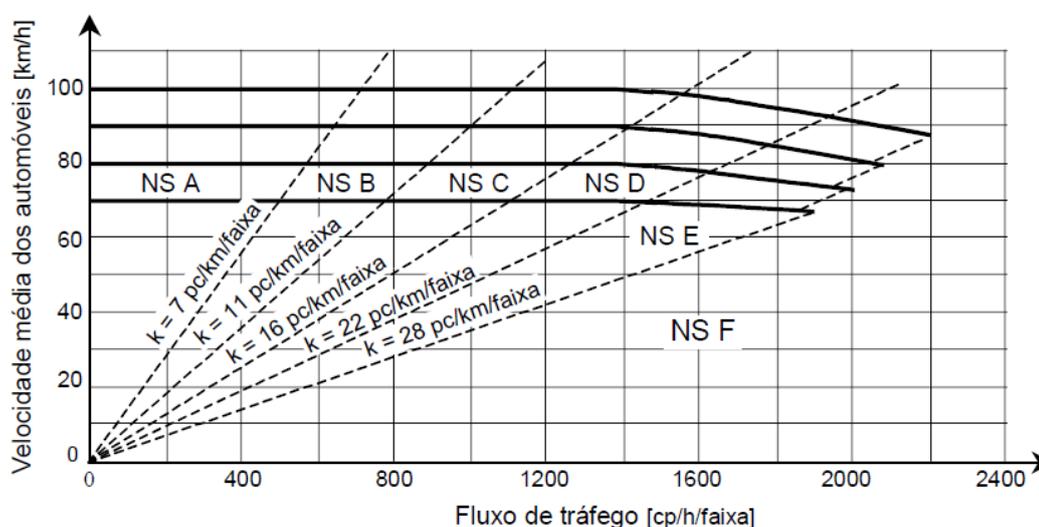


Figura 9: relação fluxo-velocidade em rodovias de pista dupla convencionais (UNITED STATES OF AMERICA, 2000, p. 21-3)

As velocidades médias também podem ser determinadas analiticamente, em função da velocidade de fluxo livre (v_f) e da taxa de fluxo equivalente (q_b), utilizando as expressões contidas no Transportation Research Board (UNITED STATES OF AMERICA, 2000), aqui apresentadas no quadro 5.

$$\begin{aligned}
 v &= v_f - \left[\left(\frac{9,3}{25} v_f - \frac{630}{25} \right) \left(\frac{q_b - 1400}{15,7 v_f - 770} \right)^{1,31} \right], & \text{para } q_b > 1400 \text{ e } 90 < v_f \leq 100; \\
 v &= v_f - \left[\left(\frac{10,4}{26} v_f - \frac{696}{26} \right) \left(\frac{q_b - 1400}{15,6 v_f - 704} \right)^{1,31} \right], & \text{para } q_b > 1400 \text{ e } 80 < v_f \leq 90; \\
 v &= v_f - \left[\left(\frac{11,1}{27} v_f - \frac{728}{27} \right) \left(\frac{q_b - 1400}{15,9 v_f - 672} \right)^{1,31} \right], & \text{para } q_b > 1400 \text{ e } 70 < v_f \leq 80; \\
 v &= v_f - \left[\left(\frac{3}{28} v_f - \frac{75}{14} \right) \left(\frac{q_b - 1400}{25 v_f - 1250} \right)^{1,31} \right], & \text{para } q_b > 1400 \text{ e } v_f = 70; \\
 v &= v_f, & \text{para } q_b \leq 1400;
 \end{aligned}$$

Quadro 5: cálculo de velocidades médias em função da velocidade de fluxo livre (UNITED STATES OF AMERICA, 2000)

A taxa de fluxo equivalente (q_b) deve refletir o impacto dos veículos pesados e recreacionais, a variação temporal do fluxo dentro do período de uma hora, e as características dos motoristas que utilizam a rodovia. Assim, a taxa de fluxo equivalente pode ser obtida a partir da taxa de fluxo observada ou estimada através da fórmula 5 (UNITED STATES OF AMERICA, 2000):

$$q_b = \frac{q}{FHP \times N \times f_{HV} \times f_P} \quad (\text{fórmula 5})$$

Onde:

q_b = taxa de fluxo equivalente, para uma única faixa de tráfego, que corresponde ao período de pico de 15 min (cp/h/faixa);

q = volume horário (veíc/h);

FHP = fator de hora-pico;

f_{HV} = fator de ajuste para veículos pesados;

f_P = fator de ajuste para tipo de motorista;

N = número de faixas.

Para projetos rodoviários, o resultado da projeção de demanda é apresentado em volume diário médio de tráfego (VDM). No entanto, é razoável imaginar que, apesar do VDM ser um dado muito útil, existe a necessidade de se conhecer como variação do tráfego se dá ao longo do dia. Sobre isso Akishino ([2010], p. 6) afirma que:

Os fluxos de tráfego apresentam mutações contínuas em seus volumes ao longo de um dia de 24 horas. Nas vias urbanas, normalmente, mais de 70% das viagens diárias ocorrem no intervalo de 12 horas, compreendido entre sete da manhã e sete da noite. Os volumes horários variam de 1 a 12% do volume diário. O volume horário médio é de 4.2% do diário, sendo os valores de pico da ordem de três vezes o médio.

Observando os resultados das contagens de tráfego do estudo encomendado pelo DNIT, é possível afirmar que nos horários de pico o volume horário tende a ficar próximo de 12% do VDM e em outros horários do dia de 4 a 6%.

Sabendo que a frota é composta por veículos leves e pesados, utiliza-se um fator de conversão para equivalência dos veículos, convertendo os volumes de tráfego em unidades de carro de passeio (UCP). Os fatores de equivalências indicados pelo DNIT estão dispostos no quadro 6.

Fator de equivalência	
Automóveis	1
Ônibus	1,5
Caminhão	2
Moto	0,33
Bicicleta	0,2

Quadro 6: fatores de equivalência dos veículos (BRASIL, 2005)

Definindo o volume horário, a taxa de fluxo equivalente e a velocidade de fluxo livre, é possível calcular a velocidade média desenvolvida por um veículo num determinado trecho de uma rodovia. Conhecendo o comprimento desse trecho, pode-se determinar o tempo que o usuário irá levar para percorrer essa distância. Comparando os tempos de percurso para as situações com e sem projeto, estima-se, enfim, redução dos tempos de viagem.

A redução do tempo de viagem é dada em unidade de tempo (hora, ou fração de hora), no entanto, para monetizar esse benefício é necessário conhecer o quanto o usuário está disposto a gastar (*willingness to pay*) para ter seu tempo de viagem reduzido, ou de uma forma mais simples, o valor do tempo do usuário. A determinação do valor do tempo dos usuários de transporte de certa região é feita através de pesquisas de preferência declarada (PPD).

De acordo com Ortúzar e Willumsen (1990) as principais características da técnica de preferência declarada são:

- a) cada entrevistado é submetido a uma série de escolhas hipotéticas. Este conjunto de opções são construídos de forma a considerar os principais fatores que se considera estarem influenciando o problema de escolha sob análise;
- b) cada opção é representada por um conjunto de atributos que definem uma alternativa e identificam o produto ou serviço. O analista deve incluir no experimento aqueles atributos que mais identificam o produto ou serviço analisado. Pode-se também estudar um atributo específico, sem, no entanto, deixar de considerar aqueles nomeadamente importantes;
- c) os valores ou níveis dos atributos em cada opção são especificados pelo analista e são apresentados ao entrevistado na forma de escolha. O pesquisador deve considerar o maior número possível de níveis, que lhe permita distinguir até quando os indivíduos estariam dispostos a trocar uma opção pela outra. Contudo, a quantidade de níveis não deve ser nunca muito numerosa, já que isto tornaria o desenho do experimento uma tarefa difícil;
- d) as opções são especificadas baseando-se em um projeto experimental, no qual assegura-se que a variação de um atributo é estatisticamente independente de qualquer outro;
- e) os indivíduos declaram as suas preferências em relação as opções colocando-as em ordem de preferência (*ranking*), submetendo-as a uma escala de avaliação (*rating*) ou escolhendo a opção preferida dentro do conjunto de alternativas disponíveis (escolha discreta - *choice*). A seleção por um dos três métodos dependerá de uma série de análises discutidas posteriormente.

Dentro dos modelos comportamentais o processo de decisão sobre a escolha de uma alternativa é influenciado por fatores racionais e subjetivos. Os fatores racionais são aqueles explicados a partir de características socioeconômicas dos indivíduos. Os fatores subjetivos são aqueles que não são expressos diretamente a partir de conceitos econômicos (ex: conforto) ou que são advindos de fatores aleatórios.

A utilidade é dada pelo valor alocado por um indivíduo a um produto ou serviço. Assume-se que os indivíduos escolhem uma combinação de produtos que maximize a sua utilidade. A configuração comumente para a definição da utilidade de uma opção é expressa na fórmula 6:

$$U_i = a_0 + a_1.X_1 + a_2.X_2 + \dots + a_n.X_n \quad (\text{fórmula 6})$$

Onde:

U_i = utilidade da opção i ;

$X_1 \dots X_n$ = atributos da alternativa;

$a_1 \dots a_n$ = são os coeficientes do modelo;

a_0 = constante do modelo.

Assumindo que os atributos tempo e custo são sempre considerados nas PPD realizadas com usuários do transporte individual, o valor do tempo é calculado a partir do custo marginal do tempo, ou seja, dividindo-se a derivada parcial da utilidade em relação ao tempo, pela derivada parcial da utilidade em relação ao custo, conforme a expressão apresentada por Ben-Akiva e Lerman (1985):

$$VT = \frac{\frac{\partial U}{\partial t}}{\frac{\partial U}{\partial C}} \quad (\text{fórmula 7})$$

Onde:

VT = valor do tempo;

$\frac{\partial U}{\partial t}$ = derivada parcial da utilidade em relação ao tempo;

$\frac{\partial U}{\partial C}$ = derivada parcial da utilidade em relação ao custo.

Como referência, cita-se o valor do tempo estimado para viagens intermunicipais realizadas no eixo nordeste da RMPA, ou seja, na área de influência direta do projeto da rodovia BR-448, como sendo igual a R\$ 0,031/min. (BRASIL, [1997]). Corrigindo esse valor pelo Índice Geral de Preços do Mercado (IGP-M) (FUNDAÇÃO GETÚLIO VARGAS, 2010) tem-se em 2009, data de início das obras, o valor do tempo igual a RS 0,093/min. ou R\$ 5,56/hora. Multiplicando esse valor pela redução do tempo de viagem e pelo número de usuários da rodovia, considerado como sendo todos os veículos que circulam pelo eixo norte da RMPA, tem-se a monetização desse benefício.

4.5.2 Redução de acidentes

Os acidentes de trânsito constituem uma das maiores causas de morte no Brasil. Quase que diariamente têm-se notícias de acidentes ocorridos em estradas nacionais e gaúchas. Os motivos mais comuns são o excesso de velocidade, o consumo de álcool por parte de condutores e a imprudência de motoristas. Na BR-116, no trecho compreendido entre os quilômetros 240 e 269, o número de acidentes é muito superior a média de acidentes ocorridos em outros trechos dessa mesma rodovia, sendo considerado por isso como um trecho crítico.

A redução do número de acidentes está associada a diversos fatores como, por exemplo: maior fiscalização das autoridades, trabalho de conscientização dos condutores, melhoramento das condições da via e do tráfego. Para poder estimar a redução de acidentes provenientes do melhoramento das condições de tráfego pode-se associar o número de acidentes como sendo proporcional ao valor do VDM. Assim, a lógica utilizada nesta aplicação é definida pelo contraste das situações sem projeto (determinada como sendo a linha base de comparação) e com projeto. Verifica-se, então, o número de acidentes que provavelmente deixarão de ocorrer, ou seja, o benefício incremental da situação com projeto.

Conhecendo a redução do número de acidentes existe a necessidade de se conhecer os custos relacionados aos acidentes, para assim ter-se esse benefício expresso em uma unidade monetária. Em relação à redução de acidentes, Dalbem (2010, p. 99) cita que:

Avaliar os benefícios da segurança envolve, avaliar a redução de custos de acidentes [...]. Os custos de acidentes graves e leves são, em geral, estimados por percentuais do custo de acidentes fatais. Dessa forma, a maior dificuldade reside, primeiro, em definir o valor de uma vida em termos monetários; segundo, em definir pesos para os diversos níveis de gravidade dos acidentes.

Os itens que constituem os custos dos acidentes são (BRASIL, 2004):

- a) perda de rendimentos futuros;
- b) danos aos veículos;
- c) custos médico-hospitalares;
- d) administração de seguros;
- e) operação de sistemas de atendimento;
- f) danos ao patrimônio da infraestrutura;

- g) despesas de funerários;
- h) custos administrativos de processos judiciais;
- i) custos de congestionamento;
- j) custo subjetivos de pesar, dor e sofrimento.

Os acidentes são classificados como: com mortos, com feridos e com vítimas. O quadro 7 apresenta o custo de cada tipo de acidente, conforme a planilha dos custos médios gerenciais do DNIT para o ano de 2010.

CUSTOS DE ACIDENTES RODOVIÁRIOS			
Custo unitário por nível de gravidade =>	C/ MORTOS	C/ FERIDOS	SEM VITIMAS
	498.343,63	121.710,27	8.296,35

Quadro 7: custos dos acidentes rodoviários (BRASIL, 2010)

4.5.3 Redução dos Custos Operacionais dos Veículos (COV)

Custos operacionais dos veículos constituem uma parcela importante na avaliação dos projetos de transporte rodoviários. Os custos de transporte podem ser divididos em fixos e variáveis. Os custos fixos são aqueles que não dependem do grau de utilização do veículo, como, por exemplo (BARRETO, 1999):

- a) depreciação;
- b) remuneração de capital;
- c) licenciamento/seguro obrigatório;
- d) seguro facultativo;
- e) salário e encargos (motorista);
- f) taxas administrativas.

Já os custos variáveis são aqueles que dependem do grau e das condições de tráfego e pavimento a que o veículo é submetido, como, por exemplo (BARRETO, 1999):

- a) combustível;
- b) pneus;

- c) óleos lubrificantes;
- d) manutenção (mão-de-obra de oficina e peças);
- e) lavagem completa.

Sabendo que os custos fixos não sofrem alterações significativas para projetos de pequenas extensões e com padrões físicos semelhantes às alternativas atuais, a análise para esse tipo de projeto fica restrita aos custos variáveis. A redução dos custos operacionais relacionados ao desgaste de pneus, óleos lubrificantes, manutenção e lavagem são baseados na redução do trajeto. No caso da BR-116 isso não se verifica, pois a Rodovia do Parque não irá reduzir a distância percorrida pela maioria dos usuários que hoje utiliza a BR-116, entre os municípios de Sapucaia do Sul e Porto Alegre. No entanto, o consumo de combustível, além de estar relacionado à distância percorrida, está relacionado com a velocidade média desenvolvida pelos veículos em cada trecho.

Através de pesquisas realizadas por instituições nacionais e internacionais, foram estabelecidas funções que relacionam o consumo de combustível (automóveis a gasolina) com a velocidade, conforme apresentado na fórmula 8 e ilustrado pelo gráfico da figura 10 (BRASIL, 1998):

$$C = 0,09543 + \frac{1,26643}{V} - 0,00029.V \quad (\text{fórmula 8})$$

Onde:

C = consumo de gasolina em L/km;

V = velocidade em km/h.

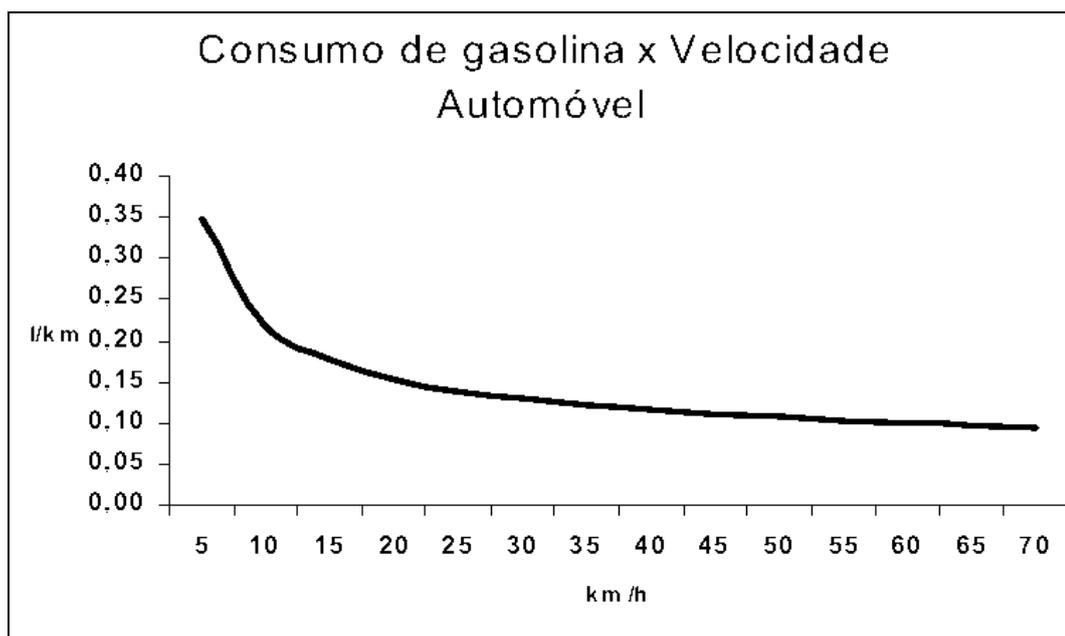


Figura 10: consumo de gasolina em relação à velocidade do automóvel (BRASIL, 1998)

Aplicando a fórmula 8 com base nas velocidades dos trechos, nas situações sem e com projeto, é possível estabelecer os consumos em litros por quilômetro. Multiplicando o comprimento de cada trecho pelo consumo, tem-se o gasto de combustível para cada trecho. Subtraindo os gastos das duas situações e multiplicando pelo número de usuários beneficiados pelo projeto, têm-se o valor total de litros de combustível economizados em cada trecho analisado.

Para monetizar essas economias, deve-se determinar o preço do combustível – no caso, a gasolina – e multiplicar pelo número de litros economizados. Estipular um valor de R\$ 2,50 é razoável, visto que o preço médio da gasolina do tipo comum nos postos de combustível da RMPA variou, em setembro de 2010, entre 2,49 a 2,59.

4.5.4 Redução da emissão de gases poluentes

A poluição atmosférica refere-se às alterações da atmosfera suscetíveis à causa de impactos ambientais (inclusive a saúde humana), através da contaminação por gases, partículas sólidas, líquidas em suspensão, material biológico. Além de prejudicar a saúde, gases poluentes

podem igualmente reduzir a visibilidade, diminuir a intensidade da luz ou provocar odores desagradáveis.

Segundo Porto et al. (2004, p. 43-44):

O combustível consumido pelos motores dos veículos é transformado em gases que são lançados no ar. Desses, 99,9% são inofensivos, mas 1% é altamente perigoso ao homem e ao meio ambiente e, que se for considerada a frota de veículos automotores existente no país e a quantidade de combustível queimado por ano, esta parcela de 1% passa a ser bastante significativa.

A capacidade poluente dos automóveis é a maior dentre quaisquer outras atividades desenvolvidas pelo homem, pois 50% do total de gases poluentes e, portanto, tóxicos que são expelidos para a atmosfera são provenientes da combustão dos motores dos automóveis. Nas grandes cidades, onde além da grande quantidade de veículos, existem constantes congestionamentos, os veículos respondem por quase 90% do total de gases tóxicos lançados na atmosfera, provocando um grande risco para a vida humana, animal e ao meio ambiente.

Os coeficientes de emissão e o tipo de poluentes por veículos automotores variam muito em função das condições dos combustíveis e dos veículos. Cita-se os três principais tipos poluentes nocivos à saúde expelidos por veículos a gasolina: monóxido de carbono (CO), hidrocarbonetos (HC), óxido de nitrogênio (NOx).

A bibliografia mostra que as diferenças entre os vários estudos para determinação das taxas de emissão não são muito elevadas e que a relação mais importante – velocidade e emissão – apresenta características semelhantes em todos os estudos. No presente trabalho, propôs-se a combinação dos dados existentes no Brasil com os do exterior.

Os estudos mostram o aumento das emissões de CO e HC e a diminuição das emissões de NOx, para os veículos a gasolina, à medida em que a velocidade média diminui, conforme é apresentado nos gráficos das figuras 11 a 13, respectivamente. Foram definidas as fórmulas que relacionam as emissões de CO, HC e NOx com a velocidade, utilizando-se as estimativas mais recentes da Companhia Ambiental do Estado de São Paulo para o veículo médio da cidade de São Paulo.

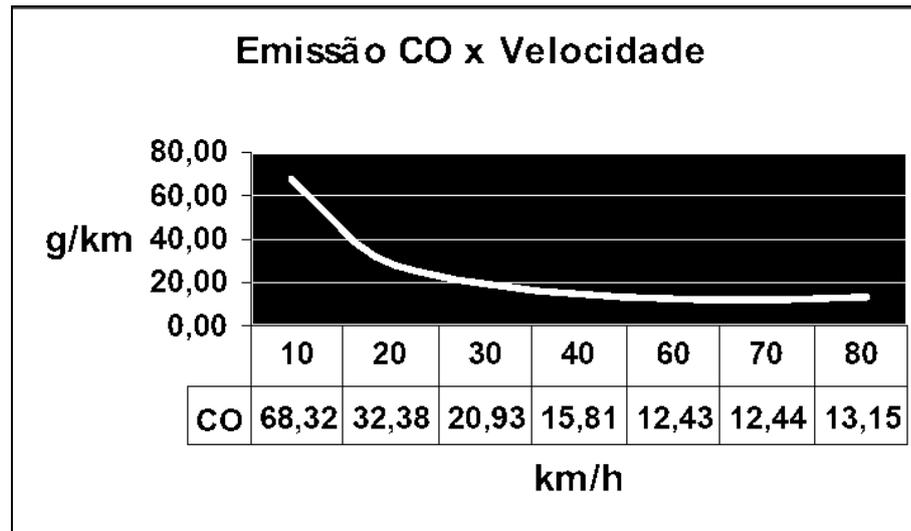


Figura 11: taxa de emissão de monóxido de carbono em relação à velocidade (BRASIL, 1998)

Para emissão de CO (BRASIL, 1998):

$$CO = -4,51 + \frac{727}{V} + 0,00134.V^2 \quad (\text{fórmula 9})$$

Onde:

CO = taxa de emissão de CO em g/km;

V = velocidade em km/h.

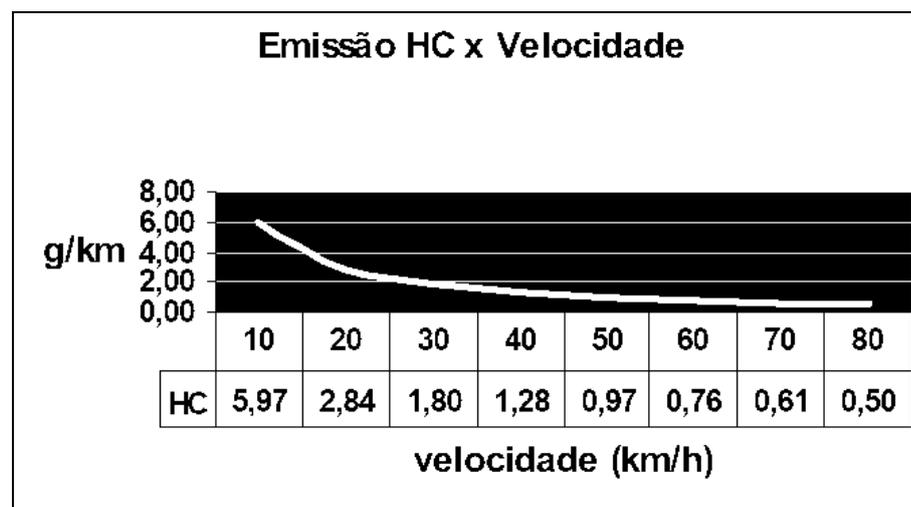


Figura 12: taxa de emissão de hidrocarbonetos em relação à velocidade (BRASIL, 1998)

Para emissão de HC (BRASIL, 1998):

$$HC = -0,28 + \frac{62,48}{V} \quad (\text{formula 10})$$

Onde:

HC = taxa de emissão de CO em g/km;

V = velocidade em km/h.

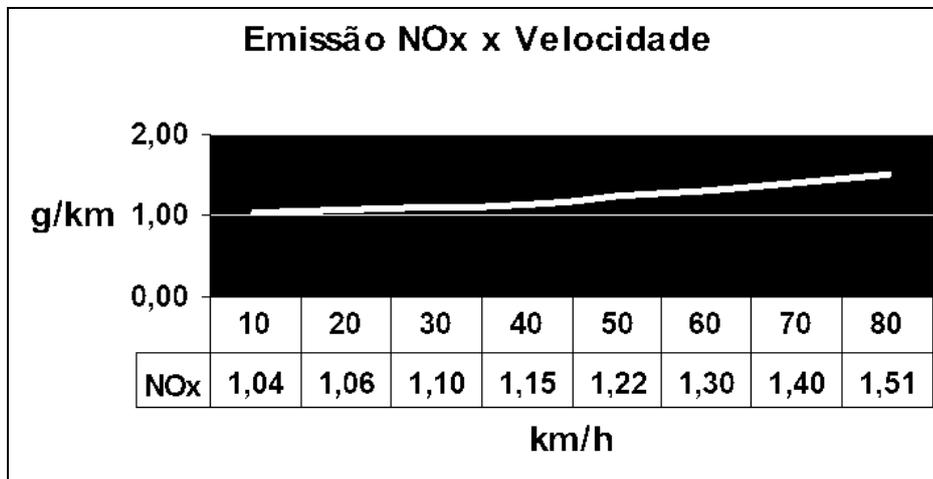


Figura 13: taxa de emissão de óxido de nitrogênio em relação à velocidade (BRASIL, 1998)

Para emissão de NOx (BRASIL, 1998):

$$NO_x = 1,03 + 7,477 \times 10^{-5} \cdot V^2 \quad (\text{formula 11})$$

Onde:

NO_x = taxa de emissão de NO_x em g/km;

V = velocidade em km/h.

Para se ter uma *proxy* dos custos advindos da poluição, segundo o estudo conduzido pelo Instituto de Pesquisas Econômicas Aplicadas e pela Associação Nacional de Transportes Públicos (BRASIL, 1998, p. 9) utilizou-se:

[...] estudos elaborados por várias fontes. Os valores originais, expressos em US\$/kg de emissão, são 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 –. Os valores finais adotados são:

(a) CO = R\$ 0,19/kg;

(b) HC = R\$ 1,14/kg;

(c) NO_x = R\$ 1,12/kg.

Aplicando as fórmulas 9, 10 e 11, com base nas velocidades dos trechos nas situações sem e com projeto, é possível estabelecer as taxa de emissão de cada um dos poluentes por quilômetro. Multiplicando o comprimento de cada trecho pelas taxas de emissão de poluentes, tem-se o quanto de cada poluentes (em kg) é emitido por um veículo ao percorrer um determinado trecho da rodovia. Subtraindo as emissões das duas situações e multiplicando pelo número de usuários beneficiados pelo projeto, têm-se as emissões totais (em kg) de cada poluente, que deixará de ser emitida para a atmosfera, em cada trecho analisado. Para monetizar essas economias deve-se multiplicar as massas totais de CO, HV e NO_x, que deixarão de ser emitidas, pelo valores monetários atribuídos para redução de emissões de cada tipo de poluente.

5 RESULTADOS DA AVALIAÇÃO SOCIOECONÔMICA DO PROJETO DA RODOVIA BR-448

A avaliação socioeconômica é um dos estudos que indicam a viabilidade de um empreendimento. De fato, a avaliação pode ser realizada em diversos níveis, conforme a disponibilidade de dados da área de influência e o grau de acurácia desejável para o estudo. Este capítulo apresenta os resultados da avaliação socioeconômica simplificada da rodovia BR-448. É dita simplificada por não contemplar todos os aspectos socioeconômicos passíveis de mensuração em um projeto rodoviário.

Este capítulo está dividido em quatro etapas distintas. Primeiramente são apresentadas as razões que justificam a escolha do método de análise utilizado para realizar a avaliação socioeconômica da Rodovia do Parque. A seguir são determinados os custos do projeto da rodovia BR-448. Da mesma forma, são determinados os benefícios socioeconômicos do projeto. Ainda neste capítulo, é apresentada a composição do fluxo de caixa do projeto, dentro do horizonte de tempo de 20 anos, prazo estipulado como sendo a vida útil da rodovia. Finalizando o capítulo, tem-se a análise comparativa de custos e benefícios, através do cálculo dos indicadores de viabilidade e a sensibilidade do projeto ao maximizar ou minimizar seus custos e benefícios.

5.1 ESCOLHA DO MÉTODO DE ANÁLISE

No capítulo 4 foram apresentados os três principais métodos de análise de projetos de transporte: ACB, ACE e ACU. Para realização da avaliação socioeconômica da rodovia BR-448 escolheu-se a Análise de Custo Benefício (ACB), pois entende-se como sendo o método mais claro e objetivo, o que facilita a interpretação dos resultados. Os outros dois métodos, apesar de terem pontos positivos, tornariam o estudo demasiado complexo, além do que deveriam ser previstas outras alternativas que contemplassem o mesmo objetivo da BR-448, afim de hierarquizar os projetos conforme sua eficiência ou utilidade.

Em uma ACB busca-se avaliar a adicionalidade do projeto em comparação à alternativa sem a sua implementação. Dessa forma, são consideradas duas formas de investimento:

- a) alternativa base (situação atual): considera as condições atuais de transportes, sem novos investimentos (essa alternativa é a referência para a seguinte);
- b) alternativa com projeto (construção da BR-448): busca-se avaliar, nessa alternativa, viabilidade socioeconômica da construção da Rodovia do Parque e demais obras de arte que fazem parte do projeto e que são, presumidamente, necessárias para a efetivação de benefícios associados ao desvio de tráfego das rodovias BR-116 e BR-386.

5.2 DETERMINAÇÃO DOS CUSTOS DA RODOVIA

Um empreendimento de grande vulto, como a construção da rodovia BR-448, é composto de três principais tipos de custos, que devem ser gerenciados a fim de que o projeto seja viável, ou seja, os custos:

- a) de implantação;
- b) de manutenção;
- c) de operação.

Cada um destes custos será pormenorizado nos subitens a seguir.

5.2.1 Custos de implantação

Na BR-448, os custos de implantação contemplam os seguintes serviços: terraplenagem, pavimentação, drenagem, construção de obras de arte especiais, sinalização e segurança viária, obras complementares e iluminação pública, recuperação ambiental, mobilização e desmobilização, instalação e manutenção de canteiros de obras e acampamentos. Os custos de implantação foram orçados em R\$ 824,3 milhões.

Como a duração da obra foi prevista para 30 meses, fez-se a divisão igualitária dos custos de implantação, chegando a um custo mensal de R\$ 27,5 milhões. Sabendo que as obras tiveram início em setembro de 2009 e terão fim em março de 2012, os custos em cada um dos anos são díspares, conforme indicam os dados do quadro 8.

Ano	Custo de Implantação
2009	R\$ 109,88 milhões
2010	R\$ 329,64 milhões
2011	R\$ 329,64 milhões
2012	R\$ 55,14 milhões

Quadro 8: custos anuais de implantação da rodovia BR-448

5.2.2 Custos de manutenção

Os custos de manutenção – que englobam as operações de conservação, reconstrução e restauração – da BR-448 foram estimados como sendo iguais ao limite superior dos custos médios de manutenção e conservação de rodovias do DNIT (BRASIL, 2010), apresentado no quadro 3 deste trabalho. Adotou-se o limite superior devido à complexidade do projeto de engenharia como um todo.

Como parte do projeto da Rodovia do Parque é constituído por duas pistas com três faixas de rolamento por pista e a planilha do DNIT não contempla tais características, fez-se uma associação de valores para diferenciar os custos de conservação do trecho com duas faixas por pista e do trecho com três faixas por pista. No trecho com 3 faixas utiliza-se o somatório dos valores de conservação das rodovias de pista simples e de pista dupla. O quadro 9 trás um resumo dos custos de manutenção unitários, ou seja, por quilômetro, praticados na avaliação da rodovia BR-448.

Operação	Custo Financeiro
Restauração	R\$ 934.178,87/km
Reconstrução	R\$ 1.541.207,96/km
Conservação Rotineira (2 faixas por pista)	R\$ 112.000,00/km/ano
Conservação Rotineira (3 faixas por pista)	R\$ 173.000,00/km/ano

Quadro 9: custos unitários de manutenção praticados na avaliação da rodovia BR-448

Devido à ausência de informações oficiais, foi estimada a reconstrução da rodovia no intermédio da vida útil do projeto (ano de 2022). Foram previstas operações de restauração da rodovia nos anos de 2017 e 2027. As operações de conservação rotineira foram previstas

durante toda a vida útil do projeto, observando que quando são previstas operações de reconstrução ou restauração, a conservação rotineira não ocorre. Os custos de manutenção da BR-448, ao longo da vida útil do projeto, são apresentados no quadro 10.

Ano	Custo de Manutenção	
2012	R\$	3.315.200,00
2013	R\$	3.315.200,00
2014	R\$	3.315.200,00
2015	R\$	3.315.200,00
2016	R\$	3.315.200,00
2017	R\$	20.869.555,96
2018	R\$	3.315.200,00
2019	R\$	3.315.200,00
2020	R\$	3.315.200,00
2021	R\$	3.315.200,00
2022	R\$	34.430.585,83
2023	R\$	3.315.200,00
2024	R\$	3.315.200,00
2025	R\$	3.315.200,00
2026	R\$	3.315.200,00
2027	R\$	20.869.555,96
2028	R\$	3.315.200,00
2029	R\$	3.315.200,00
2030	R\$	3.315.200,00
2031	R\$	3.315.200,00
2032	R\$	3.315.200,00

Quadro 10: custos anuais de manutenção da rodovia BR-448

5.2.3 Custos de operação

Os custos de operação são aqueles necessários para garantir os padrões de segurança e conforto dos usuários da rodovia, como por exemplo: gastos com iluminação, sinalização e patrulhamento.

Utilizou-se como referência os custos operacionais do projeto da rodovia ERS-010, uma rodovia também paralela a BR-116, situada a leste desta, que liga os municípios de Sapiranga e Porto Alegre e que possui características semelhantes à rodovia BR-448. Os custos

operacionais anuais dessa rodovia são de R\$ 77.800,00 por quilômetro (RIO GRANDE DO SUL, 2010, p. 35). Para os 22,34 km da Rodovia do Parque os custos operacionais somam a quantia de R\$ 1.737.052,00 por ano. Estes custos são praticados durante toda a vida útil do projeto.

5.3 DETERMINAÇÃO DOS BENEFÍCIOS SOCIOECONÔMICOS DO PROJETO

São verificados, para o projeto da rodovia BR-448, quatro benefícios principais, caracterizados pelas reduções:

- a) dos tempos de viagem;
- b) de acidentes;
- c) dos custos operacionais dos veículos;
- d) das emissões de gases poluentes.

Cada um destes benefícios será pormenorizado nos subitens a seguir.

5.3.1 Redução dos tempos de viagem

A redução dos tempos de viagem do projeto da rodovia BR-448 está associada ao aumento da velocidade média dos veículos. Visto que a Rodovia do Parque apresenta comprimento semelhante ao trecho da BR-116, entre os municípios de Sapucaia do Sul e Porto Alegre, não foram consideradas reduções no trajeto dos usuários.

Para o cálculo da redução dos tempos de viagem, proporcionado pelo projeto da Rodovia do Parque, fez-se a conversão do VDM para Unidade de Carros de Passeio (UCP), através dos fatores de conversão expressos anteriormente no quadro 5. Após a verificação dos estudos de tráfego do DNIT, concluiu-se que os horários de pico da rodovia estão entre as 7:00 as 9:00 e das 17:00 as 19:00 horas. Para o horário de pico adotou-se o volume horário de 11% do VDM. Para o horário que se estende das 9:00 as 17:00 adotou-se o volume horário de 6% do

VDM. Não foi considerado que haja reduções nos tempos de viagem para os veículos que trafegam entre as 19:00 as 7:00 horas e nem nos finais de semana.

Conhecendo os volumes horários utilizou-se a fórmula 5 para determinar os fluxos equivalentes de cada trecho e, assim, proceder o cálculo que define a velocidade média dos veículos¹⁴. Conhecendo o comprimento de cada trecho foi possível calcular o tempo que um veículo leva para percorrê-lo.

Foram utilizados os seguintes parâmetros para a determinação das velocidades:

- a) fator hora-pico = 0,95, como sugere o estudo de tráfego encomendado pelo DNIT¹⁵;
- b) fator de ajuste para veículos pesados = 1, pois o volume de tráfego já está convertido em UCP;
- c) fator de ajuste para tipo de motorista = 1, como sugere o estudo de tráfego encomendado pelo DNIT¹⁶;
- d) velocidade de fluxo livre para BR-448 = 100 km/h;
- e) velocidade de fluxo livre para os trechos da BR-116 = 80 km/h;
- f) velocidade de fluxo livre para o trecho da BR-386 = 100 km/h.

Realizando essa verificação para as situações com e sem projeto, chegou-se ao tempo economizado em cada trecho, que multiplicado pelo número de usuários beneficiados resulta no número de horas economizadas, ou seja, horas que os usuários poderão utilizar realizando outras atividades como o trabalho, estudo ou lazer.

O quadro 11 apresenta o número total de horas economizadas, por ano, com a construção da BR-448, nos trechos analisados pelos estudos de tráfego, em comparação com a alternativa sem o projeto. O quadro 12 apresenta a valoração desse benefício, ou seja, a multiplicação do total de horas economizadas no ano pelo valor do tempo anteriormente definido como R\$ 5,56/hora. O cálculo detalhado da redução dos tempos de viagem, para cada segmento estudado, compõe o Apêndice A deste trabalho.

¹⁴Foi estipulada uma velocidade mínima de 10 km/h em trechos considerados completamente congestionados.

¹⁵Informação extraída do Estudo de Viabilidade Técnico-Econômica e Ambiental e Projeto Executivo de Engenharia para Implantação de Rodovia Federal, encomendado pelo DNIT, que foi gentilmente cedido por uma das empresas pertencentes ao consórcio responsável pela execução das obras em um dos trechos licitados.

¹⁶ Idem.

Ano	Horas economizadas
2012	14.182.032
2013	14.729.630
2014	15.301.308
2015	15.902.144
2016	16.537.221
2017	17.213.588
2018	18.060.261
2019	18.998.093
2020	20.056.877
2021	21.282.415
2022	22.749.834
2023	24.562.753
2024	27.052.057
2025	28.786.877
2026	30.281.300
2027	32.026.651
2028	34.496.753
2029	37.704.221
2030	42.146.241
2031	48.900.740
2032	54.580.600

Quadro 11: horas economizadas pelos usuários com a construção da BR-448

Ano	Valoração da redução dos tempos de viagem
2012	R\$ 79.135.737,19
2013	R\$ 82.191.337,01
2014	R\$ 85.381.299,46
2015	R\$ 88.733.961,79
2016	R\$ 92.277.693,40
2017	R\$ 96.051.823,56
2018	R\$ 100.776.255,47
2019	R\$ 106.009.356,76
2020	R\$ 111.917.372,46
2021	R\$ 118.755.873,18
2022	R\$ 126.944.075,04
2023	R\$ 137.060.161,03
2024	R\$ 150.950.479,97
2025	R\$ 160.630.775,71
2026	R\$ 168.969.655,22
2027	R\$ 178.708.712,04
2028	R\$ 192.491.883,98
2029	R\$ 210.389.552,13
2030	R\$ 235.176.026,94
2031	R\$ 272.866.129,59
2032	R\$ 304.559.749,27

Quadro 12: valoração das reduções dos tempos de viagem

5.3.2 Redução de acidentes

As reduções de acidentes foram determinadas somente para os trechos da rodovia BR-116, pois não há dados de acidentes para o trecho da BR-386 compreendido pelo estudo. O número de acidentes ocorridos em 2005 (expressos no quadro 1) foi tomado como parâmetro inicial, associando-o ao VDM (sem projeto) de 2012, ano de liberação da Rodovia do Parque ao tráfego de veículos. O número de acidentes foi considerado, então, proporcional aos VDM das alternativas com e sem projeto, para o horizonte de 20 anos.

Observando a diferença do número de acidentes das situações sem e com projeto tem-se a redução de cada tipo de acidente (com mortos, com feridos e sem vítimas). Multiplicando as reduções pelo custo correspondente a cada tipo de acidente, dado pelo quadro 6, tem-se a monetização desse benefício. O quadro 13 apresenta as reduções de cada tipo de acidente e as poupanças provenientes da não ocorrência dos mesmos. O cálculo detalhado da redução dos acidentes, para os segmentos da BR-116, compõe o Apêndice B deste trabalho.

Benefícios provenientes da redução de acidentes na BR-116						
Ano	Com Mortos		Com Feridos		Sem Vítimas	
2012	12	R\$ 5.966.448,45	245	R\$ 29.849.112,32	470	R\$ 3.897.546,88
2013	13	R\$ 6.247.740,43	257	R\$ 31.235.751,04	489	R\$ 4.052.944,69
2014	13	R\$ 6.529.032,40	268	R\$ 32.622.389,75	507	R\$ 4.208.342,50
2015	14	R\$ 6.810.324,37	279	R\$ 34.009.028,47	526	R\$ 4.363.740,31
2016	14	R\$ 7.091.616,35	291	R\$ 35.395.667,19	545	R\$ 4.519.138,12
2017	15	R\$ 7.372.908,32	302	R\$ 36.782.305,90	563	R\$ 4.674.535,92
2018	15	R\$ 7.692.438,59	315	R\$ 38.358.686,91	586	R\$ 4.865.524,85
2019	16	R\$ 8.011.968,85	328	R\$ 39.935.067,92	609	R\$ 5.056.513,77
2020	17	R\$ 8.331.499,12	341	R\$ 41.511.448,93	633	R\$ 5.247.502,70
2021	17	R\$ 8.651.029,39	354	R\$ 43.087.829,94	656	R\$ 5.438.491,62
2022	18	R\$ 8.970.559,65	367	R\$ 44.664.210,95	679	R\$ 5.629.480,54
2023	19	R\$ 9.267.772,29	379	R\$ 46.141.453,37	700	R\$ 5.810.168,97
2024	19	R\$ 9.564.984,93	391	R\$ 47.618.695,79	722	R\$ 5.990.857,40
2025	20	R\$ 9.862.197,57	403	R\$ 49.095.938,21	744	R\$ 6.171.545,83
2026	20	R\$ 10.159.410,21	416	R\$ 50.573.180,62	766	R\$ 6.352.234,25
2027	21	R\$ 10.456.622,85	428	R\$ 52.050.423,04	787	R\$ 6.532.922,68
2028	22	R\$ 10.793.972,83	441	R\$ 53.723.272,94	812	R\$ 6.734.704,06
2029	22	R\$ 11.131.322,81	455	R\$ 55.396.122,83	836	R\$ 6.936.485,45
2030	23	R\$ 11.468.672,78	469	R\$ 57.068.972,73	860	R\$ 7.138.266,83
2031	24	R\$ 11.806.022,76	483	R\$ 58.741.822,62	885	R\$ 7.340.048,21
2032	24	R\$ 12.143.372,74	496	R\$ 60.414.672,52	909	R\$ 7.541.829,59

Quadro 13: redução de acidentes na rodovia BR-116

5.3.3 Redução dos Custos Operacionais dos Veículos (COV)

Para determinação da redução dos Custos Operacionais dos Veículos (COV), observou-se somente a redução do consumo de combustível, pois os demais componentes do cálculo do COV não sofrem alterações significativas para projetos de pequenas extensões e com padrões físicos semelhantes às alternativas atuais, característica essa que se aplica à rodovia BR-448.

Na determinação do consumo de combustível fez-se uso do cálculo das velocidades médias para cada trecho, determinadas anteriormente para quantificar a redução dos tempos de viagem. Aplicou-se a fórmula 8 e, conhecendo o comprimento de cada trecho, verificou-se as reduções do consumo da alternativa com projeto em comparação a alternativa sem projeto, em litros. Essa redução foi, então, multiplicada pelo número de usuários beneficiados pelo projeto. Não foi considerada que haja reduções no consumo de combustível para os veículos que trafegam entre as 19:00 as 7:00 horas e nem nos finais de semana. Para monetização desse benefício multiplicou o volume de combustível poupado pelo preço médio, definido como R\$ 2,50/litro. Os resultados estão expressos no quadro 14. O cálculo da redução do consumo de combustível, para cada segmento estudado, compõe o Apêndice C deste trabalho.

Ano	Economia de combustível
2012	R\$ 55.640.129,54
2013	R\$ 57.976.862,46
2014	R\$ 60.412.547,87
2015	R\$ 62.967.464,26
2016	R\$ 65.655.224,64
2017	R\$ 68.496.680,74
2018	R\$ 72.120.100,77
2019	R\$ 76.090.476,12
2020	R\$ 80.505.326,16
2021	R\$ 85.514.695,47
2022	R\$ 91.362.868,36
2023	R\$ 98.367.772,99
2024	R\$ 107.603.678,63
2025	R\$ 114.433.398,77
2026	R\$ 120.580.264,31
2027	R\$ 127.657.807,93
2028	R\$ 137.478.278,70
2029	R\$ 149.940.562,08
2030	R\$ 166.766.549,56
2031	R\$ 191.641.979,96
2032	R\$ 214.104.659,25

Quadro 14: monetização da redução do consumo de combustível

5.3.4 Redução da emissão de gases poluentes

Foram calculadas as emissões de três tipos de poluentes: monóxido de carbono, hidrocarbonetos, óxido de nitrogênio, para as situações com e sem projeto. Na determinação das emissões de poluentes fez-se uso do cálculo das velocidades médias para cada trecho, determinadas anteriormente para quantificar a redução dos tempos de viagem. Aplicaram-se as fórmulas 9, 10 e 11, e, conhecendo o comprimento de cada trecho, verificou-se as reduções das emissões de CO e HC e o aumento das emissões de NOx, da alternativa com projeto em comparação a alternativa sem projeto, em quilogramas. As reduções de CO e HC foram, então, multiplicada pelo número de usuários beneficiados pelo projeto, assim como o aumento das emissões de NOx, que se classificam como custo e não como benefício. Não foi considerada que haja alteração na taxa de emissões para os veículos que trafegam entre as 19:00 as 7:00 horas e nem nos finais de semana.

Para monetização desse benefício multiplicou a redução (em quilograma) das emissões de CO e HC pelo valor atribuído a cada poluente pelo estudo do Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada em parceria com a Associação Nacional de Transportes Públicos(BRASIL, 1998), e descontou-se o custo gerado pelo aumento das emissões de NOx. Os resultados estão expressos no quadro 15, no qual os valores negativos representam as deseconomias provocadas pelo aumento das emissões de NOx. O cálculo detalhado da redução de emissões de gases poluentes, para cada segmento estudado, compõe o Apêndice D deste trabalho.

Ano	Redução de Emissões (em kg)						Total poupado
	HC		CO		Nox		
2012	890.769	R\$ 1.015.476,63	8.414.306	R\$ 1.598.718,13	(108.293)	R\$ (121.287,97)	R\$ 2.492.906,78
2013	925.617	R\$ 1.055.203,60	8.712.107	R\$ 1.655.300,33	(114.272)	R\$ (127.984,26)	R\$ 2.582.519,67
2014	962.056	R\$ 1.096.743,33	9.027.567	R\$ 1.715.237,64	(120.297)	R\$ (134.733,03)	R\$ 2.677.247,94
2015	1.000.424	R\$ 1.140.483,36	9.364.138	R\$ 1.779.186,26	(126.398)	R\$ (141.565,49)	R\$ 2.778.104,12
2016	1.041.057	R\$ 1.186.805,13	9.727.117	R\$ 1.848.152,19	(132.495)	R\$ (148.394,49)	R\$ 2.886.562,83
2017	1.084.413	R\$ 1.236.230,92	10.122.953	R\$ 1.923.361,12	(138.527)	R\$ (155.150,36)	R\$ 3.004.441,67
2018	1.139.537	R\$ 1.299.071,86	10.624.353	R\$ 2.018.627,02	(146.300)	R\$ (163.856,51)	R\$ 3.153.842,37
2019	1.200.773	R\$ 1.368.881,10	11.195.458	R\$ 2.127.137,07	(154.153)	R\$ (172.650,83)	R\$ 3.323.367,34
2020	1.270.058	R\$ 1.447.866,01	11.859.867	R\$ 2.253.374,78	(162.024)	R\$ (181.466,95)	R\$ 3.519.773,84
2021	1.350.347	R\$ 1.539.395,72	12.652.714	R\$ 2.404.015,64	(169.874)	R\$ (190.258,45)	R\$ 3.753.152,90
2022	1.446.454	R\$ 1.648.957,38	13.630.731	R\$ 2.589.838,93	(177.661)	R\$ (198.980,15)	R\$ 4.039.816,16
2023	1.565.103	R\$ 1.784.217,00	14.875.288	R\$ 2.826.304,68	(185.212)	R\$ (207.437,82)	R\$ 4.403.083,86
2024	1.727.056	R\$ 1.968.843,94	16.625.974	R\$ 3.158.935,13	(192.639)	R\$ (215.755,64)	R\$ 4.912.023,44
2025	1.843.168	R\$ 2.101.212,06	17.850.089	R\$ 3.391.516,85	(199.687)	R\$ (223.649,24)	R\$ 5.269.079,67
2026	1.945.907	R\$ 2.218.333,86	18.921.877	R\$ 3.595.156,57	(206.552)	R\$ (231.338,29)	R\$ 5.582.152,14
2027	2.066.454	R\$ 2.355.757,88	20.203.437	R\$ 3.838.653,09	(213.276)	R\$ (238.868,62)	R\$ 5.955.542,36
2028	2.237.511	R\$ 2.550.762,35	22.058.736	R\$ 4.191.159,91	(220.775)	R\$ (247.267,81)	R\$ 6.494.654,45
2029	2.460.054	R\$ 2.804.461,46	24.519.896	R\$ 4.658.780,28	(227.898)	R\$ (255.245,53)	R\$ 7.207.996,21
2030	2.768.012	R\$ 3.155.533,95	27.981.937	R\$ 5.316.567,95	(234.631)	R\$ (262.787,18)	R\$ 8.209.314,72
2031	3.234.088	R\$ 3.686.859,82	33.291.323	R\$ 6.325.351,43	(240.946)	R\$ (269.859,91)	R\$ 9.742.351,34
2032	3.657.964	R\$ 4.170.078,96	38.127.779	R\$ 7.244.277,94	(246.257)	R\$ (275.808,14)	R\$ 11.138.548,76

Quadro 15: redução das emissões de poluentes

5.4 COMPOSIÇÃO DO FLUXO DE CAIXA DO PROJETO

O fluxo de caixa do projeto da rodovia BR-448 foi elaborado em uma planilha eletrônica, a partir da reunião dos custos e benefícios do projeto, já monetizados, que foram calculados nas etapas anteriores do trabalho. O ano de início da construção da rodovia (2009) é considerado o ano base do estudo e a análise agrega valores que se estendem até o horizonte de projeto, definido como sendo de 20 anos (2032), contados a partir do término da obra. Os custos, logicamente, somam valores negativos dentro do fluxo de caixa e os benefícios valores positivos, conforme apresentado no quadro 16.

Cabe salientar que os resultados apresentados no fluxo de caixa estão intimamente relacionados com uma série de equações e tabelas (apresentadas no capítulo 4), que definem os custos e benefícios do projeto, sendo que qualquer alteração nos dados de entrada acarretam em uma mudança considerável no fluxo de caixa.

A projeção de demanda talvez seja o mais importante dado de entrada em uma avaliação socioeconômica, pois dele deriva a maior parte dos custos e os benefícios do projeto. Após acompanhar, nos itens anteriores, a determinação dos benefícios, não restam dificuldades para se compreender que a demanda futura influencia diretamente nos resultados. Agora, os custos, como são apresentados, parecem não estarem atrelados a variações no VDM. A verdade é que o volume de tráfego de uma rodovia é a diretriz predominante na escolha do tipo da rodovia (de pista dupla ou pista simples) e no número de faixas que ela deve possuir, bem como no dimensionamento do revestimento e das camadas de base, o que irá influenciar diretamente nos custos de implantação, manutenção e operação da rodovia.

No fluxo de caixa não são realizados os descontos praticados pela taxa de juros (TMA), esta etapa será vista a seguir, bem como a extrapolação de custos e minoração de benefícios, para a análise de sensibilidades do projeto.

Ano	Custos (em milhões de R\$)		Subtotal Custos (em milhões de R\$)	Benefícios (em milhões de R\$)			Redução de emissões	Subtotal Benefícios (em milhões de R\$)	Total (em milhões de R\$)
	Implantação	Manutenção		Operação	Redução dos tempos de viagem	Redução de acidentes			
2009	(109,88)	-	(109,88)	-	-	-	-	-	(109,88)
2010	(329,64)	-	(329,64)	-	-	-	-	-	(329,64)
2011	(329,64)	-	(329,64)	-	-	-	-	-	(329,64)
2012	(55,14)	(3,32)	(60,19)	79,14	39,71	55,64	2,49	176,98	116,79
2013	-	(3,32)	(5,05)	82,19	41,54	57,98	2,58	184,29	179,23
2014	-	(3,32)	(5,05)	85,38	43,36	60,41	2,68	191,83	186,78
2015	-	(3,32)	(5,05)	88,73	45,18	62,97	2,78	199,66	194,61
2016	-	(3,32)	(5,05)	92,28	47,01	65,66	2,89	207,83	202,77
2017	-	(20,87)	(22,61)	96,05	48,83	68,50	3,00	216,38	193,78
2018	-	(3,32)	(5,05)	100,78	50,92	72,12	3,15	226,97	221,91
2019	-	(3,32)	(5,05)	106,01	53,00	76,09	3,32	238,43	233,37
2020	-	(3,32)	(5,05)	111,92	55,09	80,51	3,52	251,03	245,98
2021	-	(3,32)	(5,05)	118,76	57,18	85,51	3,75	265,20	260,15
2022	-	(34,43)	(36,17)	126,94	59,26	91,36	4,04	281,61	245,44
2023	-	(3,32)	(5,05)	137,06	61,22	98,37	4,40	301,05	296,00
2024	-	(3,32)	(5,05)	150,95	63,17	107,60	4,91	326,64	321,59
2025	-	(3,32)	(5,05)	160,63	65,13	114,43	5,27	345,46	340,41
2026	-	(3,32)	(5,05)	168,97	67,08	120,58	5,58	362,22	357,16
2027	-	(20,87)	(22,61)	178,71	69,04	127,66	5,96	381,36	358,76
2028	-	(3,32)	(5,05)	192,49	71,25	137,48	6,49	407,72	402,66
2029	-	(3,32)	(5,05)	210,39	73,46	149,94	7,21	441,00	435,95
2030	-	(3,32)	(5,05)	235,18	75,68	166,77	8,21	485,83	480,78
2031	-	(3,32)	(5,05)	272,87	77,89	191,64	9,74	552,14	547,09
2032	-	(3,32)	(5,05)	304,56	80,10	214,10	11,14	609,90	604,85

Quadro 16: fluxo de caixa do projeto da rodovia BR-448

Sobre o fluxo de caixa, cabem algumas considerações:

- a) os custos de implantação representam 83% dos custos do projeto;
- b) entre os benefícios, as reduções dos tempos de viagem representam 47% do total dos benefícios, seguidos da redução dos custos operacionais, com 33%;
- c) a redução das emissões é o benefício menos significativo. Acredita-se que o principal motivo para que isso tenha ocorrido seja pelo fato de que a análise realizada não incluía a conversão dos poluentes em CO₂ equivalente, o que faz com que a monetização desse benefício seja prejudicada,
- d) os benefícios obtidos de março a dezembro de 2012 já são suficientes para cobrir com folga os custos de implantação, manutenção e operação, para esse ano.

5.5 ANÁLISE DE VIABILIDADE

A análise de viabilidade do projeto da rodovia BR-448, segundo o método ACB, consiste na comparação dos custos e benefícios, previamente monetizados, e verificação dos indicadores de viabilidade.

A fim de assegurar que alterações na economia ou interferências climáticas, políticas e ambientais não comprometam a viabilidade do projeto, realiza-se a análise de sensibilidade, onde se avalia o comportamento do projeto frente a um cenário mais desfavorável.

Nos subitens a seguir são apresentados os resultados do cálculo dos indicadores de viabilidade e a análise de sensibilidade do projeto.

5.5.1 Verificação dos indicadores de viabilidade

Os resultados do cálculo dos indicadores de viabilidade estão apresentados de forma resumida no quadro 17. O cálculo completo do VPL compõe o Apêndice E deste trabalho.

A TMA utilizada para avaliação deste projeto foi de 15%, partindo da indicação encontrada na bibliografia. A data base da análise é o ano de 2009 e os benefícios e custos são computados até o ano de 2032.

Indicador	Custos	Benefícios	Total
VPL 15% 24 anos	R\$ (718.363.320,71)	R\$ 1.140.543.349,82	R\$ 422.180.029,11
TIR	-	-	22,26%
TRC	-	-	11 anos
B/C	-	-	1,59

Quadro 17: resultados resumidos dos indicadores de viabilidade

Considerando os aspectos socioeconômicos, sendo o VPL positivo, a TIR maior que a TMA, e B/C maior que 1, pode-se afirmar que **o projeto da Rodovia do Parque é viável**.

5.5.2 Análise de sensibilidade

A análise de sensibilidade permite avaliar o efeito de mudanças em variáveis de entrada sobre os resultados. Nesse estudo, observou-se a sensibilidade do VPL, e B/C, a variações na taxa de desconto (TMA) de 6%, 10%, 12% e 18%, conforme apresenta os gráficos das figura 14 e 15, respectivamente.

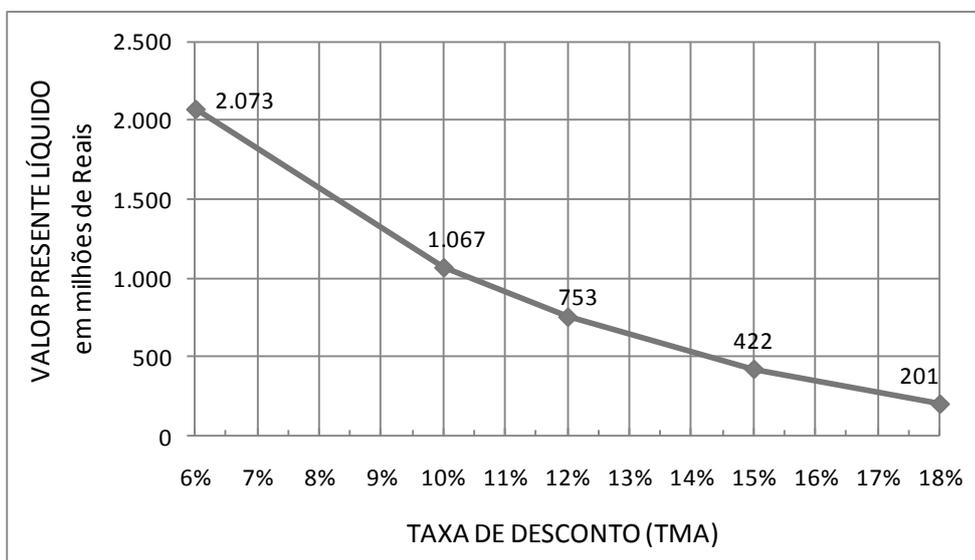


Figura 14: sensibilidade do VPL em relação à variação da taxa de desconto

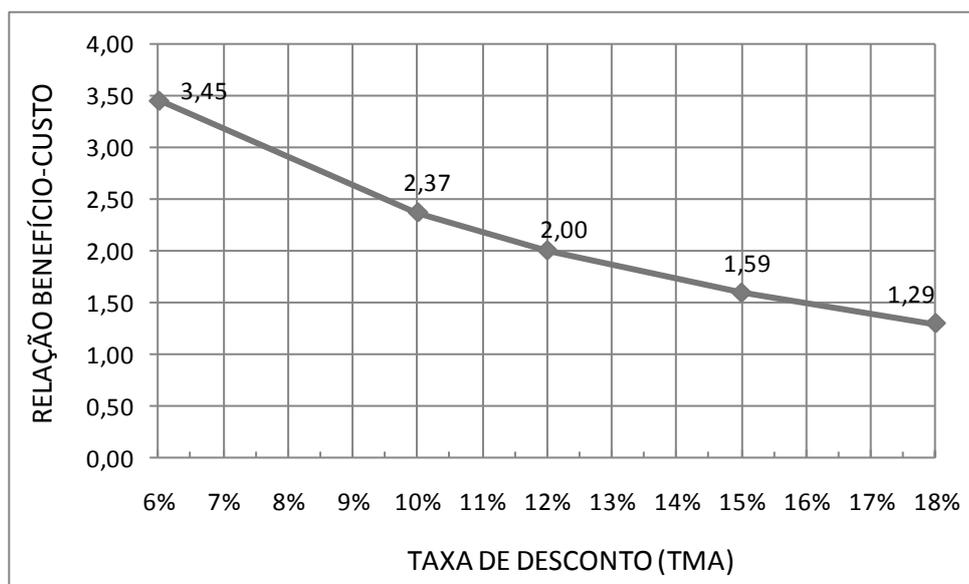


Figura 15: sensibilidade da B/C em relação à variação da taxa de desconto

Também foi feita a análise dos indicadores de viabilidade para um cenário mais pessimista, onde os custos de implantação são **superestimados em 25%** e os benefícios **reduzidos em 10, 20 e 30%**, conforme descrito no quadro 18. Os custos podem ser aumentados nesta faixa se for considerado que os editais de licitação para realização deste projeto já prevêem a inclusão de termos aditivos até 25% do valor dos contratos. Adler (1987) cita que os benefícios estimados podem ser afetados por erros relacionados aos estudos de tráfego e outras variáveis não previstas, como catástrofes naturais, criação de rotas alternativas, ou utilização de nova modalidade de transporte e indica a apuração de reduções dos benefícios nas faixas de 10, 20 e 30%, para projetos de transporte.

O gráfico da figura 16 demonstra o comportamento do VPL com a minoração dos benefícios e majoração dos custos. Analisando o gráfico É possível notar que, para reduções maiores que 22% nos benefícios, o projeto deixa de ser atrativo, pois o VPL torna-se negativo.

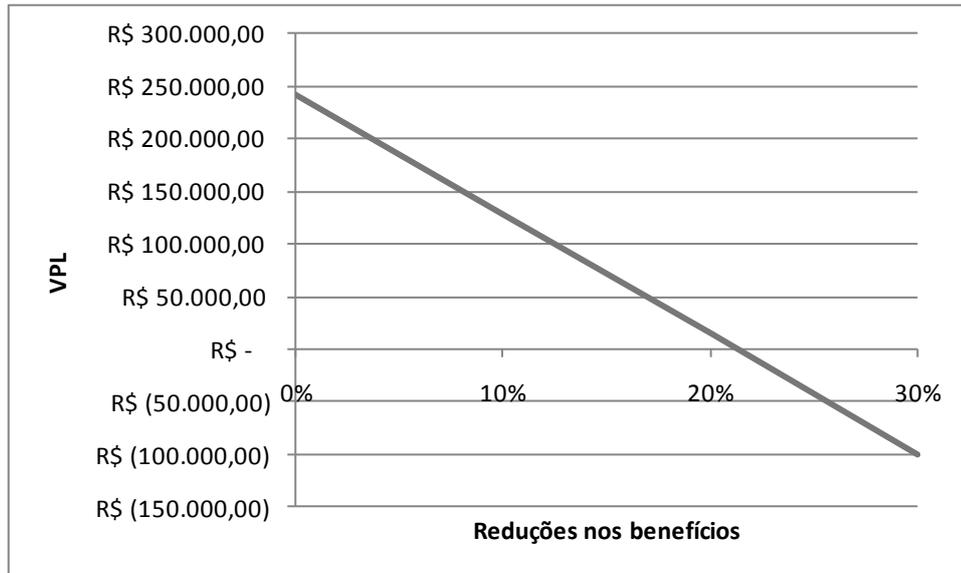


Figura 16: comportamento do VPL ao aumento dos custos em 25% e redução dos benefícios em 10,20 e 30%

Indicador	Custos (c. impl. +25%)	Benefícios (- 10%)	Total
VPL 15% 24 anos	R\$ (897.954,15)	R\$ 1.026.489,01	R\$ 128.534,86
TIR	-	-	16,90%
TRC	-	-	18 anos
B/C	-	-	0,14

Indicador	Custos (c. impl. +25%)	Benefícios (- 20%)	Total
VPL 15% 24 anos	R\$ (897.954,15)	R\$ 912.434,68	R\$ 14.480,53
TIR	-	-	15,22%
TRC	-	-	23 anos
B/C	-	-	1,02

Indicador	Custos (c. impl. +25%)	Benefícios (- 30%)	Total
VPL 15% 24 anos	R\$ (897.954,15)	R\$ 798.380,34	R\$ (99.573,81)
TIR	-	-	13,43%
TRC	-	-	>24 anos
B/C	-	-	0,89

Quadro 18: sensibilidade ao aumento dos custos em 25% e redução dos benefícios em 10,20 e 30%

É possível observar que a viabilidade da Rodovia não é ameaçada pela variação das taxas de desconto que são usualmente praticadas para projetos deste porte. No entanto, quando avaliado em um cenário menos favorável, com a superestimação de custos em 25% e

minoração dos benefícios em 22% das estimativas iniciais, o projeto deixa de ser atraente, pois o VPL passa a ser negativo, a TIR, menor do que a TMA (de 15%) e a B/C, menor que 1.

Essa análise é, no entanto, limitada por considerar somente a mudança isolada de poucas variáveis, sem consideração à sua probabilidade de ocorrência ou às incertezas associadas à estimação das variáveis. Para lidar com essas questões de forma mais precisa recomenda-se a realização de uma análise probabilística de risco (Monte Carlo *simulations*), abordagem utilizada com frequência crescente em projetos de transportes (GWILLIAM, 2000). A análise probabilística de risco não está incluída nesse estudo devido a sua complexidade e necessidade de *software* específico que realize as milhares de iterações, avaliando o efeito de incertezas associadas à estimação de diversas variáveis de entrada, simultaneamente, e incorporando suas distribuições de probabilidade.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS E CONCLUSÕES

O Brasil passou por uma longa fase de redução gradativa nos investimentos em infraestrutura, especificamente em no setor de transportes. Isso faz com que haja uma demanda enorme de investimentos nesse setor. Interesses pela construção ou melhoramentos de rodovias são, portanto, muito grandes, mas os recursos públicos disponíveis são escassos, o que torna importantíssima uma avaliação criteriosa dos projetos rodoviários. Concluí-se que há uma grande necessidade de se criarem alternativas a BR-116, que hoje sofre com congestionamentos e acidentes. A Rodovia do Parque, em uma primeira análise, mostra-se uma alternativa viável, em relação aos aspectos socioeconômicos, pois estima-se que ela traga benefícios que, ao serem monetizados, superem seus custos, num horizonte de projeto de 20 anos.

É necessário, no entanto, ter ciência de que o aumento dos custos do projeto em 25%, combinado com a redução dos benefícios acima de 22%, torna o projeto inviável. Para o caso da BR-448 isso é compreensível, visto que se trata de um projeto rodoviário muito complexo e, conseqüentemente, muito caro. Não causaria estranheza que ao término da construção da Rodovia seja aberto um processo licitatório para concessão da mesma. Com isso os custos de manutenção e operação não onerariam os cofres públicos.

Também cabe salientar que um projeto como o da rodovia BR-448, orçado em R\$ 824,3 milhões, caminha na contramão dos projetos de infraestrutura de transportes executados em regiões economicamente mais desenvolvidas do Brasil, como os estados de São Paulo, Rio de Janeiro e Minas Gerais. Nessas regiões as Participações Público-Privadas (ou Parcerias Público-Privadas) já compõem grande parte dos projetos de infraestrutura de transportes, aliviando os cofres públicos e trazendo maior rigor e precisão na execução e prestação de serviços, devido à participação de empresas privadas, que querem reduzir os custos e perdas para maximizar sua rentabilidade.

Em relação ao método utilizado, entende-se a ACB como sendo um método de fácil aplicação e entendimento dos resultados. O método ACB é amplamente difundido, mas começa a perder

espaço para um novo método, chamado Multicritérios, que aborda tanto os parâmetros objetivos como os parâmetros subjetivos de um projeto.

Os resultados obtidos através da aplicação do método proposto são considerados pertinentes dentro do que se propôs o trabalho, reconhecidas as limitações na determinação precisa dos custos do projeto, que foram amplamente discutidas ao longo da realização do mesmo, e na determinação de incertezas que possam alterar os resultados da análise. Nesse sentido, cabe o reconhecimento da necessária complementação do método exposto, notadamente na agregação de valores reais dos custos de manutenção e operação, na mensuração de outros benefícios (como por exemplo, a redução do valor do frete e a valorização do uso do solo na região da rodovia) e na realização de uma análise probabilística de risco.

REFERÊNCIAS

ABREU, P. F. S. P.; STEPHAN, C. **Análise de Investimentos**. Rio de Janeiro: Campus, 1982.

ADLER, H. A. **Economic appraisal of transport projects: a manual with case studies**. rev. exp. ed. Baltimore: The Johns Hopkins University Press, 1987, EDI Series in Economic Development.

AKISHINO, P. **Apostila do curso de graduação em engenharia civil: estudos de tráfego**. [Curitiba]: Universidade Federal do Paraná, [2010]. Capítulo 6. Disponível em: <www.dtt.ufpr.br/Trafego/Arquivos/TranspBCap06.pdf>. Acesso em: 02 out. 2010.

ASSOCIAÇÃO POR VIAS SEGURAS. **Acidentes ocorridos nas Rodovias Federais em 2005: BR-116 – RS**. 2009. Disponível em: <<http://www.vias-seguras.com/content/download/669/3180/file/Rodovia%20Br%20116%20-%20RS.pdf>>. Acesso em: 29 maio 2010.

BACHA, E. L.; ARAÚJO, A. B.; MATA, M.; MODENESI, R. L. **Análise governamental de projetos de investimento no Brasil: procedimentos e recomendações**. 3 ed. Rio de Janeiro: IPEA/INPES, 1974.

BARRETO, J. R. F. **Indicadores da função transporte para empresas de *utility*: um estudo de caso**. 100 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

BEN-AKIVA, M.; LERMAN, S. R. **Discrete Choice Analysis: theory and application to travel demand**. 5 ed. Cambridge: The Massachusetts Institute of Technology Press, 1985.

BRASIL. Ministério dos Transportes. Departamento Nacional de Estradas de Rodagem. Diretoria de Planejamento. **Manual interamericano de avaliação econômica dos projetos rodoviários**. Rio de Janeiro, 1979.

BRASIL. Ministério dos Transportes. Empresa de Trens Urbanos de Porto Alegre. **Estudo de viabilidade de expansão do sistema Trensurb: Região Metropolitana de Porto Alegre**. Brasília, [1997].

BRASIL. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada; Associação Nacional de Transportes Públicos. **Redução das deseconomias urbanas com a melhoria do transporte público: relatório síntese**. São Paulo: IPEA, 1998. Disponível em: <<http://www.ipea.gov.br/pub/livros/transportes.pdf>>. Acesso em: 15 out. 2010.

BRASIL. Ministério dos Transportes Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. Diretoria Geral. Diretoria Executiva. Instituto de Pesquisas Rodoviárias. **Custos de acidentes de trânsito nas rodovias federais: sumário executivo**. Rio de Janeiro, 2004.

BRASIL. Ministério dos Transportes. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. Diretoria de Planejamento e Pesquisa. Coordenação Geral de Estudos e Pesquisa.

Instituto de Pesquisas Rodoviárias. **Manual de Projeto de Interseções**. 2. ed. Rio de Janeiro, 2005.

BRASIL. Ministério dos Transportes Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. Diretoria de Planejamento e Pesquisa. Coordenação Geral de Estudos e Pesquisa. **Custos Médios Gerenciais**. Brasília, 2010. Disponível em: <<https://gestao.dnit.gov.br/planejamento-e-pesquisa/planejamento/custo-medio-gerencial/custo-medio-gerencial-2010>>. Acesso em 12 out. 2010.

BUARQUE, C. **Avaliação econômica de projetos**: uma apresentação didática. 2. ed. Rio de Janeiro: Campus, 1986.

CAMPUS, C.; MANTEIGAS, V. **As técnicas de análise custo-efetividade e custo-utilidade no âmbito da saúde**. Lisboa: Universidade Nova de Lisboa, 2005. Módulo de Economia da Saúde do Curso de Mestrado em Saúde Pública.

CONTADOR, C. R. **Avaliação Social de Projetos**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 1988.

DALBEM, M. C.; BRANDÃO, L.; SOARES, D. L. A. M. Avaliação econômica de projetos de transporte: melhores práticas e recomendações para o Brasil. **Revista de Administração Pública**, Rio de Janeiro, v. 44, n. 1, p. 87-117, jan./fev. 2010.

FUNDAÇÃO GETÚLIO VARGAS. Instituto Brasileiro de Economia. **FGVDados**. Rio de Janeiro, 2010. Série IGP M-FGV. Disponível em: <http://www14.fgv.br/novo_fgvdados/consulta.aspx?cntrl=1724973857&serie=700012>. Acesso em: 12 out. 2010.

GWILLIAM, K. **The value of time in economic evaluation of transport projects**: lessons from recent research. Transport Note No. OT-5. Washington D.C.: The World Bank, 1997.

HUMMEL, P. R. V.; TASCHNER, M. R. B. **Análise e decisão sobre investimentos e financiamentos**: Engenharia econômica - teoria e prática. 4. ed. São Paulo: Atlas, 1995.

INSTITUTO METHODUS. **Pesquisa de opinião**: usuários da BR-116. Porto Alegre, 2010. Disponível em: <<http://institutomethodus.tempsite.ws/pesquisa/190>>. Acesso em: 13 set. 2010.

LASTRAN. **Análise de alternativas para os problemas advindos da saturação da BR-116, trecho entre Porto Alegre e Novo Hamburgo**: relatório final. 2001. 279 f. Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

LANG, A. E. **As ferrovias no Brasil e avaliação econômica de projetos**: uma aplicação em projetos ferroviários. 2007. 154 f. Dissertação (Mestrado em Transportes) – Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, Brasília.

LEVIN, H. M. **Cost-Effectiveness – A Primer**: new perspectives in evaluation. 4. ed. Beverly Hills / London / New Delhi: Sage Publications, 1983.

LINS, G. E. **Análise econômica de investimentos**. 2. ed. Rio de Janeiro: Apec, 1976.

KRAEMER, T. H. **Modelo Econômico de Controle e Avaliação de Impactos Ambientais – MECAIA**. 2002. 192 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

MARCHETTI, V. **Risco e Decisão em investimento produtivo**. Porto Alegre: UFRGS: 1995.

MOTTA, R. S. Utilização de Critérios Econômicos para Valorização da Água no Brasil. **Texto para Discussão**, Rio de Janeiro, n. 556, p. 1-80. abr. 1998. Disponível em: <http://www.ipea.gov.br/pub/td/1998/td_0556.pdf>. Acesso em 13 ago. 2010.

NEVES, C. **Análise de Investimentos: projetos industriais e engenharia econômica**. Rio de Janeiro: Zahar, 1982.

OLIVEIRA, A. C.; SANTOS, A.; SANTOS, J. C.; YOSHINAGA, L.; OLIVEIRA, M. B. São Paulo, Universidade de São Paulo, Instituto de Física, 1999. Armazena os trabalhos dos alunos que participaram do projeto Energia: a essência dos fenômenos. Disponível em: <<http://www.cepa.if.usp.br/energia/energia1999/Grupo4A/rodovias.htm>>. Acesso em: 15 jun. 2010.

ORTÚZAR, J. D.; WILLUMSEN, L. G. **Modelling Transport**. Londres: John Wiley, 1990.

PINTAUD, M. F. **A excelência no atendimento a clientes como diferencial competitivo: um estudo de caso**. 2002. 265 f. Dissertação (Mestrado em Gestão da Qualidade e Produtividade) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

PEDROZO, L. G. **Custos da infra-estrutura rodoviária: análise e sistematização**. 2001. 183 f. Dissertação (Mestrado em Transportes) – Mestrado Profissionalizante em Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

PORTO, J. M. F.; ALMEIDA, M.; FIGUEIREDO, S. M. S. **Reciclagem para condutores infratores do código de trânsito brasileiro**. São Paulo: Senac São Paulo, 2004.

QUEM USARÁ A RODOVIA DO PARQUE. **Zero Hora**, Porto Alegre, v. 1, n. 16106, p. 32, 26 set. 2009.

RIO GRANDE DO SUL. Departamento Autônomo de Estradas de Rodagem. **Exploração mediante concessão patrocinada do sistema rodoviário – ERS-010 – Rodovia do Progresso e ligações viárias, integrantes do anel rodoviário metropolitano**. Porto Alegre, 2010. Disponível em: <www.investimentos.ppp.rs.gov.br/uploads/1271973017apres2.pdf> Acesso em: 21 out. 2010

SEHN, D. **Avaliação econômica de projetos de infraestrutura de transportes: uma metodologia aplicada à tomada de decisão governamental**. 2009. 93 f. Trabalho de Diplomação (Graduação em Ciências Econômicas) – Departamento de Ciências Econômicas, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

SILVA, L. K. Avaliação tecnológica e análise custo-efetividade em saúde: a incorporação de tecnologias e a produção de diretrizes clínicas para o SUS. **Ciência e saúde coletiva**, Rio de

Janeiro, v. 8, n. 2, p. 7, mar. 2003. Disponível em:
<http://www.scielo.org/scielo.php?pid=S1413-81232003000200014&script=sci_arttext>.
Acesso em: 18 ago. 2010.

UNITED STATES OF AMERICA. Transportation Research Board. **Highway Capacity Manual**. Washington D.C.: National Research Council, 2000.

WORLD BANK. TRN-15. Transport Notes. **Valuation of time savings**. Whashington D.C., 2005. Disponível em:
<web.worldbank.org/WBSITE/EXTERNAL/TOPICS/EXTTRANSPORT/EXTTES/0,,contentMDK:20464962~isCURL:Y~menuPK:1165113~pagePK:148956~piPK:216618~theSitePK:338532,00.html>. Acesso em: 6 jun. 2010.

APÊNDICE A – Cálculo da redução de tempo

Trecho	Ano	VDM								UCP		Volumes Horários				Taxas de Fluxo Equivalente				Velocidades				Economias de tempo		Economia em Horas	Valoração das Economias R\$	
		Autos		Caminhões		Ônibus		Total				Volume Horário Pico		Volume horário Comercial		Taxa de Fluxo Equivalente Pico		Taxa de Fluxo Equivalente Comercial		Velocidade PICO		Velocidade Comercial		Economia Tempo Pico	Economia Tempo Comercial			
		SP	CP	SP	CP	SP	CP	SP	CP	SP	CP	SP	CP	SP	CP	SP	CP	SP	CP	SP	CP	SP	CP	CP	CP			
BR116a	2012	59600	31900	11900	5400	1100	700	72600	38000	85050	43750	9356	4813	5103	2625	2542	1308	1387	713	62	80	80	80	0,03	0,00	259018	R\$	1.445.322,31
	2013	61660	32460	12620	5560	1100	720	75380	38740	88550	44660	9741	4913	5313	2680	2647	1335	1444	728	60	80	80	80	0,03	0,00	316405	R\$	1.765.542,42
	2014	63720	33020	13340	5720	1100	740	78160	39480	92050	45570	10126	5013	5523	2734	2751	1362	1501	743	58	80	79	80	0,04	0,00	385162	R\$	2.149.202,48
	2015	65780	33580	14060	5880	1100	760	80940	40220	95550	46480	10511	5113	5733	2789	2856	1389	1558	758	55	80	79	80	0,04	0,00	464955	R\$	2.594.448,20
	2016	67840	34140	14780	6040	1100	780	83720	40960	99050	47390	10896	5213	5943	2843	2961	1417	1615	773	53	80	78	80	0,05	0,00	556112	R\$	3.103.106,16
	2017	69900	34700	15500	6200	1100	800	86500	41700	102550	48300	11281	5313	6153	2898	3065	1444	1672	788	51	80	77	80	0,06	0,00	659701	R\$	3.681.132,28
	2018	72060	35620	16300	6320	1120	800	89480	42740	106340	49460	11697	5441	6380	2968	3179	1478	1734	806	48	79	76	80	0,06	0,00	788865	R\$	4.401.864,46
	2019	74220	36540	17100	6440	1140	800	92460	43780	110130	50620	12114	5568	6608	3037	3292	1513	1796	825	45	79	76	80	0,07	0,01	939671	R\$	5.243.365,30
	2020	76380	37460	17900	6560	1160	800	95440	44820	113920	51780	12531	5696	6835	3107	3405	1548	1857	844	43	79	75	80	0,08	0,01	1116772	R\$	6.231.588,92
	2021	78540	38380	18700	6680	1180	800	98420	45860	117710	52940	12948	5823	7063	3176	3519	1582	1919	863	40	78	74	80	0,09	0,01	1326189	R\$	7.400.132,22
	2022	80700	39300	19500	6800	1200	800	101400	46900	121500	54100	13365	5951	7290	3246	3632	1617	1981	882	37	78	73	80	0,11	0,01	1575920	R\$	8.793.632,53
	2023	82560	39840	20280	6980	1220	820	104060	47640	124950	55030	13745	6053	7497	3302	3735	1645	2037	897	34	78	72	80	0,12	0,01	1847946	R\$	10.311.540,24
	2024	84420	40380	21060	7160	1240	840	106720	48380	128400	55960	14124	6156	7704	3358	3838	1673	2093	912	32	77	71	80	0,14	0,01	2173677	R\$	12.129.116,85
	2025	86280	40920	21840	7340	1260	860	109380	49120	131850	56890	14504	6258	7911	3413	3941	1701	2150	928	29	77	70	80	0,16	0,01	2568816	R\$	14.333.993,36
	2026	88140	41460	22620	7520	1280	880	112040	49860	135300	57820	14883	6360	8118	3469	4044	1728	2206	943	26	77	69	80	0,19	0,02	3055921	R\$	17.052.041,15
	2027	90000	42000	23400	7700	1300	900	114700	50600	138750	58750	15263	6463	8325	3525	4147	1756	2262	958	24	76	68	80	0,23	0,02	3668612	R\$	20.470.853,58
	2028	92080	42600	24380	7960	1300	900	117760	51460	142790	59870	15707	6586	8567	3592	4268	1790	2328	976	20	76	66	80	0,28	0,02	4617733	R\$	25.766.947,75
2029	94160	43200	25360	8220	1300	900	120820	52320	146830	60990	16151	6709	8810	3659	4389	1823	2394	994	17	75	65	80	0,35	0,02	5960363	R\$	33.258.823,64	
2030	96240	43800	26340	8480	1300	900	123880	53180	150870	62110	16596	6832	9052	3727	4510	1857	2460	1013	14	75	64	80	0,46	0,02	7994376	R\$	44.608.617,81	
2031	98320	44400	27320	8740	1300	900	126940	54040	154910	63230	17040	6955	9295	3794	4630	1890	2526	1031	10	74	62	80	0,65	0,03	11421652	R\$	63.732.819,00	
2032	100400	45000	28300	9000	1300	900	130000	54900	158950	64350	17485	7079	9537	3861	4751	1924	2592	1049	10	74	61	80	0,67	0,03	12054245	R\$	67.262.685,29	
BR116b	2012	73700	56000	17300	5800	1600	900	92600	62700	110700	68950	12177	7585	6642	4137	3309	2061	1805	1124	45	71	75	80	0,03	0,00	412264	R\$	2.300.431,67
	2013	75360	56540	18140	5900	1620	920	95120	63360	114070	69720	12548	7669	6844	4183	3410	2084	1860	1137	43	71	75	80	0,03	0,00	487938	R\$	2.722.692,85
	2014	77020	57080	18980	6000	1640	940	97640	64020	117440	70490	12918	7754	7046	4229	3510	2107	1915	1149	40	70	74	80	0,04	0,00	576079	R\$	3.214.522,95
	2015	78680	57620	19820	6100	1660	960	100160	64680	120810	71260	13289	7839	7249	4276	3611	2130	1970	1162	38	70	73	80	0,05	0,00	679357	R\$	3.790.812,43
	2016	80340	58160	20660	6200	1680	980	102680	65340	124180	72030	13660	7923	7451	4322	3712	2153	2025	1174	35	70	72	80	0,05	0,01	801283	R\$	4.471.160,73
	2017	82000	58700	21500	6300	1700	1000	105200	66000	127550	72800	14031	8008	7653	4368	3813	2176	2080	1187	32	69	71	80	0,06	0,01	946574	R\$	5.281.883,17
	2018	83840	59180	22480	6520	1700	1000	108020	66700	131350	73720	14449	8109	7881	4423	3926	2204	2142	1202	29	69	70	80	0,07	0,01	1146389	R\$	6.396.853,01
	2019	85680	59660	23460	6740	1700	1000	110840	67400	135150	74640	14867	8210	8109	4478	4040	2231	2204	1217	26	68	69	80	0,09	0,01	1397732	R\$	7.799.345,95
	2020	87520	60140	24440	6960	1700	1000	113660	68100	138950	75560	15285	8312	8337	4534	4153	2259	2265	1232	23	68	68	80	0,10	0,01	1721475	R\$	9.605.830,60
	2021	89360	60620	25420	7180	1700	1000	116480	68800	142750	76480	15703	8413	8565	4589	4267	2286	2327	1247	20	67	66	80	0,13	0,01	2151646	R\$	12.006.186,78
	2022	91200	61100	26400	7400	1700	1000	119300	69500	146550	77400	16121	8514	8793	4644	4381	2314	2389	1262	17	67	65	80	0,16	0,01	2747758	R\$	15.332.489,03
	2023	93060	62040	27400	7620	1720	1020	122180	70680	150440	78810	16548	8669	9026	4729	4497	2356	2453	1285	14	66	64	80	0,21	0,01	3647333	R\$	20.352.115,44
	2024	94920	62980	28400	7840	1740	1040	125060	71860	154330	80220	16976	8824	9260	4813	4613	2398	2516	1308	11	65	63	80	0,29	0,01	5115196	R\$	28.542.793,06
	2025	96780	63920	29400	8060	1760	1060	127940	73040	158220	81630	17404	8979	9493	4898	4729	2440	2580	1331	10	64	61	80	0,31	0,01	5688771	R\$	31.743.342,98
	2026	98640	64860	30400	8280	1780	1080	130820	74220	162110	83040	17832	9134	9727	4982	4846	2482	2643	1354	10	63	60	80	0,31	0,02	5837384	R\$	32.572.600,52
	2027	100500	65800	31400	8500	1800	1100	133700	75400	166000	84450	18260	9290	9960	5067	4962	2524	2707	1377	10	62	59	80	0,31	0,02	5987142	R\$	33.408.255,10
	2028	102480	66740	32580	8700	1820	1120	136680	76560	170370	85820	18741	9440	10222	5149	5093	2565	2778	1399	10	62	57	80	0,31	0,02	6158460	R\$	34.364.207,90
2029	104460	67680	33760	8900	1840	1140	140060	77720	174740	87190	19221	9591	10484	5231	5223	2606	2849	1422	10	61	56	80	0,31	0,02	6330686	R\$	35.325.226,56	
2030	106440	68620	34940	9100	1860	1160	143240	78880	179110	88560	19702	9742	10747	5314	5354	2647	2920	1444	10	60	54	80	0,31	0,02	6504550	R\$	36.295.386,29	
2031	108420	69560	36120	9300	1880	1180	146420	80040	183480	89930	20183	9892	11009	5396	5484	2688	2992	1466	10	59	52	80	0,31	0,02	6680633	R\$	37.277.934,20	
2032	110.400	70500	37300	9500	1900	1200	149600	81200	187850	91300	20664	10043	11271	5478	5615	2729	3063	1489	10	58	51	79	0,31	0,03	6859371	R\$	38.275.292,35	

Trecho	Ano	VDM								UCP		Volumes Horários				Taxas de Fluxo Equivalente				Velocidades				Economias de tempo		Economia em Horas	Valoração das Economias R\$	
		Autos		Caminhões		Ônibus		Total				Volume Horário Pico		Volume horário Comercial		Taxa de Fluxo Equivalente Pico		Taxa de Fluxo Equivalente Comercial		Velocidade PICO		Velocidade Comercial		Economia Tempo Pico	Economia Tempo Comercial			
		SP	CP	SP	CP	SP	CP	SP	CP	SP	CP	SP	CP	SP	CP	SP	CP	SP	CP	SP	CP	SP	CP	CP	CP			
BR116c	2012	124700	69800	22600	7100	1700	900	149000	77800	172450	85350	18970	9389	10347	5121	5155	2551	2812	1392	10	62	56	80	0,67	0,04	13510750	R\$	75.389.983,20
	2013	127660	71800	23620	7380	1720	920	153000	80100	177480	87940	19523	9673	10649	5276	5305	2629	2894	1434	10	60	55	80	0,67	0,05	13925287	R\$	77.703.101,74
	2014	130620	73800	24640	7660	1740	940	157000	82400	182510	90530	20076	9958	10951	5432	5455	2706	2976	1476	10	59	53	79	0,66	0,05	14340067	R\$	80.017.574,02
	2015	133580	75800	25660	7940	1760	960	161000	84700	187540	93120	20629	10243	11252	5587	5606	2783	3058	1518	10	57	51	79	0,66	0,06	14757832	R\$	82.348.701,16
	2016	136540	77800	26680	8220	1780	980	165000	87000	192570	95710	21183	10528	11554	5743	5756	2861	3140	1560	10	55	49	79	0,66	0,06	15179826	R\$	84.703.426,51
	2017	139500	79800	27700	8500	1800	1000	169000	89300	197600	98300	21736	10813	11856	5898	5907	2938	3222	1603	10	54	47	78	0,65	0,07	15607313	R\$	87.088.808,11
	2018	142860	81120	28840	8920	1820	1000	173520	91040	203270	100460	22360	11051	12196	6028	6076	3003	3314	1638	10	52	45	78	0,65	0,08	16124092	R\$	89.972.430,86
	2019	146220	82440	29980	9340	1840	1000	178040	92780	208940	102620	22983	11288	12536	6157	6245	3067	3407	1673	10	51	43	77	0,64	0,08	16658299	R\$	92.953.309,08
	2020	149580	83760	31120	9760	1860	1000	182560	94520	214610	104780	23607	11526	12877	6287	6415	3132	3499	1708	10	49	40	77	0,64	0,09	17214393	R\$	96.056.310,96
	2021	152940	85080	32260	10180	1880	1000	187080	96260	220280	106940	24231	11763	13217	6416	6584	3197	3592	1744	10	48	38	76	0,63	0,11	17798161	R\$	99.313.738,87
	2022	156300	86400	33400	10600	1900	1000	191600	98000	225950	109100	24855	12001	13557	6546	6754	3261	3684	1779	10	46	36	76	0,63	0,12	18417234	R\$	102.768.164,57
	2023	159380	87520	34520	10920	1920	1020	195820	99460	231300	110890	25443	12198	13878	6653	6914	3315	3771	1808	10	45	33	75	0,62	0,13	19055858	R\$	106.331.690,01
	2024	162460	88640	35640	11240	1940	1040	200040	100920	236650	112680	26032	12395	14199	6761	7074	3368	3858	1837	10	44	31	75	0,62	0,15	19748580	R\$	110.197.078,33
	2025	165540	89760	36760	11560	1960	1060	204260	102380	242000	114470	26620	12592	14520	6868	7234	3422	3946	1866	10	42	29	74	0,61	0,17	20511396	R\$	114.453.589,97
	2026	168620	90880	37880	11880	1980	1080	208480	103840	247350	116260	27209	12789	14841	6976	7394	3475	4033	1896	10	41	27	74	0,60	0,19	21366502	R\$	119.225.083,03
	2027	171700	92000	39000	12200	2000	1100	212700	105300	252700	118050	27797	12986	15162	7083	7554	3529	4120	1925	10	40	24	74	0,60	0,22	22345487	R\$	124.687.817,80
	2028	175100	93580	40380	12460	2020	1120	217500	107160	258890	120180	28478	13220	15533	7211	7739	3592	4221	1959	10	38	22	73	0,59	0,26	23690525	R\$	132.193.129,51
2029	178500	95160	41760	12720	2040	1140	222300	109020	265080	122310	29159	13454	15905	7339	7924	3656	4322	1994	10	36	19	72	0,58	0,31	25378109	R\$	141.609.847,86	
2030	181900	96740	43140	12980	2060	1160	227100	110880	271270	124440	29840	13688	16276	7466	8109	3720	4423	2029	10	35	16	72	0,57	0,39	27606807	R\$	154.045.982,04	
2031	185300	98320	44520	13240	2080	1180	231900	112740	277460	126570	30521	13923	16648	7594	8294	3783	4524	2064	10	33	13	71	0,56	0,49	30752065	R\$	171.596.520,44	
2032	188700	99900	45900	13500	2100	1200	236700	114600	283650	128700	31202	14157	17019	7722	8479	3847	4625	2098	10	32	10	71	0,55	0,66	35614259	R\$	198.727.567,72	
BR386	2012	18100	2800	10200	1100	700	200	29000	4100	39550	5300	4351	583	2373	318	1182	158	645	86	100	100	100	100	0,00	0,00	0	R\$	-
	2013	18640	2780	10640	1140	720	200	30000	4120	41000	5360	4510	590	2460	322	1226	160	668	87	100	100	100	100	0,00	0,00	0	R\$	-
	2014	19180	2760	11080	1180	740	200	31000	4140	42450	5420	4670	596	2547	325	1269	162	692	88	100	100	100	100	0,00	0,00	0	R\$	-
	2015	19720	2740	11520	1220	760	200	32000	4160	43900	5480	4829	603	2634	329	1312	164	716	89	100	100	100	100	0,00	0,00	0	R\$	-
	2016	20260	2720	11960	1260	780	200	33000	4180	45350	5540	4989	609	2721	332	1356	166	739	90	100	100	100	100	0,00	0,00	0	R\$	-
	2017	20800	2700	12400	1300	800	200	34000	4200	46800	5600	5148	616	2808	336	1399	167	763	91	100	100	100	100	0,00	0,00	0	R\$	-
	2018	21380	2826	12900	1380	800	200	35080	4406	48380	5886	5322	647	2903	353	1446	176	789	96	100	100	100	100	0,00	0,00	915	R\$	5.107,14
	2019	21960	2952	13400	1460	800	200	36160	4612	49960	6172	5496	679	2998	370	1493	184	815	101	99	100	100	100	0,00	0,00	2390	R\$	13.336,43
	2020	22540	3078	13900	1540	800	200	37240	4818	51540	6458	5669	710	3092	387	1541	193	840	105	99	100	100	100	0,00	0,00	4237	R\$	23.641,98
	2021	23120	3204	14400	1620	800	200	38320	5024	53120	6744	5843	742	3187	405	1588	202	866	110	98	100	100	100	0,00	0,00	6419	R\$	35.815,32
	2022	23700	3330	14900	1700	800	200	39400	5230	54700	7030	6017	773	3282	422	1635	210	892	115	98	100	100	100	0,00	0,00	8923	R\$	49.788,90
	2023	24220	3484	15380	1740	820	200	40420	5424	56210	7264	6183	799	3373	436	1680	217	916	118	97	100	100	100	0,00	0,00	11616	R\$	64.815,34
	2024	24740	3638	15860	1780	840	200	41440	5618	57720	7498	6349	825	3463	450	1725	224	941	122	96	100	100	100	0,00	0,00	14604	R\$	81.491,73
	2025	25260	3792	16340	1820	860	200	42460	5812	59230	7732	6515	851	3554	464	1770	231	966	126	96	100	100	100	0,00	0,00	17894	R\$	99.849,41
	2026	25780	3946	16820	1860	880	200	43480	6006	60740	7966	6681	876	3644	478	1816	238	990	130	95	100	100	100	0,00	0,00	21493	R\$	119.930,52
	2027	26300	4100	17300	1900	900	200	44500	6200	62250	8200	6848	902	3735	492	1861	245	1015	134	94	100	100	100	0,00	0,00	25410	R\$	141.785,57
	2028	26860	4360	17840	2000	900	220	45600	6580	63890	8690	7028	956	3833	521	1910	260	1042	142	93	100	100	100	0,00	0,00	30036	R\$	167.598,82
2029	27420	4620	18380	2100	900	240	46700	6960	65530	9180	7208	1010	3932	551	1959	274	1068	150	93	100	100	100	0,00	0,00	35063	R\$	195.654,08	
2030	27980	4880	18920	2200	900	260	47800	7340	67170	9670	7389	1064	4030	580	2008	289	1095	158	92	100	100	100	0,01	0,00	40509	R\$	226.040,80	
2031	28540	5140	19460	2300	900	280	48900	7720	68810	10160	7569	1118	4129	610	2057	304	1122	166	91	100	100	100	0,01	0,00	46390	R\$	258.855,95	
2032	29100	5400	20000	2400	900	300	50000	8100	70450	10650	7750	1172	4227	639	2106	318	1149	174	90	100	100	100	0,01	0,00	52725	R\$	294.203,90	

Trecho	Ano	VDM								UCP		Volumes Horários				Taxas de Fluxo Equivalente				Velocidades				Economias de tempo		Economia em Horas	Valoração das Economias R\$
		Autos		Caminhões		Ônibus		Total				Volume Horário Pico		Volume horário Comercial		Taxa de Fluxo Equivalente Pico		Taxa de Fluxo Equivalente Comercial		Velocidade PICO		Velocidade Comercial		Economia Tempo Pico	Economia Tempo Comercial		
		SP	CP	SP	CP	SP	CP	SP	CP	SP	CP	SP	CP	SP	CP	SP	CP	SP	CP	SP	CP	SP	CP	CP	CP		
BR448a	2012	-	36900	-	9500	-	400	-	46800		56500		6215		3390		1689		921		97		100				
	2013	-	38480	-	10000	-	400	-	48880		59080		6499		3545		1766		963		96		100				
	2014	-	40060	-	10500	-	400	-	50960		61660		6783		3700		1843		1005		94		100				
	2015	-	41640	-	11000	-	400	-	53040		64240		7066		3854		1920		1047		93		100				
	2016	-	43220	-	11500	-	400	-	55120		66820		7350		4009		1997		1089		92		100				
	2017	-	44800	-	12000	-	400	-	57200		69400		7634		4164		2074		1132		90		100				
	2018	-	45940	-	12500	-	400	-	58840		71540		7869		4292		2138		1166		89		100				
	2019	-	47080	-	13000	-	400	-	60480		73680		8105		4421		2202		1201		88		100				
	2020	-	48220	-	13500	-	400	-	62120		75820		8340		4549		2266		1236		87		100				
	2021	-	49360	-	14000	-	400	-	63760		77960		8576		4678		2330		1271		85		100				
	2022	-	50500	-	14500	-	400	-	65400		80100		8811		4806		2394		1306		84		100				
	2023	-	51360	-	14920	-	400	-	66680		81800		8998		4908		2445		1334		83		100				
	2024	-	52220	-	15340	-	400	-	67960		83500		9185		5010		2496		1361		82		100				
	2025	-	53080	-	15760	-	400	-	69240		85200		9372		5112		2547		1389		81		100				
	2026	-	53940	-	16180	-	400	-	70520		86900		9559		5214		2598		1417		80		100				
	2027	-	54800	-	16600	-	400	-	71800		88600		9746		5316		2648		1445		79		100				
2028	-	55840	-	17080	-	400	-	73320		90600		9966		5436		2708		1477		77		99					
2029	-	56880	-	17560	-	400	-	74840		92600		10186		5556		2768		1510		76		99					
2030	-	57920	-	18040	-	400	-	76360		94600		10406		5676		2828		1542		74		99					
2031	-	58960	-	18520	-	400	-	77880		96600		10626		5796		2888		1575		73		98					
2032	-	60000	-	19000	-	400	-	79400		98600		10846		5916		2947		1608		72		98					
BR448b	2012	-	41300	-	9700	-	500	-	51500		61450		6760		3687		1225		668		100		100				
	2013	-	43000	-	10180	-	520	-	53700		64140		7055		3848		1278		697		100		100				
	2014	-	44700	-	10660	-	540	-	55900		66830		7351		4010		1332		726		100		100				
	2015	-	46400	-	11140	-	560	-	58100		69520		7647		4171		1385		756		100		100				
	2016	-	48100	-	11620	-	580	-	60300		72210		7943		4333		1439		785		100		100				
	2017	-	49800	-	12100	-	600	-	62500		74900		8239		4494		1493		814		99		100				
	2018	-	51080	-	12600	-	600	-	64280		77180		8490		4631		1538		839		99		100				
	2019	-	52360	-	13100	-	600	-	66060		79460		8741		4768		1583		864		98		100				
	2020	-	53640	-	13600	-	600	-	67840		81740		8991		4904		1629		888		98		100				
	2021	-	54920	-	14100	-	600	-	69620		84020		9242		5041		1674		913		97		100				
	2022	-	56200	-	14600	-	600	-	71400		86300		9493		5178		1720		938		96		100				
	2023	-	57100	-	15020	-	600	-	72720		88040		9684		5282		1754		957		96		100				
	2024	-	58000	-	15440	-	600	-	74040		89780		9876		5387		1789		976		95		100				
	2025	-	58900	-	15860	-	600	-	75360		91520		10067		5491		1824		995		95		100				
	2026	-	59800	-	16280	-	600	-	76680		93260		10259		5596		1858		1014		94		100				
	2027	-	60700	-	16700	-	600	-	78000		95000		10450		5700		1893		1033		94		100				
2028	-	61780	-	17280	-	620	-	79680		97270		10700		5836		1938		1057		93		100					
2029	-	62860	-	17860	-	640	-	81360		99540		10949		5972		1984		1082		92		100					
2030	-	63940	-	18440	-	660	-	83040		101810		11199		6109		2029		1107		91		100					
2031	-	65020	-	19020	-	680	-	84720		104080		11449		6245		2074		1131		90		100					
2032	-	66100	-	19600	-	700	-	86400		106350		11699		6381		2119		1156		90		100					
BR448c	2012	-	52600	-	11000	-	800	-	64400		75800		8338		4548		1511		824		99		100				
	2013	-	54160	-	11480	-	800	-	66440		78320		8615		4699		1561		851		99		100				
	2014	-	55720	-	11960	-	800	-	68480		80840		8892		4850		1611		879		98		100				
	2015	-	57280	-	12440	-	800	-	70520		83360		9170		5002		1661		906		97		100				
	2016	-	58840	-	12920	-	800	-	72560		85880		9447		5153		1711		933		97		100				
	2017	-	60400	-	13400	-	800	-	74600		88400		9724		5304		1762		961		96		100				
	2018	-	62080	-	13980	-	820	-	76880		91270		10040		5476		1819		992		95		100				
	2019	-	63760	-	14560	-	840	-	79160		94140		10355		5648		1876		1023		94		100				
	2020	-	65440	-	15140	-	860	-	81440		97010		10671		5821		1933		1054		93		100				
	2021	-	67120	-	15720	-	880	-	83720		99880		10987		5993		1990		1086		92		100				
	2022	-	68800	-	16300	-	900	-	86000		102750		11303		6165		2048		1117		91		100				
	2023	-	70600	-	16860	-	900	-	88360		105670		11624		6340		2106		1149		90		100				
	2024	-	72400	-	17420	-	900	-	90720		108590		11945		6515		2164		1180		89		100				
	2025	-	74200	-	17980	-	900	-	93080		111510		12266		6691		2222		1212		88		100				
	2026	-	76000	-	18540	-	900	-	95440		114430		12587		6866		2280		1244		86		100				
	2027	-	77800	-	19100	-	900	-	97800		117350		12909		7041		2338		1276		85		100				
2028	-	79760	-	19900	-	920	-	100580		120940		13303		7256		2410		1315		84		100					
2029	-	81720	-	20700	-	940	-	103360		124530		13698		7472		2482		1354		82		100					
2030	-	83680	-	21500	-	960	-	106140		128120		14093		7687		2553		1393		81		100					
2031	-	85640	-	22300	-	980	-	108920		131710		14488		7903		2625		1432		79		100					
2032	-	87600	-	23100	-	1000	-	111700		135300		14883		8118		2696		1471		77		100					

APÊNDICE B – Cálculo da redução de acidentes

Trecho	Ano	VDM Total		Estimativa acidentes sem projeto			Previsão de redução acidentes com projeto		
		SP	CP	Com Mortos	Com Feridos	Sem Vítimas	Com Mortos	Com Feridos	Sem Vítimas
BR116a	2012	72600	38000	10,00	212,00	271,00	4,77	101,04	129,15
	2013	75380	38740	10,38	220,12	281,38	5,05	106,99	136,77
	2014	78160	39480	10,77	228,24	291,75	5,33	112,95	144,38
	2015	80940	40220	11,15	236,35	302,13	5,61	118,91	152,00
	2016	83720	40960	11,53	244,47	312,51	5,89	124,86	159,61
	2017	86500	41700	11,91	252,59	322,89	6,17	130,82	167,23
	2018	89480	42740	12,33	261,29	334,01	6,44	136,49	174,47
	2019	92460	43780	12,74	269,99	345,13	6,71	142,15	181,71
	2020	95440	44820	13,15	278,70	356,26	6,97	147,82	188,95
	2021	98420	45860	13,56	287,40	367,38	7,24	153,48	196,20
	2022	101400	46900	13,97	296,10	378,50	7,51	159,15	203,44
	2023	104060	47640	14,33	303,87	388,43	7,77	164,75	210,60
	2024	106720	48380	14,70	311,63	398,36	8,04	170,36	217,77
	2025	109380	49120	15,07	319,40	408,29	8,30	175,97	224,94
	2026	112040	49860	15,43	327,17	418,22	8,56	181,57	232,10
	2027	114700	50600	15,80	334,94	428,15	8,83	187,18	239,27
2028	117760	51460	16,22	343,87	439,57	9,13	193,60	247,48	
2029	120820	52320	16,64	352,81	450,99	9,44	200,03	255,70	
2030	123880	53180	17,06	361,74	462,42	9,74	206,45	263,91	
2031	126940	54040	17,48	370,68	473,84	10,04	212,88	272,12	
2032	130000	54900	17,91	379,61	485,26	10,34	219,30	280,33	
BR116b	2012	92600	62700	9	161	241	2,91	51,99	77,82
	2013	95120	63360	9,24	165,38	247,56	3,09	55,22	82,66
	2014	97640	64020	9,49	169,76	254,12	3,27	58,45	87,50
	2015	100160	64680	9,73	174,14	260,68	3,45	61,69	92,34
	2016	102680	65340	9,98	178,53	267,23	3,63	64,92	97,18
	2017	105200	66000	10,22	182,91	273,79	3,81	68,16	102,02
	2018	108020	66700	10,50	187,81	281,13	4,02	71,84	107,54
	2019	110840	67400	10,77	192,71	288,47	4,22	75,53	113,06
	2020	113660	68100	11,05	197,62	295,81	4,43	79,21	118,57
	2021	116480	68800	11,32	202,52	303,15	4,63	82,90	124,09
	2022	119300	69500	11,60	207,42	310,49	4,84	86,59	129,61
	2023	122180	70680	11,87	212,43	317,98	5,01	89,54	134,03
	2024	125060	71860	12,15	217,44	325,48	5,17	92,50	138,46
	2025	127940	73040	12,43	222,44	332,98	5,34	95,45	142,88
	2026	130820	74220	12,71	227,45	340,47	5,50	98,41	147,31
	2027	133700	75400	12,99	232,46	347,97	5,67	101,36	151,73
2028	136880	76560	13,30	237,99	356,24	5,86	104,88	156,99	
2029	140060	77720	13,61	243,52	364,52	6,06	108,39	162,25	
2030	143240	78880	13,92	249,05	372,80	6,26	111,90	167,50	
2031	146420	80040	14,23	254,57	381,07	6,45	115,41	172,76	
2032	149600	81200	14,54	260,10	389,35	6,65	118,92	178,02	
BR116c	2012	149000	77800	9	193	550	4,30	92,23	262,82
	2013	153000	80100	9,24	198,18	564,77	4,40	94,43	269,09
	2014	157000	82400	9,48	203,36	579,53	4,51	96,63	275,37
	2015	161000	84700	9,72	208,54	594,30	4,61	98,83	281,64
	2016	165000	87000	9,97	213,72	609,06	4,71	101,03	287,92
	2017	169000	89300	10,21	218,91	623,83	4,81	103,24	294,19
	2018	173520	91040	10,48	224,76	640,51	4,98	106,84	304,46
	2019	178040	92780	10,75	230,62	657,19	5,15	110,44	314,72
	2020	182560	94520	11,03	236,47	673,88	5,32	114,04	324,98
	2021	187080	96260	11,30	242,33	690,56	5,49	117,64	335,24
	2022	191600	98000	11,57	248,18	707,25	5,65	121,24	345,50
	2023	195820	99460	11,83	253,65	722,83	5,82	124,82	355,69
	2024	200040	100920	12,08	259,11	738,40	5,99	128,39	365,88
	2025	204260	102380	12,34	264,58	753,98	6,15	131,97	376,07
	2026	208480	103840	12,59	270,04	769,56	6,32	135,54	386,26
	2027	212700	105300	12,85	275,51	785,13	6,49	139,12	396,44
2028	217500	107160	13,14	281,73	802,85	6,66	142,92	407,30	
2029	222300	109020	13,43	287,95	820,57	6,84	146,73	418,15	
2030	227100	110880	13,72	294,16	838,29	7,02	150,54	429,00	
2031	231900	112740	14,01	300,38	856,01	7,20	154,35	439,85	
2032	236700	114600	14,30	306,60	873,72	7,38	158,16	450,70	

APÊNDICE C – Cálculo da redução do consumo de combustível

Trecho	Ano	UCP		Velocidade PICO		Velocidade Comercial		Consumo l/km PICO		Consumo l/km Comercial		Economia trecho		Economia litros de combustível Total por dia
		SP	CP	SP	CP	SP	CP	SP	CP	SP	CP	Pico	Comercial	
BR116a	2012	85050	43750	62	80	80	80	0,098	0,088	0,088	0,088	0,075	0,000	2805
	2013	88550	44660	60	80	80	80	0,099	0,088	0,088	0,088	0,086	0,001	3372
	2014	92050	45570	58	80	79	80	0,101	0,088	0,088	0,088	0,097	0,003	4044
	2015	95550	46480	55	80	79	80	0,102	0,088	0,089	0,088	0,109	0,005	4809
	2016	99050	47390	53	80	78	80	0,104	0,088	0,089	0,088	0,122	0,008	5659
	2017	102550	48300	51	80	77	80	0,106	0,088	0,089	0,088	0,135	0,010	6596
	2018	106340	49460	48	79	76	80	0,108	0,088	0,090	0,088	0,150	0,014	7725
	2019	110130	50620	45	79	76	80	0,110	0,088	0,090	0,088	0,167	0,017	8998
	2020	113920	51780	43	79	75	80	0,113	0,089	0,091	0,088	0,186	0,021	10439
	2021	117710	52940	40	78	74	80	0,116	0,089	0,091	0,088	0,206	0,025	12081
	2022	121500	54100	37	78	73	80	0,119	0,089	0,092	0,088	0,230	0,029	13964
	2023	124950	55030	34	78	72	80	0,122	0,089	0,092	0,088	0,254	0,033	15945
	2024	128400	55960	32	77	71	80	0,126	0,089	0,093	0,088	0,283	0,037	18231
	2025	131850	56890	29	77	70	80	0,131	0,090	0,093	0,088	0,316	0,041	20903
	2026	135300	57820	26	77	69	80	0,136	0,090	0,094	0,088	0,355	0,045	24075
	2027	138750	58750	24	76	68	80	0,142	0,090	0,095	0,088	0,403	0,050	27918
	2028	142790	59870	20	76	66	80	0,152	0,090	0,095	0,088	0,475	0,055	33635
2029	146830	60990	17	75	65	80	0,165	0,090	0,096	0,088	0,574	0,061	41395	
2030	150870	62110	14	75	64	80	0,184	0,091	0,097	0,088	0,721	0,067	52708	
2031	154910	63230	10	74	62	80	0,216	0,091	0,098	0,088	0,964	0,073	71131	
2032	158950	64350	10	74	61	80	0,219	0,091	0,098	0,088	0,985	0,080	74950	
BR116b	2012	110700	68950	45	71	75	80	0,111	0,093	0,090	0,088	0,067	0,008	3698
	2013	114070	69720	43	71	75	80	0,113	0,093	0,091	0,088	0,074	0,010	4288
	2014	117440	70490	40	70	74	80	0,115	0,093	0,091	0,088	0,083	0,012	4956
	2015	120810	71260	38	70	73	80	0,118	0,093	0,092	0,088	0,093	0,013	5716
	2016	124180	72030	35	70	72	80	0,121	0,093	0,092	0,088	0,104	0,015	6584
	2017	127550	72800	32	69	71	80	0,125	0,094	0,093	0,088	0,116	0,017	7586
	2018	131350	73720	29	69	70	80	0,130	0,094	0,093	0,088	0,133	0,019	8914
	2019	135150	74640	26	68	69	80	0,136	0,094	0,094	0,088	0,153	0,022	10522
	2020	138950	75560	23	68	68	80	0,143	0,095	0,095	0,088	0,178	0,024	12517
	2021	142750	76480	20	67	66	80	0,152	0,095	0,095	0,088	0,211	0,027	15072
	2022	146550	77400	17	67	65	80	0,164	0,095	0,096	0,088	0,255	0,029	18487
	2023	150440	78810	14	66	64	80	0,182	0,096	0,097	0,088	0,319	0,032	23446
	2024	154330	80220	11	65	63	80	0,210	0,096	0,097	0,088	0,423	0,035	31303
	2025	158220	81630	10	64	61	80	0,219	0,097	0,098	0,088	0,454	0,038	34458
	2026	162110	83040	10	63	60	80	0,219	0,097	0,099	0,088	0,452	0,041	35413
	2027	166000	84450	10	62	59	80	0,219	0,098	0,100	0,088	0,450	0,044	36379
	2028	170370	85820	10	62	57	80	0,219	0,098	0,101	0,088	0,448	0,048	37503
2029	174740	87190	10	61	56	80	0,219	0,099	0,102	0,088	0,446	0,052	38632	
2030	179110	88560	10	60	54	80	0,219	0,099	0,103	0,088	0,444	0,056	39774	
2031	183480	89930	10	59	52	80	0,219	0,100	0,104	0,088	0,442	0,060	40934	
2032	187850	91300	10	58	51	79	0,219	0,100	0,106	0,088	0,440	0,064	42117	
BR116c	2012	172450	85350	10	62	56	80	0,219	0,098	0,102	0,088	0,970	0,108	82521
	2013	177480	87940	10	60	55	80	0,219	0,099	0,103	0,088	0,962	0,117	85103
	2014	182510	90530	10	59	53	79	0,219	0,100	0,104	0,088	0,954	0,127	87660
	2015	187540	93120	10	57	51	79	0,219	0,101	0,106	0,089	0,945	0,136	90224
	2016	192570	95710	10	55	49	79	0,219	0,102	0,107	0,089	0,935	0,147	92805
	2017	197600	98300	10	54	47	78	0,219	0,104	0,109	0,089	0,925	0,158	95412
	2018	203270	100460	10	52	45	78	0,219	0,105	0,111	0,089	0,917	0,172	98738
	2019	208940	102620	10	51	43	77	0,219	0,106	0,113	0,089	0,908	0,187	102185
	2020	214610	104780	10	49	40	77	0,219	0,107	0,115	0,090	0,898	0,204	105782
	2021	220280	106940	10	48	38	76	0,219	0,108	0,118	0,090	0,888	0,222	109566
	2022	225950	109100	10	46	36	76	0,219	0,110	0,121	0,090	0,877	0,243	113583
	2023	231300	110890	10	45	33	75	0,219	0,111	0,124	0,090	0,868	0,265	117808
	2024	236650	112680	10	44	31	75	0,219	0,112	0,127	0,091	0,858	0,291	122395
	2025	242000	114470	10	42	29	74	0,219	0,113	0,131	0,091	0,848	0,320	127443
	2026	247350	116260	10	41	27	74	0,219	0,114	0,135	0,091	0,837	0,353	133095
	2027	252700	118050	10	40	24	74	0,219	0,116	0,140	0,091	0,826	0,393	139549
	2028	258890	120180	10	38	22	73	0,219	0,118	0,148	0,092	0,812	0,450	148350
2029	265080	122310	10	36	19	72	0,219	0,120	0,157	0,092	0,796	0,522	159325	
2030	271270	124440	10	35	16	72	0,219	0,122	0,170	0,092	0,779	0,620	173709	
2031	277460	126570	10	33	13	71	0,219	0,124	0,187	0,093	0,761	0,758	193839	
2032	283650	128700	10	32	10	71	0,219	0,126	0,214	0,093	0,742	0,970	224684	
BR386	2012	39550	5300	100	100	100	100	0,079	0,079	0,079	0,079	0,000	0,000	0
	2013	41000	5360	100	100	100	100	0,079	0,079	0,079	0,079	0,000	0,000	0
	2014	42450	5420	100	100	100	100	0,079	0,079	0,079	0,079	0,000	0,000	0
	2015	43900	5480	100	100	100	100	0,079	0,079	0,079	0,079	0,000	0,000	0
	2016	45350	5540	100	100	100	100	0,079	0,079	0,079	0,079	0,000	0,000	0
	2017	46800	5600	100	100	100	100	0,079	0,079	0,079	0,079	0,000	0,000	0
	2018	48380	5886	100	100	100	100	0,079	0,079	0,079	0,079	0,001	0,000	15
	2019	49960	6172	99	100	100	100	0,079	0,079	0,079	0,079	0,002	0,000	40
	2020	51540	6458	99	100	100	100	0,080	0,079	0,079	0,079	0,003	0,000	70
	2021	53120	6744	98	100	100	100	0,080	0,079	0,079	0,079	0,005	0,000	106
	2022	54700	7030	98	100	100	100	0,080	0,079	0,079	0,079	0,006	0,000	146
	2023	56210	7264	97	100	100	100	0,080	0,079	0,079	0,079	0,008	0,000	189
	2024	57720	7498	96	100	100	100	0,081	0,079	0,079	0,079	0,009	0,000	237
	2025	59230	7732	96	100	100	100	0,081	0,079	0,079	0,079	0,011	0,000	289
	2026	60740	7966	95	100	100	100	0,081	0,079	0,079	0,079	0,013	0,000	346
	2027	62250	8200	94	100	100	100	0,082	0,079	0,079	0,079	0,015	0,000	406
	2028	63890	8690	93	100	100	100	0,082	0,079	0,079	0,079	0,017	0,000	477
2029	65530	9180	93	100										

APÊNDICE D – Cálculo da redução de emissões de poluentes

Trecho	Ano	UCP		Velocidades médias				Horário de Pico						Horário de Comercial						Redução de Emissões			Valoração da Redução de Emissões		
		SP	CP	Velocidade PICO		Velocidade Comercial		HC		CO		Nox		HC		CO		Nox		HC	CO	Nox	HC	CO	Nox
				SP	CP	SP	CP	SP	CP	SP	CP	SP	CP	SP	CP	SP	CP	SP	CP						
BR116a	2012	85050	43750	62	80	80	80	5,59	3,86	95,2	101,3	10,1	11,6	3,86	3,86	101,3	101,3	11,6	11,6	16183,5	-56881,9	-13613,4	18449,2	-10807,6	-15247,1
	2013	88550	46660	60	80	80	80	5,87	3,86	95,7	101,3	10,0	11,6	3,88	3,86	101,1	101,3	11,6	11,6	19784,0	-56112,8	-15896,9	22553,8	-10661,4	-17804,5
	2014	92050	45570	58	80	79	80	6,18	3,86	96,6	101,3	9,8	11,6	3,91	3,86	100,7	101,3	11,5	11,6	24122,5	-53339,5	-18545,7	27499,6	-10134,5	-20771,2
	2015	95550	46480	55	80	79	80	6,52	3,86	98,0	101,3	9,7	11,6	3,96	3,86	100,3	101,3	11,5	11,6	29177,2	-46377,2	-21424,7	33262,0	-8811,7	-23995,7
	2016	99050	47390	53	80	78	80	6,90	3,86	99,8	101,2	9,5	11,6	4,01	3,86	99,8	101,3	11,4	11,6	34971,5	-33156,2	-24434,0	39867,5	-6299,7	-27366,1
	2017	102550	48300	51	80	77	80	7,33	3,88	102,2	101,1	9,4	11,6	4,07	3,86	99,3	101,3	11,4	11,6	41574,8	-11647,0	-27505,8	47395,2	-2212,9	-30806,5
	2018	106340	49460	48	79	76	80	7,85	3,90	105,6	100,9	9,3	11,5	4,14	3,86	98,8	101,3	11,3	11,6	49815,7	-23006,7	-30905,7	56789,9	-4371,3	-34614,4
	2019	110130	50620	45	79	76	80	8,44	3,92	109,9	100,6	9,1	11,5	4,21	3,86	98,3	101,3	11,2	11,6	59448,1	71934,1	-34412,1	67770,8	13667,5	-38541,5
	2020	113920	51780	43	79	75	80	9,12	3,95	115,3	100,4	9,0	11,5	4,29	3,86	97,7	101,3	11,1	11,6	70765,6	138744,0	-38014,3	80672,8	26361,4	-42576,0
	2021	117710	52940	40	78	74	80	9,91	3,98	122,1	100,1	8,8	11,5	4,38	3,86	97,2	101,3	11,0	11,6	84147,8	228106,8	-41698,1	95928,5	43340,3	-46701,9
	2022	121500	54100	37	78	73	80	10,84	4,01	130,6	99,8	8,7	11,4	4,47	3,86	96,8	101,3	11,0	11,6	100097,9	346165,4	-45447,7	114111,7	67714,4	-50901,4
	2023	124950	55030	34	78	72	80	11,83	4,04	140,2	99,6	8,6	11,4	4,56	3,86	96,4	101,3	10,9	11,6	117475,1	485060,1	-48962,3	133921,6	92161,4	-54837,7
	2024	128400	55960	32	77	71	80	13,00	4,07	152,0	99,3	8,5	11,4	4,65	3,86	96,0	101,3	10,8	11,6	138259,5	662993,9	-52510,6	157615,8	125968,9	-58811,9
	2025	131850	56890	29	77	70	80	14,40	4,10	166,6	99,1	8,4	11,3	4,75	3,86	95,7	101,3	10,7	11,6	163436,0	891685,3	-56078,2	186317,1	169420,2	-62807,6
	2026	135300	57820	26	77	69	80	16,11	4,13	185,0	98,8	8,3	11,3	4,85	3,86	95,4	101,3	10,6	11,6	194417,9	1187846,4	-59650,3	221636,4	225690,8	-66808,3
	2027	138750	58750	24	76	68	80	18,25	4,16	208,5	98,6	8,2	11,3	4,96	3,86	95,2	101,3	10,6	11,6	233309,7	1576242,2	-63211,4	265973,1	299486,0	-70796,8
2028	142790	59870	20	76	66	80	21,54	4,20	245,2	98,3	8,2	11,2	5,09	3,86	95,1	101,3	10,5	11,6	293404,4	2201345,5	-67328,0	334481,1	418255,6	-75407,3	
2029	146830	60990	17	75	65	80	26,16	4,25	297,7	98,0	8,1	11,2	5,23	3,86	95,0	101,3	10,4	11,6	378184,5	3114843,1	-71380,0	431130,3	591820,2	-79945,6	
2030	150870	62110	14	75	64	80	33,13	4,29	377,8	97,7	8,0	11,1	5,38	3,86	95,0	101,3	10,3	11,6	506269,4	4533870,9	-75340,5	577147,1	861435,5	-84381,4	
2031	154910	63230	10	74	62	80	44,84	4,34	513,2	97,5	8,0	11,1	5,55	3,86	95,1	101,3	10,2	11,6	721521,8	6969301,8	-79181,9	822534,8	1324167,3	-88683,7	
2032	158950	64350	10	74	61	80	45,95	4,38	526,1	97,2	8,0	11,0	5,72	3,86	95,4	101,3	10,1	11,6	762288,8	7386825,3	-82337,3	869009,2	1403496,8	-92217,7	
BR116b	2012	110700	68950	45	71	75	80	4,10	2,21	53,1	46,2	4,4	5,2	2,03	1,85	47,2	48,7	5,4	5,6	25426,5	64312,1	-12855,8	28986,2	12219,3	-14398,5
	2013	114070	69720	43	71	75	80	4,40	2,23	55,5	46,2	4,3	5,2	2,06	1,85	47,0	48,7	5,3	5,6	30139,4	93873,6	-14259,3	34358,9	17836,0	-15970,4
	2014	117440	70490	40	70	74	80	4,73	2,24	58,4	46,1	4,3	5,2	2,10	1,85	46,7	48,7	5,3	5,6	35644,5	131930,9	-15702,7	40634,7	25066,9	-17587,1
	2015	120810	71260	38	70	73	80	5,12	2,26	61,9	46,0	4,2	5,2	2,14	1,85	46,5	48,7	5,3	5,6	42109,8	180550,6	-17180,1	48005,1	34304,6	-19241,7
	2016	124180	72030	35	70	72	80	5,57	2,28	66,3	46,0	4,1	5,1	2,18	1,85	46,4	48,7	5,2	5,6	49756,3	242414,9	-18685,3	56722,2	46058,8	-20927,5
	2017	127550	72800	32	69	71	80	6,10	2,30	71,5	45,9	4,1	5,1	2,22	1,85	46,2	48,7	5,2	5,6	58880,2	321083,9	-20211,8	67123,4	61005,9	-22637,2
	2018	131350	73720	29	69	70	80	6,81	2,33	79,0	45,9	4,0	5,1	2,27	1,85	46,0	48,7	5,2	5,6	71434,8	436128,6	-21935,1	81435,7	82864,4	-24567,3
	2019	135150	74640	26	68	69	80	7,70	2,35	88,5	45,8	4,0	5,1	2,33	1,85	45,9	48,7	5,1	5,6	87234,2	588778,2	-23666,7	99447,0	111867,8	-26506,7
	2020	138950	75560	23	68	68	80	8,84	2,38	100,9	45,8	4,0	5,1	2,39	1,85	45,8	48,7	5,1	5,6	107584,8	794411,7	-25396,8	122646,6	150938,2	-28444,4
	2021	142750	76480	20	67	66	80	10,33	2,40	117,6	45,7	3,9	5,1	2,45	1,85	45,7	48,7	5,0	5,6	139799,8	1077979,8	-27115,1	153461,2	204816,2	-30669,0
	2022	146550	77400	17	67	65	80	12,39	2,43	141,0	45,7	3,9	5,0	2,51	1,85	45,6	48,7	5,0	5,6	172046,1	1482966,8	-28811,3	196132,6	281763,7	-32268,7
	2023	150440	78310	14	66	64	80	15,48	2,47	176,5	45,7	3,9	5,0	2,58	1,85	45,7	48,7	4,9	5,6	228404,0	2111007,0	-30350,7	260380,6	401091,3	-33992,8
	2024	154330	80220	11	65	63	80	20,51	2,52	234,6	45,6	3,8	5,0	2,65	1,85	45,7	48,7	4,9	5,6	302094,1	3153481,4	-31835,0	365135,3	599162,5	-35655,2
	2025	158220	81630	10	64	61	80	22,08	2,57	252,8	45,6	3,8	4,9	2,73	1,85	45,8	48,7	4,8	5,6	356336,8	3551208,6	-33037,4	406223,9	674279,6	-37001,8
	2026	162110	83040	10	63	60	80	22,08	2,61	252,8	45,7	3,8	4,9	2,81	1,85	46,0	48,7	4,8	5,6	365858,0	3641386,9	-34181,6	417078,1	691863,5	-38283,3
	2027	166000	84450	10	62	59	80	22,08	2,66	252,8	45,7	3,8	4,9	2,90	1,85	46,2	48,7	4,8	5,6	375483,8	3732583,4	-35336,8	428051,5	709190,8	-39577,2
2028	170370	85820	10	62	57	80	22,08	2,71	252,8	45,8	3,8	4,9	3,01	1,85	46,6	48,7	4,7	5,6	386587,1	3836687,5	-36729,9	440709,3	728970,6	-41137,5	
2029	174740	87190	10	61	56	80	22,08	2,77	252,8	45,9	3,8	4,8	3,12	1,86	47,0	48,6	4,7	5,6	397801,8	3943473,6	-38046,1	454394,1	749260,0	-42611,6	
2030	179110	88560	10	60	54	80	22,08	2,82	252,8	46,0	3,8	4,8	3,24	1,86	47,6	48,6	4,6	5,6	409181,0	4052941,9	-39319,6	466466,3	770059,0	-44037,9	
2031	183480	89930	10	59	52	80	22,08	2,88	252,8	46,1	3,8	4,8	3,38	1,87	48,3	48,5	4,6	5,6	420769,4	4165264,8	-40569,7	479677,1	791400,3	-45438,1	
2032	187850	91300	10	58	51	79	22,08	2,94	252,8	46,3	3,8	4,7	3,52	1,88	49,1	48,4	4,5	5,5	432602,7	4280807,2	-41799,4	493167,1	813353,4	-46815,3	
BR116c	2012	172450	85350	10	62	56	80	4,74	5,83	546,6	98,9	8,3	10,5	6,62	4,01	101,1	105,2	10,1	12,0	849159,0	8406875,8	-81823,6	968041,3	1597306,4	-91642,4
	2013	177480	87940	10	60	55	80	4,74	6,04	546,6	99,3	8,3	10,4												

APÊNDICE E – Cálculo do VPL do projeto da BR-448

Ano	Subtotal Custos	Subtotal Benefícios	Total	VPL custos	VPL benefícios	VPL TOTAL	VPL acumulado
2009	(109,88)	-	(109,88)	(109,88)	-	(109,88)	(109,88)
2010	(329,64)	-	(329,64)	(286,64)	-	(286,64)	(396,52)
2011	(329,64)	-	(329,64)	(249,26)	-	(249,26)	(645,78)
2012	(60,19)	176,98	116,79	(39,58)	116,37	76,79	(568,99)
2013	(5,05)	184,29	179,23	(2,89)	105,37	102,48	(466,51)
2014	(5,05)	191,83	186,78	(2,51)	95,37	92,86	(373,65)
2015	(5,05)	199,66	194,61	(2,18)	86,32	84,14	(289,51)
2016	(5,05)	207,83	202,77	(1,90)	78,13	76,23	(213,28)
2017	(22,61)	216,38	193,78	(7,39)	70,74	63,35	(149,94)
2018	(5,05)	226,97	221,91	(1,44)	64,52	63,08	(86,85)
2019	(5,05)	238,43	233,37	(1,25)	58,94	57,69	(29,17)
2020	(5,05)	251,03	245,98	(1,09)	53,96	52,87	23,70
2021	(5,05)	265,20	260,15	(0,94)	49,57	48,62	72,33
2022	(36,17)	281,61	245,44	(5,88)	45,77	39,89	112,22
2023	(5,05)	301,05	296,00	(0,71)	42,55	41,83	154,05
2024	(5,05)	326,64	321,59	(0,62)	40,14	39,52	193,57
2025	(5,05)	345,46	340,41	(0,54)	36,92	36,38	229,95
2026	(5,05)	362,22	357,16	(0,47)	33,66	33,19	263,14
2027	(22,61)	381,36	358,76	(1,83)	30,82	28,99	292,13
2028	(5,05)	407,72	402,66	(0,35)	28,65	28,29	320,42
2029	(5,05)	441,00	435,95	(0,31)	26,95	26,64	347,06
2030	(5,05)	485,83	480,78	(0,27)	25,81	25,54	372,60
2031	(5,05)	552,14	547,09	(0,23)	25,51	25,28	397,88
2032	(5,05)	609,90	604,85	(0,20)	24,50	24,30	422,18