



PROPOSIÇÃO DE MÉTODO DE AVALIAÇÃO DA EFICIÊNCIA DOS  
CONTRATOS DE MANUTENÇÃO POR DESEMPENHO (CREMA) DE  
RODOVIAS FEDERAIS

Tatiana Ferreira Domingos

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-graduação em Engenharia de Transportes, COPPE, da Universidade Federal do Rio de Janeiro, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Engenharia de Transportes.

Orientador: Paulo Cezar Martins Ribeiro

Rio de Janeiro  
Agosto de 2014

PROPOSIÇÃO DE MÉTODO DE AVALIAÇÃO DA EFICIÊNCIA DOS  
CONTRATOS DE MANUTENÇÃO POR DESEMPENHO (CREMA) DE  
RODOVIAS FEDERAIS

Tatiana Ferreira Domingos

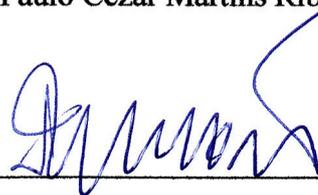
DISSERTAÇÃO SUBMETIDA AO CORPO DOCENTE DO INSTITUTO ALBERTO  
LUIZ COIMBRA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA DE ENGENHARIA  
(COPPE) DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO COMO PARTE  
DOS REQUISITOS NECESSÁRIOS PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE MESTRE  
EM CIÊNCIAS EM ENGENHARIA DE TRANSPORTES.

Examinada por:



---

Prof. Paulo Cezar Martins Ribeiro, Ph.D.



---

Dr. Raul de Bonis Almeida Simões, D.Sc.



---

Dra. Laura Maria Goretti da Motta, D.Sc.

RIO DE JANEIRO, RJ – BRASIL

AGOSTO DE 2014

Domingos, Tatiana Ferreira

Proposição de Método de Avaliação da Eficiência dos Contratos de Manutenção por Desempenho (CREMA) de Rodovias Federais. Tatiana Ferreira Domingos. – Rio de Janeiro: UFRJ/COPPE, 2014.

XI, 90 p.: 29,7 cm.

Orientador: Paulo Cezar Martins Ribeiro

Dissertação (mestrado) – UFRJ / COPPE / Programa de Engenharia de Transportes, 2014.

Referências Bibliográficas: p. 61-64.

1. Manutenção de rodovias. 2. Contratos por desempenho. 3. CREMA. 4. HDM. I. Ribeiro, Paulo Cezar Martins. II. Universidade Federal do Rio de Janeiro, COPPE, Programa de Engenharia de Transportes. III. Título.

Dedicada à população brasileira,  
a qual devo minha formação  
em escola e universidade pública,  
e que pela alta carga tributária que  
lhe é cobrada merece um retorno em  
conhecimento e infraestrutura de qualidade.

## AGRADECIMENTOS

São muitas as pessoas que contribuíram direta e indiretamente para a conclusão deste trabalho e me sinto grata a todas elas. Agradeço em especial:

ao professor Paulo Cezar Martins Ribeiro, por acreditar na minha capacidade e também pelas suas relevantes contribuições no desenvolvimento desta pesquisa;

ao engenheiro Olímpio Pacheco, coordenador de Planejamento do Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes, que apesar de todas as tarefas e responsabilidades com as quais precisa lidar no dia a dia de trabalho, generosamente se dispôs a me ensinar os princípios básicos do *software* HDM, conhecimento essencial a elaboração deste trabalho;

aos professores do Programa de Engenharia Transportes com quem tive a oportunidade de conviver e absorver conhecimentos: Rômulo Orrico, Licínio Portugal, Hostílio Ratton, Carlos Nassi, Márcio D'Agosto, Walter Porto, Milena Bodmer e Raul de Bonis, sem esquecer das contribuições de Bianca Cortes, doutora pelo Programa de Engenharia de Transportes, quanto à metodologia de pesquisa;

aos colegas do PET da turma de 2011, pela convivência, conversas, trocas de conhecimento e apoio. Destaco os nomes de Carlos Alexandre, Nilson Gonze, Marina Baltar e Gerusa Ravache, que muito me auxiliaram nos trabalhos de grupo e pesquisas;

às funcionárias da secretaria do PET, Jane Correa e Helena Santos, sempre prontas a auxiliar na resolução das questões administrativas do curso;

a professora Laura Motta, do Programa de Engenharia Civil da COPPE, pelos conhecimentos transmitidos e por sua acurada leitura da presente dissertação, trazendo importantes observações e contribuições para o aperfeiçoamento do texto apresentado;

a Luiz Felipe da Fonseca, mestre pelo Programa de Engenharia Civil e Rodrigo Cesar Pontes da Silva, mestre pelo Programa de Engenharia de Transportes, pelas relevantes contribuições com seus materiais de pesquisa;

a engenheira Prepredigna Silva e ao engenheiro Mirandir Silva, ambos do Instituto de Pesquisas Rodoviárias, pelas conversas e valiosas indicações;

ao Ministério dos Transportes, Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes e Ministério do Planejamento, que permitiram que eu realizasse o curso de mestrado paralelamente ao desenvolvimento de minhas funções no serviço público;

aos meus pais, Domingos e Ivanira, pelo apoio financeiro e emocional durante toda a vida, que me permitiram chegar aqui.

Resumo da Dissertação apresentada à COPPE/UFRJ como parte dos requisitos necessários para a obtenção do grau de Mestre em Ciências (M. Sc.)

PROPOSIÇÃO DE MÉTODO DE AVALIAÇÃO DA EFICIÊNCIA DOS  
CONTRATOS DE MANUTENÇÃO POR DESEMPENHO (CREMA) DE  
RODOVIAS FEDERAIS

Tatiana Ferreira Domingos

Agosto/2014

Orientador: Paulo Cezar Martins Ribeiro

Programa: Engenharia de Transportes

O conceito de contrato de manutenção rodoviária baseado em desempenho consiste no pagamento às empresas contratadas de acordo com os resultados verificados através de indicadores anteriormente definidos. O serviço é pago em parcelas fixas mensais após a verificação do cumprimento das metas estipuladas em contrato. No Brasil, este modelo começou a ser implantado no final da década de 1990 com o nome de CREMA (Contrato de Restauração e Manutenção), tendo ainda como característica o fato de unir serviços de restauração e manutenção em um mesmo contrato. Desde então tal modalidade vem evoluindo e se expandindo pelo país. Entretanto, poucas são as análises já realizadas a respeito da implantação deste programa rodoviário. O objetivo deste trabalho é avaliar a eficiência do CREMA através do desenvolvimento de um método capaz de quantificar os possíveis benefícios da implantação deste modelo e identificar pontos que devem ser aperfeiçoados, visando contribuir para melhores resultados em termos de custos e qualidade de serviço nas rodovias federais não concedidas. A proposta foi desenvolvida com auxílio do *software* HDM-4, comumente utilizado para análises técnicas e econômicas de projetos para rodovias, e baseada no IRI (*International Roughness Index*), índice internacional para a medida da irregularidade longitudinal. Para aplicação do método, foi feito um estudo de caso dos CREMA executados na BR-267/MG. Como resultado, foram encontradas algumas inconsistências na implantação do CREMA no Brasil. Mesmo assim, o estudo indica que este programa é economicamente mais vantajoso que a utilização de contratos tradicionais de manutenção.

Abstract of Dissertation presented to COPPE/UFRJ as a partial fulfillment of the requirements for the degree of Master of Science (M. Sc.)

PROPOSITION OF METHOD OF EVALUATION OF EFFICIENCY IN  
PERFORMANCE BASED CONTRACTS (CREMA) IN FEDERAL ROADS

Tatiana Ferreira Domingos

August/2014

Advisor: Paulo Cezar Martins Ribeiro

Department: Transportation Engineering

The performance based contract in road maintenance concept consists in the payment of the contractor according to the results found through the performance indicator previously defined. The service is paid in monthly fixed price installments after inspection of the goal's accomplishments established in contract. In Brazil, this model starts to be developed in the end of the 1990's with the name of CREMA (Contract of Restoration and Maintenance) and one of its characteristics is the fact that covers restoration and maintenance in the same contract. Since then, this model has been evolving and expanding through the country. However, there are few analysis about CREMA. The objective of this work is evaluate the CREMA's efficiency through the development of a method adequate to quantify the possible benefits in the implantation of this model and identify the items that should be improved, in order to contribute to better results in terms of costs and quality of service in federal roads non outsourced. The proposition was developed with the assistance of the HDM-4 software, generally used for technical and economic analysis for road's projects, and is based on IRI (International Roughness Index), an international index that measures the longitudinal roughness in a road. To apply the method, it was made a study of CREMA executed in BR-267/MG road. As a result, it was founded some inconsistencies in CREMA implantation. Nevertheless, the study indicates that the program is more profitable than the traditional maintenance contracts.

## SUMÁRIO

RESUMO.....	vi
ABSTRACT.....	vii
SUMÁRIO.....	viii
ÍNDICE DE QUADROS E ÍNDICE DE FIGURAS.....	xi
<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>1</b>
1.1 CONSIDERAÇÕES PRELIMINARES.....	1
1.2 O CREMA.....	3
1.3 OBJETIVO.....	4
1.4 MÉTODO DE TRABALHO.....	4
1.5 ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO.....	4
<b>2 A MANUTENÇÃO RODOVIÁRIA BASEADA EM CRITÉRIOS DE DESEMPENHO.....</b>	<b>6</b>
2.1 DEFINIÇÃO E CARACTERÍSTICAS.....	6
2.2 VANTAGENS E DESVANTAGENS DO MODELO.....	7
2.3 BREVE HISTÓRICO DA IMPLANTAÇÃO.....	9
2.4 RESULTADOS ALCANÇADOS.....	10
2.5 LIÇÕES APRENDIDAS E RECOMENDAÇÕES.....	11
2.6 DESAFIOS PARA O APERFEIÇOAMENTO DO MODELO.....	13
2.7 OBSERVAÇÕES GERAIS.....	15
<b>3 O PROGRAMA CREMA NO BRASIL.....</b>	<b>16</b>
3.1 A MANUTENÇÃO RODOVIÁRIA NO BRASIL.....	16
3.2 O CREMA – CONTEXTUALIZAÇÃO E CARACTERÍSTICAS.....	17
3.3 O DESENVOLVIMENTO DO CREMA NO BRASIL.....	19

3.4 AS CRÍTICAS AO PIR IV E AO CREMA.....	28
3.5 LIÇÕES APRENDIDAS.....	30
3.6 AVALIAÇÕES JÁ REALIZADAS DO CREMA.....	31
3.7 OS PONTOS CRÍTICOS.....	32
3.8 BALANÇO DO DESENVOLVIMENTO DO CREMA.....	33
<b>4 PROPOSTA DE AVALIAÇÃO DE CUSTOS E BENEFÍCIOS EM UM PROGRAMA DE RESTAURAÇÃO E MANUTENÇÃO RODOVIÁRIA.....</b>	<b>35</b>
4.1 INTRODUÇÃO.....	35
4.2 O PROGRAMA HDM-4 COMO APOIO NA ANÁLISE DE CUSTOS E BENEFÍCIOS.....	35
4.3 O IRI COMO PARÂMETRO DE AVALIAÇÃO DOS CUSTOS OPERACIONAIS DOS VEÍCULOS.....	38
4.4 DESCRIÇÃO DO MÉTODO.....	40
<b>5 APLICAÇÃO DO MÉTODO PROPOSTO: VERIFICAÇÃO DOS BENEFÍCIOS ECONÔMICOS DO CREMA COM APOIO DO HDM-4.....</b>	<b>43</b>
5.1 ESTUDO DE CASO – BR-267/MG.....	43
5.2 ANÁLISE DE ALTERNATIVAS NO CREMA 1ª E 2ª ETAPA DO TRECHO ATRAVÉS DO HDM-4.....	45
5.3 ANÁLISE ECONÔMICA DO CREMA 1ª ETAPA NA BR-267/MG BASEADA NA CORRELAÇÃO ENTRE IRI E CUSTOS.....	46
5.4 ANÁLISE DE ALTERNATIVAS NO CREMA 1ª E 2ª ETAPA BASEADA NA CORRELAÇÃO ENTRE IRI E CUSTOS.....	53
5.5 CONCLUSÕES DO CAPÍTULO.....	56
<b>6 CONCLUSÕES.....</b>	<b>58</b>
6.1 CONCLUSÕES.....	58
6.2 LIMITAÇÕES DA PESQUISA.....	59
6.2 SUGESTÕES PARA PESQUISAS FUTURAS.....	60

<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>61</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>65</b>

## Lista de Quadros

Quadro 2-1 - Reduções de custo com a mudança para os contratos de manutenção baseados em desempenho.....	11
Quadro 3-1 - Diferenças entre a 1ª e a 2ª etapa do CREMA a partir de 2005.....	22
Quadro 3-2 - Serviços de conservação do Crema 1ª etapa.....	25
Quadro 3-3 - Indicadores de desempenho para os serviços de manutenção e conservação.....	25
Quadro 3-4 - Peso dos indicadores para pagamento da manutenção no Crema 1ª etapa.....	25
Quadro 3-5 - Atividades do Crema 2ª etapa.....	26
Quadro 3-6 - Indicadores de desempenho para serviços de manutenção do Crema 2ª etapa.....	27
Quadro 3-7 - Peso dos indicadores para pagamento da manutenção no Crema 2ª etapa.....	27
Quadro 4-1 - Correlação IRI e condições de superfície de pavimentos flexíveis.....	39
Quadro 5-1 - Levantamento da situação dos trechos da BR-267/MG onde não houve CREMA 1ª etapa em 2010.....	43
Quadro 5-2 - Subtrechos do trecho BR-267/MG com composição de tráfego homogênea utilizados na análise desta dissertação.....	47
Quadro 5-3 - Projeção de IRI com execução do Crema 1ª Etapa.....	48
Quadro 5-4 - Projeção de IRI com execução de Manutenção comum.....	48
Quadro 5-5 - Projeção de IRI sem execução de manutenção no pavimento.....	48
Quadro 5-6 - Volume Diário Médio por veículo por subtrecho.....	50
Quadro 5-7 - Custo total para o usuário com a execução do CREMA 1ª etapa.....	50
Quadro 5-8 - Custo total para o usuário com a execução de Manutenção comum.....	51
Quadro 5-9 - Custo total para o usuário sem execução de nenhum serviço no pavimento.....	51
Quadro 5-10: Comparativo de custos entre CREMA 1ª etapa e Manutenção tradicional.....	53
Quadro 5-11 – Projeção do IRI para cada uma das alternativas.....	54
Quadro 5-12 - Custo de cada alternativa para o usuário.....	55
Quadro 5-13 - Custo em VPL de cada alternativa para o usuário.....	56
Quadro 5-14 - Custo total para a população da execução de cada alternativa.....	56

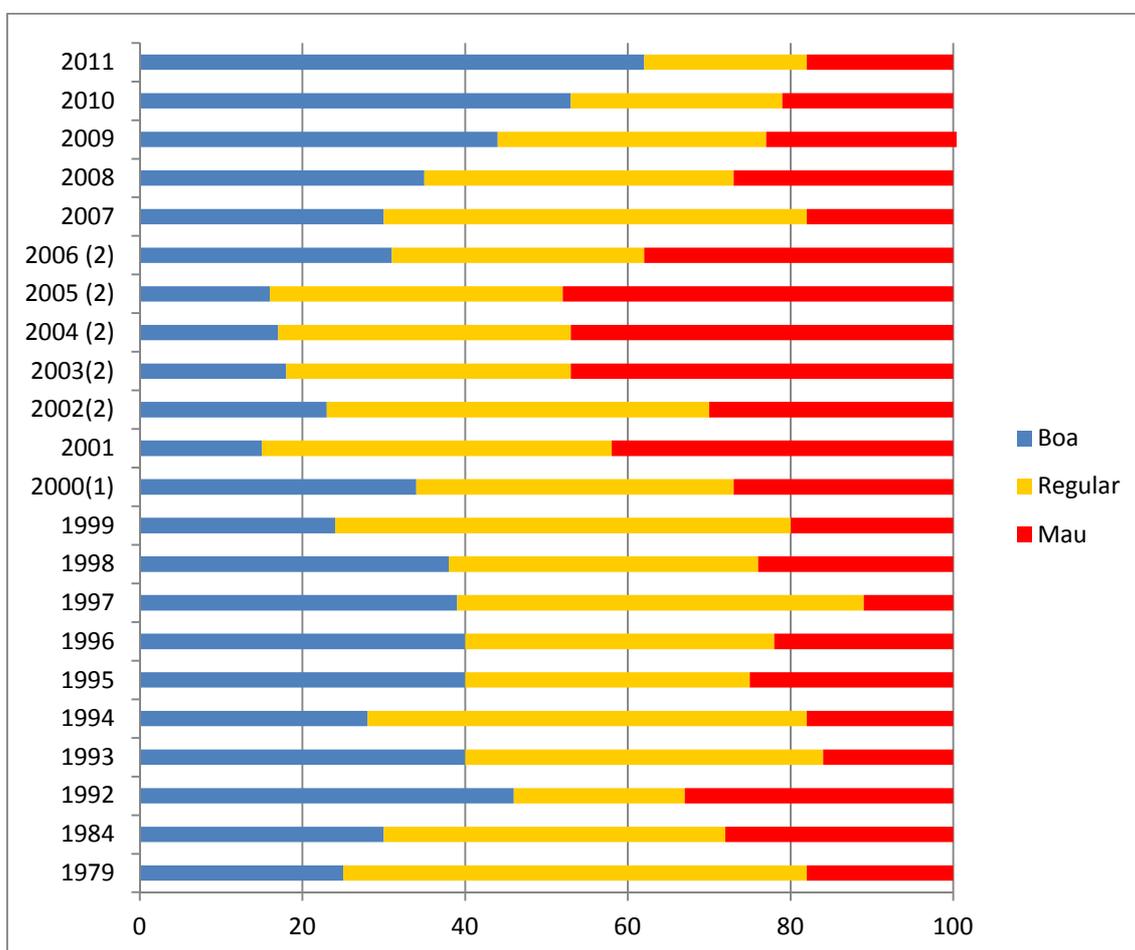
## Lista de Figuras

Figura 1-1 - Evolução da condição da Malha Federal Pavimentada.....	2
Figura 4-1 – Modelo de curva de desempenho do pavimento rodoviário no HDM...	36
Figura 4-2 – Fluxograma do método proposto.....	41
Figura 5-1 - Traçado da BR-267.....	44

# 1 INTRODUÇÃO

## 1.1 CONSIDERAÇÕES PREMILIMARES

Há décadas o transporte rodoviário vem sendo o sistema mais utilizado no Brasil. Segundo informa a Confederação Nacional de Transportes em seu relatório do ano de 2011, por ele circulam 61,1% do total de cargas no país e 96,0% dos passageiros (CNT, 2011). Contudo, as rodovias federais vinham passando por um acentuado processo de deterioração devido à falta de investimentos na área de infraestrutura (ver Figura 1-1). Tal tendência começa a se reverter, entretanto ainda há muito que aperfeiçoar no que tange a este setor no país.



(1) Mudança do critério de avaliação da condição da malha com inclusão do IRI e LVC

(2) Cenário com base no modelo HDM

**Figura 1-1:** Evolução da condição da Malha Federal Pavimentada (DNIT, 2014)

O mau estado de conservação da malha causa uma série de reflexos econômicos negativos, entre os quais: inibe o desenvolvimento de atividades econômicas; significa a perda de um dos mais valiosos patrimônios da nação; acarreta maior consumo de combustíveis, maior custo operacional dos veículos, maior tempo de viagem, maior custo dos fretes e das passagens rodoviárias e eleva o número de acidentes (BRASIL, 2005). Portanto, o aperfeiçoamento da gestão da manutenção rodoviária no país tem o potencial de trazer uma série de benefícios sociais e econômicos a seus habitantes, o que vem a justificar a relevância do tema desta pesquisa.

Cabe aqui definir alguns termos que serão usados neste trabalho, segundo o Manual de Conservação Rodoviária do Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (BRASIL, 2005):

- Conservação: refere-se às intervenções que são executadas diariamente, de caráter rotineiro ou eventual;
- Recuperação (ou Restauração): refere-se às intervenções que são executadas para elevar qualitativamente os componentes já existentes na rodovia, de forma a atender os parâmetros técnicos pré-estabelecidos;
- Melhoramentos: refere-se às intervenções necessárias a dotar a rodovia de componentes novos e/ou mais modernos, inclusive os decorrentes de avanços tecnológicos;
- Manutenção: refere-se às intervenções periódicas, de maior monta, que serão executadas para restabelecer os parâmetros técnicos pré-estabelecidos quando eles atingem os respectivos limites mínimos, após os trabalhos de Recuperação e/ou Melhoramentos.

Ou seja, a restauração é necessária quando a rodovia se encontra abaixo dos padrões mínimos, sendo realizada uma intervenção mais profunda. Fica aqui estabelecido que ao mencionar o termo manutenção estarão sempre incluídos os serviços de conservação.

Os termos conservação, restauração e manutenção contemplam um conjunto de serviços no pavimento, na faixa de domínio e nas obras de arte especiais e correntes. Esta dissertação se concentrará nos serviços relacionados ao pavimento. Bernucci *et al* (2006) definem pavimento da seguinte forma:

“Pavimento é uma estrutura de múltiplas camadas de espessuras finitas, construída sobre a superfície final de terraplenagem, destinada técnica e economicamente a resistir aos esforços oriundos do tráfego de veículos e do clima, e a propiciar aos usuários melhoria nas condições de rolamento, com conforto, economia e segurança.”

Na grande maioria das rodovias federais não concedidas – que são o objeto deste estudo – o revestimento utilizado é o asfáltico. Bernucci *et al* (2006) o definem como “a camada superior destinada a resistir diretamente às ações do tráfego e transmiti-las de forma atenuada às camadas inferiores, impermeabilizar o pavimento, além de melhorar as condições de rolamento (conforto e segurança).”

## **1.2 O CREMA**

O modelo de contratos do tipo CREMA – Contrato de Manutenção e Restauração – chegou ao Brasil no final da década de 1990, por recomendação do Banco Mundial, entidade que inicialmente financiou sua implantação em alguns trechos rodoviários no país. Estes contratos se diferenciam do que era tradicionalmente executado em termos de Conservação Rodoviária até então, principalmente pelo fato de a mesma empresa ser responsável pelo projeto (nos primeiros contratos), restauração e manutenção de um determinado trecho viário, aumentando sua responsabilização. Além disto, no CREMA há um sistema de avaliação por desempenho, em que o pagamento das empresas está vinculado ao atendimento de determinados requisitos especificados em edital. No entanto, até os dias atuais pouco se sabe a respeito da eficácia e eficiência da implantação do CREMA no país.

Logo, faz-se necessário pesquisar até que ponto a melhoria na qualidade de serviço das rodovias pode ser atribuída à implantação do modelo CREMA, que foi adotado em parte da malha de rodovias federais em praticamente todos estados brasileiros. No entanto, existem apontamentos a respeito do desvirtuamento de suas diretrizes básicas e conseqüentemente de sua eficácia (TCU, 2009).

A presente pesquisa está inserida dentro do tema de gerenciamento da infraestrutura rodoviária, analisando os contratos por desempenho para restauração e manutenção nas

rodovias federais – denominados CREMA – e sugerindo possíveis melhorias, com base na experiência internacional de modelos semelhantes e na avaliação de custo x benefício. Para tanto, será proposta um método de análise, com auxílio do programa HDM-4 (*Highway Development & Management*), amplamente utilizado nos procedimentos de tomada de decisão para investimentos no setor rodoviário.

### **1.3 OBJETIVO**

O objetivo da pesquisa é avaliar a eficiência do CREMA através do desenvolvimento de um método capaz de quantificar os possíveis benefícios da implantação deste modelo em relação ao modelo tradicional – com restauração e manutenção em separado e pagamento por unidade de serviço executado – além de identificar pontos que devem ser aperfeiçoados, visando contribuir para melhores resultados em termos de custos e qualidade de serviço nas rodovias federais não concedidas.

### **1.4 MÉTODO DE TRABALHO**

Inicialmente, foi feita uma breve revisão bibliográfica tratando do desenvolvimento dos contratos por desempenho para manutenção rodoviária no mundo, com suas principais características e resultados alcançados. Também foi realizada uma revisão bibliográfica tratando da conservação rodoviária no país, para se chegar à trajetória da implantação do CREMA no Brasil. Em seguida, foi desenvolvido um método para análise de custo x benefício para programas de restauração e manutenção de rodovias, com auxílio do programa HDM-4. Posteriormente, foi elaborado um estudo de caso para aplicação do método proposto. Com base nos resultados, foi feita uma análise dos possíveis óbices do CREMA e foram sugeridos aperfeiçoamentos ao programa.

### **1.5 ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO**

Capítulo 1 – Introdução:

Neste capítulo estão descritos o tema, a contextualização, o objetivo, a justificativa, o método de trabalho e a estrutura desta dissertação.

Capítulo 2 – A Manutenção rodoviária baseada em critério de desempenho:

Neste capítulo define-se o conceito de contratos por desempenho na manutenção rodoviária e como os mesmos vêm se desenvolvendo internacionalmente.

Capítulo 3 – O programa CREMA no Brasil:

Neste capítulo são descritos sucintamente o desenvolvimento da manutenção das rodovias no Brasil e do programa CREMA no Brasil.

Capítulo 4 – Proposta de avaliação de custos e benefícios em um programa de restauração e manutenção rodoviária:

Neste capítulo é descrito o método utilizado para analisar a relação entre custo e benefício do programa CREMA no país.

Capítulo 5 – Aplicação do método proposto: verificação dos benefícios econômicos do CREMA com apoio do HDM-4:

Neste capítulo é demonstrado, através de um estudo de caso da execução do programa CREMA na rodovia BR-267/MG, o desenvolvimento das etapas do método proposto no capítulo 4 e são apresentados os resultados obtidos.

Capítulo 6 – Conclusões:

Neste capítulo são apresentadas as conclusões do trabalho, as limitações da pesquisa e as sugestões para pesquisas futuras.

## **2 A MANUTENÇÃO RODOVIÁRIA BASEADA EM CRITÉRIOS DE DESEMPENHO**

### **2.1. DEFINIÇÃO E CARACTERÍSTICAS**

A forma tradicional de execução de manutenção de rodovias é através do modelo de empreitada por valor unitário, onde os empreiteiros são pagos por unidade de serviço executado. Há cerca de duas décadas surgiu um novo formato de gerenciamento da manutenção rodoviária: o contrato de manutenção baseado em desempenho para infraestrutura rodoviária. SULTANA *et al.* (2012) o definiram como um método sob o qual cada uma das contratadas selecionadas planeja, projeta e executa atividades de manutenção de modo a atingir certos padrões de desempenho em um determinado trecho rodoviário, a curto e longo prazo, por um valor fixo.

Nos contratos de manutenção rodoviária baseados em desempenho o contratante – o órgão do governo responsável pelas rodovias – define o resultado que deseja obter e o pagamento será realizado através de parcelas fixas mensais após verificação do cumprimento das metas estipuladas no contrato. Em seu conceito original fica a critério da empresa contratada a forma como atingirá os resultados pelos quais se comprometeu. Sendo assim, nesta modalidade as contratadas absorverão um maior risco e responsabilidade pela manutenção da rodovia.

Na literatura internacional os contratos de manutenção rodoviária baseados em desempenho recebem diferentes nomenclaturas de acordo com a região: *Performance-Based Maintenance Contract* nos Estados Unidos da América, *Total Maintenance Contract* particularmente no estado do Texas (EUA), *Performance-Specified Maintenance Contract* na Austrália e Nova Zelândia, *Managing Agent Contract* no Reino Unido, *Area Maintenance Contract* na Finlândia e em Ontário (Canadá), *Asset Management Contract* em diversas partes do mundo, incluindo os EUA e *Contrato de Recuperación y Mantenimiento* (CREMA) na Argentina e em outros países da América Latina. (NCHRP, 2009)

Este tipo de contrato visa substituir o modelo tradicional por valor unitário, que oferece pouca garantia de qualidade do trabalho, pois além de não possuir critérios de

desempenho claramente definidos, ainda traz a questão de que, em tese, quanto mais vezes o serviço for refeito mais o prestador do serviço se beneficiará obtendo remuneração.

Para que um contrato de manutenção baseado em desempenho se inicie é necessário cumprir uma série de etapas anteriores à licitação da execução do serviço. Uma vez determinados os trechos a serem contemplados deve-se fazer um inventário das características físicas e das condições da(s) rodovia(s), bem como é preciso realizar uma estimativa preliminar de custos. Outra atividade essencial é a definição dos indicadores de desempenho e de como os mesmos serão mensurados. As sanções pelo não atendimento das metas também devem ser claramente estabelecidas. Outro ponto essencial é a garantia de que há recursos suficientes para que o contrato seja pago ao longo de sua duração, que também deve ser definida.

ZIETLOW (2011) listou os indicadores de desempenho típicos destes contratos, que são:

- O *International Roughness Index* (IRI), que no Brasil também é conhecido como Índice de Irregularidade Internacional ou Índice de Irregularidade Longitudinal. Mede a irregularidade da superfície da rodovia;
- A ausência de buracos e o controle das fissuras;
- O valor mínimo de atrito entre os pneus e a superfície da rodovia;
- O valor máximo de assoreamento ou outras obstruções ao sistema de drenagem;
- A retroreflectância da sinalização.

## **2.2. VANTAGENS E DESVANTAGENS DO MODELO**

O objetivo do modelo de contrato de manutenção baseado em desempenho é motivar as contratadas a executar práticas de maior qualidade para melhorar as condições da infraestrutura rodoviária durante o período de contrato, uma vez que, ao receber parcelas fixas, não é financeiramente vantajoso para elas que haja retrabalho. Dentre as principais razões para implantação citadas pela bibliografia internacional (STANKEVICH *et al*, 2005, NCHPR, 2009, ZIETLOW, 2011) estão:

- Redução de custos através da aplicação de tecnologias mais eficientes;
- Incentivo à inovação tecnológica;
- Flexibilidade para o setor privado;
- Redução da equipe necessária para gerenciar a rede no órgão rodoviário;
- Redução de custos de gestão;
- Maior certeza sobre os gastos com a manutenção das rodovias para o órgão rodoviário: riscos transferidos ao setor privado;
- Financiamento estável das atividades de manutenção por um longo período;
- É uma forma de garantir a parcela do orçamento para a manutenção das rodovias;
- Maior transparência a respeito dos padrões em que as rodovias devem ser mantidas;
- Melhor controle e aplicação dos padrões de qualidade;
- Melhoria das condições globais da rodovia e da satisfação do usuário;
- Estabilidade no nível de serviço.

Pode-se dizer ainda que o fato de a mesma empresa executar as atividades de projeto da restauração, execução da manutenção e execução da restauração para um determinado trecho de rodovia também contribui para que o comprometimento com a qualidade seja maior uma vez que a responsabilidade por falhas apresentadas na rodovia não é compartilhada, fator que pode levar a conflitos na definição a quem atribuí-las no caso em que estes serviços são executados separadamente.

É possível observar que em alguns países, dentre eles o Brasil, este modelo de contratação também visaria à racionalização e economia de escala através da adoção de projetos e documentos de licitação padronizados, além de um aumento na duração e extensão abrangida pelos contratos (COLARES, 2011).

A pesquisa do NCHPR (2009) também aponta algumas desvantagens dos contratos de manutenção baseados em desempenho. As principais são:

- Procedimento de licitação mais custoso;
- Processo de licitação mais longo;
- Redução na competitividade. Empresas menores teriam dificuldade em ganhar um contrato deste porte;
- Incertezas associadas a contratos de longo prazo;
- Perda de flexibilidade orçamentária por parte da agência rodoviária devido ao grande período de comprometimento financeiro.

### **2.3. BREVE HISTÓRICO DA IMPLANTAÇÃO**

Os mais antigos contratos de manutenção rodoviária por desempenho que se tem notícia ocorreram em British Columbia, no Canadá, em 1988. No entanto, neste caso os padrões de desempenho eram focados apenas nos materiais usados e procedimentos de trabalho (ZIETLOW, 2011). Posteriormente, as províncias de Alberta (em 1995) e Ontario (em 1996) iniciaram esta abordagem (WORLD BANK, 2006b).

Em 1995 ocorria o primeiro contrato por desempenho na Austrália, cobrindo 459 quilômetros das rodovias urbanas de Sydney. Desde então este modelo se disseminou por diversas regiões do país, porém como contratos chamados híbridos, onde alguns serviços são pagos por valor unitário e outros pelo critério de desempenho. Em 1998 os contratos de manutenção baseados em desempenho se iniciaram na Nova Zelândia, contemplando 406 quilômetros de rodovias nacionais (ZIETLOW, 2011).

Nos Estados Unidos da América o precursor foi o estado da Virgínia. Em 1996 a firma de manutenção e construção VMS Inc ganhou um contrato de cinco anos que cobria 251 milhas de rodovias interestaduais. A empresa tinha a liberdade de determinar como iria manter o trecho sob sua responsabilidade (SEGAL *et al*, 2003). Desde então, outros estados dos EUA aderiram aos contratos de manutenção por desempenho: Flórida, Texas, Oklahoma, Carolina do Norte e Alaska têm exemplos desse tipo de abordagem para a manutenção de rodovias, pontes, túneis e vias urbanas (SULTANA *et al*, 2012).

Na América Latina, a Argentina foi a pioneira no desenvolvimento de um modelo próprio de contrato de manutenção por desempenho, que se difundiu pelos países vizinhos. Em 1990 a Argentina realizou a concessão de cerca de dez mil quilômetros de

suas rodovias federais utilizando o modelo de parâmetros por desempenho. Em 1995 outros dez mil quilômetros de rodovias tiveram manutenção contratada utilizando parâmetros de desempenho similares, porém sem a implantação de pedágio, pois não havia volume de tráfego suficiente para sustentar este tipo sistema. Estes contratos foram chamados de CREMA - *Contrato de Recuperación y Mantenimiento*. (ZIETLOW, 2011)

Com base no sucesso argentino, em 1996 o Uruguai implantou os contratos de desempenho para manutenção de rodovias (SULTANA *et al*, 2012), bem como o mesmo modelo se tornou referência para a manutenção das principais vias urbanas da capital Montevideú. Posteriormente, outros países da América Latina iniciaram suas experiências com os contratos de manutenção baseados em desempenho: Chile, Brasil, Colômbia, Peru, Guatemala, Equador, Honduras e México (NCHPR, 2009).

O uso dos contratos por desempenho para manutenção de rodovias vem se disseminando pelo mundo. Outros países que já realizaram este tipo de contrato são: Reino Unido, Suécia, Finlândia, Países Baixos, Noruega, França, Estônia, Sérvia e Montenegro, África do Sul, Zâmbia, Chade e Filipinas (STANKEVICH *et al*, 2005).

## **2.4. RESULTADOS ALCANÇADOS**

Existem alguns dados divulgados em estudos sobre os contratos por desempenho na manutenção rodoviária ocorridos ao redor do mundo que demonstram os bons resultados alcançados pela implantação desta modalidade. O quadro 2-1 lista a redução de custos em alguns países com a mudança para os contratos baseados em desempenho, conforme consta no trabalho de Pakkala (2005) *apud* Stankevich *et al* (2005), no entanto, não fica claro como se chegou a estes números.

As melhorias nas condições das rodovias são informações que podem ser verificadas com mais clareza e simplicidade. No entanto, ao se tratar dos benefícios econômicos quando comparados aos contratos tradicionais é necessária maior atenção à quantificação dos resultados alcançados. O NCHPR (2009) destaca que nos casos onde foi necessária a execução de serviços de reabilitação anterior ao contrato de manutenção ser iniciado, não seria esperado que ocorresse redução de custos para o órgão

mantenedor da rodovia. O mesmo estudo ainda aborda a dificuldade de comprovar e fundamentar a economia de custos com a implantação da contratação baseada em desempenho. Uma alternativa seria medi-la através da comparação entre o efetivo valor do contrato e a estimativa para a licitação, outra possibilidade seria medir o custo para realizar a manutenção antes e depois da implantação daquele tipo de contrato.

Também é apresentado como dificuldade determinar se o trabalho total dentro do ciclo de vida das rodovias ou pontes – que são de vinte a cinquenta anos – foi reduzido, uma vez que os contratos costumam ser mais curtos que este período.

**Quadro 2-1:** Reduções de custo com a mudança para os contratos de manutenção baseados em desempenho (PAKKALA, 2005 *apud* STANKEVICH *et al*, 2005)

<b>País ou província</b>	<b>Economia de custos</b>
Noruega	20 – 30%
Suécia	Aproximadamente 30%
Finlândia	30 – 35%;
Países Baixos	30 – 40%
Estônia	20 – 40%
Inglaterra	No mínimo 10%
Austrália	10 – 40%
Nova Zelândia	20 – 30%
Estados Unidos	10 – 15%
Alberta (Canadá)	Aproximadamente 10%
Ontario (Canadá)	Aproximadamente 20%
Columbia Britânica (Canadá)	Na ordem de 10%

## 2.5. LIÇÕES APRENDIDAS E RECOMENDAÇÕES

A literatura internacional (BULL e ZIETLOW, 2001; NCHPR, 2009; ZIELOW, 2011) apresenta uma série de aprendizados resultantes da experiência já vivenciada com os contratos de manutenção rodoviária por desempenho, dentre os quais se destacam:

- 1) Necessidade de buscar a realização de contratos maiores que cinco anos. Quanto maior o contrato, maior o incentivo para o contratado experimentar novas tecnologias e otimizar recursos;
- 2) É conveniente estabelecer níveis de serviço diferentes de acordo com a importância de cada via e de seu estado inicial. As vias de maior volume de tráfego devem buscar padrões mais elevados;
- 3) O objetivo é que o próprio contratado se conscientize da importância de cumprir os padrões estipulados sem depender do

controle da supervisão. Resultados excelentes foram obtidos pelos contratos regidos pela ISO 9000 - conjunto de normas relacionadas à qualidade de serviço, que devem ser seguidas pelas empresas que possuem sua certificação internacionalmente padronizada;

4) Evitar a subjetividade. Os indicadores de desempenho devem ser claramente definidos e mensuráveis. Caso não seja possível analisar todos os parâmetros mensalmente, a avaliação por amostragem ou a avaliação em períodos maiores que um mês está mais de acordo com o conceito do modelo;

5) Não convém que a sanção pelo não cumprimento total do contrato seja através de multa, pois esta pode contar como um mal antecedente para a empresa diante de outras instituições. Suspensões de pagamento seriam mais recomendáveis;

6) A qualidade do projeto é essencial para a durabilidade do serviço;

7) É fundamental que seja assegurado o financiamento para toda a vida contratual;

8) Contratados e supervisores bem qualificados são essenciais para o sucesso dos contratos de desempenho;

9) Monitoramento adequado e aplicação rígida de penalidades pelo não cumprimento dos indicadores estabelecidos também são essenciais para o sucesso dos contratos de desempenho;

10) Os indicadores de desempenho devem ser mais bem estudados e desenvolvidos;

11) Os contratos de manutenção por desempenho devem ser aplicados apenas em rodovias que possam ser mantidas em bom estado, a menos que um trabalho de restauração também esteja incluído;

12) Não tentar impor demasiados riscos ao contratado;

13) Formas de comunicação regulares entre contratantes e contratados devem ser implantadas;

14) O órgão que estiver começando a usar o contratos de manutenção baseados em desempenho poderia começar com projetos de pequeno escopo, como uma atividade de manutenção apenas;

15) Economias de custo são altamente desejáveis, porém difíceis de documentar;

16) Nos casos de rodovias severamente deterioradas, é necessário um trabalho de restauração antes que os contratos baseados em desempenho se iniciem. Em diversos países estes dois serviços têm ocorrido no mesmo contrato;

17) Os contratos devem ser cuidadosamente elaborados de forma que seu texto não suscite interpretações dúbias. Um contrato mal interpretado pode servir a interesses de alguma das partes e até mesmo levar ao fracasso do trabalho;

18) Desenvolver um critério adequado de pré-qualificação dos competidores;

19) Dividir os riscos apropriadamente. O contratado não deve carregar todos os riscos.

## **2.6. DESAFIOS PARA O APERFEIÇOAMENTO DO MODELO**

SEGAL *et al* (2003) destacam como o maior bloqueio no estabelecimento de uma boa parceria entre o governo e seu parceiro privado a alocação de riscos. Quanto mais risco assumido pelo contratado, maior será o valor cobrado para assumir o contrato. Portanto, uma adequada alocação de riscos deve ser desenvolvida.

O NCHPR (2009) lembra que muitos especialistas em medição de desempenho defendem o uso de poucos indicadores. Entretanto, alguns contratos contemplam um grande número de atividades. Nesses casos, há conflito em equilibrar uma quantidade menor de indicadores, facilitando a medição, porém sem contemplar com clareza todos os serviços realizados, e uma maior quantidade de indicadores de desempenho, dificultando o trabalho de medição e cálculo para pagamento.

SULTANA *et al* (2012) elaboraram uma lista de desafios a serem vencidos especificamente pelos países em desenvolvimento para o aperfeiçoamento do modelo, composta pelos seguintes itens:

- Apoio do governo – há preferência em investir em novas rodovias em vez da manutenção das existentes. Hesitação em investir nos contratos por desempenho de longa duração em sua fase inicial de implantação;

- Dependência de fundos externos – esta deve ser uma solução temporária, pois os recursos dependerão da entidade financiadora do empréstimo;
- Influência política e corrupção – por vezes há influência política na escolha do contratado;
- Falta de experiência e conhecimento a respeito dos contratos de manutenção baseado em desempenho – é necessária uma equipe experiente para escolher o projeto adequado, preparar os documentos de contrato, estabelecer os padrões de desempenho adequados, treinar a equipe e os contratados e preparar as diretrizes para o projeto experimental;
- Ausência de planejamento adequado – a mudança para a nova modalidade de contrato necessita de certos requisitos, como a existência dos dados dos projetos de manutenção anteriores, recursos para longo prazo, um bom documento de contrato, treinamento e planejamento futuro para a equipe que perderá o emprego e determinação do projeto piloto mais adequado;
- Medo da perda do emprego – as consequências da redução da equipe devem ser consideradas pelo órgão rodoviário responsável;
- Perda da competição – o tamanho das empresas contratadas deve ser suficiente para assumir o grande número de responsabilidades, portanto, empresas de menor porte têm pouca probabilidade em se candidatarem a prestar serviço nesse tipo de contrato, o que reduz a concorrência no momento da licitação;
- Perda de controle da malha – o contrato de manutenção baseado em desempenho dá flexibilidade aos contratados para escolher suas metodologias de trabalho próprias e o órgão gestor da rodovia tem o seu controle na execução dos serviços significativamente reduzido;
- Desempenho e postura dos contratados – verifica-se grande dependência do desempenho dos contratados;
- Dificuldade na estimativa do custo – os países em desenvolvimento enfrentam dificuldades em estimar custos dos contratos por desempenho nos estágios iniciais de implantação por ser um conceito novo.

## **2.7. OBSERVAÇÕES GERAIS**

O contrato baseado em desempenho para manutenção rodoviária é um novo modelo que vem se expandindo por todo o mundo. O objetivo deste capítulo dentro desta dissertação é esclarecer quais são as diretrizes deste novo conceito de contratação, contextualizar o cenário para que se possa melhor compreender como o modelo chegou ao Brasil e avaliar o que do aprendizado internacional pode ser trazido para a melhoria do programa CREMA.

O fato citado da perda de emprego nos órgãos rodoviários com a implantação dos contratos baseados em desempenho se deveu a contextos específicos e a forma de implantação dos mesmos, que em alguns países estava relacionado à concessão das rodovias. Na implantação do CREMA no Brasil não ocorreu essa relação entre desemprego e a implantação do novo modelo de contratação.

Um ponto relevante é o fato das empresas que executam o CREMA não mais serem responsáveis pelos projetos, que são padronizados, perdendo-se um dos principais preceitos dos contratos de manutenção baseados em desempenho. Esta questão será abordada mais profundamente no capítulo que tratará especificamente do CREMA brasileiro.

A grande maioria das recomendações realizadas na literatura internacional para os contratos por desempenho pode ser aproveitada para o Brasil. Os gestores rodoviários devem estar atentos a estas. No entanto, por uma questão de correlação com a abordagem escolhida por esta pesquisa, o destaque está centrado na dificuldade em se medir os benefícios econômicos gerados pelos contratos de desempenho, em especial nos países em desenvolvimento, ponto citado por alguns autores e que será a motivação da método que será apresentado nos capítulos 4 e 5.

### **3 O PROGRAMA CREMA NO BRASIL**

#### **3.1. MANUTENÇÃO RODOVIÁRIA NO BRASIL**

As rodovias começaram a ganhar importância no país após a Segunda Guerra Mundial, ou seja, na segunda metade da década de 1940. Nesta época foi criado o Fundo Rodoviário Nacional (FRN), que era sustentado pelo Imposto Único sobre Lubrificantes e Combustíveis Líquidos e Gasosos (IUCLG). Este sistema dava autonomia aos estados e municípios no que concerne ao setor rodoviário. A lei obrigava que cada estado criasse um Departamento de Estradas de Rodagem (DER) autônomo para receber sua parcela do FRN. Esta lei deu início à expansão rodoviária, que em um período de trinta anos construiu a integração nacional brasileira.

A partir de 1975 uma parte do IUCLG arrecadado passou a ser direcionada ao Fundo Nacional de Desenvolvimento (FND), destinado a financiar projetos prioritários em áreas estratégicas de desenvolvimento econômico e social, especialmente quanto à infraestrutura. O FND foi gradativamente ampliando sua participação. Por fim, o Fundo Rodoviário Nacional foi extinto através da nova Constituição de 1988. A partir de então, a administração do setor rodoviário passou a contar apenas com o orçamento anual do governo – insuficiente para atender a demanda – e financiamentos de bancos de desenvolvimento nacionais e internacionais.

O investimento anual na rede rodoviária nacional caiu dos US\$ 7 bilhões, em meados da década de 1970, até cerca de US\$ 1 bilhão, após a extinção do Fundo (MARQUES, 2005). A malha rodoviária entrou então em um processo de deterioração gradativo e contínuo pela falta de manutenção e conservação agravada pelo intenso crescimento do tráfego de veículos e de cargas.

Outro aspecto relevante para a compreensão da evolução dos procedimentos de conservação das rodovias no Brasil é o de que até 1970 tais serviços eram executados basicamente pela Administração Direta, ou seja, no caso das rodovias federais, pelo extinto Departamento Nacional de Estradas de Rodagem (DNER), com exceção de alguns trechos delegados à Engenharia Militar ou aos órgãos estaduais competentes. A partir de então se deu início a modalidade da conserva contratada, implantada em

virtude do acentuado crescimento da malha, da expansão do tráfego e da dificuldade que ocorria na ocasião em admitir um maior contingente de pessoal. A Administração Direta teve sua participação reduzida gradualmente até ser extinta no início da década de 1990, ficando no âmbito das rodovias federais a cargo de empresas contratadas ou mantendo-se delegadas à Engenharia Militar ou aos órgãos estaduais (BRASIL, 2005).

Na fase inicial da conserva contratada o pagamento ocorria dentro do regime *Cost Plus*, com os serviços remunerados com base no custo de mão de obra por hora, equipamentos por hora e insumos. A partir de 1982 os novos contratos já estavam dentro do regime de “Preços Unitários dos Serviços”, que se generalizou especialmente após a extinção do regime *Cost Plus* em 1986 (BRASIL, 2005).

### **3.2. O CREMA – CONTEXTUALIZAÇÃO E CARACTERÍSTICAS**

A manutenção das rodovias brasileiras, preterida nos últimos anos, recebendo poucos recursos, passava por uma progressiva degradação. Ao fim da década de 1990 grande parte da malha rodoviária se encontrava no final de sua vida útil, estágio em que o pavimento passa a sofrer um rápido processo de deterioração, o que exigiu que a política de rodovias mudasse sua prioridade de construção para manutenção (LANCELOT, 2010).

O modelo de concessão rodoviária havia se iniciado no Brasil em 1994 (BRASIL – MINISTÉRIO DOS TRANSPORTES, 1994) e vinha se mostrando bem sucedido. No entanto, apenas algumas rodovias possuíam características que as tornavam economicamente viáveis para implantação deste sistema. Era preciso outra solução para as demais. Ainda em meados da década de 1990 o Departamento Nacional de Estradas de Rodagem (DNER) passou a estudar novas formas de contratação com o objetivo de melhorar a gestão da manutenção da malha.

Em 1997 era introduzido o conceito de gestão por desempenho na manutenção rodoviária brasileira, com o apoio do Banco Mundial através de dois programas: Descentralização de Rodovias Federais e Projeto de Gerenciamento das Rodovias do Estado do Rio Grande do Sul. Estes seriam o embrião do CREMA (Contrato de Restauração e Manutenção), modelo baseado em desempenho que começou a ser

implantado em 1999, inspirado no que estava sendo desenvolvido com sucesso na Argentina.

Segundo Colares (2011) a estratégia do CREMA era:

“promover a racionalização e gerar economias de escala por meio da adoção de projetos e documentos de licitação padronizados, bem como do aumento da duração (cinco anos) e da extensão coberta pelos contratos (de 450 a 600 km); e contribuir para aumentar a responsabilização das empreiteiras, vinculando o pagamento ao desempenho – para isso foram estabelecidas muitas financeiras e encarregando-as da elaboração do projeto detalhado.”

O Banco Mundial (WORLD BANK, 2006a) listou as razões pela troca do modelo tradicional de preços unitários para o modelo baseado em desempenho na manutenção rodoviária no Brasil. São as seguintes:

- Dificuldade em supervisionar e administrar uma grande quantidade de contratos;
- Restrições orçamentárias. O orçamento aprovado pelo Congresso para o setor era insuficiente para cobrir as necessidades da malha rodoviária;
- Transferir parte do risco do projeto para o contratado;
- Dar mais flexibilidade ao DNER (Departamento Nacional de Estradas de Rodagem).

Lancelot (2010) cita como os princípios básicos do modelo de desempenho no Brasil:

- Promoção da racionalização e geração da economia em escala – existência de soluções tipo, maiores extensões e contratos de maior duração (menos licitações);
- Contribuição para o aumento da responsabilização das empreiteiras – restauração e manutenção no mesmo contrato (nos primeiros contratos a empreiteira era ainda responsável pelo projeto detalhado), pagamento vinculado ao alcance de indicadores de desempenho;
- Promoção do aumento da credibilidade no setor – aumento da responsabilização das empreiteiras, publicação regular de relatórios (facilita identificação dos problemas e gera transparência).

Ainda segundo Lancelot (2010) as características técnicas e operacionais do CREMA no Brasil eram as seguintes:

- Obras de restauração dentro de um período limitado – inicialmente de quatro anos e posteriormente de três anos;
- Sistema pensado para assegurar o bom desempenho da manutenção durante todo o período – indicadores de desempenho;
- Contrato a preço global – para restringir aditivos de valor;
- Faturas e pagamentos mensais – na manutenção a parcela corresponde ao valor global contratado para este tipo de serviço dividido pelo número de meses do contrato. Para restauração ou melhoria o pagamento seria por quilômetro executado ou unidade de obra de melhoria executada.

O CREMA é um contrato que determina a restauração de determinado trecho rodoviário, bem como de sua manutenção, por um prazo de cinco anos, ou seja, uma boa qualidade no serviço inicial de restauração – cujo projeto também pode ser de responsabilidade da contratada – é conveniente para a empresa executora, uma vez que a mesma estará encarregada de manter as boas condições da via e receberá um valor pré-definido para este serviço. Além disso, as parcelas de pagamentos dos serviços são feitas após verificação de determinados indicadores de desempenho.

### **3.3. O DESENVOLVIMENTO DO CREMA NO BRASIL**

A primeira norma para o CREMA no Brasil foi a Instrução de Serviço DG/DNER 02/2001, (DNER, 2001) que tratava do Subprograma Integrado de Recuperação e Manutenção da Rede Remanescente, existente dentro do Programa de Restauração e Descentralização de Rodovias Federais. Nela são descritos detalhadamente os padrões e níveis de desempenho, além dos prazos das ações que devem ser executadas para os seis grupos de atividades componentes do escopo do CREMA. São eles:

- Mobilização;
- Projeto Executivo – devendo ter sua primeira parte (Detalhamento de Recuperação Inicial e Anteprojeto da Restauração e Melhoramentos) aprovada em até seis meses do início do contrato, e a sua segunda

parte (Projeto Executivo da Restauração e Melhoramentos) entregue até três meses antes do início das respectivas obras;

- Recuperação Inicial – com prazo máximo de conclusão definido no Projeto Básico;
- Manutenção e Operação – com realização permanente ao longo da duração do contrato;
- Restauração – tendo como limite para o início das obras a data prevista para conclusão da Recuperação Inicial, e devendo ser concluída até o fim do 48º mês do início do contrato (o contrato teria cinco anos de duração);
- Melhoramentos – tendo como limite para o início das obras a data prevista para conclusão da Recuperação Inicial, e devendo ser concluída até o fim do 48º mês do início do contrato.

Nesta Instrução de Serviço, além dos trabalhos de Restauração e Manutenção da pista de rolamento, acostamento, faixa de domínio e sinalização, estão incluídas atividades de operação, como pesagem de veículos e a criação de um sistema de comunicação com os usuários, que inclui número de telefone com chamada gratuita e página na internet. São citadas ainda as atividades de melhorias operacionais e de segurança, que podem contemplar, por exemplo, adequação ou retificação de traçados. Também estão contempladas intervenções de recuperação ambiental. Com tal abrangência de atividades, pode-se considerar o CREMA uma variação de concessão em menor escala, porém, vale lembrar, sem a existência de cobrança de pedágio aos usuários. Este primeiro Programa Crema correspondeu a 16 contratos que chegaram a cobrir 4.820 km de rodovias (COLARES, 2011).

Em junho de 2001 ocorreu uma reestruturação no sistema de transportes rodoviário, aquaviário e ferroviário brasileiro e o Departamento Nacional de Estradas de Rodagem (DNER), órgão responsável pelas rodovias federais de gestão pública, foi extinto e substituído pelo Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT), autarquia sob a jurisdição do Ministério dos Transportes. O DNIT passou a ser o órgão gestor e executor das vias navegáveis, ferrovias e rodovias federais, instalações de vias de transbordo e de interface intermodal e instalações portuárias fluviais e lacustres.

Em 2003, por questões de restrições orçamentárias, criou-se o Programa Integrado de Revitalização IV (PIR IV), considerado uma simplificação do CREMA, sendo posteriormente apelidado pelos técnicos de “Creminha”. PIR era outra denominação usada para se fazer referência aos primeiros CREMA e estava associada aos contratos com o apoio de instituições financeiras internacionais – PIR I para os CREMA de 2001 a 2003 com apoio do BID (Banco Interamericano de Desenvolvimento), PIR II para os CREMA no mesmo período com apoio do BIRD (Banco Internacional para Reconstrução e Desenvolvimento, que faz parte do Banco Mundial) e o PIR III para contratos de restauração realizados entre 1999 e 2003 com apoio do BID e do BIRD, este último sem associação com o CREMA (FONSECA, 2013).

O PIR IV, direcionado a trechos sem danos estruturais no pavimento, também utilizava contratos por preço global fixo e com o pagamento das parcelas associado a indicadores de desempenho, de acordo com a Instrução de Serviço DG/DNIT 11/2003 (DNIT, 2003). A principal diferença estava em seu prazo, que era de dois anos. No primeiro ano seriam executados os serviços de restauração, e no segundo ano, seria feita a manutenção.

Segundo Correia (2010), este foi considerado um modelo mais adequado devido às condições fiscais do país naquele momento, tendo em conta que o CREMA implica na garantia de um fluxo de recursos contínuo por cinco anos. Um contrato com prazo menor corresponde a um comprometimento financeiro também menor. Entretanto, apesar de ter a sua existência justificada pelas circunstâncias da época, o acórdão 2.730/2009 do Tribunal de Contas da União (TCU, 2009) apontou uma série de inadequações no programa, que serão relacionadas mais adiante neste capítulo.

Conforme mencionado pela Instrução de Serviço DG/DNIT 05/2005 (DNIT, 2005), para um aprimoramento após as experiências adquiridas com os programas CREMA e PIR IV, chegou-se a um novo formato, com a subdivisão do programa em duas fases para o mesmo trecho: o CREMA 1ª etapa, com duração de dois anos, constituído basicamente de serviços de manutenção e conserva, fase na qual seriam feitos levantamentos e estudos dos projetos para implantação do CREMA 2ª etapa, cuja duração é de cinco anos e consiste em obras de recuperação funcional e estrutural dos pavimentos, de restauração em geral, adotando soluções com vida útil de dez anos.

Além disso, os serviços de manutenção de pistas e acostamentos, e de conservação da faixa de domínio continuariam ocorrendo durante o período do contrato, orientados por padrões de desempenho. O quadro 3-1 demonstra as diferenças entre as duas fases do programa:

**Quadro 3-1:** Diferenças entre a 1ª e a 2ª etapa do CREMA a partir de 2005

CREMA 1ª Etapa	CREMA 2ª Etapa
Contratos com duração de 2 anos.	Contratos com duração de 5 anos.
Intervenções de caráter funcional (conserva pesada).	Obras de caráter funcional e estrutural dos pavimentos.
Execução de obras de recuperação no 1º ano do contrato.	Execução das obras restauração até o 3º ano de contrato.

Posteriormente, a Portaria nº 7 de 10 de janeiro de 2008 do Ministério dos Transportes (BRASIL – MINISTÉRIO DOS TRANSPORTES, 2008) cria e estabelece os princípios e as diretrizes do Programa de Contratação, Restauração e Manutenção por Resultados de Rodovias Federais Pavimentadas – PROCREMA. Destaca-se neste documento as seguintes determinações: o pagamento vinculado à avaliação de desempenho, cujas especificações e padrões devem ser definidos em edital; a fixação do prazo de cinco anos para os contratos; os projetos executivos devem seguir o Catálogo de Soluções Técnicas contidas na IS DG/DNIT nº 05 de 2005 (DNIT, 2005); a inclusão de recuperação e manutenção de Obras de Arte Especiais, assim como a execução de sinalização horizontal e vertical do trecho; a possibilidade de contemplar soluções para segmentos críticos, envolvendo pequenas correções geométricas dentro da faixa de domínio; e a instituição do regime de empreitada por preço global (quando se contrata a execução da obra ou prestação de serviço por preço certo para a totalidade do objeto).

Neste novo programa houve uma simplificação da estrutura de monitoramento de desempenho, ao reduzir os indicadores para os serviços de manutenção de 88 para 11 no CREMA 1ª etapa e 16 no CREMA 2ª etapa. Nos serviços de restauração os indicadores passaram de onze para dois (irregularidade longitudinal e deflexão recuperável). Quanto às sanções devido ao contratado não ter alcançado as metas pré-estabelecidas, as multas foram substituídas pelo pagamento associado à parte executada em conformidade com os indicadores estabelecidos em contrato, o que na prática significa que nos serviços de restauração os pagamentos ocorrem quando atingidos os padrões exigidos e para os

serviços de manutenção, quando identificado uma padrão não atingido, a parcela mensal fica retida até o atendimento do(s) parâmetro(s).

A Portaria nº 7/2008 (BRASIL – MINISTÉRIO DOS TRANSPORTES, 2008) foi revogada e substituída pela Portaria nº 345 de 2011 do Ministério dos Transportes (BRASIL – MINISTÉRIO DOS TRANSPORTES, 2011b). As alterações em relação à portaria anterior foram as seguintes:

- retirada a determinação de execução através do regime de empreitada global, que vedava a realização de termo aditivo para alteração quantitativa ou qualitativa;
- o limite máximo de extensão global de um contrato passou de 500km para 600km ;
- a execução da sinalização vertical e horizontal passou a estar limitada a aprovada pelo DNIT na composição do escopo da obra (anteriormente deveria englobar necessariamente todo trecho atendido pelo contrato);
- retira da empresa contratada a obrigação de implantar e operar o sistema de controle de peso através de balanças móveis;
- substitui a meta mínima anual de contratação no âmbito do PRO-CREMA de 7.000km pela determinação de que a Diretoria Colegiada do DNIT irá propor no início de cada exercício as metas anuais ao Ministério dos Transportes;
- substitui a determinação de que o DNIT deverá programar um serviço de discagem gratuita para reclamações dos usuários pela solicitação de disponibilização de canais de comunicação com o usuário, sem determinar quais.

Além da Portaria nº 345/2011 do Ministério dos Transportes (BRASIL – MINISTÉRIO DOS TRANSPORTES, 2011b), o CREMA é orientado por instruções de serviço que vem sendo substituídas ao longo dos anos de acordo com as alterações que o programa vem sofrendo. Atualmente, se encontra em vigor a Instrução de Serviço/DG nº 01 de 17/02/2012 (DNIT, 2012a) para regular os procedimentos a serem utilizados na execução de obras do programa Crema 2ª etapa e a Instrução de Serviço/DG nº 10 de

02/09/2013 (DNIT, 2013) para regular os procedimentos a serem utilizados na execução de obras do Crema 1ª etapa.

A IS 10/2013 (DNIT, 2013), referente ao CREMA 1ª etapa, determina que os serviços de recuperação das pistas e acostamentos deverão ser concluídos até o final do 1º ano do contrato e as obras de recuperação serão medidas e pagas mensalmente, conforme extensão executada, por unidade de serviço concluído (quilômetro de faixa). A fiscalização realizará avaliações dos controles tecnológicos em pelo menos 10% dos ensaios exigidos nas especificações. O princípio é o controle tecnológico por amostragem, sem aviso prévio, para verificação da fidelidade dos controles executados pela contratada.

Os serviços de manutenção e conservação devem ser realizados de forma contínua do início do contrato até o final do 24º mês. Seu escopo inclui:

- Manutenção do pavimento de pistas e acostamentos (Recuperação de afundamentos, desagregações, escorregamentos de massa, exsudações, fissuras, panelas e buracos, trincas, através da execução de reparos localizados, superficiais e profundos, selagem de trincas);
- Conservação da faixa de domínio (Limpeza da faixa de domínio e controle da vegetação, limpeza e conservação da drenagem, limpeza e conservação das defensas e guarda-corpos e caiação).

A empresa deverá elaborar um plano anual de serviços de conservação que deverá considerar quatro frentes de serviço com as respectivas atividades, conforme indicado no Quadro 3-2. Os padrões de desempenho para os serviços de manutenção e conservação se encontram no **Anexo I**. O quadro 3-3 lista apenas quais são os indicadores de desempenho.

A aceitação mensal do serviço de manutenção dos pavimentos será antecedida da verificação da extensão do trecho onde os padrões de desempenho estão sendo atendidos. A unidade para avaliação será o quilômetro e deve-se considerar que, caso algum dos itens não atinja o padrão exigido, o respectivo item será considerado como não atendido na totalidade do trecho, devendo o peso correspondente para o cálculo do fator de pagamento ser descontado integralmente. O quadro 3-4 demonstra os itens e

respectivos pesos a se considerar no cálculo dos descontos pela não conformidade dos indicadores de desempenho. Antes da aplicação dos descontos a fiscalização deverá notificar a empresa sobre as não conformidades observadas e estabelecer prazo de cinco dias úteis para saneamento das mesmas.

**Quadro 3-2:** Serviços de conservação do Crema 1ª etapa

Frente de serviço	Atividades	
Limpeza de faixa de domínio e controle da vegetação	1	Limpeza da faixa de domínio
	2	Capina manual
	3	Roçada
Drenagem	4	Limpeza do sistema de drenagem transversal
	5	Limpeza do sistema de drenagem longitudinal
	6	Recuperação do sistema de drenagem existente
Obras de Arte Especiais	7	Recomposição de defensas existentes
	8	Recuperação de guarda-corpos existentes
	9	Recomposição de barreira NJ
Caiação	10	Dispositivos de drenagem superficial incluindo meios-fios, OAEs etc.

**Quadro 3-3:** Indicadores de desempenho para os serviços de manutenção e conservação

Elemento de referência	Indicador
Pista de rolamento	Buracos e panelas
	Afundamentos e recalques
	Trincamento
	Trilhas de roda
	Exsudação ou desagregação
Acostamentos	Buracos e deformações
Faixa de domínio	Limpeza
	Localização e altura da vegetação
Drenagem	Existência e funcionamento da drenagem
Dispositivos e obras complementares	Existência e funcionamento de defensas, barreiras e guarda corpos

**Quadro 3-4:** Peso dos indicadores para pagamento da manutenção no Crema 1ª etapa

DEFEITO	PESO	EXTENSÃO ATENDIDA	% DA EXTENSÃO	FATOR
Buracos e panelas	15			
Afundamentos e recalques	5			
Trincamento	10			
Trilha de roda	10			
Exsudação ou desagregação	10			
Faixa de domínio	30			
Drenagem	15			
Dispositivos e obras complementares	5			
FATOR DE PAGAMENTO (% do item conservação)				

Está previsto o pagamento integral da parcela de manutenção nos três primeiros meses, desde que a empresa esteja mobilizada e atuando, sendo aceito este período como necessário para a empresa eliminar o passivo de manutenção.

As soluções para recuperação da rodovia constantes no projeto representam os serviços a serem executados para a recuperação funcional da rodovia, não havendo previsão para modificações, a não ser em casos excepcionais.

A IS 01/2012 (DNIT, 2012a), referente ao CREMA 2ª etapa determina que os serviços de restauração das pistas e acostamentos, drenagem, sinalização e melhoramentos deverão ser concluídos até o final do 36º mês do contrato. As atividades correspondentes à implantação de cercas delimitadoras de faixa de domínio deverão ser concluídas até o final do 12º mês da data de início de contrato. Os serviços de manutenção de rotina serão iniciados no primeiro mês da data de início e desenvolvidos de forma contínua até o final do contrato.

O escopo do contrato engloba cinco atividades com suas respectivas sub-atividades, conforme apresentado no Quadro 3-5. A fiscalização realizará avaliações dos controles tecnológicos em pelo menos 10% dos ensaios exigidos nas especificações (normas técnicas do DNER e DNIT). O princípio é o controle tecnológico por amostragem, sem aviso prévio, para verificação da fidelidade dos controles executados pela contratada.

**Quadro 3-5:** Atividades do Crema 2ª etapa

GRUPOS DE ATIVIDADES	SUB-ATIVIDADES
GRUPO 01 Serviços de manutenção e conservação	Pavimento das pistas e acostamentos
	Canteiros, interseções e faixas de domínio
	Obras de arte especiais (caráter funcional)
	Dispositivos de proteção e segurança
	Terraplenos e estruturas de contenção
	Sistema de drenagem e OAC
GRUPO 02 Obras de restauração	Restauração de pista, incluindo sinalização provisória
	Restauração de terceiras faixas
	Restauração de acostamentos
GRUPO 03 Obras de drenagem	Drenagem superficial
	Drenagem profunda
	Drenagem de talvegue
GRUPO 04 Obras complementares	Cercas
	Defensas
GRUPO 05 Obras de melhoramentos	Travessias urbanas
	Intervenções de recuperação ambiental

Os padrões de desempenho para as obras de restauração se encontram no **Anexo II**. Os padrões de desempenho para os serviços de manutenção se encontram no **Anexo III**. Os indicadores de desempenho para este grupo de serviços estão listados no quadro 3-6.

**Quadro 3-6:** Indicadores de desempenho para serviços de manutenção do Crema 2ª etapa

Elemento de referência	Indicador
Pista de rolamento	Buracos
	Afundamentos e recalques
	Trincamento
	Trilhas de roda
Acostamentos	Obstáculos ou materiais perigosos
	Buracos e deformações graves
Drenagem	Existência e funcionamento da drenagem
Sinalização	Existência / funcionamento da sinalização vertical
	Existência / funcionamento da sinalização horizontal
Dispositivos e obras complementares	Existência e funcionamento de defensas, barreiras e guarda corpos
	Existência e funcionamento de cercas
Faixa de domínio	Limpeza
	Localização e altura da vegetação
	Ocorrência de passivos ambientais críticos

Os critérios de medição são apresentados no quadro 3-7, com os respectivos pesos para cada indicador. A unidade de referência para o levantamento da extensão em conformidade com os indicadores estabelecidos é o quilômetro de faixa.

**Quadro 3-7:** Peso dos indicadores para pagamento da manutenção no Crema 2ª etapa

ACEITAÇÃO			FATOR DE PAGAMENTO		
ELEMENTO DE REFERÊNCIA	INDICADOR	PESO	EXTENSÃO CONFORME	% DA EXT.	FATOR
Pista de rolamento	Buracos	20%			
	Afundamentos e recalques	7%			
	Trincamento da capa de rolamento	5%			
	Trilhas de roda	5%			
Acostamentos	Obstáculo ou materiais perigosos	3%			
	Buracos e deformações graves	5%			
Drenagem superficial	Existência e funcionamento da drenagem	7%			
		10%			
Drenagem profunda	Existência e funcionamento da drenagem	3%			
Sinalização	Existência / funcionamento da sinalização vertical	10%			
	Existência / funcionamento da sinalização horizontal	3%			
Dispositivos e obras complementares	Existência e funcionamento de defensas, barreiras e guarda corpos	3%			
	Existência e funcionamento de cercas	3%			
Faixa de domínio	Limpeza	3%			
	Localização e altura da vegetação	10%			
	Ocorrência de passivos ambientais críticos	3%			
FATOR DE PAGAMENTO (% do item de manutenção)					

### **3.4. AS CRÍTICAS AO PIR IV E CREMA**

Em 2009 o Tribunal de Contas da União realizou uma auditoria operacional ao PIR IV e CREMA 1ª etapa, que gerou o acórdão 2.730/2009, com uma série de críticas aos programas, citando ainda algumas deficiências também no Crema 2ª etapa. A seguir se encontram listadas e resumidamente justificadas as inadequações apontadas:

- **Inadequação da concepção do programa:**

No CREMA 1ª etapa, as soluções de recuperação do pavimento deveriam ser mais leves, uma vez que o projeto é simplificado, baseado em levantamento visual. A recuperação estrutural deveria ser executada no CREMA 2ª etapa. Entretanto, no catálogo de soluções havia indicações (reciclagem da base e reconstrução) que levavam a intervenções também na estrutura, o que não era o objetivo daquele programa. Além disso, a análise de uma amostra de editais mostrou que em média 90% dos valores de contrato eram liquidados ao término do primeiro ano, fazendo com que restasse pouco interesse por parte da executora em manter a qualidade do serviço no período restante;

- **Ineficácia do modelo de contrato de execução de obra:**

O PIR IV apresentava duas características que o impediam de ser classificado como contrato de desempenho: em média, apenas 19% da remuneração do contrato estavam sujeitas à avaliação de desempenho - a parte correspondente aos serviços de manutenção. Adicionalmente, a responsabilidade pelo projeto das soluções não era da empresa executora da obra;

- **Inadequação dos critérios de seleção de trechos a serem incluídos no programa:**

Os trechos selecionados para o Crema 1ª etapa tinham características muito diversas com relação à frequência dos defeitos no pavimento, no entanto, o valor médio por quilômetro não apresentava variações significativas;

- **Ineficiência dos projetos de engenharia:**

Os projetos estavam baseados em levantamentos expeditos, parciais e subjetivos, como o Levantamento Visual Contínuo (LVC) e o Valor de Serventia Atual (VSA), desta forma os quantitativos previstos dificilmente seriam fiéis às reais necessidades no local. A insuficiência dos quantitativos de serviço previstos inicialmente e a impossibilidade de aditivos contratuais tinham como consequência a execução incompleta em segmentos que fazem parte do objeto da obra. Ainda, o

catálogo de soluções simplificava o projeto e tirava grande parte da responsabilidade da projetista;

- Inadequação dos critérios de medição dos serviços:

No PIR IV e CREMA 1ª etapa o serviço de restauração era medido por unidades de cada item de serviço. Na 2ª etapa já seriam medidos por unidade de serviço concluído (quilômetro de faixa);

- Antecipação irregular de pagamento contratual:

Foi identificada em diversos contratos PIR IV e CREMA a medição de valores referentes a 10% do valor contratual sem a necessidade de contraprestação de nenhum serviço;

- Baixa qualidade e durabilidade dos serviços:

Inspeções em trechos recém-concluídos ou perto de conclusão mostraram condições funcionais melhores que no período anterior aos contratos, porém apresentavam frequentemente defeitos que o PIR IV se propunha a resolver, não estando de acordo com o previsto nas diretrizes do programa, que estabelecia uma vida útil de quatro anos para as soluções executadas;

- Deficiências na fiscalização/supervisão dos serviços:

A quantidade e variedade de ensaios a serem realizados ao longo do mês - mesmo para o monitoramento de apenas 10% dos ensaios, como definido nas especificações - era muito superior à capacidade do corpo técnico de uma Unidade Local;

- Baixa efetividade do gerenciamento do programa para a garantia da qualidade e da durabilidade das obras:

Os relatórios produzidos pela gerenciadora forneciam uma boa visão das obras em andamento, no entanto, não se observava um aproveitamento dessas informações no sentido de melhorar a gestão do contrato;

- Precariedade da responsabilização dos executores/projetistas das soluções:

Havia diversos atores envolvidos nas etapas de projeto, execução e fiscalização das obras, acarretando por si só na dificuldade de responsabilização em caso de execução de obras com qualidade inadequada;

- Similaridades de deficiências entre os programas Crema 1ª e 2ª etapas:

A descaracterização do conceito de contrato por desempenho também ocorreria no CREMA 2ª etapa, pois o responsável pela execução não tem responsabilidade pelas soluções técnicas empregadas. Também permaneceria a

incompatibilidade entre o prazo de contrato – cinco anos – e o prazo exigido para a vida útil das soluções – dez anos. Além disso, se manteria a dificuldade de responsabilização para execuções inadequadas.

### **3.5. AS LIÇÕES APRENDIDAS**

Lancelot (2010) reconhece que os contratos por desempenho ainda eram um instrumento novo no Brasil, que continuava demandando aperfeiçoamento. Ajustes já foram realizados neste sentido, conforme descrito a seguir.

Com o objetivo de acelerar o cronograma de execução da obra e visando a qualidade da mesma, inicialmente as licitações de obras eram feitas em cima do projeto básico e as próprias empreiteiras deveriam detalhá-lo. A execução se realizaria após a revisão do projeto final pelo órgão rodoviário. Contudo, as empreiteiras acabavam contratando outras empresas para executar o projeto, aumentando o seu custo e retardando o início da obra. O órgão rodoviário, por outro lado, também demonstrou lentidão na análise dos projetos. Juntando-se isso ao fato de ter-se demonstrado uma tendência por parte das empreiteiras a propor soluções mais leves, podendo comprometer a boa qualidade do serviço entregue, ficou-se estabelecido que a execução deveria ser realizada conforme projeto simplificado no qual é baseada as licitação.

Nos primeiros CREMA o sistema de monitoramento dos contratos se revelou altamente complexo para ser colocados em prática pelo órgão rodoviário e suas consultorias, passando a ser considerado não confiável pelas empreiteiras. Eram 99 indicadores de desempenho, sendo 11 para obras e 88 para manutenção. Como já mencionado, a estrutura de monitoramento foi simplificada e reduzida a 2 indicadores para as obras de restauração e 11 para a manutenção no CREMA 1ª etapa e 16 no CREMA 2ª etapa.

As penalidades pelo não cumprimento dos padrões de desempenho inicialmente deveriam ser aplicadas como multas. Contudo, este era um mecanismo pouco familiar tanto para o setor público quanto para o privado nas rodovias brasileiras e houve grande dificuldade na execução dessas multas, de forma que poucas notificações foram feitas e os pagamentos foram ainda mais raros. As penalidades passaram posteriormente a ser aplicadas por meio de retenção dos pagamentos das parcelas mensais até que o serviço

fosse devidamente entregue. No caso da manutenção, a retenção é um percentual do valor mensal correspondente ao indicador não atingido. Cada um dos indicadores possui um peso pré-definido na instrução de serviço em vigor.

### **3.6. AS AVALIAÇÕES JÁ REALIZADAS DO CREMA**

Lancelot (2010) buscou levantar os benefícios alcançados pelo CREMA no Brasil até aquele momento, fazendo a ressalva de que a comparação entre os contratos tradicionais e os contratos CREMA era limitada devido à ausência de dados mais detalhados:

“não foi possível comparar o impacto dos contratos sobre as condições estruturais das seções de estrada (a última pesquisa sobre deflexões foi realizada no início dos anos 2000), nem o impacto sobre a segurança de tráfego, devido à falta de estatísticas no Brasil; e (b) não foi possível fazer nenhuma avaliação qualitativa-comparativa (nenhuma pesquisa de satisfação dos usuários estava disponível, nem foi planejada no tempo no qual foi executado o estudo)”

O comparativo utilizou uma amostra de 15 contratos CREMA realizados entre 2011 e 2008, 74 de restauração realizados entre 1989 e 2008 e 13 de manutenção tradicional realizados entre 2001 e 2005. O estudo foi baseado em três vertentes: comparação de custos, comparação de condições das estradas e efeitos sobre a carga de trabalho da agência executora (órgão rodoviário, ou seja, o DNIT).

#### ▪ Comparação de custos:

Os custos por quilômetro variam substancialmente devido às condições específicas de cada rodovia, dificultando uma comparação válida. Comparou-se então o desconto médio entre o valor inicial de estimativa do projeto e o valor contratado. Este desconto foi de 21% para o CREMA e 16,5% para os contratos tradicionais. Segundo o estudo, esta semelhança demonstra um entendimento adequado e a apropriação do modelo por parte do setor de construção.

Quanto a aditivos, estes ficaram em torno de 17% nos contratos tradicionais contra 7,1% nos CREMA. Segundo o estudo, o resultado significa que o CREMA melhorou a eficiência do gerenciamento de contratos. Por fim, foram encontrados custos unitários de obras de restauração no CREMA 25% a 35% inferiores a restauração tradicional, enquanto os custos na manutenção foram 34% inferiores aos da manutenção tradicional. Vale a ressalva de que esses resultados são coerentes com o uso de soluções mais leves

nas reabilitações do CREMA e fato de que os serviços de manutenção do CREMA serem mais concentrados em prevenção do que em reparo.

▪ Comparação de condições das estradas:

As condições superficiais das estradas foram comparadas através dos índices IRI (índice de irregularidades internacional) e IGGE (Índice de Gravidade Global Expedito) coletados em 2007, final da duração dos primeiros contratos CREMA nas rodovias federais. Em geral, as condições encontradas foram relativamente boas tanto na modalidade tradicional quanto no CREMA. Os trechos das rodovias com CREMA demonstraram condições mais homogêneas que os trechos com restauração tradicional. O desvio padrão foi de 0,8 contra 1,28 para o IRI e 14,85 contra 44,43 para o IGGE.

▪ Efeitos sobre a carga de trabalho da agência executora:

A quantidade de licitações foi reduzida com o CREMA, pois os serviços de manutenção são executados concomitantemente e após a restauração sem a necessidade de abertura de outra licitação. Além disso, as extensões do CREMA foram maiores que as dos contratos tradicionais, em média quatro vezes maiores do que a restauração tradicional e duas vezes e meia maiores que a manutenção tradicional. A duração dos contratos CREMA também foi maior, sendo mais que duas vezes maior que os de restauração (em geral de um ano e meio a dois anos) e manutenção (em geral de um a dois anos).

A supervisão era facilitada com o monitoramento de execução de tarefas – km de obras finalizadas e qualidade da manutenção, enquanto os contratos tradicionais exigiam a verificação detalhada de uma grande massa de quantitativos.

### **3.7. OS PONTOS CRÍTICOS**

O CREMA tem mostrado alguns pontos a serem aperfeiçoados. Trabalhos recentes (ARAÚJO *et al*, 2012 e FONSECA, 2013) têm indicado inconsistências relacionadas às soluções padronizadas determinadas pelo catálogo de soluções técnicas do DNIT para o CREMA 2ª etapa. Lancelot (2010) e Colares (2011) sugerem que os contratos CREMA sejam ampliados para pelo menos dez anos, de forma que corresponda ao tempo de vida útil do pavimento, no entanto, existe o limitador máximo de cinco anos para contratação pela lei brasileira de licitações e contratos. Uma Parceria Público Privada poderia ser a

solução para a adoção de contratos mais longos, no entanto essa transição é complexa e deveria se iniciar com projetos piloto, conforme já teria sido cogitado pelo governo federal, segundo Lancelot (2010).

Lancelot (2010) aponta ainda que os atuais indicadores de desempenho para as obras de recuperação – IRI e deflexão recuperável – não são suficientemente confiáveis para serem os únicos critérios de aprovação da obra, havendo a necessidade de desenvolvimento de indicadores mais adequados. Outra questão levantada é a insuficiência de levantamentos regulares sobre as condições das rodovias, principalmente no que se refere às condições estruturais das mesmas, dificultando uma avaliação clara da eficiência dos programas de recuperação e manutenção desenvolvidos.

### **3.8. BALANÇO DO DESENVOLVIMENTO DO CREMA**

De forma geral, o desenvolvimento do CREMA no Brasil aparentemente tem se dado de forma positiva, buscando-se seu aperfeiçoamento e expansão com o passar do tempo. Os contratos de Crema 2ª etapa se encontram em fase de implantação e o DNIT tem se mostrado disposto a expandir o modelo para toda malha viária. Por outro lado, as críticas feitas pelo TCU aos contratos PIR IV e Crema 1ª etapa são consistentes e merecem ser consideradas.

A questão da retirada da responsabilidade do projeto da empreiteira é um assunto no qual os estudos divergem nas opiniões. De fato com isto, um dos princípios fundamentais dos contratos de manutenção baseados em desempenho é desvirtuado, por outro, Lancelot (2010) explicitou as motivações que levaram à adoção da elaboração de projetos em separado, conforme relatado no item 3.5.

A existência de contratos CREMA cujos regimes de licitação são por preço unitário e não por preço global também é indicativo de desvirtuamento dos princípios originais. O estabelecimento de um preço fixo global está diretamente vinculado ao pagamento por desempenho.

A existência de soluções padronizadas por normativas do DNIT para elaboração dos projetos é um ponto que causa estranheza na literatura internacional sobre os contratos baseados em desempenho. Há argumentos favoráveis à utilização de catálogo de soluções relacionados à economia de tempo e custos. Por outro lado, a qualidade dessas soluções é questionável, como mostra a pesquisa de Fonseca (2013).

Existe uma série de pontos relativos aos CREMA que merecem maior desenvolvimento, como: o aperfeiçoamento dos critérios de pagamento e indicadores de desempenho, a questão da padronização das soluções técnicas e a possível ampliação dos prazos de contrato. Este trabalho se concentrará na avaliação do programa e no desenvolvimento de um método que contribua para a quantificação de seus possíveis benefícios. A avaliação do programa realizada por Lancelot (2010) é ilustrativa, porém não valora os benefícios econômicos advindos do CREMA. Pretende-se contribuir para um maior aprofundamento neste sentido.

## **4 PROPOSTA DE AVALIAÇÃO DE CUSTOS E BENEFÍCIOS EM UM PROGRAMA DE RESTAURAÇÃO E MANUTENÇÃO RODOVIÁRIA**

### **4.1. INTRODUÇÃO**

Uma das grandes dificuldades no estudo dos contratos de desempenho para manutenção rodoviária é a quantificação dos benefícios advindos dessa modalidade em relação ao modelo tradicional, como já mencionado no Capítulo 2.

Lancelot (2010) demonstrou alguns resultados neste sentido ao comparar o CREMA com os contratos tradicionais de restauração e manutenção no Brasil, conforme descrito no item 3.6 da presente dissertação. Para medir os benefícios econômicos, foi feita uma comparação entre o valor estimado antes da licitação e o valor contratado, chegando-se a diferença percentual nos CREMA e nas restaurações e manutenções tradicionais. Quanto aos benefícios, foram comparados os índices IRI e IGGE para as diferentes formas de contratação abordadas no estudo, porém não fez uma quantificação financeira.

Nesta presente dissertação propõe-se um método que consiste em relacionar a melhoria que a execução de um determinado projeto gera no IRI (Índice de Irregularidade Internacional) com o ganho financeiro do usuário. Desta forma, será possível demonstrar explicitamente a relação entre benefício e custo para os projetos de restauração e manutenção rodoviária. Com base neste método, serão quantificados os benefícios previstos na execução do CREMA em relação às modalidades tradicionais de contratação para manutenção. As projeções da evolução do IRI e os valores do custo total para o usuário (custo de operação do veículo + tempo de viagem) para cada uma das alternativas analisadas serão gerados pelo programa HDM-4.

### **4.2. O PROGRAMA HDM-4 COMO APOIO NA ANÁLISE DE CUSTOS E BENEFÍCIOS**

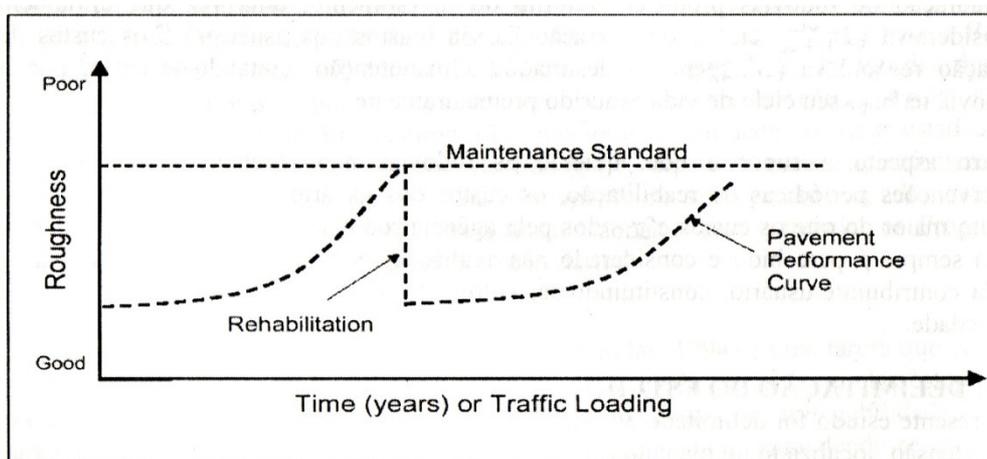
Como comentado, não é possível realizar uma comparação consistente entre valores de diferentes contratos por quilômetro, pois cada rodovia ou trecho de rodovia possui uma situação particular.

Para medir custos e benefícios para diferentes alternativas em um mesmo trecho o programa HDM (*Highway Development & Management*) pode ser um grande aliado. O HDM é o *software* padrão para análise técnica e econômica para projetos em rodovias e é amplamente usado no Brasil. Desenvolvido pelo Banco Mundial na década de 1970, baseado em estudos realizados nas rodovias do Quênia, Caribe, Índia e Brasil, atualmente é conhecido como HDM-4, que se refere a sua versão mais atualizada.

Mânica (2005) apresenta uma definição detalhada do que seria o objetivo do HDM:

“O HDM-4 foi concebido para analisar um conjunto de estratégias para um determinado trecho ou rodovia, calculando, para cada alternativa (estratégia), a evolução da deterioração e os custos totais de transporte, indicando, pela comparação entre o valor presente líquido (NVLP), associado à taxa interna de retorno (TIR), qual a melhor alternativa (estratégia) de atuação nas rodovias a ser escolhida de forma a obter os melhores benefícios técnico-econômicos para a sociedade (in ARCHONDO-CALLAO, 1999). Para termo de comparação é escolhida uma alternativa base (geralmente a mais simples, ou a mais comumente utilizada pelo órgão rodoviário), que é usada em confrontação com outras estratégias, nas quais se pretenda estudá-las com o intuito de viabilizá-las para futura adoção pelo projeto, como alternativa de restauração de pavimento.”

Além disso, o HDM pode determinar os momentos de execução para a devida intervenção ou ainda distribuir da melhor forma possível as soluções diante de um orçamento limitado. A Figura 4-1 mostra o modelo da curva de desempenho do pavimento rodoviário em relação ao índice de irregularidade longitudinal (IRI ou *Roughness*) com o passar do tempo em relação a um padrão desejável de manutenção (a linha denominada *Maintenance Standard*), segundo o manual do programa. Nos momentos em que se atinge esse padrão, é realizada a reabilitação (*Rehabilitation*).



**Figura 4-1:** Modelo de curva de desempenho do pavimento rodoviário no HDM (MÂNICA, 2005)

O HDM pede uma série de dados relacionados ao trecho que se pretende analisar. Os principais são:

- Padrão de tráfego (frequente, fluxo livre, interurbano ou sazonal);
- Zona climática (com suas respectivas características, como temperatura e pluviosidade);
- Classe da rodovia (tronal, principal ou local);
- Classe da superfície (betuminosa, concreto de cimento portland ou não pavimentada);
- Materiais do pavimento (mistura de asfalto com base granular, tratamento superficial com base estabilizada, por exemplo);
- Extensão do segmento;
- Largura da rodovia;
- Largura do acostamento;
- Número de faixas;
- Volume de tráfego diário motorizado e não motorizado;
- Dados de geometria (subidas mais descidas em m/km, curvatura média horizontal);
- Limite de velocidade;
- Altitude média da região;
- Tipos de drenagem;
- Tipo de material da superfície;
- Espessura do revestimento mais recente;
- Espessura do revestimento anterior;
- Ano da última reconstrução ou da construção;
- Ano da última reabilitação;
- Ano do último recapeamento;
- Ano do último trabalho preventivo;
- Dados estruturais (Número estrutural corrigido pelo CBR do subleito);
- IRI;
- Área total de trincas, em %;
- Área de desgaste, em %;
- Número de buracos (panelas) por km;
- Erosão de borda, em m<sup>2</sup>/km;

- Afundamento de trilha de roda, em mm;
- Resistência ao atrito;
- Estado da drenagem
- Composição do tráfego e características técnicas e econômicas dos veículos, incluindo custos operacionais;
- Previsão de crescimento da frota.

Não é necessário que sejam fornecidos todos os dados citados para que o HDM seja processado, porém, quanto mais dados forem fornecidos, mais detalhada ficará a avaliação realizada.

A avaliação econômica dos benefícios da realização de um projeto de reabilitação ou manutenção rodoviária geralmente se refere às receitas provenientes da redução de custos operacionais dos veículos (despesas com combustível, lubrificantes, pneus, manutenção, depreciação e os juros na propriedade dos veículos), do aumento da segurança do tráfego e da redução do custo de viagem. Os custos se referem às despesas de implantação e manutenção do projeto. O HDM-4 estima os benefícios dos usuários através das reduções nos custos operacionais dos veículos e da redução no tempo de deslocamento dos usuários. (PEREIRA, 2011).

#### **4.3. O IRI COMO PARÂMETRO DE AVALIAÇÃO DOS CUSTOS OPERACIONAIS DOS VEÍCULOS**

A irregularidade do pavimento interfere substancialmente nos custos operacionais e emissão de gases poluentes dos veículos e na segurança e conforto do usuário (FONSECA, 2013). Bernucci *et al* (2006) definem a irregularidade longitudinal como “o somatório dos desvios da superfície de um pavimento em relação a um plano de referência ideal de projeto geométrico que afeta a dinâmica do veículo, o efeito dinâmico das cargas, a qualidade ao rolamento e a drenagem superficial da via”.

O IRI (*International Roughness Index* ou Índice de Irregularidade Internacional) é o índice internacional que expressa um padrão da irregularidade longitudinal. É um índice estatístico, que quantifica os desvios da superfície do pavimento em relação ao plano desejável e é medido em m/km.

No Brasil, a medida da irregularidade é orientada pelas normas DNER-PRO164/94 (DNER, 1994a) e DNER-PRO 182/94 (DNER, 1994b) que usam o QI (quociente de irregularidade), em mm/km. Existem diversos equipamentos para medir a irregularidade. Os equipamentos mais utilizados no Brasil na atualidade são os que realizam a leitura a partir de perfilômetros a laser – uma barra com sensores a laser que faz o registro do perfil através da marcação dos pontos transversais e expressa o resultado em QI ou IRI (FONSECA, 2013).

Segundo Fonseca (2013), entre 1975 e 1984 foi desenvolvido pelo Instituto de Pesquisas Rodoviárias a Pesquisa de Inter-relacionamentos de Custos Rodoviários, através de uma parceria entre Nações Unidas e o governo brasileiro que deu origem ao HDM. Esta pesquisa levantou diversas correlações entre custos e irregularidade.

O IRI vem sendo utilizado como parâmetro de controle de obras e aceitação de serviço em alguns países (BERNUCCI *et al*, 2006). Como já visto no capítulo dois, o índice é utilizado internacionalmente como critério de aceitação dos contratos por desempenho na manutenção rodoviária. No Brasil não é diferente e o IRI é um dos indicadores de desempenho para a aceitação das obras de reabilitação do CREMA.

FONSECA (2013) esclarece que nas obras rodoviárias o IRI nunca será inicialmente zero, uma vez que mesmo novo e dentro das especificações estabelecidas, o pavimento apresenta uma rugosidade mínima necessária para manter o atrito entre pneu e pavimento. No Quadro 4-1 é demonstrada a correlação entre IRI e as condições da superfície de pavimentos flexíveis (asfálticos) segundo o Manual de Conservação Rodoviária do DNIT.

**Quadro 4-1: Correlação IRI e condições da superfície de pavimentos flexíveis**  
(BRASIL, 2011a)

<b>Classificação</b>	<b>IRI</b>
Bom	< 3,0
Regular	3,0 ao 4,0
Mau	4,0 ao 5,5
Péssimo	> 5,5

#### 4.4. DESCRIÇÃO DO MÉTODO

O método proposto consiste basicamente em relacionar a redução do IRI (Índice de Irregularidade Longitudinal) aos resultados de “gasto total do usuário” (gastos operacionais do veículo + valor do tempo de viagem) fornecidos pelo HDM-4 para mensurar o benefício aos usuários com economia de custos advindos da implantação de uma alternativa de manutenção e/ou restauração em relação à outra.

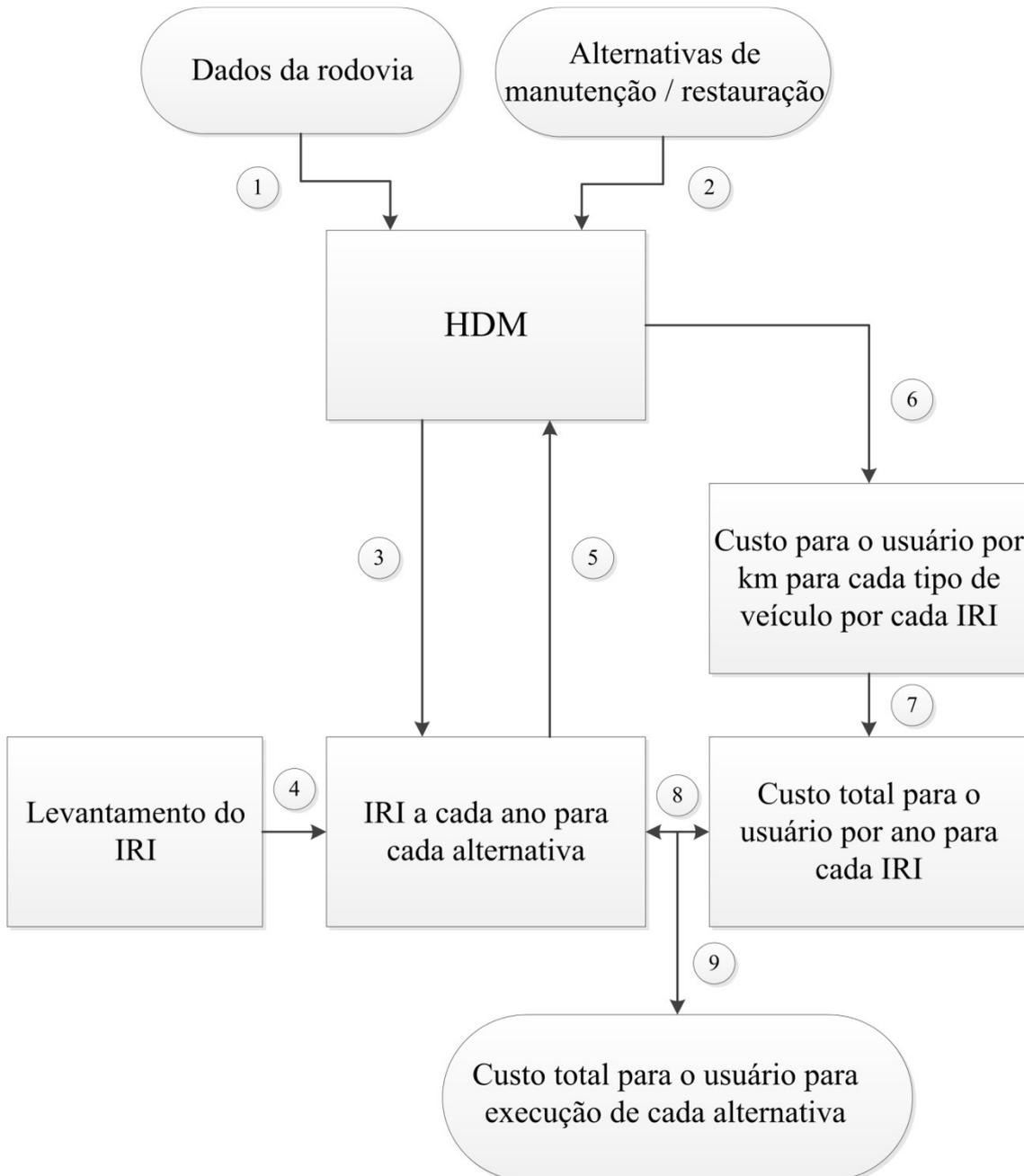
Através deste método se torna viável chegar a um valor que demonstre a suposta economia de custos que o CREMA apresenta em relação aos contratos tradicionais de manutenção das rodovias federais.

Para aplicação do método é necessário possuir um levantamento com os dados principais – listados no item 4.2 – do trecho a ser analisado para que seja inserido no HDM-4. Com isso, devem ser realizados os seguintes passos:

- 1) Inserir os dados do trecho no HDM-4 de acordo com o levantamento do estado da rodovia;
- 2) Estabelecer as alternativas de serviços de manutenção e/ou restauração que se deseja comparar para o trecho e inseri-las no HDM-4;
- 3) Executar a análise do HDM-4 para se obter a projeção do IRI a cada ano com a realização de cada uma das alternativas;
- 4) Considerar os levantamentos do IRI existentes e substituí-los pela projeção, caso o resultado seja diferente (quando for realizada uma análise pós-execução);
- 5) Processar no HDM-4 novas análises para cada trecho sem execução de serviços e com o IRI com cada valor que aparece ao longo dos anos projetados, conforme os resultados obtidos no passo 3;
- 6) Verificar os resultados do relatório “*MT RUC per veh-km and per veh trip*” na coluna “*Road User Cost*” - que é a soma do custo de operação dos veículos com o tempo de viagem - no “*Annual Average Cost per Vehicle-km*”, o custo médio por veículo/km;
- 7) Com os resultados do custo médio por veículo/km, multiplicar esse valor: pelo número de veículos daquele tipo que passa pelo trecho por dia, pela extensão do trecho (em km) e por 365 (para se obter o valor de custo anual). Somar os resultados de todos os tipos de veículos para se obter o custo com cada IRI;

- 8) Relacionar os IRI projetados para o período analisado com os valores de custo anual obtidos para aquele IRI;
- 9) Somar os resultados ano a ano para cada alternativa, para se obter o custo total para o usuário na execução de cada alternativa.

Estes passos estão demonstrados no fluxograma apresentado na Figura 4-2.



**Figura 4-2:** Fluxograma do método proposto

Para demonstrar a viabilidade do método proposto, uma das possibilidades de abordagem é a avaliação de um contrato já finalizado para que se compare o valor total despendido por ele com o valor dos benefícios para o usuário com a redução do IRI provocada pela sua execução. Caso este último valor seja superior ao primeiro, esta obra será considerada viável, pois os benefícios para a população – que em último grau custeia a realização do empreendimento através dos impostos – superarão os custos. Lembrando que esta avaliação será realizada através de dados fornecidos pelo HDM-4, que quantificará apenas os benefícios de custo operacional do veículo e redução no tempo de viagem. Os benefícios ambientais e de redução de acidentes não serão contemplados, mas no futuro podem e devem ser incorporados.

Outra possibilidade de aplicação da correlação IRI – custos para o usuário é realizar a comparação entre soluções propostas para um determinado trecho. A que apresentar o menor custo total (custo dos usuários dos veículos + custo de execução do projeto) será considerada a solução mais vantajosa.

Para execução desta parte, o método proposto deve seguir os seguintes passos:

- 1) Realizar o levantamento do custo anual de cada proposta, dentro de um período previamente estipulado;
- 2) Transformar o valor total para cada proposta em VPL (Valor Presente Líquido);
- 3) Levantar a evolução do IRI ano a ano para cada proposta, com o auxílio do HDM;
- 4) Fazer a correlação entre o IRI ao custo total para o usuário, também com auxílio dos dados fornecidos pelo HDM;
- 5) Levantar o custo total para o usuário de cada uma das soluções propostas dentro do período de avaliação;
- 6) Transformar o custo total para o usuário em VPL;
- 7) Para cada proposta, somar o VPL do custo total para o usuário com o VPL do custo da sua execução. A que apresentar o menor valor será a mais vantajosa economicamente.

Para demonstrar a viabilidade do método proposto será feito no próximo capítulo um estudo de caso, aplicando-se os passos descritos a uma rodovia específica onde ocorreu a execução de CREMA 1ª etapa.

## 5 APLICAÇÃO DO MÉTODO PROPOSTO: VERIFICAÇÃO DOS BENEFÍCIOS ECONÔMICOS DO CREMA COM APOIO DO HDM-4

### 5.1. ESTUDO DE CASO – BR-267/MG

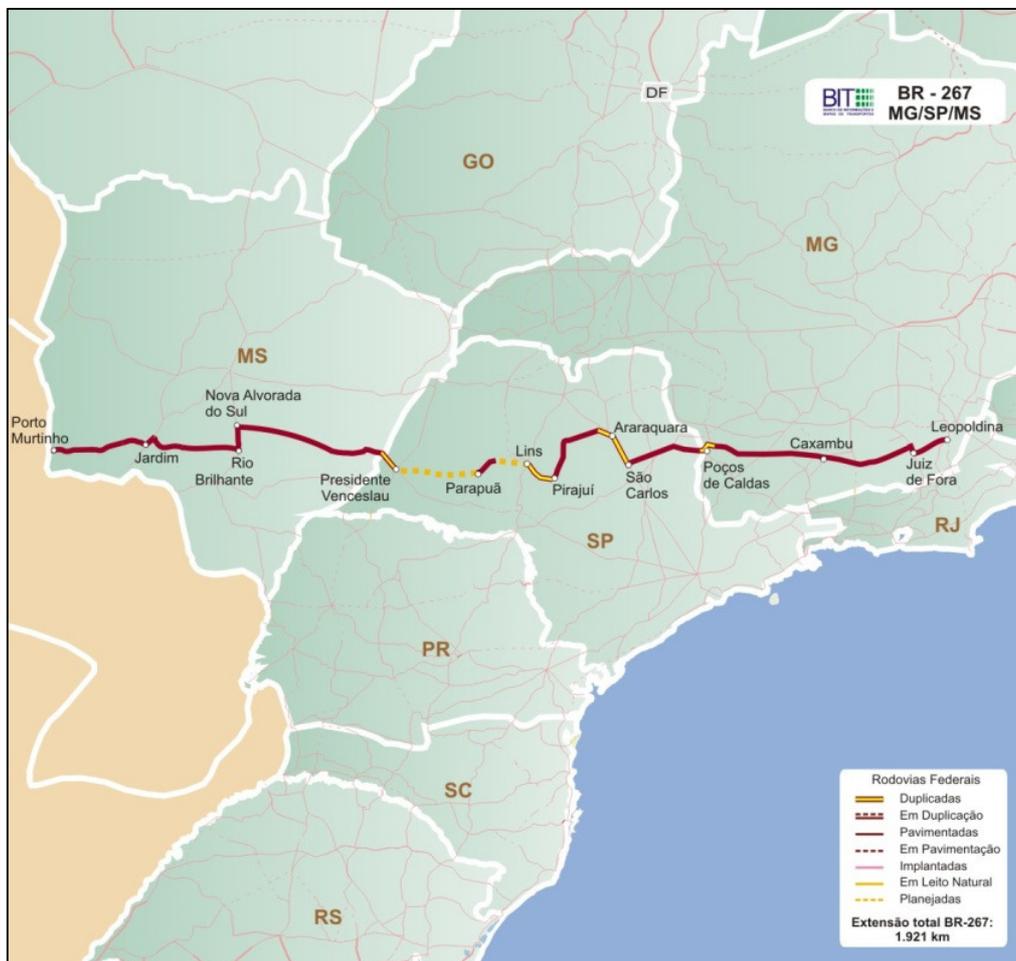
Para aplicação do método de avaliação de custos e benefícios proposto nesta pesquisa e relatado no Capítulo 4, foi escolhida a BR-267/MG. No ano de 2010 foram iniciadas execuções de CREMA 1ª etapa em toda sua extensão sob administração do governo federal, conforme **Anexo IV**, que apresenta os contratos ocorridos nesta rodovia entre os anos de 2007 e 2013. A situação dos trechos que não se enquadram neste caso pode ser verificada no Quadro 5-1, de acordo com as informações do Plano Nacional de Viação do ano de 2009 (DNIT, 2009a).

**Quadro 5-1:** Levantamento da situação dos trechos da BR-267/MG onde não houve CREMA 1ª etapa em 2010

Trecho (km)	Situação
0,0 - 7,7	Coincidente com BR-116
7,7 - 111,9	Execução de CREMA 1ª etapa
111,9 - 213,6	Execução de CREMA 1ª etapa
213,6 - 291,0	Execução de CREMA 1ª etapa
291,0 - 310,1	Coincidente com BR-354 e BR-383
310,1 - 372,8	Delegado ao DER-MG
372,8 - 435,8	Delegado ao DER-MG
435,8 - 499,9	Execução de CREMA 1ª etapa
499,9 - 519,5	Coincidente com BR-146
519,5 - 532,6	Delegado ao DER-MG

A BR-267 atravessa os estados de Minas Gerais (em 532,6km), São Paulo (em 705,0km) e Mato Grosso do Sul (em 683,7km). Seu trecho em Minas Gerais se inicia na cidade de Leopoldina e termina na cidade de Poços de Caldas. Juiz de Fora é o município mais populoso por onde a BR-267/MG passa. O trecho entre este município e Campanha (MG) é conhecido como Rodovia Vital Brazil. A figura 5-1 mostra o traçado da BR-267-MG.

Os trechos da BR-267/MG onde ocorreu o CREMA se apresentam em pista simples em toda sua extensão. Como é possível observar no **Anexo IV**, apenas um trecho já possui um CREMA 2ª etapa iniciado à época desta dissertação.



**Figura 5-1:** Traçado da BR-267 (Fonte: MINISTÉRIO DOS TRANSPORTES, 2014)

Houve uma alteração no PNV (Plano Nacional de Viação) em 200m do ano de 2007 – quando foram elaborados os projetos do CREMA 1ª etapa – para 2010 – o ano de realização do projeto. Por esta razão por vezes há divergências nos marcos quilométricos, no entanto as extensões se mantêm as mesmas.

A autora da presente dissertação teve acesso aos projetos de Crema 1ª etapa e Crema 2ª etapa da BR-267/MG, inclusive aos projetos de Crema 2ª etapa com execução ainda não contratada. As empresas executoras dos projetos necessitam realizar um levantamento prévio detalhado das características e condições dos trechos onde estarão localizados. Neste levantamento, os trechos são divididos em segmentos homogêneos, ou seja,

extensões que apresentam condições funcionais e estruturais semelhantes e consequentemente receberão as mesmas soluções.

## **5.2. ANÁLISE DE ALTERNATIVAS NO CREMA 1ª E 2ª ETAPA DO TRECHO ATRAVÉS DO HDM-4**

Inicialmente optou-se por analisar no HDM-4 dez dos primeiros segmentos homogêneos do trecho que vai do km 7,5 ao km 114,9 e os dez primeiros segmentos homogêneos do trecho que vai do km 435,6 ao km 499,9. Esta escolha foi feita em função de que os dois trechos se diferenciavam pelo fato de o primeiro ter iniciado um contrato de manutenção tradicional após o Crema 1ª etapa, enquanto o segundo teve um Crema 2ª etapa iniciado logo após a execução da primeira fase do programa. A versão do HDM-4 utilizada para as análises nesta dissertação foi a 1.3.

O **Anexo V** apresenta os dados do levantamento dos segmentos que foram inseridos no HDM-4, bem como as soluções propostas nos projetos. Foram escolhidas quatro alternativas para que o HDM-4 executasse a sua análise para um período de dez anos (entre 2010 e 2019) e demonstrasse qual seria a opção economicamente mais vantajosa ao comparar custos com benefícios. Para cada segmento era inserida a solução de CREMA 1ª ou 2ª etapa indicada no projeto ou a execução de um serviço de tapa buraco e selagem de trincas para os períodos de manutenção tradicional, de acordo com o ano correspondente para execução daquele serviço segundo as alternativas projetadas:

Alternativa 1: Manutenção tradicional (2010-2019);

Alternativa 2: Execução do CREMA 1ª etapa (2010-2011) + Manutenção tradicional (2012-2019);

Alternativa 3: Execução do CREMA 1ª etapa (2010-2011) + Manutenção tradicional (2012-2014) + Execução do CREMA 2ª etapa (2015-2019);

Alternativa 4: Execução do CREMA 1ª etapa (2010-2011) + Execução do CREMA 2ª etapa (2012-2016) + Manutenção tradicional (2017-2019).

Definiu-se a Alternativa 1 como Alternativa Base, para que fosse avaliado se e quanto as outras alternativas seriam mais vantajosas. Os resultados de Taxa Interna de Retorno que o HDM-4 apresentou estão listadas no **Anexo VI**. Como é possível verificar, a

solução economicamente mais vantajosa segundo o HDM-4 é a Alternativa 2 para os vinte segmentos analisados.

O **Anexo VII** mostra a evolução do IRI ano a ano para cada uma das alternativas. Nota-se que, baseado no IRI, a alternativa 3 é a mais indicada em termos de melhor desempenho da rodovia ao fim do último ano de análise em todos os segmentos analisados. No entanto, vale ressaltar que a alternativa 2 também apresenta um resultado satisfatório, pois em 80% dos segmentos o IRI estaria menor que 3,5 no ano de 2019 – o último ano da análise. Como visto no Capítulo 4, uma rodovia com IRI menor do que 3,0 apresenta uma boa qualidade de rolamento e um IRI entre 3,0 e 4,0 corresponde a uma rodovia em estado regular de rolamento.

Tais resultados levam a reflexão da real necessidade de se executar o Crema 2ª etapa imediatamente após o Crema 1ª etapa, em sete anos contínuos, como determinado na Instrução de Serviço DG/DNIT nº 5/2005 (DNIT, 2005), ainda em vigor. Esta corresponderia a alternativa 4, que não foi considerada mais vantajosa nem economicamente nem em termos de qualidade do rolamento da rodovia para um período de dez anos. No entanto, é necessário ressaltar que esta análise se deu apenas em caráter funcional – a estrutura do pavimento não foi analisada – além disso, está impactada pelas curvas de previsão de crescimento do IRI presentes do HDM-4.

### **5.3. ANÁLISE ECONÔMICA DO CREMA 1ª ETAPA NA BR-267/MG BASEADA NA CORRELAÇÃO ENTRE IRI E CUSTOS**

Será realizada nesta seção uma análise baseada no método explicitado no item 4.4. Para tal, foi escolhido o contrato 00 00518/2010 (DNIT, 2009b), vigente de julho de 2010 a julho de 2012, que tem como objeto a execução de serviços de CREMA 1ª etapa na rodovia BR-267/MG do km 7,5 ao 114,9, tendo custado um total de R\$ 18.723.700,66.

O trecho do contrato conta com 65 segmentos homogêneos, segundo o levantamento realizado em 2009 para o CREMA 2ª etapa. A ideia inicial seria demonstrar uma avaliação expedita, usando a média aritmética da projeção do IRI dos 65 segmentos para um período de cinco anos – os dois anos do contrato e mais uma extensão de três anos – bem como inserir dados de uma rodovia genérica, com dados médios semelhantes aos listados no levantamento. No entanto, o trecho em análise possui seis níveis de tráfego

diferentes, segundo o levantamento (**Anexo VIII**). Portanto, optou-se por realizar a análise destes seis subtrechos separadamente e então somar o resultado utilizando-se do mesmo princípio de simplificação da análise através de médias aritméticas. Os subtrechos estão apresentados no Quadro 5-2.

Não será possível avaliar o subtrecho 5 e parte do subtrecho 6 devido a inexistência dos dados do IRI neste segmento específico, que está localizado no perímetro urbano do município de Juiz de Fora. Logo, este subtrecho foi descartado para fins desta análise.

**Quadro 5-2:** Subtrechos do trecho BR-267/MG com composição de tráfego homogênea utilizados na análise desta dissertação

	VDM	Subtrecho (km)	Extensão (km)
<b>1</b>	1300	7,5 - 30,6	23,1
<b>2</b>	1700	30,6 - 60,8	30,2
<b>3</b>	2700	60,8 - 86	25,2
<b>4</b>	1800	86 - 97,7	11,7
<b>5</b>	1200	97,7 - 98,8	1,1
<b>6</b>	1700	98,8 - 115,3	16,5

Obs. VDM = Volume Diário Médio

Serão então seguidos os passos descritos no item 4.4:

- Inserir os dados do trecho no HDM-4 de acordo com o levantamento do estado da rodovia:

Os dados se encontram no **Anexo IX**.

- Estabelecer as alternativas de serviços de manutenção e/ou restauração que se deseja comparar para o trecho e inseri-las no HDM-4:

Foram três alternativas verificadas: a execução dos serviços de CREMA 1ª etapa indicados no projeto, a execução de uma manutenção comum com tapa buraco e selagem de trincas e a não execução de serviços, permitindo que a ação do tempo e tráfego deteriore a rodovia.

- Executar a análise do HDM-4 para se obter a projeção do IRI a cada ano com a realização de cada uma das alternativas:

Optou-se por realizar uma análise durante um período de cinco anos – de 2011 a 2015 – para verificar os efeitos da execução e não execução do CREMA 1ª etapa no IRI. Os resultados estão apresentados nos Quadros 5-3, 5-4 e 5-5. Vale lembrar que estes dados apresentados representam a média aritmética arredondada do IRI para cada ano segundo a projeção do HDM-4, com exceção dos dados de 2011 com a execução do CREMA 1ª etapa e dos IRI de 2012 a 2015 para os subtrechos 4 e 6, cujos valores serão justificados no próximo passo.

**Quadro 5-3: Projeção de IRI com execução do Crema 1ª Etapa**

Subtrecho	km Inicial	km Final	Extensão	IRI Levantado	IRI com Manutenção comum (projeção HDM 2012-2015)				
				2009 (Inicial)	2011 *	2012	2013	2014	2015
1	7,5	30,6	23,1	4,0	2,0	2,5	3,0	3,0	3,0
2	30,6	60,8	30,2	4,0	2,5	3,0	3,0	3,0	3,0
3	60,8	86,0	25,2	4,0	2,5	3,0	3,5	3,5	3,5
4	86,0	97,7	11,7	4,0	5,0	<b>5,0</b>	<b>5,5</b>	<b>6,5</b>	<b>7,0</b>
6	111,7	115,3	3,6	4,0	6,0	<b>6,5</b>	<b>7,0</b>	<b>7,5</b>	<b>8,0</b>

\*Segundo levantamento realizado pelo DNIT

**Quadro 5-4: Projeção de IRI com execução de Manutenção comum**

Subtrecho	km Inicial	km Final	Extensão	IRI Levantado	IRI sem Crema (projeção HDM 2012-2015)				
				2009 (Inicial)	2011	2012	2013	2014	2015
1	7,5	30,6	23,1	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0	6,0
2	30,6	60,8	30,2	4,0	4,5	4,5	5,0	5,5	6,0
3	60,8	86,0	25,2	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0	7,0
4	86,0	97,7	11,7	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0	6,0
6	111,7	115,3	3,6	4,0	4,0	4,0	4,0	4,5	5,0

**Quadro 5-5: Projeção de IRI sem execução de manutenção no pavimento**

Subtrecho	km Inicial	km Final	Extensão	IRI Levantado	IRI sem manutenção do pavimento (projeção HDM 2012-2015)				
				2009 (Inicial)	2011	2012	2013	2014	2015
1	7,5	30,6	23,1	4,0	4,5	5,0	5,5	6,5	7,5
2	30,6	60,8	30,2	4,0	4,5	5,0	5,5	6,5	7,5
3	60,8	86,0	25,2	4,0	4,5	5,5	6,5	8,0	10,0
4	86,0	97,7	11,7	4,0	5,0	5,0	5,5	6,5	7,0
6	111,7	115,3	3,6	4,0	4,0	4,0	4,5	4,5	5,0

- Considerar os levantamentos do IRI existentes e substituí-los pela projeção, caso o resultado seja diferente (quando for realizada uma análise pós-execução):

Há um levantamento de IRI realizado pelo DNIT no ano de 2011. Estes dados foram considerados para a alternativa que foi realizada – a execução do Crema 1ª etapa. Os resultados para os subtrechos 1, 2 e 3 foram compatíveis com a projeção realizada pelo HDM-4. No entanto, os subtrechos 4 e 6 apresentaram uma piora no IRI segundo o levantamento de 2011 (ver Quadro 5-3). Por esta razão, os dados para os anos subsequentes foram arbitrados e se encontram destacados na cor vermelha.

- Processar no HDM-4 novas análises para cada trecho sem execução de serviços e com o IRI com cada valor que aparece ao longo dos anos projetados, conforme os resultados obtidos no passo 3:

Foi realizada a simulação no HDM-4 para que fosse gerado o custo total do usuário para cada uma das alternativas.

- Verificar os resultados do relatório “*MT RUC per veh-km and per veh trip*” na coluna “*Road User Cost*” - que é a soma do custo de operação dos veículos com o tempo de viagem - no “*Annual Average Cost per Vehicle-km*”, o custo médio por veículo/km:

No **Anexo X** há um exemplo deste relatório fornecido pelo HDM-4. Os resultados obtidos para cada tipo de veículo que compõe o tráfego local estão detalhados no **Anexo XI**.

- Com os resultados do custo médio por veículo/km, multiplicar esse valor: pelo número de veículos daquele tipo que passa pelo trecho por dia, pela extensão do trecho (em km) e por 365 (para se obter o valor de custo anual). Somar os resultados de todos os tipos de veículos para se obter o custo com cada IRI:

O quadro 5-6 apresenta o número de veículos que passa em cada trecho por dia, por tipo de veículo. No **Anexo XII** são apresentadas as tabelas com os valores de custo total para os usuários já multiplicado

pela extensão (em km) e pelo número de veículos por dia para se obter o custo total de todos usuários que passam por aquele subtrecho ao dia com cada IRI, que depois é multiplicado por 365 para que se chegue ao valor total ao ano.

**Quadro 5-6: Volume Diário Médio por veículo por subtrecho**

Subtrecho	VDM	Tipo de Veículo										
		P1	P3	O1	C1	C2	S3	S6	R2	R4	R5	SE1
1	1300	881	79	66	125	84	41	15	1	1	0	8
2	1700	1121	201	16	168	137	53	3	0	0	0	1
3	2700	1529	470	129	273	221	56	21	0	0	0	0
4	1800	1133	248	99	141	133	43	3	0	0	0	0
6	1700	1194	80	75	154	87	98	10	0	0	0	3

Legenda:

P1: Veículo de passeio      C2: Caminhão leve 3C      R4: Reboque 3C2  
P3: Utilitário                S3: Semi-articulado 2S3      R5: Reboque 3C3  
O1: Ônibus                    S6: Semi-articulado 3S3      SE1: Semi-articulado Especial 3T4  
C1: Caminhão leve 2C      R2: Reboque 2C2

- Relacionar os IRI projetados para o período analisado com os valores de custo anual obtidos para aquele IRI:

Foi feita a correlação entre os Quadros 5-3, 5-4 e 5-5 com os valores apresentados no **Anexo XII**, ou seja, atribuir valor a cada um dos IRI que se obteve a cada ano, conforme demonstrado nos Quadros 5-7, 5-8 e 5-9.

**Quadro 5-7: Custo total para o usuário com a execução do CREMA 1ª etapa (R\$)**

Subtrecho	Crema - Custos para usuário (R\$)					
	2011	2012	2013	2014	2015	TOTAL
1	13.799.878,21	13.825.939,97	13.870.922,03	13.870.922,03	13.870.922,03	<b>69.238.584,26</b>
2	21.534.720,19	21.604.473,74	21.604.473,74	21.604.473,74	21.604.473,74	<b>107.952.615,13</b>
3	30.941.982,10	30.897.728,44	31.169.566,13	31.169.566,13	31.169.566,13	<b>155.348.408,94</b>
4	9.701.687,74	9.701.687,74	9.834.504,56	10.163.495,34	10.361.744,76	<b>49.763.120,12</b>
6	3.011.296,43	3.044.738,46	3.105.029,30	3.164.857,55	3.239.624,95	<b>15.565.546,69</b>
<b>TOTAL</b>						<b>397.868.275,15</b>

**Quadro 5-8: Custo total para o usuário com a execução de Manutenção comum (R\$)**

<b>Sem Crema (com Conserva) - Custos para usuário (R\$)</b>						
<b>Subtrecho</b>	<b>2011</b>	<b>2012</b>	<b>2013</b>	<b>2014</b>	<b>2015</b>	<b>TOTAL</b>
1	14.377.115,56	14.567.178,43	14.775.293,15	15.000.582,83	15.000.582,83	<b>73.720.752,80</b>
2	22.324.440,98	22.324.440,98	22.607.963,56	22.901.010,02	23.232.460,61	<b>113.390.316,15</b>
3	32.006.979,65	32.434.723,44	32.896.076,72	33.393.044,66	34.574.141,45	<b>165.304.965,92</b>
4	9.572.923,62	9.701.687,74	9.834.504,56	9.986.743,61	9.986.743,61	<b>49.082.603,13</b>
6	2.850.052,86	2.850.052,86	2.850.052,86	2.887.332,35	2.926.712,93	<b>14.364.203,87</b>
<b>TOTAL</b>						<b>415.862.841,87</b>

**Quadro 5-9: Custo total para o usuário sem execução de nenhum serviço no pavimento (R\$)**

<b>Sem Crema - Custos para usuário (R\$)</b>						
<b>Subtrecho</b>	<b>2011</b>	<b>2012</b>	<b>2013</b>	<b>2014</b>	<b>2015</b>	<b>TOTAL</b>
1	14.377.115,56	14.567.178,43	14.775.293,15	15.249.649,34	15.848.361,72	<b>74.817.598,20</b>
2	22.574.905,59	22.822.482,17	23.159.697,78	23.868.785,33	24.757.801,30	<b>117.183.672,16</b>
3	32.006.979,65	32.896.076,72	33.941.962,91	36.063.343,64	39.944.743,27	<b>174.853.106,19</b>
4	9.701.687,74	9.701.687,74	9.834.504,56	10.163.495,34	10.361.744,76	<b>49.763.120,12</b>
6	2.850.052,86	2.850.052,86	2.887.332,35	2.887.332,35	2.926.712,93	<b>14.401.483,36</b>
<b>TOTAL</b>						<b>431.018.980,03</b>

- Somar os resultados ano a ano para cada alternativa, para se obter o custo total para o usuário na execução de cada alternativa:

São os valores apresentados na coluna “TOTAL” dos Quadros 5-7, 5-8 e 5-9.

Com base nos valores obtidos, verifica-se a diferença entre o custo para o usuário com e sem projeto. A diferença corresponde à economia do usuário e deve ser maior que o custo de execução do projeto para que este seja considerado economicamente viável.

A diferença entre o custo do usuário sem execução de manutenção e o custo do usuário com a execução do CREMA 1ª etapa é de R\$ 33.150.704,88. Como já mencionado, o valor da execução do contrato de CREMA 1ª etapa foi de R\$ 18.723.700,66,

demonstrando sua viabilidade, pois a sociedade foi beneficiada em R\$ 14.427.004,22, ressaltando-se que neste valor não estão inclusos os benefícios ambientais, nem aqueles provenientes das reduções de acidentes. Vale lembrar que ainda houve o custo de execução do projeto. No entanto, este não pôde ser obtido pois não foi executado dentro de um contrato apenas para este trecho. Portanto, este valor não foi considerado. Também é importante observar que o valor do contrato de Crema 1ª etapa contempla uma série de outros serviços não relacionados diretamente ao pavimento, como limpeza e manutenção da faixa de domínio e das obras de arte correntes.

A diferença entre o custo para o usuário com a execução da Manutenção comum (R\$ 415.862.841,87), e o custo para o usuário com a execução do CREMA 1ª etapa (R\$ 397.868.275,15), fica em R\$ 17.994.566,72.

O objetivo é avaliar a relação entre custos e benefícios no CREMA 1ª etapa e Manutenção tradicional. Para tanto, é necessário obter o custo de contrato desta outra modalidade. É possível observar no **Anexo IV** que ao fim da execução do contrato de CREMA 1ª etapa aqui tratado, este mesmo trecho passou a ser mantido por três contratos diferentes: dois de manutenção tradicional e um novo CREMA 1ª etapa do km 98,7 ao 111,9, indicando a possibilidade de que não foi possível executar os serviços do projeto para o contrato 00 00518/2010 em todo o trecho, ou que o mesmo não foi bem executado. Estas hipóteses são reforçadas pelo IRI levantado em 2011 para este subtrecho, como apresentado no Quadro 5-3.

Sendo assim, para realizar a comparação serão considerados apenas os valores dos contratos de manutenção e para o trecho restante será feita uma projeção. Vale lembrar que esta é uma comparação meramente ilustrativa, pois os contratos foram executados em épocas diferentes, em condições diferentes da rodovia. Não foi realizada atualização inflacionária, pois os valores são de 2012 nos dois casos.

O contrato 719/2012 (DNIT, 2012b), do km 7,7 ao 62,0 tem o valor inicial de R\$ 2.265.594,29 e o contrato 871/2012 (DNIT, 2012c), do km 62,0 ao 98,7 e do km 111,9 ao 115,5 tem o valor inicial de R\$ 3.982.444,11, portanto, considerando já os dois trechos, a manutenção custaria R\$ 98.819,95 por km para os dois anos de duração. Este valor será considerado para os 12,8km restantes, que equivaleria então a R\$

1.264.895,36. Somando-se os três subtrechos, a manutenção do mesmo trecho onde houve o Crema 1ª etapa seria de R\$ 7.542.933,76.

**Quadro 5-10:** Comparativo de custos entre CREMA 1ª etapa e Manutenção tradicional  
(R\$)

<b>Contrato</b>	<b>Valor para 2 anos</b>	<b>Custo para o usuário</b>	<b>Custo total</b>
CREMA 1ª etapa	18.723.700,66	397.868.275,15	416.591.975,81
Manutenção	7.542.933,76	415.862.841,87	423.405.775,63

Pelo que está explicitado no Quadro 5-10, percebe-se que o CREMA 1ª etapa é financeiramente mais vantajoso para sociedade em pelo menos R\$ 6.813.799,82. Ou seja, executando o CREMA 1ª etapa o custo seria de R\$ 11.180.766,90 a mais, no entanto a economia de gastos em função do melhor estado da rodovia seria de R\$ 17.994.566,72. O modelo seria mais vantajoso em pelo menos R\$ 6.813.799,82, pois não estão sendo considerados outros benefícios além do gasto operacional e valor do tempo do usuário.

#### **5.4. ANÁLISE DE ALTERNATIVAS NO CREMA 1ª E 2ª ETAPA BASEADA NA CORRELAÇÃO ENTRE IRI E CUSTOS**

Serão analisadas a seguir as mesmas alternativas descritas no item 5.2 para os trechos da BR-267/MG, porém agora será considerada a metodologia descrita no item 4.4. O objetivo é verificar a alternativa mais vantajosa para 10 segmentos que também foram analisados no item 5.2, que vão do km 7,8 ao 19,8 da BR-267/MG. As alternativas são as seguintes:

Alternativa 1: Manutenção tradicional (2010-2019);

Alternativa 2: Execução do CREMA 1ª etapa (2010-2011) + Manutenção tradicional (2012-2019);

Alternativa 3: Execução do CREMA 1ª etapa (2010-2011) + Manutenção tradicional (2012-2014) + Execução do CREMA 2ª etapa (2015-2019);

Alternativa 4: Execução do CREMA 1ª etapa (2010-2011) + Execução do CREMA 2ª etapa (2012-2016) + Manutenção tradicional (2017-2019).

Serão seguidos os passos descritos no item 4.4:

- Realizar o levantamento do custo anual de cada proposta, dentro de um período previamente estipulado:

Estes dados foram retirados do HDM-4 através do relatório “*Roads Works Summary (by Year)*” e são apresentados no **Anexo XIII**.

- Transformar o valor total para cada proposta em VPL (Valor Presente Líquido):

Para o cálculo do VPL foi considerada uma taxa de 12% ao ano, sendo calculado através da fórmula seguinte.

$$VPL = FC_1 + FC_2/(1+i)^{j+1} + FC_3/(1+i)^{j+2} + \dots FC_n/(1+i)^{(j+n-1)}$$

Onde:

FCj – Fluxo de caixa de ordem “j”;

i – taxa de juros;

n – duração total do projeto, em anos.

Estes valores estão representados nas tabelas do **Anexo XIII**, na última coluna.

- Levantar a evolução do IRI ano a ano para cada proposta, com o auxílio do HDM:

Para realizar uma análise simplificada e expedita, da mesma forma que no estudo apresentado no item 5.3, foi considerada a média aritmética do IRI de todos os trechos, de forma a se obter um valor por ano para cada solução. O levantamento de IRI e suas respectivas médias aritméticas estão demonstrados no **Anexo XIV**. No quadro 5-11 estão apresentados resultados finais já aproximados em casas decimais de 0,5 em 0,5, para facilitar o cálculo.

**Quadro 5-11:** Projeção do IRI para cada uma das alternativas

	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
<b>Alternativa 1</b>	4,0	4,5	4,5	4,5	5,5	5,5	6,0	6,5	7,0	7,5	8,0
<b>Alternativa 2</b>	4,0	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	3,0	3,0	3,0	3,5	3,5
<b>Alternativa 3</b>	4,0	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	3,0	2,5	2,0	2,0	2,5
<b>Alternativa 4</b>	4,0	2,5	2,5	2,5	2,0	2,0	2,0	2,5	2,5	2,5	2,5

- Fazer a correlação entre o IRI ao custo total para o usuário, também com auxílio dos dados fornecidos pelo HDM:

Foi realizada uma simulação do HDM-4 para uma rodovia com as características médias de todo o trecho estudado para se obter o custo total para o usuário (custo operacional do veículo + tempo de viagem) para cada IRI de 2,0 a 8,0, de 0,5 em 0,5. Foi realizado o mesmo raciocínio utilizado no item 5.3: através do relatório “*MT RUC per veh-km and per veh trip*” gerado pelo HDM-4 (exemplificado no **Anexo X**) se obteve o custo por quilômetro para cada tipo de veículo circulando na rodovia estudada, variando apenas o IRI. Estes valores são apresentados no **Anexo XV**. Cada um destes valores obtido é multiplicado pela extensão, em quilômetro, do trecho – neste caso, 12km – e pelo número de veículos que ali passam por dia (apresentados na linha correspondente ao subtrecho 1 do Quadro 5-6), finalmente, multiplica-se esse valor por 365 para se obter o valor do custo total dos usuários a cada ano para todo aquele subtrecho. O resultado total por ano está apresentado no **Anexo XVI**.

- Levantar o custo total para o usuário de cada uma das soluções propostas dentro do período de avaliação:

Foi feita a correlação entre o Quadro 5-11 e os dados do quadro apresentado no **Anexo XVI**, chegando-se ao quadro apresentado no **Anexo XVII**. Os custos totais dos usuários estão apresentados no quadro 5-12.

**Quadro 5-12:** Custo de cada alternativa para o usuário (R\$)

	<b>Custo para o Usuário (R\$)</b>
<b>Alternativa 1</b>	78.192.636,00
<b>Alternativa 2</b>	72.069.619,38
<b>Alternativa 3</b>	71.819.354,94
<b>Alternativa 4</b>	71.782.449,06

▪ Transformar o custo total para o usuário em VPL:

O mesmo princípio já explicitado para calcular o VPL dos custos de execução de obra também foi utilizado para trazer os custos do usuário para o VPL. O raciocínio está apresentado no **Anexo XVII** e o Quadro 5-13 traz os valores finais.

**Quadro 5-13:** Custo em VPL de cada alternativa para o usuário (R\$)

	<b>Custo para Usuário (R\$)</b>
<b>Alternativa 1</b>	48.878.661,83
<b>Alternativa 2</b>	45.453.096,55
<b>Alternativa 3</b>	45.554.545,94
<b>Alternativa 4</b>	45.425.506,83

▪ Para cada proposta, somar o VPL do custo total para o usuário com o VPL do custo da sua execução. A que apresentar o menor valor será a mais vantajosa economicamente:

Este cálculo está apresentado no Quadro 5-14 e mostra que a melhor alternativa seria a 2. Entretanto, a alternativa que apresenta um estado melhor da rodovia ao final do período seria a Alternativa 3. Este resultado condiz com o encontrado no item 5.2, analisado pelo HDM-4.

**Quadro 5-14:** Custo total para a população da execução de cada alternativa (R\$)

	<b>Custo para Usuário (R\$)</b>	<b>Custo do serviço (R\$)</b>	<b>Custo total (R\$)</b>
<b>Alternativa 1</b>	48.878.661,83	17.145,29	<b>48.895.807,12</b>
<b>Alternativa 2</b>	45.453.096,55	480.000,21	<b>45.933.096,76</b>
<b>Alternativa 3</b>	45.554.545,94	2.005.805,91	<b>47.560.351,85</b>
<b>Alternativa 4</b>	45.425.506,83	2.623.743,70	<b>48.049.250,53</b>

## 5.5. CONCLUSÕES DO CAPÍTULO

A conclusão mais relevante gerada pelo estudo de caso demonstrado no item 5.2 é o indício de que seria melhor tanto em termos econômicos quanto com relação à qualidade de rolamento da rodovia que CREMA 2ª etapa não venha imediatamente após

o CREMA 1ª etapa, conforme determina a normativa IS DG/DNIT nº 5/2005. Tal indício deve ser mais aprofundado com outros estudos, pois pode se tratar de um resultado pontual apenas para aquele pavimento, além disso, para uma conclusão mais consistente, se faria necessário realizar uma análise que considere a estrutura do pavimento.

Os itens 5.3 e 5.4 mostraram que o HDM-4 além de fazer projeções, pode servir também como ferramenta de auxílio na avaliação econômica pós-execução, ao relacionar IRI e custos. Foi demonstrado que o método proposto descrito no item 5.4 foi compatível com os resultados apresentados pelo item 5.2.

Através da aplicação do método mostrado no item 5.3 foi possível quantificar o benefício financeiro gerado por um contrato CREMA em relação a um contrato de manutenção tradicional, que é o principal objetivo desta pesquisa. Além disso, o método proposto também é útil para verificação da viabilidade econômica de um determinado contrato.

## **6 CONCLUSÕES**

### **6.1 CONCLUSÕES**

O objetivo proposto nesta dissertação foi alcançado, visto que foi desenvolvido um método capaz de quantificar os benefícios da implantação do CREMA em relação ao modelo tradicional de manutenção. Além disso, o método que relaciona o IRI com os benefícios econômicos também serviu para verificar a viabilidade econômica de um projeto de manutenção rodoviária e indicar a alternativa mais economicamente viável entre diversas opções.

A eficiência do CREMA foi avaliada para alguns trechos e o resultado foi positivo. Apesar das falhas na implantação do programa CREMA, o estudo de caso ainda assim demonstra vantagens financeiras na sua execução em relação a um contrato de manutenção tradicional.

Também foram encontrados pontos que devem ser aperfeiçoados, como o indício de que o CREMA 1ª e 2ª etapa contínuos podem não ser a melhor opção economicamente e com relação à qualidade final da rodovia ao se fazer uma análise em médio prazo. A existência de contratos por desempenho mais longos que cinco anos, que é o limite imposto pela lei de licitações e contratos brasileira, é uma questão que já foi abordada, conforme visto na revisão bibliográfica para esta pesquisa, e deve ser analisada com maior profundidade.

Mostrou-se que o método proposto é capaz de quantificar os benefícios econômicos para a sociedade que o CREMA traz e que pode ser replicado e mais detalhado. Este método contribui para a dificuldade em dimensionar os benefícios trazidos pelos contratos de manutenção baseado em desempenho, apontada pela bibliografia internacional. Entretanto, para aplicação do método desenvolvido nesta pesquisa, se faz necessário que os órgãos responsáveis pelas rodovias apresentem levantamentos regulares para acompanhamento das condições das mesmas. Seriam particularmente imprescindíveis levantamentos do IRI.

A melhor alternativa indicada pelo método proposto demonstrado no item 5.4 foi a execução de manutenção tradicional por um período de oito anos após o CREMA 1ª etapa, sem execução da 2ª etapa, a mesma apontada no item 5.2, indicando a validade do método utilizado. Também foi compatível o resultado do melhor IRI final para a alternativa de execução de um período de manutenção tradicional entre o CREMA 1ª etapa e a 2ª etapa.

Vale salientar que ao longo do desenvolvimento da pesquisa foram encontradas algumas incongruências na execução do CREMA 1ª etapa, como a prorrogação de prazo de alguns contratos, a execução da restauração ultrapassando o primeiro ano, trechos onde houve piora, demonstrando indícios de que não houve execução do projeto de restauração, ou se este ocorreu, foi deficiente. Provavelmente por isso foi necessário reiniciar um novo CREMA 1ª etapa no km 98,7 ao 111,9 da BR-267/MG.

Alguns trabalhos já realizados a respeito do CREMA sugerem contratos mais longos que cinco anos, que é o limite imposto pela lei de licitações e contratos brasileira. É alegado que os contratos deveriam ter duração semelhante à vida útil do pavimento. Para tanto, seria necessário alterar a legislação do país, ou lançar mão de outro meio, como a Parceria Pública Privada, que permite a existência de contratos de até 35 anos de duração. Esta transição é complexa e poderia se iniciar com alguns projetos piloto.

Outra sugestão seria a criação de contratos por desempenho apenas para a manutenção da rodovia, mesmo quando não há necessidade da execução de restauração. Estes contratos seguiriam os mesmos princípios de pagamentos por resultado, ficando a cargo da empreiteira a solução tecnológica utilizada e poderiam durar até cinco anos.

Com o aperfeiçoamento das deficiências no CREMA apontadas não apenas por este trabalho como por outros aqui citados, será possível fazer com que o CREMA traga ainda mais benefícios à sociedade brasileira.

## **6.2 LIMITAÇÕES DA PESQUISA**

A avaliação foi realizada em apenas uma rodovia, em uma pequena amostra de segmentos, portanto seus resultados não demonstram a realidade de todo o programa

CREMA, apenas apresenta alguns indícios. Além disto, a análise realizada foi apenas de caráter funcional, não considerando a questão estrutural. Se a estrutura do pavimento tivesse sido levada em consideração, poderiam ser obtidos resultados diferentes;

O comparativo de custos entre CREMA e contratos tradicionais considerou apenas os serviços de manutenção, pois não seria possível trabalhar com valores de contratos reais de restauração, uma vez que esta modalidade é aplicada apenas para resolver situações específicas que, portanto, possuem valores próprios, inviabilizando uma comparação. Já a manutenção é um serviço contínuo. Além disso, as soluções dos contratos unicamente de restauração costumam executar soluções diferentes (mais pesadas) que as de CREMA;

Por fim, o estudo de caso simplificou os dados e trabalhou com médias e arredondamentos, de forma a tornar o trabalho expedito. É possível realizar a análise por segmento homogêneo e correlacionar o IRI com custos sem realizar arredondamentos, porém estes foram praticados, pois foi considerado que não impactaria nos resultados.

### **6.3 SUGESTÕES PARA PESQUISAS FUTURAS**

Tomando como base o que foi discutido e desenvolvido nesta pesquisa, é possível aplicar a metodologia proposta de verificação dos benefícios econômicos através do IRI de forma mais detalhada, por segmento homogêneo e sem aproximações numéricas do IRI. Seria possível expandir a aplicação do cálculo de custos e benefícios a mais rodovias, preferencialmente a todos os contratos CREMA realizados dentro de um determinado período, de forma a se poder quantificar de forma mais consistente os benefícios decorrentes do programa. O método proposto pode ainda ser aplicado em uma futura análise dos contratos CREMA 2ª etapa, que estão começando a ser implantados no país.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARAÚJO, L. M. D., DELGADO, A. K. C., VISSOTTO Jr., L. A., “Análises de Projetos de Restauração Rodoviária em Pavimentos Flexíveis”. *41ª Reunião Anual de Pavimentação*, Fortaleza, CE, Brasil, 03-05 Outubro 2012.

BERNUCCI, L. B., MOTTA, L. M. G., CERATTI, J. A. P. *et al*, 2006, *Pavimentação Asfáltica: Formação Básica para Engenheiros*. PETROBRÁS: ABEDA. Rio de Janeiro, RJ.

BRASIL, 2005, *Manual de Conservação Rodoviária*, Rio de Janeiro, Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. Diretoria de Planejamento e Pesquisa. Coordenação Geral de Estudos e Pesquisa. Instituto de Pesquisas Rodoviárias. Rio de Janeiro, RJ.

BRASIL, 2011a, *Manual de Gerência de Pavimentos*, Rio de Janeiro, Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. Diretoria Executiva. Instituto de Pesquisas Rodoviárias. Rio de Janeiro, RJ.

BRASIL – MINISTÉRIO DOS TRANSPORTES, 1994, *Portaria MT nº 246 de 11 de maio de 1994*. Institui o Programa de Concessões de Rodovias Federais – PROCROFE, e dá outras providências.

BRASIL – MINISTÉRIO DOS TRANSPORTES, 2008, *Portaria MT nº 07 de 10 de janeiro de 2008*. Cria e estabelece os princípios e as diretrizes do Programa de Contratação, Restauração e Manutenção por Resultados de Rodovias Federais Pavimentadas – PROCREMA.

BRASIL – MINISTÉRIO DOS TRANSPORTES, 2011b, *Portaria MT nº 345 de 20 de dezembro de 2011*. Estabelece os princípios e as diretrizes do Programa de Contratação, Restauração e Manutenção por Resultados de Rodovias Federais Pavimentadas – PROCREMA.

BULL, A., ZIETLOW, G., “Contratos de Conservación Vial por Niveles de Servicio ó por Estándares – Experiencias de América Latina”. *IRF Road World Congress*, Paris, France, 11-15 June 2001.

CNT. Confederação Nacional de Transportes. *Pesquisa CNT de Rodovias 2011: relatório gerencial*. Brasília: CNT - SEST - SENAT, 2011.

COLARES, L., 2011, *Concessão Administrativa: gerenciando a manutenção de rodovias por parâmetros de desempenho*, monografia como requisito parcial à obtenção do título de Especialista em Controle Externo, Instituto Serzedello Corrêa – Tribunal de Contas da União, Brasília, DF, Brasil.

CORREIA, M. B. C., “Contratualização de resultados e infraestrutura no Brasil: uma tipologia de flexibilidades e inflexibilidades dos contratos de obras e serviços”. *III Congresso Consad de Gestão Pública*, 49/192, Brasília, DF, Brasil, 15-17 Março 2010.

DNER (Departamento Nacional de Estradas de Rodagem), 2001, *Instrução de Serviço DG/DNER nº 02, 30 de maio de 2001*.

DNER (Departamento Nacional de Estradas de Rodagem). *Norma Rodoviária DNER-PRO 164/94. Calibração e controle de sistemas medidores de irregularidade de superfície de pavimento (Sistemas Integradores IPR/USP e Maysmeter)*. 1994a. Disponível em: <<http://ipr.dnit.gov.br/normas/DNER-PRO164-94.pdf>>. Acesso em: 18 maio 2014, 17:48:40.

DNER (Departamento Nacional de Estradas de Rodagem). *Norma Rodoviária DNER-PRO 182/94. Medição da irregularidade de superfície de pavimento com sistemas integradores IPR/USP e maysmeter*. 1994b. Disponível em: <<http://ipr.dnit.gov.br/normas/DNER-PRO182-94.pdf>>. Acesso em: 18 maio 2014, 17:49:10.

DNIT (Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes), 2003, *Instrução de Serviço DG/DNIT nº 11, 16 de setembro de 2003*.

DNIT (Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes), 2005, *Instrução de Serviço DG/DNIT nº 05, de 09 de dezembro de 2005*.

DNIT (Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes), 2009a, *Histórico – PNV – planilhas excel*. Disponível em < <http://www.dnit.gov.br/sistema-nacional-de-viacao/pnv-1994-2009>>. Acesso em: 29 set 2013, 10:05:22.

DNIT (Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes), 2009b, *Licitação Internacional Edital nº 542/2009-00*. Disponível em: <[http://www1.dnit.gov.br/anexo/Edital/Edital\\_edital0542\\_09-00\\_0.pdf](http://www1.dnit.gov.br/anexo/Edital/Edital_edital0542_09-00_0.pdf)>. Acesso em: 15 jan. 2014, 18:32:58.

DNIT (Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes), 2012a, *Instrução de Serviço DG/DNIT nº 01, de 17 de fevereiro de 2012*.

DNIT (Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes), 2012b, *Concorrência Pública Edital nº 198/2012-06*. Disponível em: <[http://www1.dnit.gov.br/anexo/Edital/Edital\\_edital0198\\_12-06\\_0.pdf](http://www1.dnit.gov.br/anexo/Edital/Edital_edital0198_12-06_0.pdf)>. Acesso em: 15 jan. 2014, 18:34:25.

DNIT (Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes), 2012c, *Concorrência Pública Edital nº 313/2012-06*. Disponível em: <[http://www1.dnit.gov.br/anexo/Edital/Edital\\_edital0313\\_12-06\\_0.pdf](http://www1.dnit.gov.br/anexo/Edital/Edital_edital0313_12-06_0.pdf)>. Acesso em: 15 jan. 2014, 18:36:10.

DNIT (Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes), 2013, *Instrução de Serviço DG/DNIT nº 10, de 02 de setembro de 2013*.

DNIT (Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes). *Evolução da condição da malha*. Disponível em: <<http://www.dnit.gov.br/planejamento-e-pesquisa/planejamento/evolucao-da-malha-rodoviaria/Evolucao%20da%20malha%20federal.pdf>>. Acesso em: 24 jul. 2014, 11:34:18.

FONSECA, L.F. S., 2013, *Análise das soluções de pavimentação do Programa Crema 2ª Etapa do Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes*. Dissertação de M.Sc., COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

LANCELOT, E., 2010, *Performance Based Contracts in the Road Sector: Towards Improved Efficiency in the Management of Maintenance and Rehabilitation - Brazil's Experience*. Transport Sector Board. The World Bank, Washington, D.C., USA.

MÂNICA, A., 2005, “Avaliação técnico-econômica da malha rodoviária do lote dois pertencente ao programa CREMA/RS através do modelo HDM-4”. In: *Panorama Nacional da Pesquisa em Transportes: XIX Congresso de Pesquisa e Ensino em Transportes*, vol. I, PP. 85-96, Recife, Nov.

MARQUES, I. A. O., 2005, Metodologia para gerenciamento de rodovias de baixo volume de tráfego. Dissertação de M.Sc., IME, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

MINISTÉRIO DOS TRANSPORTES. *BR-267 MG/SP/MS*. Banco de Informações e Mapas de Transportes. Disponível em: <<http://www2.transportes.gov.br/bit/02-rodo/3-loc-rodo/loc-rodo/267.htm>>. Acesso em: 20 maio 2014, 11:42:58.

NCHRP (NATIONAL COOPERATIVE HIGHWAY RESEARCH PROGRAM), 2009, *Performance-Based Contracting for Maintenance – A Synthesis of Highway Practice*. Synthesis 389, Transportation Research Board, Washington, DC, USA.

PEREIRA, A., 2011, *Análise e investimentos em infraestrutura de transportes*. Editora IFRN. Natal, RN.

SEGAL, G. F., MOORE, A. T., MCCARTHY, S. *Contracting for Road and Highway Maintenance*. Reason Foundation, 2003. Disponível em: <<http://reason.org/files/344b410e2504a3e41d4f08174311e2b2.pdf>>. Acesso em: 14 ago. 2012, 11:27:18.

STANKEVICH, N., QURESHI, N., QUEIROZ, C., *Contratación por niveles de servicio para la conservación y mejora de los activos viales*. Banco Mundial, Washington, DC, 2005. Disponível em: <[http://www-esd.worldbank.org/psc\\_resource\\_guide/Docs-latest%20edition/PBC/PBC\\_Spanish\\_Final\\_2006.pdf](http://www-esd.worldbank.org/psc_resource_guide/Docs-latest%20edition/PBC/PBC_Spanish_Final_2006.pdf)>. Acesso em: 26 fev. 2013, 13:35:40.

SULTANA, M., RAHMAN, A., CHOWDHURY, S., 2012, “Performance Based Maintenance of Road Infrastructure by Contracting – A Challenge for Developing Countries”, *Journal of Service Science and Management*, n.5 (Jun), pp. 118-123.

TCU. Tribunal de Contas da União. Acórdão 2730, de 18 de novembro de 2009. *Ata nº 49/2009 – Plenário*, Brasília, 2009.

WORLD BANK. *Performance-based Contracting for Roads in Brazil*. 2006a. Atualizado em 2009. Disponível em: <[http://www-esd.worldbank.org/psc\\_resource\\_guide/Case-Brazil.htm](http://www-esd.worldbank.org/psc_resource_guide/Case-Brazil.htm)>. Acesso em: 26 fev. 2013, 12:42:05.

WORLD BANK. *Performance-based Contracting for Roads in Canada*. 2006b. Atualizado em 2009. Disponível em: <[http://www-esd.worldbank.org/psc\\_resource\\_guide/Case-Canada.htm](http://www-esd.worldbank.org/psc_resource_guide/Case-Canada.htm)>. Acesso em: 26 fev. 2013, 12:45:12.

ZIETLOW, G., “Cutting Costs and Improving Quality through Performance-Based Road Management and Maintenance Contracts – The Latin American and OECD Experiences”, *Senior Road Executives Programme – University of Birmingham, Birmingham, UK, 04-16 April 2011.*

# **ANEXOS**

## ANEXO I

### Padrões de Desempenho para os Serviços de Manutenção e Conservação do CREMA 1ª etapa

<b>Elemento de Referência</b>	<b>Indicador</b>	<b>Padrão Exigido</b>
Pista de Rolamento	Buracos e panelas	A partir do final do 3º mês do contrato, não são admitidos buracos e panelas, de quaisquer dimensões.
	Afundamentos e recalques	A partir do final do 3º mês do contrato, não são admitidos afundamentos e recalques, que possam colocar em risco a segurança do usuário.
	Trincamento	A partir da recuperação, não são admitidas trincas Classes 2 e 3 sem selagem ou providências corretivas.
	Trilhas de Roda	A partir da recuperação, não são admitidas flechas nas trilhas de roda maiores que 10mm.
	Exudação ou desagregação	A partir da recuperação, não são admitidas exudações ou desagregações na camada de revestimento.
Acostamentos	Buracos e deformações	A partir da recuperação, não são admitidos buracos e deformações.
Faixa de Domínio	Limpeza	A partir do 3º mês de contrato, a faixa de domínio deve ser mantida limpa.
	Localização e altura da vegetação	A partir do 3º mês do contrato, a altura da vegetação na faixa de 2m de largura, ao longo dos acostamentos: $h < 30\text{cm}$
Drenagem	Existência e funcionamento da Drenagem	A partir do final do 3º mês do contrato, os dispositivos de drenagem preexistentes devem estar limpos, caiados e em adequadas condições de funcionamento.
		A partir da recuperação devem estar implantados, limpos, caiados e em adequadas condições de funcionamento, todos os dispositivos de drenagem.
Dispositivos e Obras Complementares	Existência e funcionamento de Defensas, Barreiras e Guarda corpos.	A partir do final do 3º mês do contrato, devem estar implantados, limpos, caiados ou pintados e em adequadas condições de funcionamento, todos os guarda-corpos, defensas e barreiras.

## ANEXO II

### Padrões de Desempenho para aceitação de obras de restauração do CREMA 2ª etapa

Elemento de Referência	Indicador	Padrões exigidos após Restauração	Prazo para correção
Pista de Rolamento	Irregularidade Longitudinal	Para trechos pavimentados com CBUQ: • $IRI \leq 2,5$ m/km em 95% das medidas obtidas e, • $IRI \leq 3,0$ m/km em 100% das medidas obtidas.	3 meses
		Para trechos pavimentados com TSD: • $IRI \leq 3,0$ m/km em 95% das medidas obtidas e, • $IRI \leq 3,5$ m/km em 100% das medidas obtidas.	3 meses
	Deflexão Recuperável	$Dc \leq 1,1$ Dadm.	3 meses

## ANEXO III

### Padrões de Desempenho para serviços de Manutenção do CREMA 2ª etapa

Elemento de Referência	Indicador	Padrão Exigido	Prazo para correção
Pista de Rolamento	Buracos	A partir do final do 6º mês de contrato, não são admitidos buracos, de quaisquer dimensões.	24 horas
	Afundamentos e Recalques	A partir do final do 6º mês do contrato, não são admitidos afundamentos e recalques, que possam colocar em risco a segurança do usuário.	24 horas
	Trincamento	A partir da restauração, não são admitidas trincas Classes 2 e 3.	1 mês
	Trilhas de Roda	A partir da restauração, não são admitidas flechas nas trilhas de roda, para segmentos pavimentados com CBUQ maiores que 7mm.	1 mês
	Trilhas de Roda	A partir da restauração, não são admitidas flechas nas trilhas de roda, para segmentos pavimentados com TSD maiores que 10mm.	1 mês
Acostamentos	Obstáculos e materiais perigosos	A partir do final do 3º mês do contrato, não são admitidos obstáculos ou depósitos de materiais nos acostamentos que se constituam em risco para a segurança operacional.	72 horas
	Buracos e deformações graves	A partir do final do 6º mês do contrato, não são admitidos buracos e deformações graves nos acostamentos.	1 semana
Drenagem	Existência e funcionamento da drenagem	A partir do final do 6º mês do contrato, não são admitidos pontos de acumulação ou travessia de água na pista.	24 horas
		A partir do final do 6º mês do contrato, os dispositivos de drenagem preexistentes devem estar limpos, caiados e em adequadas condições de funcionamento.	1 mês
		A partir da restauração devem estar implantados, limpos, caiados e em adequadas condições de funcionamento, todos os dispositivos de drenagem.	1 mês
Sinalização	Existência / funcionamento da sinalização vertical	A partir do final do 6º mês do contrato, devem estar implantados e em adequadas condições de funcionamento toda a sinalização vertical.	1 semana
	Existência / funcionamento da sinalização horizontal	A partir do final da restauração (36º mês do contrato), devem estar implantados e em adequadas condições de funcionamento, toda a sinalização vertical.	1 mês
Dispositivos e Obras Complementares	Existência e funcionamento de defensas, barreiras e guarda corpos	A partir do final do 6º mês do contrato, devem estar implantados, limpos, caiados e em adequadas condições de funcionamento, todos os guarda-corpos, defensas e barreiras	1 semana
	Existência e funcionamento de cercas	A partir do final do 12º mês deverão estar implantadas e em adequadas condições de funcionamento, todas as cercas previstas.	1 semana
Faixa de Domínio	Limpeza	A partir do final do 3º mês do contrato, a faixa de domínio deve ser mantida limpa.	1 semana
	Localização e altura da vegetação	A partir do final do 3º mês do contrato, a altura da vegetação na faixa de 4m de largura, ao longo dos acostamentos: $h \leq 30\text{cm}$	1 mês
	Ocorrência de passivos ambientais críticos.	A partir do final do 6º mês do contrato, a faixa de domínio deve estar livre de ocorrências críticas de passivos ambientais.	1 mês

## ANEXO IV

### Contratos CREMA na BR-267/MG de 2007 a 2013

BR-267/MG					
Trecho(km)	Contrato	Início	Término	Intervenção	Observação
7,5 - 61,8	00 00063/2007	09/05/2007	24/04/2009	Manutenção	
61,8 - 93,0	00 00077/2007	12/05/2007	30/04/2009	Manutenção	
7,5 - 114,9	00 00518/2010	13/07/2010	11/07/2012	Crema 1ª Etapa	
7,7 - 62,0	06 00719/2012	03/10/2012	22/09/2014	Manutenção	
62,0 - 98,7	06 00871/2012	07/12/2012	26/11/2014	Manutenção	
98,7 - 111,9	00 00686/2012	24/10/2012	23/10/2014	Crema 1ª Etapa	
111,7 - 213,4	00 00065/2007	19/04/2007	28/03/2011	Manutenção	Eram inicialmente 2 anos. Prorrogação de 720 dias
118,5 - 213,0	00 00516/2010	05/07/2010	03/07/2012	Crema 1ª Etapa	
111,9 - 115,5	06 00871/2012	07/12/2012	23/10/2014	Manutenção	
118,7 - 213,6	06 01117/2012	26/12/2012	04/04/2013	Manutenção	
111,9 - 115,5	00 00176/2013	05/04/2013	05/04/2015	Crema 1ª Etapa	
118,7 - 231,6	00 00176/2013	05/04/2013	05/04/2015	Crema 1ª Etapa	
213,4 - 290,8	00 00066/2007	19/04/2007	28/03/2011	Manutenção	Eram inicialmente 2 anos. Prorrogação de 720 dias
213,0 - 303,8	00 00519/2010	05/07/2010	15/09/2012	Crema 1ª Etapa	Passou 74 dias paralisado
213,6 - 291,0	06 00979/2012	18/12/2012	03/04/2013	Manutenção	
213,0 - 291,5	00 00183/2013	04/04/2013	03/04/2015	Crema 1ª Etapa	
435,6 - 499,7	06 00180/2009	15/05/2009	25/07/2010	Manutenção	
435,6 - 511,7	00 00520/2010	26/07/2010	24/07/2013	Crema 1ª Etapa	Eram inicialmente 2 anos. Prorrogação de 365 dias
435,8 - 499,9	00 00276/2013	11/06/2013	16/05/2018	Crema 2ª Etapa	

## ANEXO V

Levantamento e soluções CREMA para os trechos homogêneos na BR-267/MG

Trecho	km inicial	km final	Extensão (km)	Nº de faixas por sentido	Camada de rolamento	Largura da faixa	Largura do acostamento	VDM	Conceito (IGG)	IRI	Conceito IRI	Espessura de recobrimento (mm)	Número estrutural	CBR (média)	% de área com fissuras	% de área de desgaste	Afundamento de Trilha de Roda (mm)	Solução CREMA 1ª Etapa	Solução CREMA 2ª Etapa	Ano
1	7,80	8,75	0,95	1	CBUQ	3,50	1,50	1300	Ruim	3,67	Regular	80	3,45	15	56,3	33,3	2,3	F(3)+CBUQ(4)	F+CBUQ(11)	2
2	8,75	10,80	2,05	1	CBUQ	3,50	1,50	1300	Regular	3,67	Regular	70	2,07	9	26,2	5,8	2,7	F(3)+CBUQ(4)	F+CBUQ(9)	3
3	10,80	12,10	1,30	1	CBUQ	3,50	1,50	1300	Regular	3,67	Regular	80	1,82	9	9,1	1,5	2,2	F(3)+CBUQ(4)	F+REP+CBUQ(11)	3
4	12,10	12,95	0,85	1	CBUQ	3,50	1,50	1300	Ruim	4,95	Mau	80	1,80	9	46,5	0,0	2,6	F(3)+CBUQ(4)	F+REP+TSD+CBUQ(20)	2
5	12,95	13,30	0,35	1	CBUQ	3,50	1,50	1300	Ruim	4,95	Mau	80	1,93	9	61,1	0,0	1,4	F(3)+CBUQ(4)	F+CBUQ(6)	3
6	13,30	13,85	0,55	1	CBUQ	3,50	1,50	1300	Regular	4,10	Mau	80	1,84	9	67,9	3,6	2,3	F(3)+CBUQ(3)	F+CBUQ(9)	3
7	13,85	14,45	0,60	1	CBUQ	3,50	1,50	1300	Regular	4,10	Mau	90	1,79	8	50,0	0,0	2,4	F(3)+CBUQ(3)	F+CBUQ(19)	3
8	14,45	16,90	2,45	1	CBUQ	3,50	1,50	1300	Ruim	4,10	Mau	90	1,66	8	67,5	8,1	3,0	F(3)+CBUQ(3)	F+REP+CBUQ(14)	2
9	16,90	18,30	1,40	1	CBUQ	3,50	1,50	1300	Regular	4,10	Mau	70	2,06	8	85,9	1,4	2,5	F(3)+CBUQ(3)	F+REP+CBUQ(15)	2
10	18,30	19,80	1,50	1	CBUQ	3,50	1,50	1300	Ruim	4,10	Mau	70	2,25	6	93,4	6,6	1,7	F(3)+CBUQ(3)	F+CBUQ(11)	2

Trecho	km inicial	km final	Extensão (km)	Nº de faixas por sentido	Camada de rolamento	Largura da faixa	Largura do acostamento	VDM	Conceito (IGG)	IRI	Conceito IRI	Espessura de recobrimento (mm)	D fwd	% de área com fissuras	% de área de desgaste	Afundamento de Trilha de Roda (mm)	Solução CREMA 1ª Etapa	Solução CREMA 2ª Etapa	Ano (*)
1	435,6	437,4	1,8	1	CBUQ	3,60	3,50	600	Regular	4,4	Mau	50	0,697	0,0	0	1,13	REP+CBUQ(4)	REP+CBUQ(10)	2
2	437,4	441,4	4,0	1	CBUQ	3,60	3,50	600	Ótimo	3,5	Regular	50	0,541	0,0	0	1,24	REP+CBUQ(4)	CBUQ(4)	2
3	441,4	443,5	2,1	1	CBUQ	3,60	3,50	600	Regular	2,8	Bom	50	0,751	0,0	0	1,25	REP+CBUQ(4)	CBUQ(8)	2
4	443,5	446,6	3,1	1	CBUQ	3,60	3,50	600	Ótimo	3,1	Regular	50	0,504	0,0	0	1,92	REP+CBUQ(4)	CBUQ(3)	2
5	446,6	452,3	5,7	1	CBUQ	3,60	3,50	600	Ruim	4,3	Mau	50	0,690	0,3	0	2,08	REP+CBUQ(4)	REP+CBUQ(6)	2
6	452,3	458,5	6,2	1	CBUQ	3,60	3,50	600	Ruim	4,0	Mau	80	0,769	96,3	0	2,02	REP+CBUQ(4)	REP+CBUQ(8)	2
7	458,5	461,5	3,0	1	CBUQ	3,60	3,50	600	Regular	4,1	Mau	50	0,581	53,5	0	2,20	REP+CBUQ(4)	REP+CBUQ(3)	2
8	461,5	466	4,5	1	CBUQ	3,60	3,50	600	Regular	3,2	Regular	50	0,585	69,0	0	2,36	REP+CBUQ(4)	REP+CBUQ(3)	2
9	466	468,5	2,5	1	CBUQ	3,60	3,50	600	Regular	4,5	Mau	80	0,651	64,3	0	2,20	REP+CBUQ(4)	REP+CBUQ(4)	2
10	468,5	471,9	3,4	1	CBUQ	3,60	3,50	600	Regular	3,3	Regular	50	0,710	67,9	0	1,86	REP+CBUQ(4)	REP+CBUQ(6)	2

(\*) ano de execução da restauração do CREMA 2ª etapa arbitrado. A informação não estava contida no projeto.

### LEGENDA:

F = Fresagem

CBUQ= Recobrimento em CBUQ

REP= Reperfilagem

TSD=Tratamento Superficial Duplo

Obs. Os valores entre parênteses correspondem às espessuras em centímetros.

## ANEXO VI

Resultados da Taxa Interna de Retorno (TIR) na análise da BR-267/MG

Seção	Alternativa	Taxa Interna de Retorno (TIR)
7,80 – 8,75	AlternativaBase	0,0
	Alternativa 2	77,7
	Alternativa 3	62,6
	Alternativa 4	21,5
8,75 – 10,80	AlternativaBase	0,0
	Alternativa 2	79,7
	Alternativa 3	73,4
	Alternativa 4	40,2
10,80 – 12,10	AlternativaBase	0,0
	Alternativa 2	77,7
	Alternativa 3	70,5
	Alternativa 4	35,2
12,10 – 12,95	AlternativaBase	0,0
	Alternativa 2	157,2
	Alternativa 3	153,2
	Alternativa 4	27,5
12,95 – 13,30	AlternativaBase	0,0
	Alternativa 2	202,4
	Alternativa 3	201,9
	Alternativa 4	188,0
13,30 – 13,85	AlternativaBase	0,0
	Alternativa 2	131,5
	Alternativa 3	129,3
	Alternativa 4	94,5
13,85 – 14,45	AlternativaBase	0,0
	Alternativa 2	135,3
	Alternativa 3	132,1
	Alternativa 4	70,9
14,45 – 16,90	AlternativaBase	0,0
	Alternativa 2	124,5
	Alternativa 3	118,0
	Alternativa 4	51,1
16,90 – 18,30	AlternativaBase	0,0
	Alternativa 2	117,7
	Alternativa 3	109,8
	Alternativa 4	40,3
18,30 – 19,80	AlternativaBase	0,0
	Alternativa 2	137,4
	Alternativa 3	132,0
	Alternativa 4	57,9

<b>Seção</b>	<b>Alternativa</b>	<b>Taxa Interna de Retorno (TIR)</b>
435,60 – 437,40	AlternativaBase	0,0
	Alternativa 2	54,6
	Alternativa 3	44,3
	Alternativa 4	32,1
437,40 – 441,40	AlternativaBase	0,0
	Alternativa 2	29,9
	Alternativa 3	23,3
	Alternativa 4	19,9
441,40 – 443,50	AlternativaBase	0,0
	Alternativa 2	10,9
	Alternativa 3	1,3
	Alternativa 4	1,6
443,50 – 446,60	AlternativaBase	0,0
	Alternativa 2	18,5
	Alternativa 3	12,2
	Alternativa 4	10,5
446,60 – 452,30	AlternativaBase	0,0
	Alternativa 2	52,3
	Alternativa 3	46,3
	Alternativa 4	39,0
452,30 – 458,50	AlternativaBase	0,0
	Alternativa 2	43,0
	Alternativa 3	33,0
	Alternativa 4	24,0
458,50 – 461,50	AlternativaBase	0,0
	Alternativa 2	49,5
	Alternativa 3	46,5
	Alternativa 4	42,8
461,50 – 466,00	AlternativaBase	0,0
	Alternativa 2	22,5
	Alternativa 3	16,5
	Alternativa 4	14,3
466,00 – 468,05	AlternativaBase	0,0
	Alternativa 2	59,5
	Alternativa 3	56,4
	Alternativa 4	51,4
468,50 – 471,90	AlternativaBase	0,0
	Alternativa 2	26,2
	Alternativa 3	14,0
	Alternativa 4	10,7

## ANEXO VII

Evolução do IRI para cada uma das alternativas

Seção	Alternativa	IRI									
		2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
7,80 – 8,75	Alternativa Base	3,87	4,09	4,33	4,57	4,83	5,10	5,37	5,67	5,97	6,30
	Alternativa 2	2,00	2,06	2,14	2,22	2,30	2,41	2,53	2,67	2,84	3,05
	Alternativa 3	2,00	2,06	2,14	2,22	2,30	2,41	2,00	2,07	2,14	2,21
	Alternativa 4	2,00	2,06	2,14	2,00	2,07	2,13	2,20	2,28	2,35	2,43
8,75 – 10,80	Alternativa Base	3,89	4,14	4,40	4,68	4,96	5,26	5,60	5,97	6,38	6,94
	Alternativa 2	2,00	2,08	2,16	2,25	2,33	2,43	2,53	2,64	2,76	2,91
	Alternativa 3	2,00	2,08	2,16	2,25	2,33	2,43	2,53	2,00	2,09	2,19
	Alternativa 4	2,00	2,08	2,16	2,25	2,00	2,09	2,18	2,28	2,38	2,49
10,80 – 12,10	Alternativa Base	3,86	4,08	4,33	4,62	4,94	5,29	5,67	6,09	6,55	7,04
	Alternativa 2	2,00	2,08	2,17	2,26	2,36	2,46	2,56	2,68	2,81	2,96
	Alternativa 3	2,00	2,08	2,17	2,26	2,36	2,46	2,56	2,00	2,10	2,21
	Alternativa 4	2,00	2,08	2,17	2,26	2,00	2,10	2,20	2,31	2,42	2,54
12,10 – 12,95	Alternativa Base	5,26	5,60	5,98	6,38	6,82	7,29	7,78	8,29	8,84	9,42
	Alternativa 2	2,00	2,09	2,18	2,29	2,41	2,54	2,69	2,88	3,09	3,34
	Alternativa 3	2,00	2,09	2,18	2,29	2,41	2,54	2,00	2,07	2,14	2,21
	Alternativa 4	2,00	2,09	2,18	2,00	2,00	2,06	2,12	2,19	2,25	2,32
12,95 – 13,30	Alternativa Base	5,25	5,59	5,95	6,34	6,76	7,19	7,65	8,14	8,65	9,19
	Alternativa 2	2,00	2,08	2,18	2,28	2,39	2,52	2,67	2,85	3,06	3,30
	Alternativa 3	2,00	2,08	2,18	2,28	2,39	2,52	2,67	2,00	2,10	2,21
	Alternativa 4	2,00	2,08	2,18	2,28	2,00	2,10	2,20	2,31	2,42	2,53
13,30 – 13,85	Alternativa Base	4,37	4,64	4,92	5,21	5,51	5,84	6,20	6,60	7,05	7,54
	Alternativa 2	2,00	2,08	2,17	2,26	2,35	2,45	2,56	2,68	2,81	2,96
	Alternativa 3	2,00	2,08	2,17	2,26	2,35	2,45	2,56	2,00	2,10	2,20
	Alternativa 4	2,00	2,08	2,17	2,26	2,00	2,10	2,20	2,30	2,41	2,53
13,85 – 14,45	Alternativa Base	4,38	4,68	4,99	5,32	5,67	6,05	6,45	6,90	7,39	7,92
	Alternativa 2	2,76	2,88	3,00	3,12	3,25	3,40	3,55	3,72	3,91	4,12
	Alternativa 3	2,76	2,88	3,00	3,12	3,25	3,40	3,55	2,00	2,13	2,27
	Alternativa 4	2,76	2,88	3,00	3,12	2,00	2,13	2,26	2,40	2,54	2,70
14,45 – 16,90	Alternativa Base	4,42	4,78	5,17	5,60	6,04	6,52	7,02	7,55	8,12	8,71
	Alternativa 2	2,79	2,93	3,07	3,23	3,41	3,60	3,83	4,09	4,39	4,73
	Alternativa 3	2,79	2,93	3,07	3,23	3,41	3,60	2,00	2,17	2,34	2,53
	Alternativa 4	2,79	2,93	3,07	2,00	2,16	2,33	2,51	2,70	2,90	3,12
16,90 – 18,30	Alternativa Base	4,34	4,58	4,83	5,08	5,35	5,65	5,99	6,37	6,81	7,29
	Alternativa 2	2,72	2,83	2,94	3,06	3,18	3,31	3,45	3,60	3,76	3,95
	Alternativa 3	2,72	2,83	2,94	3,06	3,18	3,31	2,00	2,12	2,24	2,36
	Alternativa 4	2,72	2,83	2,94	2,00	2,11	2,23	2,35	2,48	2,62	2,77
18,30 – 19,80	Alternativa Base	4,34	4,65	4,98	5,35	5,74	6,16	6,60	7,06	7,56	8,08
	Alternativa 2	2,73	2,84	2,97	3,10	3,25	3,42	3,61	3,84	4,10	4,39
	Alternativa 3	2,73	2,84	2,97	3,10	3,25	3,42	2,00	2,12	2,25	2,39
	Alternativa 4	2,73	2,84	2,97	2,00	2,12	2,24	2,38	2,52	2,67	2,83

Seção	Alternativa	IRI									
		2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
435,60 – 437,40	Alternativa Base	4,54	4,70	4,87	5,07	5,29	5,53	5,80	6,06	6,34	6,62
	Alternativa 2	2,36	2,43	2,51	2,59	2,67	2,75	2,83	2,92	3,01	3,11
	Alternativa 3	2,36	2,43	2,51	2,59	2,67	2,75	1,18	1,23	1,27	1,31
	Alternativa 4	2,36	2,43	2,51	2,59	1,17	1,21	1,25	1,29	1,34	1,38
437,40 – 441,40	Alternativa Base	3,62	3,75	3,89	4,06	4,25	4,47	4,70	4,93	5,16	5,41
	Alternativa 2	2,23	2,30	2,37	2,44	2,52	2,59	2,67	2,75	2,84	2,93
	Alternativa 3	2,23	2,30	2,37	2,44	2,52	2,59	2,14	2,20	2,27	2,34
	Alternativa 4	2,23	2,30	2,37	2,44	2,12	2,19	2,25	2,32	2,39	2,46
441,40 – 443,50	Alternativa Base	2,90	3,02	3,15	3,31	3,49	3,69	3,91	4,13	4,36	4,59
	Alternativa 2	2,16	2,23	2,30	2,38	2,45	2,53	2,61	2,70	2,79	2,89
	Alternativa 3	2,16	2,23	2,30	2,38	2,45	2,53	1,49	1,54	1,59	1,64
	Alternativa 4	2,16	2,23	2,30	2,38	1,47	1,52	1,57	1,62	1,68	1,73
443,50 – 446,60	Alternativa Base	3,20	3,32	3,46	3,62	3,80	4,00	4,21	4,43	4,65	4,88
	Alternativa 2	2,19	2,26	2,33	2,40	2,47	2,54	2,62	2,70	2,78	2,86
	Alternativa 3	2,19	2,26	2,33	2,40	2,47	2,54	2,30	2,36	2,44	2,51
	Alternativa 4	2,19	2,26	2,33	2,40	2,28	2,35	2,42	2,49	2,56	2,64
446,60 – 452,30	Alternativa Base	4,44	4,59	4,77	4,96	5,18	5,42	5,68	5,95	6,21	6,49
	Alternativa 2	2,32	2,39	2,46	2,54	2,62	2,70	2,78	2,87	2,96	3,06
	Alternativa 3	2,32	2,39	2,46	2,54	2,62	2,70	1,83	1,88	1,95	2,01
	Alternativa 4	2,32	2,39	2,46	2,54	1,81	1,87	1,93	1,99	2,05	2,12
452,30 – 458,50	Alternativa Base	4,15	4,30	4,47	4,64	4,82	5,00	5,19	5,39	5,60	5,81
	Alternativa 2	2,29	2,36	2,45	2,54	2,64	2,75	2,89	3,04	3,23	3,44
	Alternativa 3	2,29	2,36	2,45	2,54	2,64	2,75	1,51	1,57	1,62	1,68
	Alternativa 4	2,29	2,36	2,45	2,54	1,49	1,54	1,59	1,65	1,72	1,80
458,50 – 461,50	Alternativa Base	4,31	4,52	4,71	4,90	5,07	5,25	5,43	5,63	5,85	6,09
	Alternativa 2	2,30	2,37	2,45	2,52	2,60	2,68	2,76	2,84	2,93	3,03
	Alternativa 3	2,30	2,37	2,45	2,52	2,60	2,68	2,31	2,38	2,45	2,53
	Alternativa 4	2,30	2,37	2,45	2,52	2,29	2,36	2,44	2,51	2,58	2,66
461,50 – 466,00	Alternativa Base	3,37	3,54	3,69	3,83	3,97	4,11	4,26	4,43	4,62	4,82
	Alternativa 2	2,21	2,28	2,35	2,42	2,49	2,57	2,65	2,73	2,82	2,92
	Alternativa 3	2,21	2,28	2,35	2,42	2,49	2,57	2,30	2,37	2,44	2,51
	Alternativa 4	2,21	2,28	2,35	2,42	2,28	2,35	2,42	2,50	2,57	2,65
466,00 – 468,05	Alternativa Base	4,71	4,92	5,12	5,30	5,48	5,66	5,82	6,04	6,25	6,47
	Alternativa 2	2,49	2,57	2,65	2,73	2,81	2,90	2,98	3,08	3,18	3,29
	Alternativa 3	2,49	2,57	2,65	2,73	2,81	2,90	2,17	2,24	2,31	2,38
	Alternativa 4	2,49	2,57	2,65	2,73	2,15	2,22	2,29	2,36	2,43	2,51
468,50 – 471,90	Alternativa Base	3,48	3,65	3,82	3,97	4,12	4,27	4,43	4,61	4,81	5,03
	Alternativa 2	2,22	2,29	2,36	2,44	2,52	2,59	2,68	2,77	2,86	2,97
	Alternativa 3	2,22	2,29	2,36	2,44	2,52	2,59	1,82	1,87	1,94	2,00
	Alternativa 4	2,22	2,29	2,36	2,44	1,80	1,86	1,92	1,98	2,04	2,11

## ANEXO VIII

### Composição de tráfego na BR-267/MG no trecho estudado

	P1	P3	O1	C1	C2	S3	S6	R2	R4	R5	SE1
<b>km 7,5 - 30,0</b>	67,80%	6,04%	5,08%	9,58%	6,48%	3,13%	1,18%	0,04%	0,07%	0,00%	0,60%
<b>km 30,0 - 61,5</b>	65,91%	11,84%	0,94%	9,90%	8,05%	3,16%	0,17%	0,00%	0,00%	0,00%	0,03%
<b>km 61,5 - 84,0</b>	56,64%	17,42%	4,78%	10,12%	8,19%	2,07%	0,78%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
<b>km 84,0 - 93,0</b>	62,97%	13,76%	5,52%	7,81%	7,37%	2,38%	0,19%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
<b>km 93,0 - 98,5</b>	45,10%	6,81%	20,43%	10,35%	14,01%	2,68%	0,51%	0,00%	0,00%	0,12%	0,00%
<b>km 98,5 - 118,5</b>	70,21%	4,72%	4,40%	9,03%	5,11%	5,76%	0,59%	0,00%	0,00%	0,00%	0,18%

#### Legenda:

P1: Veículo de passeio

P3: Utilitário

O1: Ônibus

C1: Caminhão leve 2C

C2: Caminhão leve 3C

S3: Semi-articulado 2S3

S6: Semi-articulado 3S3

R2: Reboque 2C2

R4: Reboque 3C2

R5: Reboque 3C3

SE1: Semi-articulado Especial 3T4

**ANEXO IX**

Levantamento e soluções CREMA para os trechos homogêneos na BR-267/MG

Trecho	km inicial	km final	Extensão (km)	Nº de faixas por sentido	Camada de rolamento	Largura da faixa	Largura do acostamento	VDM	Conceito (IGG)	IRI	Conceito IRI	Espessura de recobrimento (mm)	Número estrutural	CBR (média)	% de área com fissuras	% de área de desgaste	Afundamento de Trilha de Roda (mm)	Solução CREMA 1ª Etapa
1	7,5	7,8	0,3	1	CBUQ	3,5	1,5	1300	Ruim	5,60	Péssimo	80	3,15	15	100	0	3	F(3)+CBUQ(4)
2	7,8	8,75	0,95	1	CBUQ	3,5	1,5	1300	Ruim	3,67	Regular	80	3,45	15	56,3	33,3	2,3	F(3)+CBUQ(4)
3	8,75	10,8	2,05	1	CBUQ	3,5	1,5	1300	Regular	3,67	Regular	70	2,07	9	26,2	5,8	2,7	F(3)+CBUQ(4)
4	10,8	12,1	1,3	1	CBUQ	3,5	1,5	1300	Regular	3,67	Regular	80	1,82	9	9,1	1,5	2,2	F(3)+CBUQ(4)
5	12,1	12,95	0,85	1	CBUQ	3,5	1,5	1300	Ruim	4,95	Mau	80	1,8	9	46,5	0	2,6	F(3)+CBUQ(4)
6	12,95	13,3	0,35	1	CBUQ	3,5	1,5	1300	Ruim	4,95	Mau	80	1,93	9	61,1	0	1,4	F(3)+CBUQ(4)
7	13,3	13,85	0,55	1	CBUQ	3,5	1,5	1300	Regular	4,10	Mau	80	1,84	9	67,9	3,6	2,3	F(3)+CBUQ(3)
8	13,85	14,45	0,6	1	CBUQ	3,5	1,5	1300	Regular	4,10	Mau	90	1,79	8	50	0	2,4	F(3)+CBUQ(3)
9	14,45	16,9	2,45	1	CBUQ	3,5	1,5	1300	Ruim	4,10	Mau	90	1,66	8	67,5	8,1	3	F(3)+CBUQ(3)
10	16,9	18,3	1,4	1	CBUQ	3,5	1,5	1300	Regular	4,10	Mau	70	2,06	8	85,9	1,4	2,5	F(3)+CBUQ(3)
11	18,3	19,8	1,5	1	CBUQ	3,5	1,5	1300	Ruim	4,10	Mau	70	2,25	6	93,4	6,6	1,7	F(3)+CBUQ(3)
12	19,8	20,8	1	1	CBUQ	3,5	1,5	1300	Ruim	4,04	Mau	70	2,39	6	84,3	3,9	2,5	F(3)+CBUQ(3)
13	20,8	22,3	1,5	1	CBUQ	3,5	1,5	1300	Regular	4,04	Mau	50	1,79	14	50	6,6	2,4	F(3)+CBUQ(3)
14	22,3	25,1	2,8	1	CBUQ	3,5	1,5	1300	Ruim	4,04	Mau	50	1,69	14	38,3	7,1	2,1	F(3)+CBUQ(3)
15	25,1	29,15	4,05	1	CBUQ	3,5	2,6	1300	Regular	4,04	Mau	70	1,19	4	29,6	4,9	2,4	F(3)+CBUQ(3)
16	29,15	30,6	1,45	1	CBUQ	3,5	0	1300	Regular	4,04	Mau	70	1,71	4	31,5	2,7	2,9	F(3)+CBUQ(3)
17	30,6	33,85	3,25	1	CBUQ	3,5	2,6	1700	Ruim	4,04	Mau	80	1,92	4	28,2	10,4	3,9	F(3)+CBUQ(3)
18	33,85	35,5	1,65	1	CBUQ	3,5	2,6	1700	Regular	4,04	Mau	80	2,04	9	43,4	18,1	3,7	F(3)+CBUQ(3)
19	35,5	37,3	1,8	1	CBUQ	3,5	2,6	1700	Regular	4,04	Mau	70	2,62	9	17,6	8,8	3,9	F(3)+CBUQ(3)
20	37,3	37,8	0,5	1	CBUQ	3,5	2,6	1700	Bom	4,04	Mau	70	2,37	12	0	3,8	4,9	F(3)+CBUQ(3)
21	37,8	39	1,2	1	CBUQ	3,5	2,6	1700	Regular	4,04	Mau	70	2,45	12	42,6	6,6	3,5	F(3)+CBUQ(3)
22	39	39,75	0,75	1	CBUQ	3,5	2,6	1700	Ruim	4,04	Mau	70	2,57	12	97,4	7,9	5,2	F(3)+CBUQ(3)
23	39,75	40,2	0,45	1	CBUQ	3,5	0	1700	Regular	4,04	Mau	70	2,09	12	47,8	8,7	3	F(3)+CBUQ(3)
24	40,2	41,1	0,9	1	CBUQ	3,5	0	1700	Regular	3,10	Regular	80	1,8	13	82,6	15,2	4,2	F(3)+CBUQ(3)
25	41,1	42	0,9	1	CBUQ	3,5	0	1700	Regular	3,10	Regular	80	1,97	13	50	34,8	4,3	F(3)+CBUQ(3)
26	42	45	3	1	CBUQ	3,5	0	1700	Regular	3,10	Regular	80	1,65	13	68,2	21,2	3,4	F(3)+CBUQ(3)
27	45	50,5	5,5	1	CBUQ	3,5	2,6	1700	Regular	3,10	Regular	80	2,36	5	58,7	21	3,8	F(3)+CBUQ(3)
28	50,5	51,3	0,8	1	CBUQ	3,5	2,6	1700	Regular	3,10	Regular	80	2,74	5	29,3	36,6	1,8	F(3)+CBUQ(3)
29	51,3	52	0,7	1	CBUQ	3,5	2,6	1700	Ruim	3,55	Regular	80	2,89	4	58,3	25	1,2	F(3)+CBUQ(3)
30	52	55,3	3,3	1	CBUQ	3,5	2,6	1700	Ruim	3,55	Regular	80	2,81	4	72,9	26,5	1,4	F(3)+CBUQ(3)
31	55,3	56,7	1,4	1	CBUQ	3,5	1,2	1700	Ruim	3,55	Regular	80	2,42	4	100	31	2,7	F(3)+CBUQ(3)
32	56,7	60,8	4,1	1	CBUQ	3,5	2,6	1700	Bom	3,67	Regular	90	2,44	13	12,6	3,4	3,3	F(3)+CBUQ(3)
33	60,8	64,85	4,05	1	CBUQ	3,5	2,6	2700	Bom	2,80	Bom	80	2,3	13	5,9	7,4	1,4	CBUQ(3)
34	64,85	65,3	0,45	1	CBUQ	3,5	5,2	2700	Bom	2,80	Bom	80	2,51	5	17,4	0	2,7	F(3)+CBUQ(3)
35	65,3	66,65	1,35	1	CBUQ	3,5	5,2	2700	Regular	3,82	Regular	90	2,43	5	42,6	14,7	4,4	F(3)+CBUQ(3)
36	66,65	68,2	1,55	1	CBUQ	3,5	5,2	2700	Ruim	3,82	Regular	90	2,33	11	62,8	17,9	5,4	F(3)+CBUQ(3)
37	68,2	71,7	3,5	1	CBUQ	3,5	5,2	2700	Bom	3,82	Regular	60	2,25	10	21	7,4	4,6	F(3)+CBUQ(3)
38	71,7	72,6	0,9	1	CBUQ	3,5	5,2	2700	Bom	2,92	Bom	90	2,57	10	10,9	0	3,6	F(3)+CBUQ(3)

Levantamento e soluções CREMA para os trechos homogêneos na BR-267/MG (continuação)

Trecho	km inicial	km final	Extensão (km)	Nº de faixas por sentido	Camada de rolamento	Largura da faixa	Largura do acostamento	VDM	Conceito (IGG)	IRI	Conceito IRI	Espessura de recobrimento (mm)	Número estrutural	CBR (média)	% de área com fissuras	% de área de desgaste	Afundamento de Trilha de Roda (mm)	Solução CREMA 1ª Etapa
39	72,6	74	1,4	1	CBUQ	3,5	5,2	2700	Regular	4,71	Mau	90	2,8	8	57,7	2,8	6,1	F(3)+CBUQ(3)
40	74	75,8	1,8	1	CBUQ	3,5	5,2	2700	Ruim	4,71	Mau	80	2,28	6	61,5	30,8	6,7	F(3)+CBUQ(3)
41	75,8	76,2	0,4	1	CBUQ	3,5	5,2	2700	Ruim	4,71	Mau	80	2,21	6	85,7	9,5	3,1	F(3)+CBUQ(3)
42	76,2	77,4	1,2	1	CBUQ	3,5	5,2	2700	Bom	2,51	Bom	80	2,78	5	16,4	1,6	1,5	F(3)+CBUQ(3)
43	77,4	77,9	0,5	1	CBUQ	3,5	5,2	2700	Bom	2,51	Bom	80	2,61	5	0	0	6	F(3)+CBUQ(3)
44	77,9	78,5	0,6	1	CBUQ	3,5	5,2	2700	Regular	3,87	Regular	80	2,33	5	22,6	3,2	4,7	F(3)+CBUQ(3)
45	78,5	79,9	1,4	1	CBUQ	3,5	5,2	2700	Ruim	3,87	Regular	90	1,99	8	46,5	14,1	5,9	F(3)+CBUQ(3)
46	79,9	80,7	0,8	1	CBUQ	3,5	5,2	2700	Ruim	3,87	Regular	90	1,92	8	75,6	4,9	5,8	F(3)+CBUQ(3)
47	80,7	81	0,3	1	CBUQ	3,5	5,2	2700	Ruim	3,87	Regular	90	2,04	10	100	6,3	2,3	F(3)+CBUQ(3)
48	81	82	1	1	CBUQ	3,5	5,2	2700	Regular	2,65	Bom	90	1,97	17	47,1	15,7	2,2	F(3)+CBUQ(3)
49	82	86	4	1	CBUQ	3,5	5,2	2700	Regular	2,65	Bom	90	2,33	9	36,8	14,4	1,7	F(3)+CBUQ(3)
50	86	87,5	1,5	1	CBUQ	3,5	3,8	1800	Regular	2,65	Bom	80	2,13	6	43,4	5,3	2	F(3)+CBUQ(3)
51	87,5	88,3	0,8	1	CBUQ	3,5	3,8	1800	Ruim	2,65	Bom	80	2,05	6	51,2	43,9	2,4	F(3)+CBUQ(3)
52	88,3	89,4	1,1	1	CBUQ	3,5	3,2	1800	Regular	2,65	Bom	80	2,27	6	33,9	12,5	1,7	F(4)+MICRO
53	89,4	90,1	0,7	1	CBUQ	3,5	2,2	1800	Regular	2,65	Bom	80	3,17	4	22,2	5,6	2,1	F(4)+MICRO
54	90,1	90,4	0,3	1	CBUQ	3,5	5	1800	Regular	4,60	Mau	80	3,34	4	50	31,3	2,1	F(4)+MICRO
55	90,4	91,25	0,85	1	CBUQ	3,5	4,6	1800	Regular	4,60	Mau	80	3,34	4	39,5	16,3	1,9	F(4)+MICRO
56	91,25	92,2	0,95	1	CBUQ	3,5	5,2	1800	Bom	4,60	Mau	80	3,07	4	35,4	6,3	2,1	F(4)+MICRO
57	92,2	92,8	0,6	1	CBUQ	3,5	4,6	1800	Regular	4,60	Mau	80	2,98	4	3,2	0	2,8	F(4)+MICRO
58	92,8	97,7	4,9	1	CBUQ	3,5	2	1800	Péssimo	8,57	Péssimo	90	1,77	5	78,5	56,5	2,4	F(4)+MICRO
59	97,7	98	0,3	1	CBUQ	3,5	0	1200	Ótimo	-	-	90	1,73	11	0	0	2,9	F(4)+MICRO
60	98	98,8	0,8	1	CBUQ	3,5	0	1200	Ótimo	-	-	90	1,64	11	0	0	2	F(4)+MICRO
61	98,8	107,1	8,3	1	CBUQ	3,5	0	1700	Ótimo	-	-	90	4,18	11	0	0	2,5	-
62	107,1	111,7	4,6	1	CBUQ	3,5	0	1700	Ótimo	-	-	80	3,15	12	0	0	2,5	-
63	111,7	113,2	1,5	1	CBUQ	3,5	5,2	1700	Regular	3,34	Regular	80	3,08	12	36,8	9,2	3,1	F(4)+MICRO
64	113,2	114	0,8	1	CBUQ	3,5	5,2	1700	Bom	3,34	Regular	80	2,8	7	31,7	0	2,4	F(4)+MICRO
65	114	115,3	1,3	1	CBUQ	3,5	2,6	1700	Regular	3,34	Regular	80	3,28	7	10,8	12,3	2,2	-

**LEGENDA:**

F = Fresagem

CBUQ = Recobrimento em CBUQ

MICRO = Microrrevestimento

Obs. Os valores entre parênteses correspondem às espessuras em centímetros.

# ANEXO X

Exemplo de relatório gerado pelo HDM-4

## HDM-4 MT RUC per veh-km and veh-trip

HIGHWAY DEVELOPMENT & MANAGEMENT

Study Name: Estudo Crema BR-267/MG\_003

Run Date: 16-03-2014

Currency: Real

Section: BR-267/MG\_8,75-10,8

Alternative: Base Alternative

Sect ID: TH003

Road Class: Secondary or Main

Length: 2,05 km

Width: 7,00 m

Rise+Fall: 10,00 m/km

Curvature: 15,00 deg/km

Year	Average Speed (km/hr)	Annual Average Cost per Vehicle-kilometre			Annual Average Cost per Vehicle-trip		
		VOC	Travel Time	Road User Cost	VOC	Travel Time	Road User Cost
<b>1- Caminhao Leve</b>							
2010	63,40	1.915	0.034	1.949	3.930	0.070	4.000
2011	63,25	1.934	0.034	1.968	3.960	0.070	4.030
2012	63,06	1.954	0.034	1.988	4.000	0.070	4.070
2013	62,84	1.975	0.034	2.009	4.050	0.070	4.120
2014	62,59	1.996	0.034	2.030	4.090	0.070	4.160
2015	62,29	2.019	0.035	2.054	4.140	0.070	4.210
2016	61,91	2.045	0.035	2.080	4.190	0.070	4.260
2017	61,42	2.073	0.035	2.108	4.250	0.070	4.320
2018	60,81	2.105	0.035	2.140	4.320	0.070	4.390
2019	60,03	2.141	0.036	2.176	4.390	0.070	4.460
<b>2- Caminhao Pesado</b>							
2010	85,55	2.361	0.029	2.391	4.840	0.060	4.900
2011	85,49	2.379	0.029	2.408	4.880	0.060	4.940
2012	85,39	2.398	0.030	2.427	4.920	0.060	4.980
2013	85,22	2.417	0.030	2.447	4.960	0.060	5.020
2014	84,95	2.437	0.030	2.466	4.990	0.060	5.050
2015	84,50	2.457	0.030	2.487	5.040	0.060	5.100
2016	83,75	2.478	0.030	2.508	5.080	0.060	5.140

HDM-4 Version 1,3

## ANEXO XI

Custo por quilômetro por tipo de veículo (em R\$)

Para o trecho do km 7,50 ao km 30,60 (VDM 1300):

<b>IRI</b>	<b>P1</b>	<b>P3</b>	<b>O1</b>	<b>C1</b>	<b>C2</b>	<b>S3</b>	<b>S6</b>	<b>R2</b>	<b>R4</b>	<b>SE1</b>
<b>2,0</b>	0,850	0,899	2,938	1,873	2,320	2,753	3,000	2,627	2,709	3,839
<b>2,5</b>	0,851	0,900	2,943	1,879	2,325	2,762	3,010	2,634	2,718	3,851
<b>3,0</b>	0,853	0,902	2,952	1,889	2,333	2,775	3,024	2,643	2,729	3,868
<b>4,5</b>	0,871	0,922	3,129	1,994	2,433	2,904	3,179	2,746	2,835	4,064
<b>5,0</b>	0,879	0,931	3,193	2,031	2,467	2,945	3,229	2,780	2,872	4,136
<b>5,5</b>	0,889	0,942	3,261	2,070	2,500	2,982	3,275	2,814	2,908	4,210
<b>6,0</b>	0,901	0,955	3,334	2,109	2,532	3,016	3,319	2,848	2,944	4,287
<b>6,5</b>	0,915	0,970	3,417	2,149	2,565	3,050	3,362	2,885	2,983	4,369
<b>7,5</b>	0,951	1,007	3,619	2,232	2,641	3,128	3,459	2,978	3,076	4,549

Para o trecho do km 30,60 ao km 60,80 (VDM 1700):

<b>IRI</b>	<b>P1</b>	<b>P3</b>	<b>O1</b>	<b>C1</b>	<b>C2</b>	<b>S3</b>	<b>S6</b>	<b>SE1</b>
<b>2,5</b>	0,851	0,900	2,943	1,880	2,325	2,763	3,010	3,851
<b>3,0</b>	0,853	0,902	2,953	1,889	2,333	2,776	3,025	3,869
<b>4,5</b>	0,871	0,922	3,130	1,995	2,434	2,905	3,180	4,066
<b>5,0</b>	0,879	0,917	3,196	2,034	2,468	2,946	3,231	4,139
<b>5,5</b>	0,889	0,942	3,264	2,071	2,502	2,984	3,277	4,214
<b>6,0</b>	0,901	0,955	3,336	2,110	2,533	3,017	3,320	4,289
<b>6,5</b>	0,916	0,970	3,419	2,150	2,566	3,050	3,363	4,371
<b>7,5</b>	0,952	1,008	3,624	2,234	2,643	3,130	3,461	4,553

Para o trecho do km 60,80 ao km 86,00 (VDM 2700):

<b>IRI</b>	<b>P1</b>	<b>P3</b>	<b>O1</b>	<b>C1</b>	<b>C2</b>	<b>S3</b>	<b>S6</b>
<b>2,5</b>	0,851	0,900	2,943	1,879	2,325	2,762	3,010
<b>3,0</b>	0,853	0,902	2,952	1,889	2,333	2,775	3,024
<b>3,5</b>	0,857	0,906	2,996	1,916	2,359	2,809	3,065
<b>4,5</b>	0,871	0,922	3,128	1,993	2,433	2,904	3,179
<b>5,0</b>	0,879	0,931	3,194	2,032	2,467	2,945	3,230
<b>5,5</b>	0,889	0,942	3,262	2,070	2,501	2,982	3,276
<b>6,0</b>	0,901	0,955	3,334	2,109	2,532	3,016	3,318
<b>6,5</b>	0,915	0,969	3,417	2,149	2,565	3,049	3,362
<b>7,0</b>	0,932	0,987	3,512	2,190	2,600	3,087	3,408
<b>8,0</b>	0,973	1,029	3,738	2,276	2,689	3,175	3,515
<b>10,0</b>	1,084	1,144	4,288	2,471	2,935	3,420	3,798

Para o trecho do km 86,00 ao km 97,70 (VDM 1800):

<b>IRI</b>	<b>P1</b>	<b>P3</b>	<b>O1</b>	<b>C1</b>	<b>C2</b>	<b>S3</b>	<b>S6</b>
<b>4,5</b>	0,848	0,908	3,142	1,979	2,462	2,985	3,258
<b>5,0</b>	0,857	0,917	3,207	2,017	2,497	3,012	3,290
<b>5,5</b>	0,867	0,927	3,274	2,056	2,528	3,034	3,326
<b>6,0</b>	0,880	0,939	3,348	2,095	2,559	3,055	3,357
<b>6,5</b>	0,896	0,954	3,432	2,137	2,590	3,080	3,392
<b>7,0</b>	0,914	0,973	3,528	2,179	2,623	3,112	3,434

Para o trecho do km 111,70 ao km 115,30 (VDM 1700):

<b>IRI</b>	<b>P1</b>	<b>P3</b>	<b>O1</b>	<b>C1</b>	<b>C2</b>	<b>S3</b>	<b>S6</b>	<b>SE1</b>
<b>4,0</b>	0,864	0,914	3,069	1,958	2,400	2,862	3,128	3,997
<b>4,5</b>	0,871	0,923	3,134	1,997	2,436	2,908	3,183	4,071
<b>5,0</b>	0,880	0,932	3,200	2,035	2,470	2,949	3,234	4,143
<b>5,5</b>	0,890	0,943	3,268	2,074	2,504	2,986	3,280	4,218
<b>6,0</b>	0,902	0,956	3,341	2,112	2,535	3,018	3,322	4,294
<b>6,5</b>	0,916	0,971	3,425	2,152	2,568	3,053	3,366	4,376
<b>7,0</b>	0,933	0,989	3,521	2,194	2,604	3,090	3,413	4,465
<b>7,5</b>	0,953	1,009	3,631	2,237	2,646	3,133	3,464	4,559
<b>8,0</b>	0,975	1,032	3,752	2,281	2,695	3,181	3,522	4,661

Legenda:

VDM = Volume Diário Médio (de veículos)

- P1: Veículo de passeio
- P3: Utilitário
- O1: Ônibus
- C1: Caminhão leve 2C
- C2: Caminhão leve 3C
- S3: Semi-articulado 2S3
- S6: Semi-articulado 3S3
- R2: Reboque 2C2
- R4: Reboque 3C2
- SE1: Semi-articulado Especial 3T4

## ANEXO XII

Custo por quilômetro por tipo de veículo (em R\$)

Para o trecho do km 7,50 ao km 30,60 (VDM 1300):

IRI	P1	P3	O1	C1	C2	S3	S6	R2	R4	SE1	Total diário	Total anual
<b>2,0</b>	17.298,44	1.640,59	4.479,27	5.408,29	4.501,73	2.607,37	1.039,50	60,68	62,58	709,45	37.807,89	<b>13.799.878,21</b>
<b>2,5</b>	17.318,79	1.642,41	4.486,90	5.425,61	4.511,43	2.615,89	1.042,97	60,85	62,79	711,66	37.879,29	<b>13.825.939,97</b>
<b>3,0</b>	17.359,49	1.646,06	4.500,62	5.454,49	4.526,95	2.628,20	1.047,82	61,05	63,04	714,81	38.002,53	<b>13.870.922,03</b>
<b>4,5</b>	17.725,81	1.682,56	4.770,47	5.757,68	4.720,99	2.750,38	1.101,52	63,43	65,49	751,03	39.389,36	<b>14.377.115,56</b>
<b>5,0</b>	17.888,62	1.698,98	4.868,05	5.864,51	4.786,97	2.789,21	1.118,85	64,22	66,34	764,33	39.910,08	<b>14.567.178,43</b>
<b>5,5</b>	18.092,13	1.719,06	4.971,72	5.977,13	4.851,00	2.824,25	1.134,79	65,00	67,17	778,01	40.480,26	<b>14.775.293,15</b>
<b>6,0</b>	18.336,34	1.742,78	5.083,02	6.089,74	4.913,09	2.856,45	1.150,03	65,79	68,01	792,24	41.097,49	<b>15.000.582,83</b>
<b>6,5</b>	18.621,26	1.770,15	5.209,56	6.205,24	4.977,13	2.888,66	1.164,93	66,64	68,91	807,39	41.779,86	<b>15.249.649,34</b>
<b>7,5</b>	19.353,90	1.837,67	5.517,53	6.444,90	5.124,60	2.962,53	1.198,54	68,79	71,06	840,66	43.420,17	<b>15.848.361,72</b>

Para o trecho do km 30,60 ao km 60,80 (VDM 1700):

IRI	P1	P3	O1	C1	C2	S3	S6	SE1	Total diário	Total anual
<b>2,5</b>	28.809,92	5.463,18	1.422,06	9.538,37	9.619,46	4.422,46	272,71	116,30	59.664,45	<b>21.777.523,81</b>
<b>3,0</b>	28.877,63	5.475,32	1.426,89	9.584,03	9.652,55	4.443,27	274,07	116,84	59.850,60	<b>21.845.469,58</b>
<b>4,5</b>	29.487,01	5.596,72	1.512,42	10.121,83	10.070,43	4.649,74	288,11	122,79	61.849,06	<b>22.574.905,59</b>
<b>5,0</b>	29.757,84	5.566,37	1.544,31	10.314,63	10.211,10	4.715,37	292,73	125,00	62.527,35	<b>22.822.482,17</b>
<b>5,5</b>	30.096,38	5.718,13	1.577,16	10.507,43	10.351,77	4.776,19	296,90	127,26	63.451,23	<b>23.159.697,78</b>
<b>6,0</b>	30.502,63	5.797,04	1.611,96	10.705,30	10.480,03	4.829,01	300,79	129,53	64.356,29	<b>23.490.046,07</b>
<b>6,5</b>	31.010,45	5.888,09	1.652,06	10.908,24	10.616,57	4.881,83	304,69	132,00	65.393,93	<b>23.868.785,33</b>
<b>7,5</b>	32.229,20	6.118,76	1.751,12	11.334,42	10.935,15	5.009,88	313,57	137,50	67.829,59	<b>24.757.801,30</b>

Para o trecho do km 60,80 ao km 86,00 (VDM 2700):

<b>IRI</b>	<b>P1</b>	<b>P3</b>	<b>O1</b>	<b>C1</b>	<b>C2</b>	<b>S3</b>	<b>S6</b>	<b>Total diário</b>	<b>Total anual</b>
<b>2,5</b>	33.180,065	10.659,600	9.567,104	12.926,768	12.948,390	3.897,734	1.592,892	84.772,554	<b>30.941.982,10</b>
<b>3,0</b>	32.866,772	10.683,288	9.596,362	12.995,564	12.992,944	3.916,080	1.600,301	84.651,311	<b>30.897.728,44</b>
<b>3,5</b>	33.020,896	10.730,664	9.739,397	13.181,314	13.137,743	3.964,061	1.621,998	85.396,072	<b>31.169.566,13</b>
<b>4,5</b>	33.560,327	10.920,168	10.168,502	13.711,043	13.549,864	4.098,125	1.682,327	87.690,355	<b>32.006.979,65</b>
<b>5,0</b>	33.868,573	11.026,764	10.383,055	13.979,347	13.739,216	4.155,984	1.709,316	88.862,256	<b>32.434.723,44</b>
<b>5,5</b>	34.253,881	11.157,048	10.604,110	14.240,772	13.928,569	4.208,198	1.733,659	90.126,238	<b>32.896.076,72</b>
<b>6,0</b>	34.716,251	11.311,020	10.838,167	14.509,076	14.101,214	4.256,179	1.755,886	91.487,794	<b>33.393.044,66</b>
<b>6,5</b>	35.255,682	11.476,836	11.107,984	14.784,260	14.284,998	4.302,749	1.779,170	92.991,679	<b>33.941.962,91</b>
<b>7,0</b>	35.910,706	11.690,028	11.416,810	15.066,324	14.479,920	4.356,374	1.803,514	94.723,675	<b>34.574.141,45</b>
<b>8,0</b>	37.490,468	12.187,476	12.151,490	15.657,970	14.975,579	4.480,560	1.860,138	98.803,681	<b>36.063.343,64</b>
<b>10,0</b>	41.767,387	13.549,536	13.939,430	16.999,492	16.345,602	4.826,304	2.009,902	109.437,653	<b>39.944.743,27</b>

Para o trecho do km 86,00 ao km 97,70 (VDM 1800):

<b>IRI</b>	<b>P1</b>	<b>P3</b>	<b>O1</b>	<b>C1</b>	<b>C2</b>	<b>S3</b>	<b>S6</b>	<b>Total diário</b>	<b>Total anual</b>
<b>4,5</b>	11.241,173	2.634,653	3.639,379	3.264,756	3.831,118	1.501,754	114,356	26.227,188	<b>9.572.923,620</b>
<b>5,0</b>	11.360,478	2.660,767	3.714,668	3.327,445	3.885,582	1.515,337	115,690	26.579,966	<b>9.701.687,736</b>
<b>5,5</b>	11.493,039	2.689,783	3.792,274	3.391,783	3.933,821	1.526,405	116,743	26.943,848	<b>9.834.504,557</b>
<b>6,0</b>	11.665,368	2.724,602	3.877,988	3.456,122	3.982,060	1.536,971	117,831	27.360,941	<b>9.986.743,611</b>
<b>6,5</b>	11.877,466	2.768,126	3.975,286	3.525,409	4.030,299	1.549,548	119,059	27.845,193	<b>10.163.495,336</b>
<b>7,0</b>	12.116,075	2.823,257	4.086,482	3.594,696	4.081,650	1.565,647	120,533	28.388,342	<b>10.361.744,757</b>

Para o trecho do km 111,70 ao km 115,30 (VDM 1700):

<b>IRI</b>	<b>P1</b>	<b>P3</b>	<b>O1</b>	<b>C1</b>	<b>C2</b>	<b>S3</b>	<b>S6</b>	<b>SE1</b>	<b>Total diário</b>	<b>Total anual</b>
<b>4,0</b>	3.713,82	263,23	828,63	1.085,52	751,68	1.009,71	112,61	43,17	7.808,36	<b>2.850.052,86</b>
<b>4,5</b>	3.743,906	265,824	846,180	1.107,137	762,955	1.025,942	114,588	43,97	7.910,50	<b>2.887.332,35</b>
<b>5,0</b>	3.782,592	268,416	864,000	1.128,204	773,604	1.040,407	116,424	44,74	8.018,39	<b>2.926.712,93</b>
<b>5,5</b>	3.825,576	271,584	882,360	1.149,826	784,253	1.053,461	118,080	45,55	8.130,69	<b>2.967.703,16</b>
<b>6,0</b>	3.877,157	275,328	902,070	1.170,893	793,962	1.064,750	119,592	46,38	8.250,13	<b>3.011.296,43</b>
<b>6,5</b>	3937,33	279,65	924,75	1193,07	804,30	1077,10	121,18	4,38	8.341,75	<b>3.044.738,46</b>
<b>7,0</b>	4010,41	284,83	950,67	1216,35	815,57	1090,15	122,87	16,07	8.506,93	<b>3.105.029,30</b>
<b>7,5</b>	4096,38	290,59	980,37	1240,19	828,73	1105,32	124,70	4,56	8.670,84	<b>3.164.857,55</b>
<b>8,0</b>	4190,94	297,22	1013,04	1264,59	844,07	1122,26	126,79	16,78	8.875,68	<b>3.239.624,95</b>

Legenda:

VDM = Volume Diário Médio (de veículos)

P1: Veículo de passeio

P3: Utilitário

O1: Ônibus

C1: Caminhão leve 2C

C2: Caminhão leve 3C

S3: Semi-articulado 2S3

S6: Semi-articulado 3S3

R2: Reboque 2C2

R4: Reboque 3C2

SE1: Semi-articulado Especial 3T4

## ANEXO XIII

Custo de cada proposta (em R\$)

Alternativa 1 (Conserva):

	Trecho 01	Trecho 02	Trecho 03	Trecho 04	Trecho 05	Trecho 06	Trecho 07	Trecho 08	Trecho 09	Trecho 10	Total	Total VPL
2010	35,80	-	-	11,50	4,80	-	-	32,90	-	20,60	105,60	105,60
2011	195,10	-	-	150,00	76,40	-	-	517,00	-	488,90	1.427,40	1.274,46
2012	251,90	53,00	-	203,80	96,60	-	-	640,00	-	564,60	1.809,90	1.442,84
2013	302,00	244,90	138,10	252,30	114,40	44,70	58,60	746,50	127,50	625,50	2.654,50	1.889,42
2014	344,40	305,80	221,00	294,30	129,20	73,20	96,10	833,60	208,80	662,60	3.169,00	2.013,96
2015	377,60	454,20	291,50	328,60	140,50	108,70	142,70	893,80	310,20	679,50	3.727,30	2.114,97
2016	393,80	614,90	347,90	352,40	145,10	147,20	193,30	916,70	419,90	697,00	4.228,20	2.142,14
2017	404,00	759,20	429,60	361,40	148,80	181,80	238,70	940,40	518,50	714,90	4.697,30	2.124,82
2018	414,40	884,00	500,30	370,80	152,70	211,70	278,00	964,70	603,70	733,40	5.113,70	2.065,34
2019	425,20	986,00	558,00	380,40	156,60	236,10	310,10	989,70	673,30	752,40	5.467,80	1.971,74
	3.144,20	4.302,00	2.486,40	2.705,50	1.165,10	1.003,40	1.317,50	7.475,30	2.861,90	5.939,40	<b>32.400,70</b>	<b>17.145,29</b>

Alternativa 2 (Crema 1ª etapa + Conserva):

	Trecho 01	Trecho 02	Trecho 03	Trecho 04	Trecho 05	Trecho 06	Trecho 07	Trecho 08	Trecho 09	Trecho 10	Total	Total VPL
2010	41.163,50	88.826,50	56.329,00	36.830,50	15.165,50	23.831,50	26.040,00	87.147,60	45.570,00	58.858,20	479.762,30	479.762,30
2011	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2012	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2013	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2014	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2015	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2016	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2017	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2018	34,00	-	-	30,40	12,50	-	-	87,70	-	63,30	227,90	92,04
2019	59,80	-	-	53,50	22,00	-	-	156,40	-	112,80	404,50	145,87
	41.257,30	88.826,50	56.329,00	36.914,40	15.200,00	23.831,50	26.040,00	87.391,70	45.570,00	59.034,30	<b>480.394,70</b>	<b>480.000,21</b>

Alternativa 3 (Crema 1ª etapa + Conserva + Crema 2ª etapa):

	Trecho 01	Trecho 02	Trecho 03	Trecho 04	Trecho 05	Trecho 06	Trecho 07	Trecho 08	Trecho 09	Trecho 10	Total	Total VPL
2010	41.163,50	88.826,50	56.329,00	36.830,50	15.165,50	23.831,50	26.040,00	87.147,60	45.570,00	58.858,20	479.762,30	479.762,30
2011	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2012	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2013	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2014	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2015	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2016	232.617,00	-	-	291.074,00	-	-	-	679.654,50	342.804,00	367.290,00	1.913.439,50	969.408,00
2017	-	457.478,00	318.318,00	-	66.738,00	122.738,00	265.272,00	-	-	-	1.230.544,00	556.635,61
2018	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2019	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	273.780,50	546.304,50	374.647,00	327.904,50	81.903,50	146.569,50	291.312,00	766.802,10	388.374,00	426.148,20	<b>3.623.745,80</b>	<b>2.005.805,91</b>

Alternativa 4 (Crema 1ª etapa + Crema 2ª etapa + Conserva):

	Trecho 01	Trecho 02	Trecho 03	Trecho 04	Trecho 05	Trecho 06	Trecho 07	Trecho 08	Trecho 09	Trecho 10	Total	Total VPL
2010	41.163,50	88.826,50	56.329,00	36.830,50	15.165,50	23.831,50	26.040,00	87.147,60	45.570,00	58.858,20	479.762,30	479.762,30
2011	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2012	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2013	232.617,00	-	-	291.074,00	-	-	-	679.654,50	342.804,00	367.290,00	1.913.439,50	1.361.948,44
2014	-	457.478,00	318.318,00	-	66.738,00	122.738,00	265.272,00	-	-	-	1.230.544,00	782.032,96
2015	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2016	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2017	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2018	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2019	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	273.780,50	546.304,50	374.647,00	327.904,50	81.903,50	146.569,50	291.312,00	766.802,10	388.374,00	426.148,20	<b>3.623.745,80</b>	<b>2.623.743,70</b>

## ANEXO XIV

IRI médio anual por alternativa

Alternativa 1 (Conserva):

	IRI (após os trabalhos daquele ano)										
	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Trecho 01	3,67	3,87	4,09	4,33	4,57	4,83	5,10	5,37	5,67	5,97	6,30
Trecho 02	3,67	3,89	4,14	4,40	4,68	4,96	5,26	5,6	5,97	6,38	6,84
Trecho 03	3,67	3,86	4,08	4,33	4,62	4,94	5,29	5,67	6,09	6,55	7,04
Trecho 04	4,95	5,26	5,60	5,98	6,38	6,82	7,29	7,78	8,29	8,84	9,42
Trecho 05	4,95	5,25	5,59	5,95	6,34	6,76	7,19	7,65	8,14	8,65	9,19
Trecho 06	4,10	4,37	4,64	4,92	5,21	5,51	5,84	6,20	6,60	7,05	7,54
Trecho 07	4,10	4,38	4,68	4,99	5,32	5,67	6,05	6,45	6,90	7,39	7,92
Trecho 08	4,10	4,42	4,78	2,17	5,60	6,04	6,52	7,02	7,55	8,12	8,71
Trecho 09	4,10	4,34	4,58	4,83	5,08	5,35	5,65	5,99	6,37	6,81	7,29
Trecho 10	4,10	4,34	4,65	4,98	5,35	5,74	6,16	6,60	7,06	7,56	8,08
<b>Média aritmética</b>	<b>4,14</b>	<b>4,40</b>	<b>4,68</b>	<b>4,69</b>	<b>5,32</b>	<b>5,66</b>	<b>6,04</b>	<b>6,43</b>	<b>6,86</b>	<b>7,33</b>	<b>7,83</b>

Alternativa 2 (Crema 1ª etapa + Conserva):

	IRI (após os trabalhos daquele ano)										
	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Trecho 01	3,67	2,00	2,06	2,14	2,22	2,30	2,41	2,53	2,67	2,84	3,05
Trecho 02	3,67	2,00	2,08	2,16	2,25	2,33	2,43	2,53	2,64	2,76	2,91
Trecho 03	3,67	2,00	2,08	2,17	2,26	2,36	2,46	2,56	2,68	2,81	2,96
Trecho 04	4,95	2,00	2,09	2,18	2,29	2,41	2,54	2,69	2,88	3,09	3,34
Trecho 05	4,95	2,00	2,08	2,18	2,28	2,39	2,52	2,67	2,85	3,06	3,30
Trecho 06	4,10	2,00	2,08	2,17	2,26	2,35	2,45	2,56	2,68	2,81	2,96
Trecho 07	4,10	2,76	2,88	3,00	3,12	3,25	3,40	3,55	3,72	3,91	4,12
Trecho 08	4,10	2,79	2,93	3,07	3,23	3,41	3,60	3,83	4,09	4,39	4,73
Trecho 09	4,10	2,72	2,83	2,94	3,06	3,18	3,31	3,45	3,60	3,76	3,95
Trecho 10	4,10	2,73	2,84	2,97	3,10	3,25	3,42	3,61	3,84	4,10	4,39
<b>Média aritmética</b>	<b>4,14</b>	<b>2,30</b>	<b>2,40</b>	<b>2,50</b>	<b>2,61</b>	<b>2,72</b>	<b>2,85</b>	<b>3,00</b>	<b>3,17</b>	<b>3,35</b>	<b>3,57</b>

Alternativa 3 (Crema 1ª etapa + Conserva + Crema 2ª etapa):

	IRI (após os trabalhos daquele ano)										
	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
<b>Trecho 01</b>	3,67	2,00	2,06	2,14	2,22	2,30	2,41	2,00	2,07	2,14	2,21
<b>Trecho 02</b>	3,67	2,00	2,08	2,16	2,25	2,33	2,43	2,53	2,00	2,09	2,19
<b>Trecho 03</b>	3,67	2,00	2,08	2,17	2,26	2,36	2,46	2,56	2,00	2,10	2,21
<b>Trecho 04</b>	4,95	2,00	2,09	2,18	2,29	2,41	2,54	2,00	2,07	2,14	2,21
<b>Trecho 05</b>	4,95	2,00	2,08	2,18	2,28	2,39	2,52	2,67	2,00	2,10	2,21
<b>Trecho 06</b>	4,10	2,00	2,08	2,17	2,26	2,35	2,45	2,56	2,00	2,10	2,20
<b>Trecho 07</b>	4,10	2,76	2,88	3,00	3,12	3,25	3,40	3,55	2,00	2,13	2,27
<b>Trecho 08</b>	4,10	2,79	2,93	3,07	3,23	3,41	3,60	2,00	2,17	2,34	2,53
<b>Trecho 09</b>	4,10	2,72	2,83	2,94	3,06	3,18	3,31	2,00	2,12	2,24	2,36
<b>Trecho 10</b>	4,10	2,73	2,84	2,97	3,10	3,25	3,42	2,00	2,12	2,25	2,39
<b>Média aritmética</b>	<b>4,14</b>	<b>2,30</b>	<b>2,40</b>	<b>2,50</b>	<b>2,61</b>	<b>2,72</b>	<b>2,85</b>	<b>2,39</b>	<b>2,06</b>	<b>2,16</b>	<b>2,28</b>

Alternativa 4 (Crema 1ª etapa + Crema 2ª etapa + Conserva):

	IRI (após os trabalhos daquele ano)										
	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Trecho 01	3,67	2,00	2,06	2,14	2,00	2,07	2,13	2,20	2,28	2,35	2,43
Trecho 02	3,67	2,00	2,08	2,16	2,25	2,00	2,09	2,18	2,28	2,38	2,49
Trecho 03	3,67	2,00	2,08	2,17	2,26	2,36	2,10	2,20	2,31	2,42	2,54
Trecho 04	4,95	2,00	2,09	2,18	2,00	2,00	2,06	2,12	2,19	2,25	2,32
Trecho 05	4,95	2,00	2,08	2,18	2,28	2,00	2,10	2,20	2,31	2,42	2,53
Trecho 06	4,10	2,00	2,08	2,17	2,26	2,00	2,10	2,20	2,30	2,41	2,53
Trecho 07	4,10	2,78	2,88	3,00	3,12	2,00	2,13	2,26	2,40	2,54	2,70
Trecho 08	4,10	2,79	2,93	3,07	2,00	2,16	2,33	2,51	2,70	2,90	3,12
Trecho 09	4,10	2,72	2,83	2,94	2,00	2,11	2,23	2,35	2,48	2,62	2,77
Trecho 10	4,10	2,73	2,84	2,97	2,00	2,12	2,24	2,38	2,52	2,67	2,83
<b>Média aritmética</b>	<b>4,14</b>	<b>2,30</b>	<b>2,40</b>	<b>2,50</b>	<b>2,22</b>	<b>2,08</b>	<b>2,15</b>	<b>2,26</b>	<b>2,38</b>	<b>2,50</b>	<b>2,63</b>

## ANEXO XV

Custo por quilômetro por tipo de veículo (em R\$)

Para o trecho do km 7,50 ao km 30,00 (VDM 1300):

IRI	P1	P3	O1	C1	C2	S3	S6	R2	R4	SE1
2,0	0,850	0,899	2,938	1,873	2,320	2,753	3,000	2,627	2,709	3,839
2,5	0,851	0,900	2,943	1,879	2,325	2,762	3,010	2,634	2,718	3,851
3,0	0,853	0,902	2,952	1,889	2,333	2,775	3,024	2,643	2,729	3,868
3,5	0,857	0,906	2,996	1,916	2,359	2,810	3,065	2,670	2,757	3,918
4,0	0,863	0,914	3,063	1,955	2,396	2,858	3,124	2,709	2,797	3,991
4,5	0,871	0,922	3,129	1,994	2,433	2,904	3,179	2,746	2,835	4,064
5,0	0,879	0,931	3,193	2,031	2,467	2,945	3,229	2,780	2,872	4,136
5,5	0,889	0,942	3,261	2,070	2,500	2,982	3,275	2,814	2,908	4,210
6,0	0,901	0,955	3,334	2,109	2,532	3,016	3,319	2,848	2,944	4,287
6,5	0,915	0,970	3,417	2,149	2,565	3,050	3,362	2,885	2,983	4,369
7,0	0,932	0,987	3,513	2,190	2,600	3,087	3,409	2,929	3,027	4,457
7,5	0,951	1,007	3,619	2,232	2,641	3,128	3,459	2,978	3,076	4,549
8,0	0,973	1,029	3,739	2,277	2,689	3,176	3,516	3,035	3,133	4,650

Legenda:

VDM = Volume Diário Médio (de veículos)

P1: Veículo de passeio

P3: Utilitário

O1: Ônibus

C1: Caminhão leve 2C

C2: Caminhão leve 3C

S3: Semi-articulado 2S3

S6: Semi-articulado 3S3

R2: Reboque 2C2

R4: Reboque 3C2

SE1: Semi-articulado Especial 3T4

## ANEXO XVI

Custo total para o usuário de acordo com o IRI (em R\$)

IRI	P1	P3	O1	C1	C2	S3	S6	R2	R4	SE1	Total diário	Total anual
<b>2,0</b>	8.986,20	852,25	2.326,90	2.809,50	2.338,56	1.354,48	540,00	31,52	32,51	368,54	<b>19.640,46</b>	<b>7.168.767,90</b>
<b>2,5</b>	8.996,77	853,20	2.330,86	2.818,50	2.343,60	1.358,90	541,80	31,61	32,62	369,70	<b>19.677,55</b>	<b>7.182.306,48</b>
<b>3,0</b>	9.017,92	855,10	2.337,98	2.833,50	2.351,66	1.365,30	544,32	31,72	32,75	371,33	<b>19.741,57</b>	<b>7.205.673,78</b>
<b>3,5</b>	9.060,20	858,89	2.372,83	2.874,00	2.377,87	1.382,52	551,70	32,04	33,08	376,13	<b>19.919,27</b>	<b>7.270.532,82</b>
<b>4,0</b>	9.123,64	866,47	2.425,90	2.932,50	2.415,17	1.406,14	562,32	32,51	33,56	383,14	<b>20.181,34</b>	<b>7.366.187,64</b>
<b>4,5</b>	9.208,21	874,06	2.478,17	2.991,00	2.452,46	1.428,77	572,22	32,95	34,02	390,14	<b>20.462,00</b>	<b>7.468.631,46</b>
<b>5,0</b>	9.292,79	882,59	2.528,86	3.046,50	2.486,74	1.448,94	581,22	33,36	34,46	397,06	<b>20.732,51</b>	<b>7.567.365,42</b>
<b>5,5</b>	9.398,51	893,02	2.582,71	3.105,00	2.520,00	1.467,14	589,50	33,77	34,90	404,16	<b>21.028,70</b>	<b>7.675.476,96</b>
<b>6,0</b>	9.525,37	905,34	2.640,53	3.163,50	2.552,26	1.483,87	597,42	34,18	35,33	411,55	<b>21.349,34</b>	<b>7.792.510,56</b>
<b>6,5</b>	9.673,38	919,56	2.706,26	3.223,50	2.585,52	1.500,60	605,16	34,62	35,80	419,42	<b>21.703,82</b>	<b>7.921.895,76</b>
<b>7,0</b>	9.853,10	935,68	2.782,30	3.285,00	2.620,80	1.518,80	613,62	35,15	36,32	427,87	<b>22.108,64</b>	<b>8.069.655,06</b>
<b>7,5</b>	10.053,97	954,64	2.866,25	3.348,00	2.662,13	1.538,98	622,62	35,74	36,91	436,70	<b>22.555,93</b>	<b>8.232.915,18</b>
<b>8,0</b>	10.286,56	975,49	2.961,29	3.415,50	2.710,51	1.562,59	632,88	36,42	37,60	446,40	<b>23.065,24</b>	<b>8.418.811,14</b>

Legenda:

P1: Veículo de passeio

P3: Utilitário

O1: Ônibus

C1: Caminhão leve 2C

C2: Caminhão leve 3C

S3: Semi-articulado 2S3

S6: Semi-articulado 3S3

R2: Reboque 2C2

R4: Reboque 3C2

SE1: Semi-articulado Especial 3T4

## ANEXO XVII

Valores de custos para o usuário em VPL (em R\$)

Alternativa		2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	Custo para Usuário
1	Valor	7.468.631,46	7.468.631,46	7.468.631,46	7.675.476,96	7.675.476,96	7.792.510,56	7.921.895,76	8.069.655,06	8.232.915,18	8.418.811,14	78.192.636,00
	VPL	7.468.631,46	6.668.420,95	5.953.947,27	5.463.252,89	4.877.904,37	4.421.679,77	4.013.478,93	3.650.302,13	3.325.136,36	3.035.907,70	<b>48.878.661,83</b>
2	Valor	7.182.306,48	7.182.306,48	7.182.306,48	7.182.306,48	7.182.306,48	7.205.673,78	7.205.673,78	7.205.673,78	7.270.532,82	7.270.532,82	72.069.619,38
	VPL	7.182.306,48	6.412.773,64	5.725.690,75	5.112.223,89	4.564.485,61	4.088.692,82	3.650.618,59	3.259.480,88	2.936.446,26	2.621.827,02	<b>45.554.545,94</b>
3	Valor	7.182.306,48	7.182.306,48	7.182.306,48	7.182.306,48	7.182.306,48	7.205.673,78	7.182.306,48	7.168.767,90	7.168.767,90	7.182.306,48	71.819.354,94
	VPL	7.182.306,48	6.412.773,64	5.725.690,75	5.112.223,89	4.564.485,61	4.088.692,82	3.638.779,98	3.242.786,53	2.895.345,12	2.590.011,72	<b>45.453.096,55</b>
4	Valor	7.182.306,48	7.182.306,48	7.182.306,48	7.168.767,90	7.168.767,90	7.168.767,90	7.182.306,48	7.182.306,48	7.182.306,48	7.182.306,48	71.782.449,06
	VPL	7.182.306,48	6.412.773,64	5.725.690,75	5.102.587,39	4.555.881,60	4.067.751,43	3.638.779,98	3.248.910,70	2.900.813,13	2.590.011,72	<b>45.425.506,83</b>