

Análise e recuperação por Microrrevestimento Asfáltico a Frio (MRAF) na rodovia BR-232/PE, trecho: km 13,54 a 27,56

Alexandre Daniel Silva de Sena¹, Luiz Gomes de Souza Neto², Luiz Carlos Lima de Vasconcelos³, Janilson Alves Ferreira^{4*}

¹ Graduando em Engenharia Civil, Centro Universitário Brasileiro, Brasil.

² Graduando em Engenharia Civil, Centro Universitário Brasileiro, Brasil.

³ Graduando em Engenharia Civil, Centro Universitário Brasileiro, Brasil.

⁴ Doutor em Engenharia de Materiais, Centro Universitário Brasileiro, Brasil. (*Autor correspondente: janilsonengmat@gmail.com)

Histórico do Artigo: Submetido em: 11/09/2024 – Revisado em: 10/10/2024 – Aceito em: 02/12/2024

RESUMO

Neste trabalho foi realizada a análise da reabilitação rodoviária aplicada na rodovia BR-232/PE, localizada entre as cidades de Jaboatão dos Guararapes/PE e Moreno/PE. Todas as patologias identificadas no pavimento foram constatadas após um rigoroso levantamento registrado pelo Departamento de Estradas de Rodagens (DER/PE). Baseando-se nessas informações, o órgão definiu a reabilitação do pavimento, realizando os serviços no ano de 2023. O enfoque técnico utilizado pelo DER/PE incluiu procedimentos como fresagem descontínua em segmentos com escorregamento e pontos com deformação plástica, recomposição dos segmentos fresados, pequenos reparos e aplicação do micro revestimento asfáltico. O microrrevestimento asfáltico é um tratamento que envolve a aplicação de uma mistura asfáltica, agregados, polímeros e aditivos diretamente sobre a superfície do pavimento existente. Seus benefícios incluem selagem e prevenção de fissuras, melhoria da aderência e rejuvenescimento do pavimento. O presente estudo teve como objetivo efetuar uma avaliação criteriosa da solução adotada em relação aos defeitos previamente identificados, realizando um comparativo detalhado entre esta abordagem e possíveis alternativas destinadas a mitigar os problemas detectados. A avaliação da compatibilidade entre a abordagem técnica implementada e os tipos de defeitos pré-existentes foi conduzida por meio de um levantamento das condições atuais, buscando identificar recorrências dos problemas. Os resultados obtidos revelaram que a abordagem adotada se demonstra adequada e apresenta um aspecto economicamente mais favorável em comparação com outras soluções previamente constatadas.

Palavras-Chaves: Solução Técnica, Pavimento, Asfalto a Frio.

Analysis and application of cold asphalt micro coating on the BR-232/PE highway, stretch: km 13.54 to 27.56

ABSTRACT

This study analyzed the road rehabilitation applied to the BR-232/PE highway, located between the cities of Jaboatão dos Guararapes/PE and Moreno/PE. All pathologies identified in the pavement were confirmed after a rigorous survey recorded by the Department of Highways (DER/PE). Based on this information, the agency defined the pavement rehabilitation, carrying out the services in the year 2023. The technical approach used by DER/PE included procedures such as discontinuous milling in segments with slippage and points with plastic deformation, recomposition of the milled segments, minor repairs and application of asphalt microsurfacing. Asphalt microsurfacing is a treatment that involves the application of an asphalt mixture, aggregates, polymers and additives directly on the surface of the existing pavement. Its benefits include sealing and preventing cracks, improving adhesion and rejuvenating the pavement. The present study aimed to carry out a careful evaluation of the solution adopted in relation to the defects previously identified, making a detailed comparison between this approach and possible alternatives aimed at mitigating the problems detected. The evaluation of the compatibility between the technical approach implemented and the types of pre-existing defects was conducted through a survey of the current conditions, seeking to identify recurrences of the problems. The results obtained revealed that the adopted approach is adequate and presents a more economically favorable aspect in comparison with other solutions previously identified.

Keywords: Technical Solution, Pavement, Cold sphalt.



1. Introdução

A Rodovia BR-232, situada no estado de Pernambuco (PE), desempenha um papel fundamental na conectividade e no transporte regional. Compreendendo diferentes trechos que atravessam variados contextos geográficos e socioeconômicos. Essa rodovia desempenha um papel crucial no desenvolvimento econômico e na mobilidade da região¹.

No contexto o desenvolvimento da infraestrutura viária, a manutenção e reabilitação efetivas das rodovias assumem um papel de primordial importância, a fim de garantir a segurança dos usuários e o funcionamento adequado das vias². Assim, surgem técnicas inovadoras voltadas para a conservação e recuperação de pavimentos, visando a extensão da vida útil das estradas e a minimização de impactos ambientais³.

Uma abordagem que tem se destacado é o micro revestimento asfáltico a frio, que se caracteriza por sua aplicação em temperaturas inferiores, eliminando a necessidade de aquecimento do material e, conseqüentemente, reduzindo os custos energéticos associados⁴. Essa técnica consiste na aplicação de uma fina camada de mistura asfáltica sobre a superfície existente, resultando em melhorias nas propriedades mecânicas, na resistência à tração e na aderência do pavimento⁵.

O Microrrevestimento Asfáltico a Frio (MRAF) é um procedimento muito aplicado, a fim de prover ao pavimento uma camada de selagem inibidora de trincas, impermeabilização, rejuvenescimento, e aumentar a adesão dos veículos em contato com a pista, garantindo assim, o desempenho funcional da rodovia⁶.

Essa técnica usada para a pavimentação asfáltica foi desenvolvida em países da Europa e nos Estados Unidos, a partir dos anos 90⁷. No Brasil, com o advento das concessões de rodovias, inicialmente no sul e sudeste do país, a partir, de meados de 1995, novas tecnologias têm sido adotadas com sucesso para a conservação ou melhoramentos dos pavimentos asfálticos, através de superposição com novas camadas⁸.

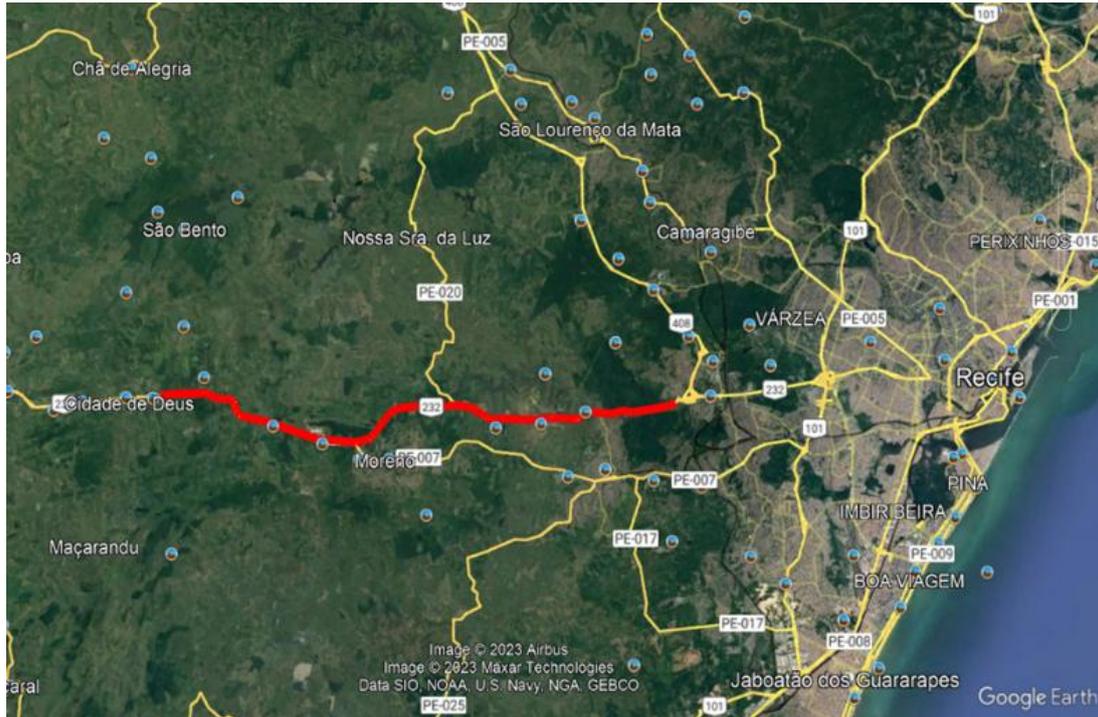
No âmbito específico da Rodovia BR-232/PE, mais precisamente no segmento compreendido entre o km 13,54 e o km 27,56, a adoção do micro revestimento asfáltico a frio apresenta-se como uma alternativa viável para a renovação do pavimento, a considerar a degradação natural e os danos acumulados ao longo do tempo.

Desta forma, o presente estudo de caso tem como propósito analisar a efetividade e as implicações da aplicação dessa técnica, abordando aspectos de ordem técnica, econômica e ambiental. Através da exploração detalhada da implementação do micro revestimento asfáltico a frio nesse segmento da Rodovia BR-232/PE, almeja-se não somente compreender os benefícios imediatos da abordagem, mas também fornecer perspectivas valiosas para embasar futuras decisões no que concerne à pavimentação.

2. Material e Métodos

Este trabalho foi desenvolvido no âmbito do estudo de caso da Intervenção de Reabilitação Funcional executada na Rodovia BR-232/PE, que abrange um trecho de 14,02 km, com início na cidade de Jaboatão dos Guararapes/PE e término em Bonança distrito da cidade de Moreno/PE, apresentado na figura 1.

Figura 1 – Localização no mapa do trecho da BR 232/PE.
Figure 1 – Location on the map of the BR 232/PE section.



Fonte: Google Earth (2023).
Source: Google Earth (2023).

O cerne desta reabilitação residiu-se na proposta de otimização das características do pavimento, contemplando a pista de rolamento e as faixas de acostamento, com o objetivo de promover um ambiente seguro para os usuários da rodovia.

A investigação da avaliação do pavimento prévio à intervenção, com o levantamento de informações e imagens disponibilizadas pelo Departamento Estradas de Rodagens (DER).

Através de levantamentos visuais detalhados, que abrangem a caracterização das patologias superficiais ao longo da extensão do trecho, incluindo tipo, localização, medida de extensão/área de ocorrência, foram identificados defeitos superficiais a serem tratados na seção de resultado, descritas na figura 2.

Figura 2 – Identificação dos principais problemas ocorridos no trecho da BR 232/PE.

Figure 2 – Identification of the main problems that occurred on the BR 232/PE stretch.



Fonte: Autores (2023).

Source: Authors (2023).

O plano de revitalização da rodovia, elaborado pelo Departamento de Estradas e Rodagem de Pernambuco (DER/PE) tem como propósito corrigir imperfeições em toda a extensão da pista de rolamento e acostamento, com o objetivo de proporcionar aos usuários melhores condições de segurança e conforto.

Por meio de inspeções visuais sistemáticas, conhecida como Levantamento Visual Contínuo (LVC)⁹, foi realizado um levantamento detalhado da condição do pavimento, percorrendo todo o trecho a pé, ao longo de todo o segmento.

Com base nesses levantamentos, foram elaboradas planilhas de campo que detalham cada tipo de defeito, sua localização exata.

3. Resultados e Discussão

O trecho da rodovia em análise está localizado na Região Metropolitana do Recife, entre as cidades de Jaboatão dos Guararapes e Bonança. Com base nos dados do IBGE de 2023, Jaboatão dos Guararapes abriga uma população de aproximadamente 644.037 habitantes, enquanto Bonança tem uma população de cerca de 55.292 habitantes.

Segundo informações fornecidas pela Polícia Rodoviária Federal de Pernambuco (PRF/PE), o fluxo médio diário de veículos na BR-232/PE, no trecho entre as cidades do Recife e Caruaru, é de aproximadamente 30 mil automóveis. É importante ressaltar que, em feriados, esse número pode aumentar consideravelmente, chegando a registrar um acréscimo de 40% a 50% no fluxo de veículos automotores.

A relação completa da quantidade de defeitos identificados no segmento é apresentada na figura 3. Estes foram quantificados e, por meio de dados consolidados, um gráfico circular foi empregado para ilustrar a situação abrangente do segmento em questão.

Figura 3 – Mensuração dos principais problemas ocorridos no trecho da BR 232/PE.
 Figure 3 – Measurement of the main problems that occurred on the BR 232/PE stretch.

6	Trincas isoladas	
22	Trincas interligadas	
12	Deformação nas trilhas de rodagem	
12	Afundamentos plásticos pontuais	
19	Remendos profundos e superficiais	
14	Panelas	
2	Ondulação/corrugação na camada asfáltica	
11	Desgaste do pavimento	

Fonte: Autores (2023).
 Source: Authors (2023).

Após o inventário dos defeitos no pavimento da rodovia, procedeu-se à subdivisão dos trechos, seguindo agrupamentos de 1,0 km de extensão.

As representações da figura 4 apresentam os defeitos identificadas nos respectivos quilômetros do pavimento antes de sua renovação com terminologias descritas na literatura^{10, 11}.

Figura 4 – Fotografias dos problemas identificados na BR 232/PE.
 Figure 4 – Photographs of the problems identified on BR 232/PE.



Fonte: Autores (2023).
 Source: Authors (2023).

O processo de seleção das soluções adotadas no projeto fundamentou-se, inicialmente, na Avaliação Visual de Soluções (AVS), que passou por análises minuciosas conduzidas por engenheiros especializados em pavimentação.

O levantamento foi realizado por uma equipe de engenheiros do Departamento Estradas de Rodagem (DER), com intuito de reabilitar o trecho em questão. Por meio da avaliação dos índices calculados para o pavimento e da inspeção in loco da situação de cada segmento, esses especialistas analisaram todas as informações disponíveis e determinaram as soluções funcionais mais adequadas para cada um dos trechos.

A conservação periódica tem como objetivo corrigir deficiências pontuais que surgem ao longo do tempo, incluindo correções no sistema de drenagem, enquanto a restauração abrange um conjunto de medidas a serem executadas em determinados intervalos durante a vida útil do pavimento, visando recuperar características estruturais e/ou funcionais ou reduzir a taxa de degradação do pavimento¹².

Neste estudo, serão apresentadas duas opções de restauração para o pavimento do trecho em questão, correspondendo a Fresagem Contínua e Recomposição e Reforço do Pavimento com Microrrevestimento asfáltico

A fresagem de pavimentos asfálticos é uma técnica frequentemente aplicada como parte integrante de um processo de restauração e reabilitação de pavimentos deteriorados. No contexto do orçamento do projeto de restauração, surgem duas opções de serviços de fresagem: contínua e descontínua¹³.

A fresagem de pavimentos asfálticos pode ser definida como o corte ou desbaste de uma ou mais camadas do pavimento, com espessura predeterminada, por meio de processo mecânico realizado a quente ou a frio, empregado como intervenção visando a restauração de pavimentos, como mostra figura 5¹⁴.

Figura 5 – Solução asfáltica por fresagem contínua e recomposição.
Figure 5 – Asphalt solution by continuous milling and recomposition.



Fonte: Autores (2023).
Source: Authors (2023).

O reforço do pavimento envolve a restauração das características estruturais, que requer a aplicação de uma camada adicional de materiais betuminosos sobre a superfície do pavimento existente. Esse procedimento tem como objetivo fortalecer a estrutura global e estender sua vida útil¹⁵.

Com base nas alternativas consideradas e nos levantamentos realizados, essas opções são comparadas à técnica adotada do Microrrevestimento Asfáltico a Frio (MRAF). Observa-se diferenças na vida útil do serviço, sendo que em alguns casos, essa vida útil supera a do MRAF. No entanto, para o estudo em questão, a viabilidade imediata não se restringe apenas a esses fatores, como mostra a figura 6.

Figura 6 – Solução em pavimentos por Microrrevestimento asfáltico na BR 232/PE.
Figure 6 – Pavement solution using asphalt micro-surfacing on BR 232/PE.



Fonte: Autores (2023).
Source: Authors (2023).

Ao analisar o pavimento em si e considerar uma alternativa que envolveria o aumento da camada do pavimento, torna-se evidente que essa medida teria impactos em outro aspecto não abordado no estudo, a drenagem.

A infraestrutura existente não seria capaz de suportar tal ampliação, o que poderia resultar em desafios futuros que demandariam uma readequação e, em última análise, não seriam viáveis do ponto de vista financeiro. Devido ao tráfego em questão, a solução adotada revelou-se apropriada.

4. Conclusão

Foram identificados problemas no campo da pavimentação asfáltica condizentes com àqueles reportados na literatura.

No caso específico do trecho em estudo, a técnica do Microrrevestimento Asfáltico a Frio (MRAF) foi escolhida para sanar os problemas identificados, demonstrando resultados eficazes ao percorrer visualmente os 14,02 km do trecho.

O MRAF foi selecionado devido à sua capacidade de prolongar a vida útil do pavimento existente, melhorando a aderência e a impermeabilização.

Defeitos como trincas, deformações, ondulações e outros foram reparados após a execução cuidadosa

da técnica, seguindo as especificações nacionais e internacionais que garantem a qualidade dos materiais e procedimentos utilizados. Em seguida, sugeridas formas de soluções.

Considerando o cenário das rodovias no Brasil, que frequentemente apresentam condições precárias, é crucial realizar a manutenção do pavimento de forma eficiente e oportuna. Além do MRAF, outras soluções também podem ser consideradas, mas, levando em conta os resultados alcançados e a viabilidade econômica, o MRAF se mostrou mais vantajoso, proporcionando um equilíbrio entre custo e benefício, garantindo a segurança e conforto dos usuários.

5. Agradecimentos

Os autores agradecem à Polícia Rodoviária Federal pelos dados fornecidos durante a execução do estudo de caso.

6. Referências

1. MOREIRA, M. R. P. Gestão das infraestruturas urbanas e sistemas de transportes coletivos: a necessidade de uma visão holística da interface entre BRT e pavimentos Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Pernambuco. CTG. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil. Recife, 2021.
2. BERNUCCI, L. B. et al. Pavimentação asfáltica: formação básica para engenheiros. Petrobrás. Associação Brasileira das Empresas Distribuidoras de Asfalto. Rio de Janeiro, 2008.
3. BATISTA, F. Novas Técnicas de Reabilitação de Pavimentos - Misturas Betuminosas Densas a Frio. Dissertação elaborada para obtenção do grau de Doutor em Engenharia Civil. Universidade do Porto. Porto, 2004.
4. CERATTI, J. A. P. ; REIS, R. M. M. Manual de Microrrevestimento Asfáltico a Frio. São Paulo: Oficina de Textos, 2011.
5. DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES. DNIT Manual de conservação rodoviária. Publicação IPR-710. Ministério dos Transportes Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes, 2005.
6. GEWEHR, J. Asfalto de Qualidade. Informações sobre Construções, Manutenção e Recuperação de Rodovias. Disponível em: <http://asfaltodequalidade.blogspot.com/2015/09/cbuq-x-pmf.html>. Acesso em: 12 outubro 2023.

7. ROCHA, R.S. Patologias de pavimentos asfálticos e suas recuperações: estudo de caso da Avenida Pinto de Aguiar. Salvador, 2010.
8. JUNIOR, F. A. R. et al. Microrrevestimento asfáltico a frio: vantagens e controle tecnológico. *Brazilian Journal of Development*, Curitiba, v.7, n.4, 2021.
9. VIDEIRA, F. I. B. Manual de conservação de pavimentos para pequenas redes rodoviárias municipais: bases para a sua elaboração. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Departamento de Engenharia Civil, Instituto Superior de Engenharia de Coimbra. Coimbra, 2014.
10. ZAGONEL, A. R. Inovações em Revestimentos Asfálticos no Brasil. Trabalho de Conclusão de Curso - TCC (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul. Ijuí, 2013.
11. JUNIOR, E. Pavimentação em vias públicas: Análise do estado do Pavimento da Avenida Coronel Escolástico em Cuiabá - MT. *Engineering and Science*, 2014.
12. BONFIM, V. Fresagem de Pavimentos Asfálticos. São Paulo: Fazendo Arte, 2007.
13. ALONSO, M. B.; PEREIRA, S. N. Análise das técnicas de conservação de pavimentos rodoviários. Rio de Janeiro: UFRJ/ ESCOLA POLITÉCNICA, 2015.
14. MORAIS, F. G. Estudo do desempenho funcional de pavimentos urbanos no município de Barra do Garças - MT através do índice de serventia urbano. Trabalho de Conclusão de curso (Graduação em Engenharia Civil) - Universidade Federal de Mato Grosso, Instituto de Ciências Exatas e da Terra. Barra do Garças, 2020.
15. SILVA, Paulo Fernando A. Manual de patologia e manutenção de pavimentos. 2. ed. São Paulo: Pini, 2008.