



Patologias em Pavimento Flexível: Estudo de Caso

José Davi Netto, Leonardo Diniz Gonçalves, Luiz Fernando da Silva
josenettor@gmail.com, leonardodinizg2@gmail.com, luizfnandosilva@gmail.com

Professor orientador: Ruvier Pereira

Coordenação de curso de Engenharia Civil

Resumo

O objetivo desse artigo é apresentar uma revisão bibliográfica e um estudo de caso de um referido trecho sobre pavimento flexível, no intuito de explicar o seu funcionamento, os tipos de patologias mais reentrantes e a melhor técnica usada para tratar os problemas usuais. A pesquisa possui cunho bibliográfico, foram realizadas buscas em livros, revistas, jornais, teses, dissertações e anais de eventos científicos publicados. Quase sempre tais patologias são resultados dos desgastes das rodovias provocadas pela ação do tempo, defeitos na construção, entre outros. Sabendo desses problemas é importante compreender que o pavimento flexível é uma alternativa viável tanto para a segurança dos motoristas como para a economia de manutenção das rodovias. Os resultados alcançados na pesquisa bibliográfica mostram que a pavimentação flexível tem mais eficiência devido a sua durabilidade, segurança e economia.

Palavras-chave: Rodovia. Patologia. Pavimento Flexível.

1. INTRODUÇÃO

A construção de rodovias no Brasil teve início na década de 1920 e, segundo Silva (2018), logo após a criação da Lei do Departamento Nacional de Transportes e Estradas (DNER), os Estados Unidos contribuíram significativamente para o pagamento de algumas rodovias, responsáveis pela Agência de manutenção e construção. Vale destacar que o transporte rodoviário no Brasil possui um sistema logístico para movimentação de pessoas, animais e mercadorias, o que contribui para o desenvolvimento socioeconômico do país e, segundo Rodrigues (2019), está dificultando esse desenvolvimento fatores integrado às operações de produção é a instabilidade da estrada.

Segundo Albano (2005), a construção das estradas teve início em 1926 com o governo Louis em Washington, quando construiu as rodovias Rio-Petrópolis e Rio-São Paulo. Durante as décadas de 1930, 1940 e 1950, a malha rodoviária apresentou uma evolução no desenvolvimento das rodovias estaduais e federais devido ao desenvolvimento da indústria automobilística. Na década de 1980, 47.000 quilômetros de rodovias federais foram pavimentados e, nos anos seguintes, os investimentos em expansão e manutenção da malha rodoviária diminuíram substancialmente, resultando em enfraquecimento da logística e aumento de acidentes rodoviários (Albano, 2005).

Em termos de qualidade do pavimento, segundo estudo realizado pela Confederação Nacional do Transporte (CNT, 2019), 48% da malha rodoviária do Brasil apresenta algumas irregularidades logo após sua construção. A CNT (2019) afirma que 12,4% da extensão de toda a malha rodoviária federal é pavimentada.

Nesses aspectos, o presente trabalho visa mostrar a importância de identificar os tipos patológicos e então propor as principais soluções técnicas para a reparação de pavimentos flexíveis.

1.1 OBJETIVO GERAL

O presente trabalho tem por objetivo catalogar as manifestações patológicas do pavimento flexível do trecho da Avenida Presidente Médici, Catalão-GO, de modo a identificar as possíveis causas e as soluções.

1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Os objetivos específicos podem ser agrupados da seguinte maneira:

- Compreender o sistema mecânico dos pavimentos flexíveis;
- Verificar as causas mais comuns dos surgimentos e as principais anomalias nos pavimentos flexíveis;
- Avaliar as condições de um trecho de pavimento flexível.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Segundo a NBR-7207/82 da ABNT tem-se a seguinte definição de pavimento:

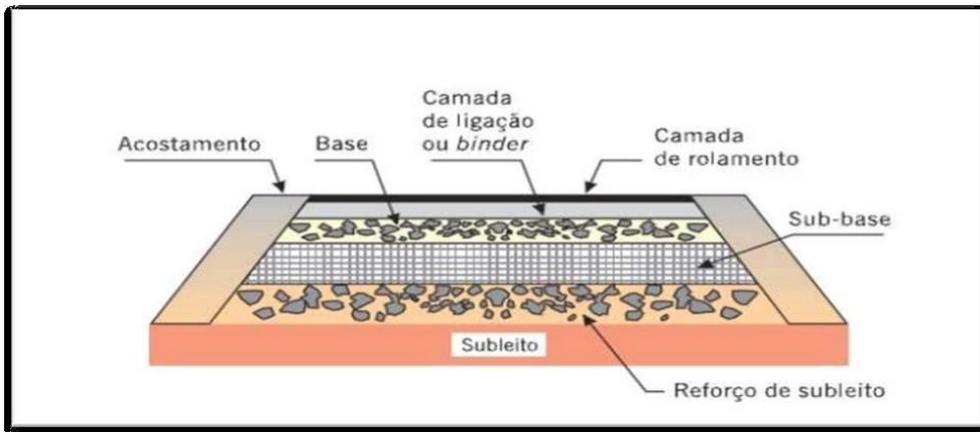
O pavimento é uma estrutura construída após terraplanagem e destinada, economicamente e simultaneamente, em seu conjunto, a:

- a) Resistir e distribuir ao subleito os esforços verticais produzidos pelo tráfego;
- b) Melhorar as condições de rolamento quanto à comodidade e segurança;
- c) Resistir aos esforços horizontais que nela atuam, tornando mais durável a superfície de rolamento.

2.1 Pavimento Flexível

Albino e Vissotto (2013) mostram que os pavimentos flexíveis são revestidos com materiais betuminosos. Nesse sentido, a estrutura do pavimento flexível consiste em múltiplas camadas de materiais. Senço (1997) comentou que os pavimentos flexíveis são pavimentos nos quais os enchimentos são combinados com uma mistura de aditivos asfálticos e ligantes. Este tipo de pavimento é composto por revestimento, base, sub-base, reforço de subleito (se necessário) e subleito, conforme mostrado na Figura 1:

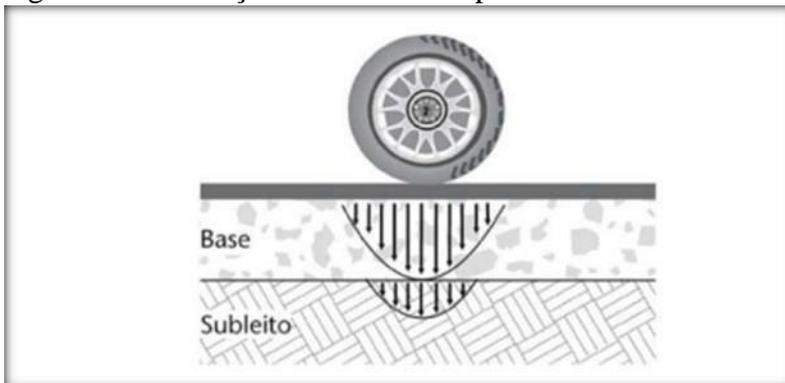
Figura 1: Pavimento Flexível (corte transversal).



Fonte: Bernucci (2006).

De acordo com Senso (2001) o revestimento flexível ou revestimento rígido, é compreendido como aquele que os defeitos não geram anulação da via. Observa-se que neste tipo de revestimento utiliza-se o betume, na forma asfáltica ou alcatrão, recebendo o revestimento betuminoso, Figura 2.

Figura 2: Distribuição de tensões no pavimento flexível.



Fonte: Balbo (2007).

Para Bernucci (2008) o revestimento superficial próximo aos pavimentos flexíveis, normalmente é composto de concreto asfáltico amparado sobre uma camada de base granular e possui uma fundação em solo denominado subleito.

A Tabela 1, orientada por Balbo (2007) expõe as definições de camadas, constituintes de um pavimento flexível asfáltico.

Tabela 1: Tipos de terminologia para o revestimento de um pavimento.

Designação do Revestimento	Definição	Associações
Camada de rolamento	É a camada superficial do pavimento, diretamente em contato com as cargas e com as ações ambientais.	Camada de desgaste, capa de rolamento, revestimento.
Camada de ligação	É a camada intermediária, também em mistura asfáltica, entre a camada de rolamento e a base do pavimento.	Camada de binder.
Camada de nivelamento	Em geral, é a primeira camada de mistura asfáltica empregada na execução de reforços (recapeamento), cuja função é corrigir os desníveis em pista, afundamentos localizados, enfim, nivelar o perfil do greide para posterior execução da nova camada de rolamento.	Camada de reperfilagem.
Camada de Reforço	Nova camada de rolamento, após anos de uso do pavimento existente, executada por razões funcionais, estruturais ou ambas.	"Recape" e recapeamento são termos populares (usa-se também a expressão "pano asfáltico", que muitas vezes parece comprometer menos).

Fonte: Balbo (2007).

2.2 Estrutura do Pavimento Flexível

A camada de revestimento segundo Terefder e Bateman (2009) compreende uma superfície renovável e pode ser dimensionada para aplicações específicas. Para Newcomb, Willis e Timm (2002) é importante observar que essa camada deve levar em conta as condições de tráfego, assim como o meio ambiente, experiência local e suas economias.

2.2.1 Sub-base

Santos (2019) comenta que a espessura da sub-base é de 15 cm, e sua principal finalidade é completar a camada de base, resistindo, absorvendo e dispersando os efeitos verticais da ação do tráfego, atuando como agente de drenagem permeável, controlando o efeito capilar da água. Para isso, o material de que a camada é construída deve ter propriedades técnicas superiores às da armadura do leito da estrada, geralmente solo e agregados são misturados com ligantes hidráulicos ou betuminosos, concreto e brita bem graduado (Santos, 2019).

Tarefder e Bateman (2009) defendem que a espessura do pavimento pode e deve ser aumentado ao invés de utilizar uma grande quantidade de ligante betuminoso para evitar tensões e deformações nas extremidades da camada, o que deve ser levado em consideração considerando que o custo de implantação será maior e aumentará a quantidade de material.

2.2.2. Base

Esta é a camada principal do pavimento. Será responsável por fornecer suporte estrutural, além de ter que distribuir as cargas para o próximo nível para reduzir seu impacto. Se não for refinada, a estrutura pode comprometer um andar inteiro. Conforme definido por Pinto e Preussler (2002), a camada de base é definida como a camada localizada abaixo do revestimento cuja principal função é gerar rigidez e atuar como suporte estrutural para promover resistência à fadiga devido a forças excessivas e propriedades dinâmicas das cargas rodoviárias.

A espessura mínima utilizada para esta camada é de 15 cm e são utilizados os seguintes materiais: cascalho graduado simples; bica corrida; brita seca. As vantagens de uma base bem executada estão relacionadas à economia de combustível, maior esforço para evitar o reboque de veículos, maior segurança na estrada, durabilidade da pavimentação, dentre outras.

2.2.3. Revestimento

Um revestimento pode ser definido como uma camada projetada para receber mais diretamente as cargas do veículo e as intempéries. Portanto, a camada deve ser o mais impermeável possível e resistente aos efeitos do contato pneu-estrada em movimento, que varia de acordo com a carga e velocidade do veículo (Bernucci, 2006). É de responsabilidade do engenheiro de pavimentação buscar informações em cada estado ou em cada órgão responsável pela obra para atender a alguma exigência específica. O revestimento precisa estar bem preparado para receber veículos pesados e não sofrer nenhum dano (Bernucci, 2006).

Balbo (2007) citou os pisos rígidos, afirmando que eles apresentam semelhanças na distribuição dos campos de tensões, que se dispersam gradativamente pelo piso. Desta forma, a pressão exercida sobre o solo de fundação é aliviada e reduzida. Por serem mais rígidas, as lajes de concreto podem padronizar as cargas que serão transmitidas.

2.3 Principais patologias de pavimentos flexíveis

As patologias em pavimentos flexíveis podem ser classificadas como defeitos quando afeta de forma significativa a boa condição de rolagem, segurança e conforto, levando em consideração os defeitos estruturais que atrapalham o sistema construtivo, limitando o pavimento a resistir às cargas provenientes do tráfego.

2.3.1 Fissuras

De acordo com o DNIT (2019), são consideradas fissuras as aberturas de latitude capilar presentes no pavimento, localizadas longitudinalmente, lateralmente ou obliquamente ao eixo da via, visíveis apenas a olho nu numa extensão inferior a 1,50 metros. Vale ressaltar que as fissuras não causam problemas funcionais para o revestimento, tanto que são irrelevantes no método de avaliação da condição atual do pavimento, Figura 3.

Figura 3: Exemplo de fissura.



Fonte: Bernucci (2008).

2.3.2 Trinca

A trinca são lesões no asfalto que podem ser definidas como rachaduras presentes no revestimento que são facilmente visíveis a olho nu, com aberturas maiores que fissuras, podendo aparecer como trincas isoladas ou trincas interligadas. De acordo com o DNIT (2019), estas podem ser divididas em: trincas transversais, trincas longitudinais e trincas de retração, Figura 4.

Figura 4: Exemplo de trincas.



Fonte: DNIT (2003).

Larsen (1985), conhecido no Brasil por seu trabalho na preparação de superfícies, explicou que o uso de pastas betuminosas na preparação superficial permite um grau altíssimo de fechamento e coesão do revestimento, evitando a repulsão de partículas.

2.3.3 Afundamentos

O afundamento é uma patologia que pode ser causada pela fluência plástica de uma ou mais categorias do calçamento ou do subleito, acompanhado de solevamento. Quando ocorre em alargamento de até 6 m é denominado afundamento plástico local; quando a extensão for superior a 6 m e estiver localizado ao longo da trilha de roda é denominado afundamento plástico da trilha de roda, Figura 5, (DNIT 005/2003 - TER).

Figura 5: Exemplo de afundamentos.



Fonte: DNIT (2003).

Geralmente se destacam por ser causado pela fluência plástica ou consolidação diferencial de uma ou mais camadas do pavimento ou do subleito.

2.3.4 Ondulação ou Corrugação

Alteração no pavimento caracterizada por ondulações ou ondulações laterais, caracterizada pelo movimento plástico no revestimento que ocorre lateralmente no solo, produzindo pequenas ondulações, comumente conhecidas como costelas de boi. Eles são causados por deficiências no processo de mistura asfáltica e alta umidade no solo e subleito. Deslocamento do revestimento semelhante às subcategorias do pavimento, aparecimento de trincas em meia-lua e deslizamento de partes do revestimento em relação à própria estrutura, geralmente causados por falhas estruturais como defeitos de conexão entre revestimentos causados por imprimação ruim ou revestimentos de baixa aderência e baixo nível, Figura 6.

Figura 6: Exemplo de ondulações ou corrugações.



Fonte: DNIT (2003).

2.3.5 Exsudação

A exsudação se manifesta através de uma fina película de material betuminoso que aparece na superfície do pavimento, criando um brilho vítreo devido à migração do ligante através do revestimento.

A principal razão para isso é o grande número de ligantes e o baixo conteúdo de vazios.

Figura 7: Exemplo de exsudações.



Fonte: DNIT (2003).

2.3.6 Desgaste

É definida como a perda de agregado miúdo no revestimento, provocando mais aspereza superficial. É resultante da falha no ligante (dosagem baixa), que tem como ação a ligação entre os componentes das misturas betuminosas, além disso, a utilização de materiais não apropriados e de erros nas construções do pavimento sobre condições inadequadas meteorológicas.

A exposição dos agregados com o tempo acaba evoluindo para a formação de peladas e ninhos, Figura 8.

Figura 8: Exemplo de desgaste.



Fonte: DNIT (2003).

2.3.7 Panela ou Buraco

As panelas ou covas são criados devido a buracos ou cavidades formados no revestimento que aumentam e atinge a próxima camada, a de base. Ribeiro (2019) explicou que esta é uma condição que se desenvolve a medida que outras patologias progridem, como rachaduras e fendas, compactação insuficiente; excesso de umidade na camada do solo e falha na imprimação do pavimento podem decompor as mesmas camadas, portanto, está frequentemente presente ao longo do segmento rodoviário (Ribeiro, 2019). Para o mesmo autor, essa lesão faz parte do estágio final da degeneração e tem grande impacto no veículo. Estes acabam por acelerar o processo de degeneração das covas, Figura 9.

Figura 9: Exemplo de panelas ou buracos.



Fonte: DNIT (2003).

2.3.8 Peladas

Ribeiro (2019) afirmou que as peladas ocorrem devido à redução da camada de desgaste, má conexão entre esta camada e a próxima camada de betume e a falta de estabilidade da camada desgastada, Figura 10.

Figura 10: Exemplo de pelada.



Fonte: Bernucci (2006).

Os prováveis motivos que podem causar as peladas normalmente são os desgastes das camadas e falha no processo químico do revestimento betuminoso (Ribeiro, 2007).

2.3.9 Remendo

O remendo é uma operação muito comum na conservação de rodovias, e os reparos são fundamentais para manter a conservação e ajudar a manter os custos de conservação. De acordo com o DNIT (2019), os remendos são considerados defeituosos quando causam desconforto, Figura 11, devido:

- a) Forte demanda do tráfego;
- b) Emprego de material de má qualidade;
- c) Condições Ambientais Adversas;
- d) Problemas construtivos.

Figura 11: Exemplo de remendos.



Fonte: DNIT (2019).

Segundo Yoshizane (2005, p.8), a técnica de restauração de remendos é a técnica de restauração mais utilizada em estradas, devido ao aparecimento frequente de panelas devido ao trânsito e chuva.

3. METODOLOGIA

Para desenvolver esta pesquisa foi realizada uma pesquisa bibliográfica, em livros, periódicos, normas, buscando responder os objetivos propostos. Para Gil (2010) a pesquisa bibliográfica é elaborada com base em material já publicado. Tradicionalmente, esta modalidade de pesquisa inclui material impresso como livros, revistas, jornais, teses, dissertações e anais de eventos científicos.

Complementando os estudos e pesquisa, foram realizadas visitas na Av. Presidente Médici, Catalão-GO, no trecho em frente à Faculdade UNA para catalogar de forma prática o que leva a degradação do referido trecho, de forma a identificar as causas.

O trecho da Avenida Presidente Médici escolhido para estudo constitui uma distância aproximada de 400 metros (Figura 12), sendo o quarteirão que situa a Faculdade UNA.

Figura 12: Determinação do local.



Fonte: Google Earth.

A extensão a ser analisada foi escolhida devido ao alto fluxo de caminhões com alta capacidade de carga, podendo chegar até 74 Toneladas (carga máxima permitida pelo DNIT). Também há grande movimentação de veículos leves, pois é a via onde encontra-se o sentido de saída da faculdade, acesso a mineradoras e distribuidoras de grãos (Figura 13).

Figura 13: Av. Presidente Médici, acesso às mineradoras e distribuidoras de grãos.



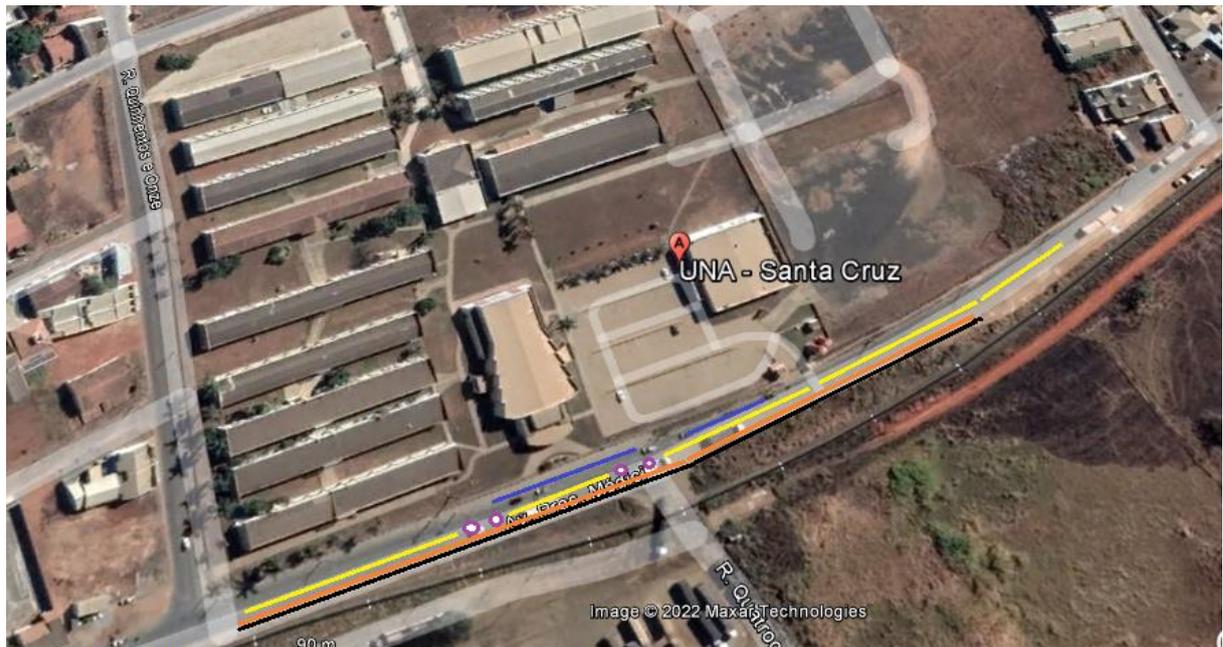
Fonte: Adaptado Google Earth (2022).

No trecho em estudo o levantamento de dados foi identificar e indicar causas das manifestações patológicas deste trecho, trazendo assim acervos fotográficos e após essa etapa indicar possíveis soluções para essas anomalias.

4. RESULTADOS

A Av. Presidente Médici, no distrito de Catalão-GO, é uma avenida que concentra um alto volume de tráfego, tanto de veículos leves, pelo fato de ser a rota de saída da Faculdade Una de Catalão, quanto veículos pesados, por ser o trecho que leva à mineradoras e distribuidoras de grãos. Após a análise in loco foram possíveis identificar as manifestações patológicas descritas na Figura 14.

Figura 14: Marcações das patologias encontradas no trecho.



- Remendos
- Trincas e rachaduras
- Afundamento
- Desgaste
- Buraco ou panela

Fonte: Adaptado Google Earth (2022).

As covas ou panelas, conforme Figura 15, possivelmente foram causadas pelo avanço das fissuras, trincas e demais patologias, ainda assim poderão ser agravadas no período de chuva que virá devido à água causar a separação e desagregação das moléculas. Para sanar esse problema, deve fazer a limpeza, recuperação da base e fazer a aplicação do CBUQ (CONCRETO USINADO BETUMINOSO QUENTE), lembrando que se não feito a recuperação da base, nada adianta e o problema poderá retornar em breve (Balbo, 2007).

Figura 15: Painelas ou buracos na Av. Presidente Médici.



Fonte: Próprios autores.

Os remendos, conforme Figura 16, com o passar dos anos em prováveis situações podem ter sido feito sobre as placas e outras patologias que podem ter causado afundamento ou qualquer desnível sobre a superfície, que possivelmente foram mal executados e que agora geram desconforto sobre trecho. Para este tipo de lesões, são recomendadas duas técnicas a saber: o recapeamento ou o revestimento utilizado para o recapeamento ser SMA (camadas que suportam deformação permanente em vias de tráfego intenso), concreto asfáltico, misturas descontínuas e mistura de pré-aquecimento térmico (Yoshizane, 2005).

Figura 16: Remendos na Av. Presidente Médici.



Fonte: Próprios autores.

As trincas ou rachaduras, conforme Figura 17, foram identificadas por vários tamanhos podendo ser definidas em diversas classificações, possivelmente as causas podem ser variadas, desde ação do tráfego até retração térmica, acredita-se que devido ao alto fluxo de veículos com carga elevada elas vêm aumentando. Uma possível solução é selar a rachadura com algum ligante do asfalto, finalizando com pó de brita devido ter uma granulometria menor e ser mais bem incorporado (Balbo, 2007).

Figura 17: Trincas e rachaduras na Av. Presidente Médici.



Fonte: Próprios autores.

O desgaste, conforme Figura 18, pode-se ter gerado devido a possíveis falhas do ligante-agregado e também pela ação do tráfego que pode consideravelmente levar a via a ficar assim. Uma Técnica interessante para solucionar essa patologia é aplicar uma camada fina de micro revestimento asfáltico, protegendo assim a via, e dando aspecto de novo (Balbo, 2007).

Figura 18: Desgaste na Av. Presidente Médici.



Fonte: Próprios autores.

O afundamento, conforme Figura 19, possivelmente pode ter sido causado devido à má compactação da base da via. Para resolver isso, consiste em fazer um corte de 90° no revestimento, depois aplicar uma imprimação na área removida e ao redor, evitando assim futuras trincas, depois aplicar uma nova demão, compactar e recortar para concluir o reparo do remendo (Silva, 2011).

Figura 19: Afundamento na Av. Presidente Médici.



Fonte: Próprios autores.

No estudo proposto, observamos que as patologias decorrentes no referido trecho são de amplas precariedades e é de suma importância a restauração para obter mais segurança no

local que se faz tão necessário para tráfego. Recomenda-se uma avaliação estrutural das vias, antes da tomada de qualquer decisão de reconstrução, visto que a maioria das patologias existentes pode estar também relacionada às falhas estruturais na construção da rodovia. Assim, analisar o local pode contribuir com uma solução certa e adequada para corrigir tais patologias.

5. CONCLUSÃO

Os resultados das pesquisas realizadas mostraram que existem muitos problemas de manifestações patológicas no pavimento do trecho estudado, tornando o tráfego no local cada vez mais inviável e exigindo cada vez mais manutenções adequadas. Uma vez que o tráfego de veículos pesados, os efeitos do tempo também podem causar danos à qualidade do asfalto, a base e a sub-base devem ser tratadas de acordo com os padrões corretos do DNIT para reduzir tais lesões. Então, ao consultar o manual do DNIT, você já conhece todas as bases e como deve ser construídas, basta seguir as orientações recomendadas para melhorar a qualidade e durabilidade do seu pavimento. Nesse sentido, Balbo (2011) comenta que é importante notar que a superfície de um trecho possui diversas camadas, cujo principal objetivo é proporcionar aos motoristas mais segurança e boas condições de condução.

Assim, possíveis soluções para o referido trecho é que seja preciso levar em conta uma série de fatores, que vão desde a camada de rolamento, camada de ligação, camada de nivelamento e camada de reforço. Atenção especial também deve ser dada aos subleitos, reforçando-os, observando sua profundidade, e devem estar bem compactados, pois ao distribuir os blocos asfálticos, se o solo estiver devidamente compactado, serão evitadas patologias.

Seguindo as orientações de Balbo (2011), futuramente as bases e sub-bases devem ser feitas de modo a diminuir a pressão das demais camadas, desse modo deve se levar em conta a questão da drenagem que é outro fator importante para que o asfalto permaneça bom por um longo tempo. Ainda assim realizar estudos de fluxo de veículos, analisar se os pesos das cargas estão conforme o permitido, para que possa ser evitada essa decorrência patológica. Muitas vezes os problemas, ou patologias de pavimentação das rodovias acontecem porque não são feitos de modo correto, com isso o aparecimento de trincas, afundamentos, rachaduras e as outras demais patologias citadas.

Quanto ao pavimento flexível, é importante destacar que é uma tecnologia amplamente utilizada e tem apresentado bons resultados. Nesse sentido, é importante conhecer a área a ser tratada, visualizar no pavimento se há fissuras na superfície, após identificar o problema ou patologia, proceder à reconstrução do pavimento flexível, levando em consideração os procedimentos e estágios.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 7207 (2011) "Terminologia e Classificação de Pavimentação", Rio de Janeiro.

BALBO, José Tadeu. **Pavimentação asfáltica**: materiais, projeto e restauração. São Paulo, SP: Oficina de Textos, 2007.

BERNUCCI, L.; MOTTA, L. G.; CERATTI, J. A. P.; SOARES, J. B. **Pavimentação Asfáltica**: Formação Básica para Engenheiros. Rio de Janeiro: Petrobrás: ABEDA, 2008.



CONFEDERAÇÃO NACIONAL DO TRANSPORTE. **Pesquisa CNT de rodovias 2015:** relatório gerencial. Brasília: CNT: SEST: SENAT, 2019

CRUZ FERREIRA, L.; **Patologia Asfáltica:** Estudo de Caso Avenida Alagados Santa Maria-Brasília. CONFEA, 2021. Disponível em: < <https://www.confea.org.br/midias/uploads-imce/Contecc2021/Civil/PATOLOGIA%20ASF%20C3%81LTICA%20ESTUDO%20DE%20C%20ASO%20AVENIDA%20ALAGADOS.pdf>>

DNIT 006/2003-PRO (2003b). **Avaliação objetiva da superfície de pavimentos flexíveis e semi-rígidos - Procedimento.** Rio de Janeiro, 2019.

DNIT 005/2003 - TER (2003). **Defeitos nos pavimentos flexíveis e semi-rígidos Terminologia.** Rio de Janeiro, 2003.

ECO LINK SOLUTIONS, 2021. **Pavimentação:** Quais as etapas para estradas duradouras e resistentes. Disponível em: <<https://www.ecolinksolutions.com.br/blog/artigos-autorais/pavimentacao-quais-as-etapas-para-estradas-duradouras-e-resistentes>>. Acesso em: 02/06/2022.

GOOGLE MAPS, 2022. Disponível em: < <https://www.google.com.br/maps/@-18.166427,-47.9191368,591m/data=!3m1!1e3>>. Acesso em: 16/05/2022.

INOVA CIVIL. **As Patologias Mais Comuns nas Estradas.** Disponível em: <<https://www.inovacivil.com.br/as-patologias-mais-comuns-nas-estradas/#:~:text=Eles%20s%C3%A3o%20causados%20por%20consolida%C3%A7%C3%A3o,do%20pavimento%20ou%20do%20subleito.&text=As%20painelas%2C%20tamb%C3%A9m%20conhecidas%20como,de%20trincas%2C%20afundamentos%20ou%20desgastes>>. Acesso em: 02/06/2022.

LARSEN, J. **Tratamento Superficial na Conservação e Construção de Rodovias.** ABEDA. Rio de Janeiro, 1995.

PINTO, S.; PREUSSLER,. **“Pavimentação Rodoviária: Conceitos Fundamentais sobre Pavimentos Flexíveis”.** Rio de Janeiro: Editora Copiarte. 2002

RIBEIRO, Thiago Pinheiro. **Estudo descritivo das principais patologias em pavimento flexível.** Disponível em: <https://www.nucleodoconhecimento.com.br/engenharia-civil/pavimento-flexivel>.

SENÇO, Wlastermiler de. **Manual de Técnicas de Pavimentação.** vol 2. 2. ed. São Paulo: Pini, 1997.

SILVA, Paulo Fernando A. **Manual de patologia e manutenção de pavimentos.** São Paulo: PINI, 2018.

TAREFDER, R. A., BATEMAN, D. **Determining the optimal perpetual pavement structure.** Ohio Research Institute for Transportation and the Environment. Paper presented at the Proceedings for the International Conference on Perpetual Pavement, Columbus, OH, 2009.



YOSHIZANE, Prof. Hiroshi Paulo. **Defeitos, Manutenção e Reabilitação de Pavimento Asfáltico**. Universidade Estadual de Campinas, Centro Superior de Educação Tecnológica CESET, Limeira, 2005.