



ANÁLISE DE PATOLOGIAS NA PAVIMENTAÇÃO ASFÁLTICA: PERSPECTIVAS DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL E ECONÔMICO

ADRIELE FILINTRO DOS SANTOS

RESUMO

Os pavimentos flexíveis desempenham um papel crucial ao resistirem ao tráfego e proporcionarem maior conforto e segurança aos usuários. No Brasil, as rodovias são o principal meio de circulação de pessoas e mercadorias, influenciando diretamente a economia do país. A maior parte da rede rodoviária nacional é composta por este tipo de pavimento, devido à sua eficiência e custo-benefício na resistência aos esforços de tráfego. Contudo, a malha rodoviária frequentemente não atinge a vida útil projetada, apresentando degradação precoce e condições de rolamento insatisfatórias. Neste contexto, torna-se evidente que a promoção de uma infraestrutura de transporte eficiente deve ser uma política pública de longo prazo, integrada cada vez mais à agenda de responsabilidade ambiental do Brasil. Promover a manutenção adequada das rodovias, bem como investir em novas vias e na recuperação das existentes, é essencial para alcançar um desenvolvimento econômico sustentável. Este trabalho consiste em uma breve revisão bibliográfica sobre as características e o desempenho de pavimentos flexíveis, com ênfase na sustentabilidade e no desenvolvimento econômico. Além disso, apresenta um estudo de caso de recuperação de uma via com diversas patologias. Foram realizadas inspeções visuais em um pavimento flexível que apresentava problemas como escorregamentos, remendos, ondulações, placas ou buracos, trincas isoladas e interligadas, e afundamento na trilha de rodas. Em seguida, acompanhou-se a obra de restauração e reconstrução da avenida, conforme o projeto. As soluções propostas incluíram remendo profundo, fresagem, recomposição de camadas e recapeamento do pavimento, adotando uma abordagem que visa à sustentabilidade ambiental e ao prolongamento da vida útil das vias.

Palavras-chave: Pavimento flexível; patologias; reconstrução de pavimentos; desenvolvimento econômico; gerenciamento.

1 INTRODUÇÃO

A malha rodoviária urbana representa um grande investimento dos municípios ao longo do tempo. As estradas pavimentadas sofrem com o tráfego intenso e as intempéries, reduzindo sua capacidade e muitas vezes ultrapassando o tempo estipulado nos projetos originais. Assim, a manutenção e recuperação são essenciais.

Nos últimos anos, municípios têm adotado operações tapa-buracos e recapeamentos para conservar a malha rodoviária. Neste âmbito, faz-se necessário desenvolver métodos de gerenciamento e usar técnicas atuais para a recuperação e manutenção das vias, monitorando o desempenho do revestimento asfáltico e realizando manutenções preventivas e corretivas no momento adequado. Procedimentos simples, como selar trincas e fissuras, podem estender a vida útil do pavimento e reduzir os custos de reparos ao longo do tempo.

A condição das vias influencia diretamente a segurança, o conforto e os custos de operação dos usuários. Práticas sustentáveis na manutenção rodoviária preservam recursos naturais e contribuem para o desenvolvimento econômico, garantindo a eficiência do transporte e reduzindo os custos com reparos frequentes e deterioração prematura.

O presente estudo tem como objetivo analisar as principais manifestações patológicas em pavimentos asfálticos, expondo princípios e diretrizes técnicas essenciais para o projeto e acompanhamento da execução de obras de recuperação das vias.

2 MATERIAL E MÉTODOS

A metodologia deste trabalho incluiu o levantamento de dados através de imagens in loco e observações do responsável pela fiscalização da obra. Esses dados, juntamente com outros estudos e projetos, indicam as causas da perda de qualidade do pavimento e os fundamentos que podem afetar sua funcionalidade, segurança e conforto.

O projeto de Restauração proposto estabelece os parâmetros necessários para a capacidade estrutural e funcional do pavimento, garantindo que ele resista às cargas aplicadas pelos veículos e às condições climáticas, além de proporcionar segurança e conforto aos usuários.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Durante a inspeção na Avenida Portugal, constatou-se um alto nível de deterioração do pavimento asfáltico, abaixo dos padrões estabelecidos. As fotos tiradas no local mostram defeitos como desgaste, ondulação, panelas, remendos, trincas e falhas estruturais.

Ondulações: Conforme ilustrado na Figura 1, observadas perto de lombadas, causadas por instabilidade da mistura asfáltica, base, umidade e retenção de água.

Figura 1 - Ondulações.



Escorregamento: Observadas perto de lombadas, causadas por instabilidade da mistura asfáltica, base, umidade e retenção de água. A Figura 2 ilustra esse defeito.

Figura 2 - Escorregamento.



Remendos: Conforme mostrado na Figura 3, mal-executados, indicam uso de materiais de baixa qualidade e problemas construtivos.

Figura 3 - Remendo.



Trincas interligadas: Conforme mostrado na Figura 4, comuns ao longo da avenida, causadas pela fadiga do asfalto e fatores como gradientes térmicos e envelhecimento do ligante.

Figura 4 - Trincas interligadas.



Panela/buracos: Conforme mostrado na Figura 5, encontrados em alguns trechos, resultantes do excesso de peso por eixo e degradação das vias.

Figura 5 - Panela/Buraco.



Fissuras: Pouco frequentes, ocorre devido a falhas na dosagem e compactação do asfalto. A Figura 6 ilustra esse defeito.

Figura 6 - Fissuras.



Afundamento: Ocorrências esporádicas, causadas por falhas na dosagem e excesso de ligante asfáltico. A Figura 7 ilustra esse defeito.

Figura 7 – Afundamento plástico nas trilhas de roda (ATP).

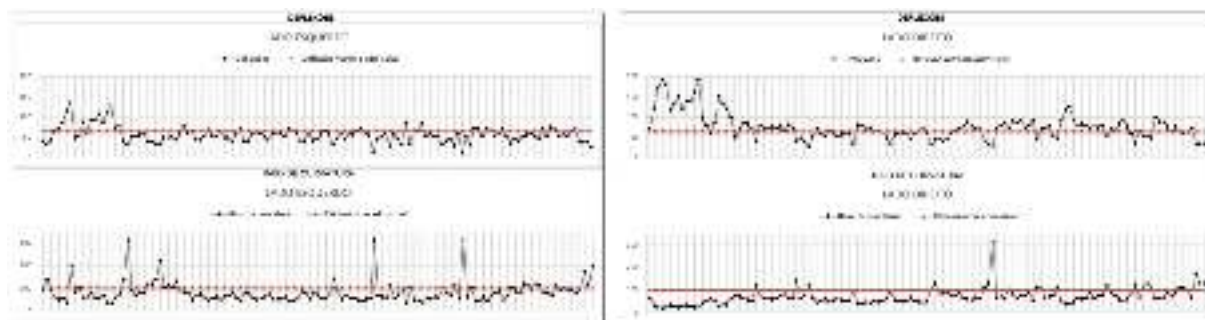


Utilizando o Manual de Restauração de Pavimentos (DNIT, 2006), foi feita uma análise visual das patologias para determinar os fatores de deterioração. Medições de deflexões com a Viga Benkelman indicaram a necessidade de reforço estrutural em alguns trechos. O projeto de restauração incluiu remendo profundo, fresagem, recomposição de camadas, reperfilamento e recape.

A avaliação estrutural foi realizada pela medição das deflexões com a Viga Benkelman, aparelho indicado para determinar as deflexões elásticas nos pavimentos, conforme a norma

DNIT-PRO 024/94. Para a realização do levantamento deflectométrico foram feitas as medidas de deflexões para comparar com a deflexão máxima admissível na superfície da estrutura do pavimento. A deflexão encontrada é apresentada na Figura 8.

Figura 8 - Deflexões Viga Benkelman.



Com a análise do laudo das deflexões obtidas foi possível verificar que em alguns trechos a deflexão foi maior que a admissível, portanto, nestes trechos faz-se necessário reforço estrutural. Para o estudo e condições da via contou-se com um projeto que foi dividido em trechos, conforme diretrizes do projeto para melhor facilitar a execução e manutenção dos devidos reparos propostos na pista existente.

Com base nos projetos apresentados, as soluções adotadas para a restauração do pavimento são as seguintes: remendo profundo, recomposição de camadas, reperfilamento e recape. A Figura 9 ilustra a pista finalizada.

Figura 9- Pista finalizada.



Durante a realização da restauração da Avenida Portugal, realizou ensaios desde a compactação do subleito da via até a execução do revestimento em CBUQ, realizando inspeções e controles de qualidade para verificar se estão de acordo com as normas do DNIT.

Ensaio foram realizados durante a restauração, desde a compactação do subleito até a execução do revestimento, para garantir conformidade com as normas do DNIT. A Tabela 1 apresenta todos os ensaios de pavimentação realizados com suas respectivas normas e especificações.

Tabela 1 - Resultados dos ensaios realizados.

Item	Média ensaios	Especificação	Norma
Compactação do subleito	103,1%	>100%	DNIT 137/2010
Compactação da base - Solo cimento	100,5%	>100%	DNIT 143/2010
Resistência a compressão - Solo cimento	4,75Mpa	>2,1 Mpa	DNIT 143/2010
Teor de Betume - CBUQ	4,77%	4,3% < X < 4,9%	DNIT 031/2006
Grau de Compactação - CBUQ	97,44 %	97% < X < 101%	DNIT 031/2006
Espessura - Revestimento – CBUQ - Recape	3,88cm	3cm	Projeto
Espessura - Revestimento – CBUQ - Reconstrução	4,08cm	4cm	Projeto
Resistencia Tração a compressão diametral	0,54	0,65	DNIT 031/2006

4 CONCLUSÃO

Este trabalho destaca a importância da análise estrutural do pavimento para definir sua capacidade de suporte ao longo de seu ciclo de vida, determinando o momento adequado para intervenções de restauração e as técnicas a serem utilizadas. Cada pavimento tem uma deflexão admissível, estabelecida por um dimensionamento mecânico que considera fadiga, deformação permanente e parâmetros de resiliência dos materiais.

A sustentabilidade e o desenvolvimento econômico estão intimamente ligados à manutenção adequada das rodovias. A falta de manutenção reduz a vida útil dos pavimentos, levando à degradação prematura e aumento nos custos de reparos. Pavimentos bem mantidos proporcionam superfícies mais seguras e confortáveis, reduzindo custos operacionais dos

veículos.

Manutenção preventiva e restauração eficiente economizam recursos naturais e energia, minimizando o impacto ambiental. Técnicas modernas e materiais sustentáveis, como o uso de asfalto reciclado, contribuem para a conservação dos recursos e redução das emissões de CO₂. Uma infraestrutura rodoviária eficiente é crucial para o desenvolvimento econômico, facilitando o transporte de mercadorias e pessoas, reduzindo custos logísticos, gerando empregos e atraindo investimentos. O controle de execução das camadas do pavimento, garantindo especificações de materiais e serviços, é essencial para um desempenho ótimo, prolongando a vida útil dos pavimentos e contribuindo para a sustentabilidade e o desenvolvimento econômico.

REFERÊNCIAS

BERNUCCI, Liedi B.; MOTTA, Laura M. G.; CERATTI, Jorge A. P.; SOARES, Jorge B. **Pavimentação Asfáltica – formação básica para engenheiros. 3ª Edição.** Rio de Janeiro, Imprinta, 2010.

BERNUCCI, Liedi B.; MOTTA, Laura M. G.; CERATTI, Jorge A. P.; SOARES, Jorge B. **Pavimentação Asfáltica – formação básica para engenheiros. 2ª Edição.** Rio de Janeiro, Petrobrás/ABEDA, 2008.

BERNUCCI, Liedi Bariani et al. **Pavimentação asfáltica: formação básica para engenheiros.** Rio de Janeiro: Petrobrás/ABEDA, 2006.

BERTOLLO, S. A. M. **Considerações sobre a Gerência de Pavimentos Urbanos em Nível de Rede.** Universidade de São Paulo. São Carlos, p. s.n. 1997. (s.n.).

CASTRO. **Defeito dos pavimentos asfálticos e suas causas.** Rio Grande do Sul, 2009.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES. **DNIT 005/2003a – TER: Defeitos nos pavimentos flexíveis e semirrígidos.** Rio de Janeiro, 2003a.

_____. **DNIT IPR-720: Manual de restauração de pavimentos asfálticos.** Rio de Janeiro, 2006.

BRASIL. Confederação Nacional dos Transportes - CNT. Ministério da Infraestrutura. **Transporte Rodoviário: por que os pavimentos das rodovias do Brasil não duram?.** Brasília: s.n., 2017. 180 p. Disponível em: < <http://www.cnt.org.br/>>. Acesso em: 17 mar. 2022.

Departamento Nacional De Estradas E Rodgem. **DNER-TER 002/79 - Conservação, restauração e melhoramentos.** Rio de Janeiro, 1979.

_____. **DNER-ME 024/94 - Pavimento - determinação das deflexões pela Viga Benkelman.** Rio de Janeiro, 1994.

SANTOS, Carlos Roberto. **Patologia em pavimentações.** São José Do Rio Preto, 2017. Centro universitário do norte paulista.