



**44ª RAPv** | **18º ENACOR**  
44ª REUNIÃO ANUAL DE PAVIMENTAÇÃO | 18º ENCONTRO NACIONAL DE CONSERVAÇÃO RODOVIÁRIA

**4ª Expopavimentação**  
*Os caminhos da integração. O maior evento rodoviário do País.*  
18 a 21 de agosto de 2015. Hotel Bourbon. Foz do Iguaçu. PR

## **44ª RAPv – REUNIÃO ANUAL DE PAVIMENTAÇÃO E 18º ENACOR – ENCONTRO NACIONAL DE CONSERVAÇÃO RODOVIÁRIA**

**Foz do Iguaçu, PR – 18 a 21 de agosto de 2015**

### **CUSTO BENEFÍCIO DE RESTAURAÇÕES EM PAVIMENTOS FLEXÍVEIS**

*Sérgio Luiz Miketa<sup>1</sup>; Francisco Heber Lacerda de Oliveira<sup>2</sup>; José Ciro Pinheiro Neto<sup>3</sup> & Marcos Fábio Porto de Aguiar<sup>4</sup>*

#### **RESUMO**

Diversas obras de restauração de pavimentos rodoviários não atingem a vida útil projetada e, assim, necessitam de novas intervenções em curtos períodos de tempo e a custos elevados. Prejuízos financeiros são incalculáveis tanto para os órgãos gestores da malha, quanto para os usuários, assim como vidas são ceifadas em acidentes por defeitos nas rodovias. Neste trabalho são abordados os fatores de escolha da solução de restauração ideal comparando o custo-benefício ao longo do tempo, com base em estudos de casos em quatro rodovias distintas do Brasil: no Nordeste, estado do Maranhão; no Centro-Oeste, estado de Goiás; no Sudeste, estado do Espírito Santo; e no Sul, estado do Paraná. Foram analisadas três soluções de restauração, constatando-se que a solução com melhor custo-benefício encontrada é também a mais onerosa, porém com grande ganho de qualidade, conforto e segurança para o usuário.

**PALAVRAS-CHAVE:** Pavimento Flexível, Patologia, Restauração.

#### **ABSTRACT**

Many restoration works of the pavement do not reach the projected useful life, and so need another intervention. Financial losses are incalculable for both bodies managers of the mesh, and the users, as well as lives are snuffed in accidents by defects on the highways. This paper discussed the factors of choosing the best restoration solution comparing the cost-effectiveness over time, based on case studies in four different highways in restoration works, in northeastern Brazil, the state of Maranhão, in the state of Goiás, central-western Brazil, in the state of Espírito Santo and in the state of Paraná, respectively in southeastern and southern Brazil. Three restorative solutions were analyzed, and the best solution found value for money is also the most costly, but with big gain in quality, comfort and safety to the user.

**KEY WORDS:** Flexible Pavement, Pathology, Restoration.

<sup>1</sup> Aluno de Pós-Graduação em Infraestrutura de Transportes | Rodovias. Universidade Cidade de São Paulo - UNICID. Instituto Brasileiro de Educação Continuada - INBEC. E-mail: smiketa@hotmail.com.

<sup>2, 4</sup> Professores Assistentes da Universidade de Fortaleza – UNIFOR e do Instituto Federal do Ceará – IFCE. Centro de Ciências Tecnológicas. Av. Washington Soares, 1321, Edson Queiroz. CEP 60.811-905. Fortaleza. Ceará. E-mail: heberoliveira@unifor.br; marcosporto@unifor.br

<sup>3</sup> Aluno de Mestrado em Engenharia de Transportes da Universidade Federal do Ceará - UFC. Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Transportes - PETRAN. Av. Mister Hull, 2977 – Fortaleza, CE, Brasil. E-mail: ciropinheiro1992@gmail.com



## INTRODUÇÃO

O presente trabalho é predominantemente qualitativo, em que foram estudados casos reais ocorridos em obras de restaurações em pavimentos flexíveis rodoviários que os autores participaram diretamente. Abordam-se insucessos de restaurações com intervenções tipo fresagem do pavimento e reciclagem de base, bem como sucessos obtidos através de uma nova camada de base de brita graduada simples sobre o pavimento antigo e, posteriormente, a aplicação de uma nova camada de concreto asfáltico, e comparado o custo por quilômetro de cada solução.

As análises para este trabalho foram realizadas em quatro diferentes rodovias brasileiras, cada uma com uma solução diferente de intervenção, e em quatro diferentes regiões do país, como seguem:

- a) construção de camada de brita graduada simples sobre o pavimento antigo mais a aplicação de uma nova camada de concreto asfáltico na rodovia BR-135, no estado do Maranhão;
- b) realização de reciclagem de base *in loco*, rodovia BR-020, no estado de Goiás;
- c) execução de fresagem do pavimento antigo e aplicação de nova camada de concreto asfáltico nas rodovias BR-101, no estado do Espírito Santo, e na PR-180, estado do Paraná.

Assim sendo, pretende-se que o estudo a seguir detalhado descreva os diversos problemas que a escolha inadequada do tipo ideal de restauração do pavimento pode ocasionar, principalmente a redução da vida útil de um pavimento, alcançando resultados desfavoráveis no aspecto de custos e benefícios das soluções de restaurações.

## METODOLOGIA

Para a realização deste trabalho, utilizou-se problemáticas ocorridas em obras de restauração de pavimentos flexíveis nas rodovias: BR-135/MA, BR-020/GO, BR-101/ES e PR-180. Principalmente problemas diretamente ligados com insucessos de serviços de fresagem do revestimento e reciclagens de base, o que motivou esta investigação quanto à melhor escolha do tipo de intervenção de restauração.

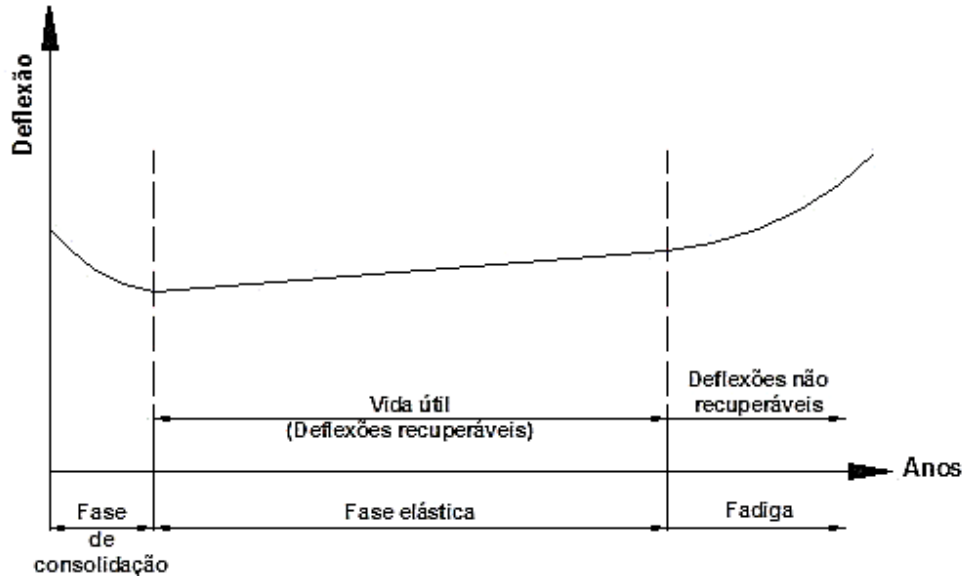
Apresenta-se uma breve análise econômica comparando três soluções distintas de recuperação de um pavimento:

- a) base de brita graduada + recomposição de concreto asfáltico (tipo CBUQ);
- b) reciclagem de base com incorporação de 5% de cimento + recomposição de concreto asfáltico (tipo CBUQ);
- c) fresagem do revestimento existente + recomposição de concreto asfáltico (tipo CBUQ).

Para a elaboração das composições de custo de serviços utilizou-se o Sistema de Custos Rodoviários do DNIT (SICRO2 para a região Centro-Oeste) com data base de setembro de 2014.

## VIDA ÚTIL DE PAVIMENTOS FLEXÍVEIS

De acordo com Senço (1997), a Figura 1 ilustra a relação entre as deflexões provocadas pelas passagens dos veículos e o tempo de vida. No início, tem-se a fase de consolidação pelo tráfego. A seguir a fase de deflexões recuperáveis, que corresponde à fase de vida útil para se chegar à fase em que as deflexões não são mais recuperáveis entrando o pavimento no estado de fadiga.

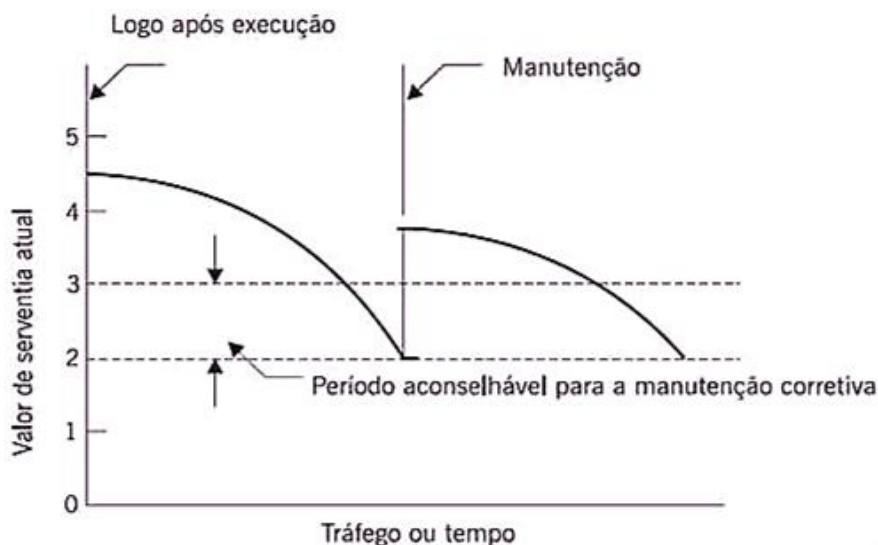


**Figura 1:** Deflexões no pavimento ao longo da vida útil (Senço, 1997).

Para Senço (2001), é de suma importância a execução de um reforço antes de se atingir a fase de fadiga, por significar uma solução altamente econômica, pois praticamente pode-se aproveitar toda a estrutura existente, reforçando-a com pelo menos uma camada adicionada à estrutura existente.

Esta intervenção resultante poderá oferecer melhores condições de resistência e durabilidade. Logo, se o pavimento se encontrar na situação de fadiga, em que as deflexões não são mais recuperáveis, via de regra, é necessário, antes de executar a camada de reforço ou de recapeamento, a reconstrução da base, podendo chegar à recuperação da sub-base, do reforço e, em casos extremos, do subleito. Serviços estes que superam e muito os custos de um simples recapeamento ou reforço por superposição de camada.

A Figura 2, por sua vez, ilustra o gráfico da serventia do pavimento no momento em que a curva de desempenho atinge o limite de trafegabilidade. Neste ponto foi feita uma intervenção no pavimento o qual melhorou sua nota de desempenho chegando próximo a 4, e novamente com o passar do tempo e/ou tráfego, tornou a reduzir os valores de serventia.



**Figura 2:** Gráfico da serventia versus desempenho e intervenção de manutenção (Bernucci *et al.*, 2007).



**44ª RAPV** | **18º ENACOR**  
44ª REUNIÃO ANUAL DE PAVIMENTAÇÃO | 18º ENCONTRO NACIONAL DE CONSERVAÇÃO RODOVIÁRIA

**4ª Expopavimentação**

*Os caminhos da integração. O maior evento rodoviário do País.*

18 a 21 de agosto de 2015. Hotel Bourbon. Foz do Iguaçu. PR

## ESTUDOS DE CASO

A seguir são descritos os estudos de casos do trabalho, abordando-se os fatores de escolha da solução de restauração ideal comparando o custo-benefício ao longo do tempo, com base em estudos de casos em quatro rodovias distintas do Brasil: no Nordeste, estado do Maranhão; no Centro-Oeste, estado de Goiás; no Sudeste, estado do Espírito Santo; e no Sul, estado do Paraná.

### BR-135/Maranhão

A experiência do ano de 2005 ocorreu na restauração da rodovia BR-135 no estado do Maranhão, km 157. Faltava pouco mais de um quilômetro de extensão para a conclusão da restauração do pavimento, e o projeto indicava a intervenção através de reciclagem de base com adição de material granular para corrigir a granulometria da base original, além de incorporação do material do revestimento existente que se encontrava em precárias condições. Neste período, a única recicladora de base que havia na obra, necessitou de manutenção corretiva e a peça demoraria quase um mês para chegar à obra, pois teria que ser importada da Alemanha.

O custo para a construtora ficar aproximadamente 30 (trinta) dias sem produção e com funcionários e equipamentos parados, aguardando vir à peça de outro país seria muito grande. Tanto para a construtora quanto para o Cliente, pois ambos teriam prejuízos com o atraso da obra, e os usuários seriam prejudicados, pois as condições de tráfego no local eram precárias.

Desse modo, a Construtora propôs ao cliente em vez de reciclar a base adicionando material granular, mais a incorporação do revestimento existente e posteriormente o revestimento novo, todo o processo seria substituído por um lançamento de 15cm de espessura de brita graduada e posteriormente a aplicação da nova camada de revestimento asfáltico; ou seja, o pavimento existente (base de solo laterítico + CBUQ) mudaria de função deixando de ser base e revestimento para se tornarem sub-base. Logo, a camada de 15cms de brita graduada seria a base e, por fim, o revestimento asfáltico (sem alteração) seria o próprio revestimento.

Foram analisados vários fatores, inclusive o período das chuvas que estava por iniciar, e se a restauração não fosse concluída rapidamente, com a chegada das chuvas, a sua conclusão teria que esperar pelo menos mais seis meses. O cliente aceitou a nova solução desde que a contratada executasse as concordâncias verticais o mais suave possível uma vez que o greide da pista seria elevado em pelo menos 15cm. A Figura 3 ilustra o momento que a brita graduada foi lançada sobre o pavimento antigo e seria compactado e acabado para se tornar a nova base.



**44ª RAPv** | **18º ENACOR**  
44ª REUNIÃO ANUAL DE PAVIMENTAÇÃO | 18º ENCONTRO NACIONAL DE CONSERVAÇÃO RODOVIÁRIA

**4ª Expopavimentação**

*Os caminhos da integração . O maior evento rodoviário do País.  
18 a 21 de agosto de 2015 . Hotel Bourbon . Foz do Iguaçu . PR*



**Figura 3:** Lançamento de brita graduada sobre pavimento antigo.

O processo de execução foi o mesmo de qualquer base de brita graduada: espalhamento, homogeneização, umidificação, compactação e acabamento final. Posteriormente a imprimação e aplicação de revestimento asfáltico, conforme ilustrado na Figura 4.



**Figura 4:** Segmento da BR-135 concluído.

O serviço foi executado, o resultado ficou bom quase que imperceptível a diferença de um segmento reciclado para com o outro que apenas teve adicionado uma nova camada de base, no entanto, ficaram as incógnitas: Qual solução é a mais vantajosa financeiramente? Qual solução terá maior tempo de vida útil?





**44ª RAPV** | **18º ENACOR**  
44ª REUNIÃO ANUAL DE PAVIMENTAÇÃO | 18º ENCONTRO NACIONAL DE CONSERVAÇÃO RODOVIÁRIA

**4ª Expopavimentação**

*Os caminhos da integração . O maior evento rodoviário do País.*

*18 a 21 de agosto de 2015 . Hotel Bourbon . Foz do Iguaçu . PR*

## BR-020/Goiás

A restauração executada no estado de Goiás, na rodovia BR-020 próximo à Serra JK (km 54+320m), deparou-se com uma problemática: o segmento foi o primeiro trecho restaurado logo no início da obra e, antes do término, o segmento que foi reciclado a base com adição de Cal CH-3 mais a incorporação do revestimento existente, começou a trincar conforme verificado na Figura 5 e apresentar deformações permanentes precocemente (Figura 6).



**Figura 5:** Segmento recém restaurado através de reciclagem da Base com trincamento.

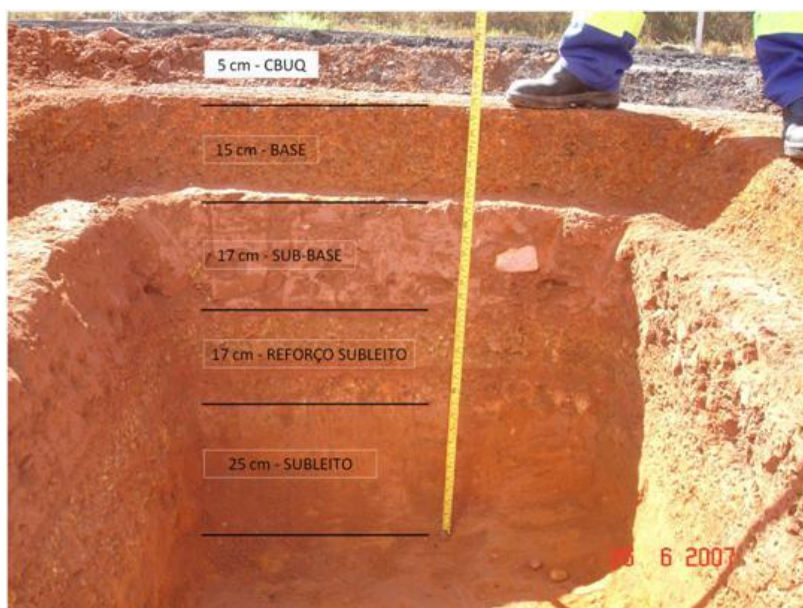


**Figura 6:** Trecho reciclado com ocorrência de deformação permanente

A contratada investigou os motivos da apresentação de defeitos tão rapidamente após a conclusão da restauração naquele seguimento, e os resultados da investigação foram: deflexões através da Viga Benkelman relativamente altas em comparação aos outros segmentos da rodovia (deflexões encontradas próximas a 80x0,01mm, 90x0,01mm e algumas próximas à 100x0,01mm), que para um segmento recém restaurado são deflexões muito altas.



Do mesmo modo, foi investigada a camada de base e as camadas subjacentes (sub-base, reforço do subleito e subleito), e após a caracterização chegou-se à conclusão de que o material de sub-base era de origem siltosa e apresentou resultados de Índice de Suporte Califórnia (ISC) abaixo de 20% contrariando às especificações do Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT). Também foram encontradas deficiências quanto à densificação do material com resultados em média próximos à 95%, ou seja, com problemas de compactação. A Figura 7 ilustra as camadas do pavimento naquele seguimento investigadas através de janelas de inspeção.



**Figura 7:** Janela de inspeção e coleta de amostras para ensaios de laboratório.

A conclusão que se chegou, foi conforme o projeto de reciclar 20cm. Isso não resolveu o problema no segmento, uma vez que a camada duvidosa era a sub-base, e esta, o projeto não previu nenhuma melhoria, uma vez que se reciclou 5cm do CBUQ + 15cm da base, totalizando 20cm de reciclagem. Ou seja, a contratada executou os serviços conforme o projeto, o contratante pagou por esse serviço de reconstrução que é bastante oneroso, porém o problema persistiu, não melhorando a serventia do trecho com a reconstrução.

Outra grande problemática está relacionada aos serviços de fresagem do revestimento asfáltico. Atualmente dispõe-se de equipamentos modernos e com boas tecnologias embarcadas. É importante grifar que a defasagem de tempo entre os levantamentos para elaboração do projeto básico e o início efetivo das obras mudam completamente o panorama das condições superficiais do pavimento, e onde anteriormente estavam previstas as soluções de rejuvenescimento e/ou de manutenção, quando do início das obras, necessitam de novas soluções técnicas, que realmente reduzam os defeitos no pavimento. Muitas vezes o projeto prevê, por exemplo, a fresagem de quatro ou cinco centímetros do revestimento, até iniciar as obras, essas espessuras não são mais suficientes para eliminar as trincas.

## **Espírito Santo**

A Figura 8 ilustra o pavimento da BR-101 no Estado do Espírito Santo após os serviços de fresagem. Pode-se observar que após fresar 4cm do revestimento existente conforme projeto, em alguns segmentos, as trincas em bloco ainda permanecem, e fatalmente irão refletir no novo revestimento, fazendo com que a sua vida útil seja bastante reduzida.



**44ª RAPV** | **18º ENACOR**  
44ª REUNIÃO ANUAL DE PAVIMENTAÇÃO | 18º ENCONTRO NACIONAL DE CONSERVAÇÃO RODOVIÁRIA

**4ª Expopavimentação**

*Os caminhos da integração . O maior evento rodoviário do País.  
18 a 21 de agosto de 2015 . Hotel Bourbon . Foz do Iguaçu . PR*



**Figura 8:** Visão do revestimento após fresagem ineficiente.

Há casos de utilização de Geotêxtil e Geogrelhas para inibir a reflexão de trincas nos pavimentos, aplicado mais constantemente pela iniciativa privada como é o caso das concessões de rodovias.

## Paraná

Na rodovia estadual PR-180, quando a mesma passava por obras de manutenção e revitalização, nos serviços de fresagem do pavimento, o projeto previa a remoção de 3cm do pavimento, porém quando se retirou essa espessura, não foi suficiente para fresar toda a espessura da primeira camada de revestimento, assim, permaneceu ainda na superfície uma pequena fração do pavimento antigo.

A Figura 9 ilustra a falha identificada. Ainda em serviços de fresagem do revestimento, deve-se tomar cuidado onde a rodovia passou por operações tapa buraco executados sem obedecer à especificação de serviço conforme ilustrado na Figura 10.



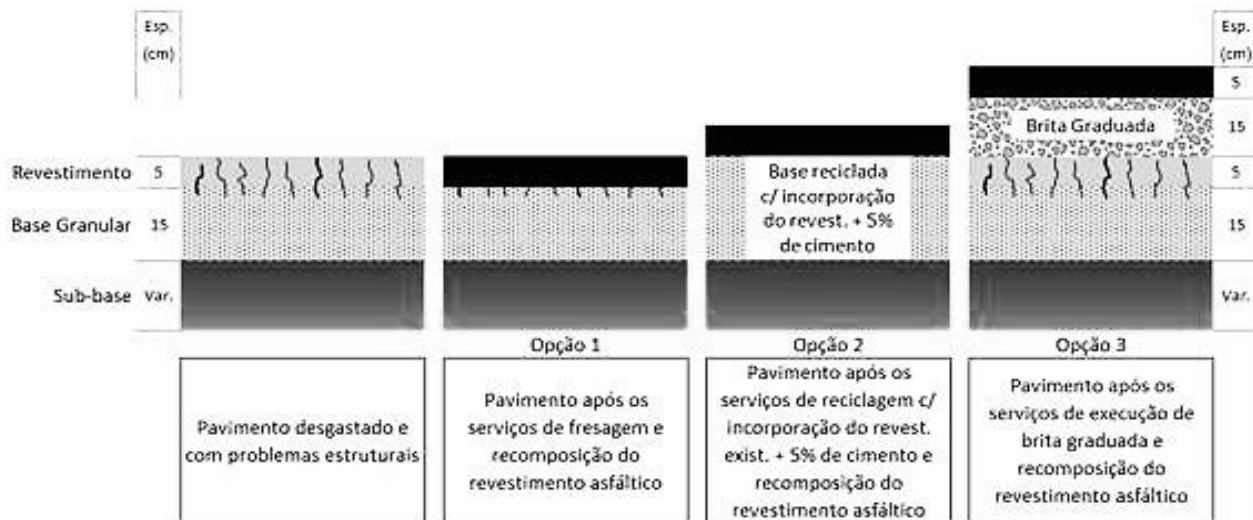
**Figura 9:** Execução de fresagem ineficiente.





**Figura 10:** Operações tapa buraco emergenciais.

Os exemplos práticos descritos acima inquietam muitos profissionais ligados à pavimentação rodoviária, e este trabalho tenta contribuir quanto aos quesitos de resultado final da intervenção e o custo das três intervenções estudadas. Assim, transcreve-se abaixo as soluções a analisar bem como na Figura 11 onde é ilustrado uma seção de um pavimento a ser restaurado e na mesma figura são ilustradas as três soluções de recuperação que serão analisadas: (i) reciclagem de base + recomposição do concreto asfáltico; (ii) fresagem a frio do pavimento + recomposição do concreto asfáltico; (iii) base de brita graduada + recomposição do concreto asfáltico.



**Figura 11:** Seções transversais de um pavimento deteriorado com três possíveis soluções para a restauração.

Na Tabela 1 são expostos os custos previstos para a restauração bem como os preços unitários de cada serviço. Assim chega-se ao custo por quilômetro para as três opções de restauração indicadas. Os dados para os respectivos cálculos consideram os seguintes valores:



Densidade do CBUQ: 2,4  
DMT considerado: 50km  
Extensão da pista: 1,0km  
Largura da pista: 7,20m

Espessura da fresagem: 0,05m  
Espessura da capa: 0,05m  
Espessura da base de brita graduada: 0,15m  
Espessura da base reciclada: 0,20m

**Tabela 1:** Planilha orçamentária com os custos das três opções de restauração.

**QUADRO RESUMO DOS SERVIÇOS E PREÇOS BÁSICOS**

Descrição do Serviço	Unidade	Quantidades	R\$ Unit.	R\$ Total	
<b>Opção 1: Fresagem + recomposição de CBUQ</b>					<b>R\$ 218.617,04</b>
Fresagem contínua do revest. Betuminoso	m <sup>3</sup>	360,000	R\$ 125,59	R\$ 45.212,40	
Pintura de ligação	m <sup>2</sup>	7.200,000	R\$ 0,19	R\$ 1.368,00	
Conc. betumin.usinado a quente - capa de rolamento	t	864,000	R\$ 142,75	R\$ 123.336,00	
Fornecimento de CAP 50/70 (taxa 0,055/t de CBUQ)	t	47,520	R\$ 984,43	R\$ 46.780,11	
Fornecimento de RR-2C (taxa 0,0004/m <sup>2</sup> )	t	2,880	R\$ 666,85	R\$ 1.920,53	
<b>Opção 2: Reciclagem de base c/ inc. 5% de cimento + recomposição de CBUQ</b>					<b>R\$ 294.824,03</b>
Reciclagem c/ cimento e incorp. rev. Asfáltico	m <sup>3</sup>	1.440,000	R\$ 74,14	R\$ 106.761,60	
Imprimação	m <sup>2</sup>	7.200,000	R\$ 0,28	R\$ 2.016,00	
Pintura de ligação	m <sup>2</sup>	7.200,000	R\$ 0,19	R\$ 1.368,00	
Conc. betumin.usinado a quente - capa de rolamento	t	864,000	R\$ 142,75	R\$ 123.336,00	
Fornecimento de CAP 50/70 (taxa 0,055/t de CBUQ)	t	47,520	R\$ 984,43	R\$ 46.780,11	
Fornecimento de RR-2C (taxa 0,0004/m <sup>2</sup> )	t	2,880	R\$ 666,85	R\$ 1.920,53	
Fornecimento de CM-30 (taxa 0,0012/m <sup>2</sup> )	t	8,640	R\$ 1.463,17	R\$ 12.641,79	
<b>Opção 3: Base de brita graduada + recomposição de CBUQ</b>					<b>R\$ 374.438,03</b>
Base de brita graduada BC	m <sup>3</sup>	1.080,000	R\$ 172,57	R\$ 186.375,60	
Imprimação	m <sup>2</sup>	7.200,000	R\$ 0,28	R\$ 2.016,00	
Pintura de ligação	m <sup>2</sup>	7.200,000	R\$ 0,19	R\$ 1.368,00	
Conc. betumin.usinado a quente - capa de rolamento	t	864,000	R\$ 142,75	R\$ 123.336,00	
Fornecimento de CAP 50/70 (taxa 0,055/t de CBUQ)	t	47,520	R\$ 984,43	R\$ 46.780,11	
Fornecimento de RR-2C (taxa 0,0004/m <sup>2</sup> )	t	2,880	R\$ 666,85	R\$ 1.920,53	
Fornecimento de CM-30 (taxa 0,0012/m <sup>2</sup> )	t	8,640	R\$ 1.463,17	R\$ 12.641,79	

## CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Alguns erros de projetos e principalmente erros executivos, levaram à concretização do presente estudo, principalmente à uma análise comparativa de soluções de restaurações de pavimentos flexíveis rodoviários. Embora seja possível fazer um aprofundamento no assunto, a análise presente se restringiu às comparações de custo por quilômetro de pista e o nível de assertividade e sucesso da escolha de uma solução mais apropriada possível.

Quanto às comparações de custo de cada solução, tem-se que a restauração por quilômetro mais onerosa é a opção 3 (base de brita graduada + CBUQ), seguidas das soluções 2 (reciclagem de base com adição de 5% de cimento Portland e incorporação do revestimento + CBUQ) e solução 1 (fresagem a frio do revestimento + CBUQ).

Algumas considerações devem ser feitas quanto aos custos. Como se trata de um segmento hipotético de rodovia, não se detalhou todos os itens de uma restauração, como por exemplo: serviços de drenagem, melhorias, sinalização e outros. Neste caso observa-se que a diferença entre as três soluções ficou na casa dos 21% a 26%, ou seja: a diferença da opção 1 para a 2 ficou em 26% e a diferença da opção 2 para a 3 ficou em 21%, aproximadamente equilibradas. Pode-se dizer que isso reflete o aumento de qualidade da pista diretamente proporcional ao custo da solução de restauração.



Foi insistido neste trabalho, uma solução com brita graduada sobre o pavimento a restaurar, uma vez que a primeira opção (fresagem a frio do revestimento + CBUQ) tem apresentado defeitos como reflexão de trincas muito rapidamente após a entrega da pista restaurada ao tráfego. Outro fator de melhoria aplicando-se a opção 3, é que a opção 1 não consegue sanar a totalidade das imperfeições da pista, mesmo fresando um pavimento antigo e com deformações permanentes, alguns defeitos, como ondulações, depressões, abatimentos, entre outros, não são completamente resolvidos se não da aplicação de uma camada de reperfilamento de concreto asfáltico antes da camada final de revestimento. Essa camada de reperfilagem, fará com que a diferença de valores entre as opções diminua, tornando mais vantajosa a opção 3 no decorrer do tempo.

Comparando a opção 2 (reciclagem de base com adição de 5% de cimento Portland e incorporação do revestimento + CBUQ) e opção 3 (base de brita graduada + CBUQ), as duas soluções são muito parecidas, sendo assim, pode-se classificá-las como soluções de reconstrução do pavimento. Mesmo sendo uma opção de reconstrução relativamente vantajosa, uma vez que quase não se tem alteração do greide, aproveitando todas as obras lindeiras à rodovia como, por exemplo: drenagem superficial, sinalização vertical, proteções laterais tipo New Jersey e/ou defensas metálicas, obras de arte especiais, e outros, alguns fatores quanto à execução da opção 2, nos fazem lançar mão à opção 3, uma vez que conforme relatado anteriormente, os problemas com reciclagem de base estão ocorrendo e a vida útil de segmentos restaurados por essa solução, não está tendo um bom retorno financeiro (custo-benefício), ou seja, o investimento é alto mas alguns erros de projeto e/ou executivos fazem com que a serventia do pavimento reduza rapidamente após o término da restauração.

Quanto à opção 3 (base de brita graduada + CBUQ), pode-se dizer que é a solução mais onerosa, porém o ganho de vida útil e conforto ao usuário é maior comparado às outras duas soluções analisadas, uma vez que se o pavimento tiver qualquer imperfeição, poderá ser corrigida com a implantação da brita graduada, sem contar ainda o ganho de serventia do pavimento que também é grande, tendo o ciclo de vida útil aumentado em relação às outras soluções.

Poder-se-ia estimar o ciclo de vida para um pavimento levando-se em consideração as três opções de restauração, porém para isso seria importante um trecho experimental de rodovia ou num processo mais acadêmico, aplicativos computacionais que simulariam os desempenhos de cada uma das soluções e poderiam indicar o ciclo de vida útil de cada uma delas, ficando como importantes sugestões para estudos futuros.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BERNUCCI, L. B; MOTTA, L. M. G; CERATI, J. A. P; SOARES, J. B. **Pavimentação asfáltica: Formação Básica para Engenheiros.** Petrobras/Abeda. Rio de Janeiro, 2007.

DNIT - Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. **Sistema de Custos Rodoviários. (SICRO2 região Centro-Oeste).** Disponível em: <<http://www.dnit.gov.br/servicos/sicro/centro-oeste/centro-oeste/2014/distrito-federal-setembro-2014>>. Acesso em: 01 dez. 2014.

SENÇO, W. **Manual de Técnicas de Pavimentação**, volume I, São Paulo: PINI Editora, 1997.

SENÇO, W. **Manual de Técnicas de Pavimentação**, volume II, São Paulo: PINI Editora, 2001.