

**INVESTIGAÇÃO DE MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS EM PAVIMENTOS  
FLEXÍVEIS: ESTUDO DE CASO EM UM TRECHO DA AVENIDA VITÓRIA,  
LOCALIZADA NA CIDADE DE VITÓRIA – ES**

**INVESTIGATION OF PATHOLOGICAL DEMONSTRATIONS IN FLOORS  
FLEXIBLE: CASE STUDY IN AN PART OF AVENIDA VITÓRIA,  
LOCATED IN THE CITY OF VITÓRIA - ES**

**Conrado Soares Braga, Thatianny Paranhos Souza**

Universidade Presidente Antônio Carlos – UNIPAC Teófilo Otoni

**Resumo**

Os pavimentos asfálticos são estruturas de camadas diversificadas com espessuras finitas que são construídas sobre a última superfície da terraplenagem, destinadas para propiciar melhorias nas condições de rolamento, atender ao tráfego de maneira estrutural, operacional, técnica e econômica, com excelente qualidade e baixo custo, resistir aos esforços provenientes das cargas atuantes nos pavimentos e, devem oferecer condições ideais de tráfego e comodidade para acompanhar a economia do local e ofertar segurança e conforto aos usuários. Esta pesquisa teve como objetivo investigar as manifestações patológicas em pavimentos flexíveis nos dois sentidos em um trecho da Avenida Vitória, localizada na cidade de Vitória – ES, visto que, este local é caracterizado pelo elevado fluxo de veículos e de cargas devido a sua localização para a derivação entre outras avenidas e pontos comerciais e, pela sua exposição aos processos de intemperismo. Com base no estudo de caso, as patologias abundantes encontradas nos pavimentos foram classificadas como: trincas do tipo “couro de jacaré”, como buraco ou panela e remendos. Dessa forma, é pertinente destacar tanto a relevância de executar as manutenções dentro dos prazos para evitar custos adicionais, quanto à importância de designar os diagnósticos e os prognósticos dos defeitos identificados nos pavimentos asfálticos, com o intuito de prescrever soluções cabíveis e, conseqüentemente, empregar metodologias para realizar o seu respectivo tratamento e resolução, com o objetivo de contribuir para a segurança, o conforto e as melhores condições de trafegabilidade aos usuários.

**Palavras-chave:** Pavimentos Flexíveis; Tráfego; Manifestações Patológicas; Diagnóstico; Prognóstico.

**Abstrac**

Asphalt pavements are structures of diversified layers with finite thicknesses that are built on the last surface of the earthworks, designed to provide improvements in rolling conditions, to meet traffic in a structural, operational, technical and economic way, with excellent quality and low cost, withstand the efforts caused by the loads acting on the

pavements and, they must offer ideal traffic conditions and comfort to accompany the economy of the place and offer safety and comfort to the users. This research aimed to investigate the pathological manifestations in flexible pavements in both directions in a stretch of Avenida Vitória, located in the city of Vitória - ES, since this location is characterized by a high flow of vehicles and cargo due to its location to the derivation between other avenues and commercial points and, for its exposure to weathering processes. Based on the case study, the abundant pathologies found on the pavements were classified as: "alligator leather" type cracks, such as holes or pans and patches. Thus, it is pertinent to highlight both the relevance of performing maintenance within the deadlines to avoid additional costs, and the importance of designating the diagnoses and prognoses of defects identified in asphalt pavements, in order to prescribe appropriate solutions and, consequently, employ methodologies to carry out their respective treatment and resolution, with the aim of contributing to safety, comfort and the best traffic conditions for users.

**Keywords:** Flexible Pavements; Traffic; Pathological Manifestations; Diagnosis; Prognosis.

## 1. Introdução

Em virtude do emprego de tecnologias nos setores de Infraestrutura de Transportes e Rodovias, nota-se que, com os passar dos anos, a necessidade de adotar ferramentas modernas, de utilizar materiais com baixos custos e de desenvolver uma gestão mais eficiente para o progresso desse setor, desencadearam, principalmente, em melhorias para os serviços de transportes e para as áreas de pavimentação asfáltica. (FEITOZA, 2014).

Feitoza (2014) destaca ainda que os serviços de transporte desempenham um papel de suma relevância para a sociedade, de maneira a contribuir tanto para o progresso urbano, quanto para o desenvolvimento socioeconômico de uma região. Já Hoel, Garber e Sadek (2012), complementam ainda que, esses serviços fornecem mecanismos que possibilitam o deslocamento e a acessibilidade de pessoas e mercadorias em um determinado espaço e solicitam vias em excelentes estados de uso para atender as diversas atividades de sua população.

Dias (2012) ratifica que, no Brasil, o modal rodoviário é o mais representativo e apresenta uma gradativa demanda para o crescimento urbano, tendo um percentual de 76,4% dentre toda a movimentação de cargas pelo país. Dessa forma, destacasse a primordialidade das rodovias em apresentar condições adequadas de trafegabilidade, de acessibilidade, em oferecer conforto, agilidade e segurança aos usuários, respeitar

o meio ambiente em vias municipais, estaduais e federais e, proporcionar melhorias nos pavimentos asfálticos.

Em contrapartida, de acordo com Koerich (2017), o estudo da Confederação Nacional de Transportes de Rodovias (CNT, 2017) apontou que diversas rodovias brasileiras, administradas por entidades públicas, estão distantes dos padrões adequados de conservação, de forma que dos 83.223 km estudados, em média de 67,1% foram avaliados como regulares, ruins ou péssimos.

Diante desse cenário, evidencia-se que a degradação ocasionada pelos tráfegos, o excesso de carga e a má conservação das vias oriundas das intempéries e agentes deletérios são os fatores preponderantes que ocasionam anomalias nas rodovias e, conseqüentemente, a proliferação de manifestações patológicas, (ROSA *et al.*, 2016), que afetam tanto a sua segurança e integridade, em relação ao fluxo rodoviário, quanto à comodidade e o conforto dos usuários devido à diminuição do desempenho durante toda a sua vida útil de projeto, decorrentes dos mecanismos de degradações e da precariedade dos pavimentos flexíveis. (FEITOZA, 2014).

Em virtude do Estado do Espírito Santo – ES apresentar pavimentos asfálticos flexíveis em estados de colapsos, sem quaisquer cuidados de conservação e manutenção, a abordagem do tema se torna pertinente na medida em que elevados números de usuários são prejudicados por trafegar em avenidas com condições precárias, (BERNUCCI *et al.*, 2008). Assim sendo, Rosa *et al.* (2016) ratificam que ao se fazer a manutenção periódica dos pavimentos, consegue-se diminuir a despesa com recuperação de defeitos.

Dessa forma, a pergunta-chave que norteia este trabalho consiste-se: Quais são as medidas mitigadoras adequadas para executar os tratamentos dos defeitos nos pavimentos flexíveis, oriundo dos surgimentos de anomalias nas rodovias, para atenuar a proliferação dessas patologias nos revestimentos asfálticos, conforme as técnicas de implantação e de conservação da malha rodoviária?

Isso posto, esta pesquisa tem como objetivo geral de investigar as manifestações patológicas em pavimentos flexíveis em um trecho da Avenida Vitória, localizada na cidade de Vitória – ES. Como objetivos específicos, mencionam-se: apontar as patologias mais relevantes nos pavimentos flexíveis do trecho, entre o Instituto Federal do Espírito Santo (IFES) até o Centro Universitário (FAESA), entre os bairros Monte

Belo e De Lourdes da Avenida Vitória, diagnosticar as principais anomalias identificadas nos pavimentos flexíveis e estabelecer o prognóstico para intervir na proliferação de patologias nos pavimentos flexíveis.

Vale ressaltar que, a Avenida Vitória é uma das principais vias de acesso da malha viária da região, localizada no município de Vitória – ES, caracterizada com um alto fluxo de veículos e concentração populacional que usufruem dessa avenida para fins de estudo, trabalho ou lazer. Assim sendo, é necessário que os pavimentos estejam em condições adequadas e propícias para a trafegabilidade dos veículos e das pessoas, de modo a proporcionar eficiência e conforto dos usuários.

Desse modo, é pertinente destacar a importância de designar os diagnósticos e os prognósticos dos defeitos encontrados nas rodovias, com o intuito de prescrever soluções cabíveis e, conseqüentemente, empregar metodologias para realizar o seu respectivo tratamento e resolução.

## **2. Revisão da Literatura**

### **2.1 Pavimentos Flexíveis**

Os pavimentos são superestruturas compostas por um sistema de camadas de diferentes materiais compactados atribuído a suportar as cargas que lhe são destinadas, a distribuir os esforços produzidos pelo tráfego e a transferir adequadamente para o solo de fundação, denominado de subleito, (SENÇO, 2007).

Bernucci et al. (2008), complementa que o pavimento é:

[...] uma estrutura de múltiplas camadas de espessuras finitas, construída sobre a superfície final de terraplenagem, destinado tecnicamente a resistir aos esforços oriundos do tráfego de veículos, às condições do clima e a propiciar aos usuários melhoria nas condições de rolamento, com conforto, economia e segurança. No âmbito geral, a rodovia pavimentada incrementa o progresso socioeconômico da região, repercutindo na positiva qualidade de vida da comunidade, na distribuição espacial da população, na disponibilidade de transportes coletivos entre outros itens [...] (BERNUCCI et al., 2008, p.9).

Dessa forma, os pavimentos são adequados para atender o tráfego, de forma operacional e estrutural, com baixos custos e com excelente qualidade, (BALBO, 2007), e tem uma função simultânea e econômica em seu conjunto, de modo que deve resistir e distribuir a camada do subleito aos esforços verticais provenientes pelo tráfego e suportar aos esforços horizontais para tornar a superfície do rolamento mais durável. (DANIELESKI, 2004).

Diante desse cenário, Balbo (2007) destaca que os pavimentos podem ser categorizados em dois grandes grupos: os rígidos e os flexíveis. Os pavimentos rígidos são caracterizados pela presença de uma camada de concreto, com cimento Portland, que possui características de reconstituição e de deformação, resistem às ações normais e tangenciais e apresentam uma elevada rigidez, comparada as camadas inferiores, de maneira a redistribuir os esforços e absorver as tensões impostas à fundação resultante dos carregamentos aplicados.

Já os pavimentos flexíveis são caracterizados pela existência de uma camada betuminosa assentada sobre outras granulares ou com solo estabilizado, onde o revestimento possui a função de resistir aos esforços paralelos à superfície, enquanto as inferiores aos de compressão, (RODRIGUES, 2011). Assim sendo, essas camadas suportam deformações elásticas pertinentes ao carregamento aplicado, no qual as tensões verticais geradas nas camadas inferiores ficam concentradas próximas à aplicação da carga. (Manual de Pavimentação - DNIT, 2006).

Partindo da premissa que o estrutural do pavimento deve tanto receber, quanto conduzir os esforços de forma a aliviar as pressões nas camadas inferiores evidencia-se a primordialidade de cada pavimento em determinar as condições para o suporte e de rolamento aos veículos. Tal situação é bem significativa, nos pavimentos flexíveis, visto que apresentam revestimentos compostos por uma combinação formada principalmente por ligantes asfálticos e agregados. (BERNUCCI et al., 2008).

Bernucci et al. (2008) complementam ainda que, as estruturas dos pavimentos flexíveis são compostas por quatro camadas principais: o revestimento, a base, a sub-base e o subleito que podem ser construídas com diversos materiais. O revestimento asfáltico flexível é a camada superior que resiste diretamente às ações provenientes do tráfego e transmite os esforços de forma reduzida às camadas inferiores. Além disso, impermeabiliza o pavimento e melhora as condições de segurança e de conforto.

Para Rocha e Costa (2010), a base é uma camada destinada a aliviar a tensão nas camadas inferiores, resistir e distribuir as tensões e deformações oriundas do tráfego, conceder a drenagem das águas que infiltram. Já a sub-base tem as mesmas funções e complementa a base. Ressalta-se que, essas camadas da estrutura encontram-se sobre um terreno de fundação do pavimento, denominado

subleito que, caso for cabível executar, o reforço do subleito é oriundo de uma camada acima da regularização, no qual é utilizada em circunstâncias técnico-econômicas.

Dessa forma, segundo a CNT (2017), as estruturas dos pavimentos flexíveis, podem ser construídas com diversos materiais no qual, a nobreza delas é maior quanto mais próxima for da superfície. O revestimento recebe diretamente as ações do tráfego, sendo feita de materiais betuminosos. As camadas intermediárias (base, sub-base e reforço) são feitas com a mistura de solos, agregados e, algumas vezes, de cimento.

## **2.2 Defeitos em Pavimentos Flexíveis**

Os problemas patológicos atingem as características e deficiências no emprego de materiais e no comportamento mecânico de cada pavimento flexível, de modo que as irregularidades em sua superfície são percebidas e afetam a segurança da estrutura e o conforto dos usuários. (ROCHA e COSTA, 2010).

Corroborando Rocha e Costa (2010), Helene (1988) acrescenta que:

“Os problemas patológicos, salvo raras exceções, apresentam manifestação externa característica, a partir da qual se pode deduzir qual a natureza, a origem e os mecanismos dos fenômenos envolvidos, assim como se pode estimar suas prováveis consequências. Esses sintomas, também denominados de lesões, defeitos ou manifestações patológicas, podem ser descritos e classificados, orientando um primeiro diagnóstico, a partir de observações visuais”. (HELENE, 1988, p.11).

Isso posto, no que tange aos problemas patológicos dos pavimentos flexíveis evidencia-se que está relacionada à presença de falhas e erros cometidos em sua estrutura oriunda dos déficits na utilização de produtos de má qualidade, dos erros nas etapas de projeto e execução das construções das rodovias, das inadequações nas escolhas de conservação e das deficiências nas aplicações de manutenções preventivas, de modo que comprometem tanto o conforto dos usuários, quanto o desempenho da estrutura durante a sua vida útil. (ALBANO, 2005).

Os defeitos e irregularidades nas superfícies dos pavimentos flexíveis são resultantes das classes funcional e estrutural. A classe estrutural envolve as circunstâncias da trafegabilidade dos veículos, das boas condições de uso da via e de segurança do pavimento, em condições de rolamento. Já a classe estrutural tem a capacidade de suportar as cargas provenientes do tráfego com a estrutura do pavimento. (OLIVEIRA e LOPES, 2011).

Ratificando Oliveira e Lopes (2011), Rocha e Costa (2018) incluem que os defeitos nos pavimentos são tanto de ordem superficial, visto que interferem diretamente nas condições de trafegabilidade e rolamento dos veículos, muitas vezes sendo causado por aspectos estruturais, quanto de ordem estrutural, no qual as capacidades de suporte das camadas ficam comprometidas e elas não possuem estrutura suficiente para resistir aos esforços normais oriundos do tráfego.

Diante desse cenário, Rocha e Costa (2010) complementam ainda que os defeitos e as irregularidades nos pavimentos flexíveis são provocados pelas elevadas cargas deslocadas, pelas altas velocidades e pelas ações do tráfego, de modo que, provoca o consumo e a deterioração da estrutura e o aparecimento de anomalias nos veículos, visto que, esses problemas resultam em maiores custos operacionais, em desgastes dos pneus, em substituições de peças e gastos elevados com o aumento do consumo de combustíveis.

Maia (2012) destaca que as causas para o surgimento de defeitos podem estar relacionadas a diversos fatores, como seleção e dosagem inadequada de materiais, erros de projeto, problemas durante a execução ou até mesmo pela adoção de técnicas inadequadas para a correção dos existentes, o que pode ocasionar em novas incidências.

Em virtude das progressivas deteriorações dos revestimentos ocasionados pelos defeitos superficiais, verifica-se que, essas anomalias, podem estar ligadas ao comportamento mecânico de cada estrutura e o emprego de materiais, agredir as camadas inferiores dos pavimentos flexíveis e serem prejudiciais para a serventia dos pavimentos, no qual “a serventia é definida como a habilidade de uma seção de pavimento, à época da observação, de servir ao tráfego de automóveis e caminhões, com elevados volumes e altas velocidades”. (YOSHIZANE, 2006, p.2).

### **2.3 Manifestações Patológicas Decorrentes dos Defeitos na Superfície dos Pavimentos Flexíveis**

Segundo o DNIT (2006), em decorrência as deteriorações nos pavimentos flexíveis, as manifestações patológicas provenientes dos defeitos nos revestimentos asfálticos são oriundas dos afundamentos, dos remendos, dos desgastes, das trincas, dos buracos ou panelas, dos escorregamentos, das exsudações e das ondulações ou corrugações.

Os afundamentos (A) são deslocamentos que acontecem na superfície dos pavimentos, no qual são causados por expansão por congelamento; elevação ou flexão das lajes de concreto (cimento Portland de revestimento asfáltico) ou

infiltração e ascensão do material em uma trinca, combinado com cargas de tráfego. Os remendos (R) são decorrentes de uma panela preenchida com revestimento, podendo ser de ordem superficial ou profunda, sendo nesse último caso necessária a recomposição das camadas profundas com material correspondente.

Os desgastes (D) são os efeitos originados pelo arranque sucessivo do agregado do pavimento oriundo pelos esforços tangenciais do tráfego, no qual caracteriza uma aspereza superficial ao revestimento.

As trincas (T) são facilmente visíveis e se apresentam em duas classes: as isoladas e as interligadas. As trincas isoladas transversais são originadas por meio da reflexão das juntas ou pela retração do revestimento do pavimento asfáltico. As trincas isoladas longitudinais aparecem em direções paralelas ao eixo da via, de modo que são causadas pelos recalques diferenciais, pelas falhas nas juntas construtivas, pelas falhas executivas e pelos desgastes do ligante asfáltico. As trincas isoladas de retração são atribuídas à ocorrência de retração térmica do material, de revestimento, e/ou do insumo de base encoberta ao revestimento trincado.

Já as trincas interligadas couro de jacaré são fendas ligadas que originam uma série de blocos pequenos assemelhando-se ao couro de jacaré e tem, primordialmente, a falha por fadiga da camada de asfalto sob ação contínua de cargas de tráfego. As trincas interligadas tipo em bloco são constituídas por um conjunto de trincas retangulares interligadas por configurações de blocos constituídas por lados bem definidos.

As panelas ou buracos (P) são cavidades na superfície, originados tanto pela passagem do tráfego, quanto pela presença da água da chuva, podendo ou não atingir as camadas profundas do pavimento. Os escorregamentos (E) são deslocamentos das camadas de revestimentos em relação à camada base (subjacente do pavimento), no qual podem causar o surgimento de fendas.

A exsudação (E) é a quantidade demasiada de ligante betuminoso na superfície do pavimento asfáltico proveniente da migração desse ligante por meio do revestimento. As ondulações ou corrugações (O) são as deformações transversais que ocorrem nas superfícies dos pavimentos, no qual são caracterizados pelas rupturas nos revestimentos e/ou rupturas entre os materiais da base e os revestimentos, de modo que se diferem pelo comprimento da onda entre duas cristas consecutivas.

#### **2.4 Atividades de Conservação Rodoviária**

Os defeitos superficiais são anomalias a superfície do pavimento asfáltico, no qual são reconhecidas a olho nu e classificados por meio da norma do DNIT 005/2003 – TER,



que descreve termos técnicos específicos para cada tipo de patologia. Este diagnóstico é fundamental para manter a rodovia em padrões de utilização adequados, para que se possam definir as medidas corretivas adequadas para cada caso. (BERNUCCI *et al.*, 2008)

Diante desse cenário, destacam-se os serviços referentes à conservação das rodovias, de forma a aplicar operações designadas para manter as características operacionais dessas estruturas. Assim sendo, de acordo com as especificações da norma DNER-TER 0279, é cabível a aplicação de manutenções e de técnicas de reparos para corrigir quaisquer surgimentos e/ou proliferações de manifestações patológicas nos pavimentos flexíveis das rodovias. (ALMEIDA, 2013).

Com base no Manual de Conservação Rodoviária do DNIT (2005), as aplicações de técnicas que auxiliam em obras de conservação e, principalmente, na recuperação de rodovias com pavimentos flexíveis destacam além dos serviços de limpeza periódicos e a capinação, o uso de recapeamento, da selagem de trincas, da execução de pinturas asfálticas leves, da fresagem, do emprego de lama asfáltica e do emprego de micro revestimentos.

O recapeamento é a construção de camadas asfálticas sobre o pavimento flexível existente, sendo que uma delas apresenta espessura uniforme e a outra corrige o nivelamento do pavimento. (YOSHIZANE, 2006)

A selagem de trincas são aplicações de materiais betuminosos dentro da trinca, com o objetivo de reestabelecer o atrito entre pneu – pavimento, de renovar o revestimento asfáltico de evitar a entrada de partículas sólidas e de água, de modo a evitar que as camadas inferiores do pavimento tenham suas características comprometidas. (ALMEIDA, 2013).

As pinturas asfálticas leves são caracterizadas pela aplicação de uma emulsão asfáltica na superfície do revestimento, de modo a renovar superfícies mais antigas já desgastadas pelas intempéries. O trabalho é feito com o auxílio de jatos, com base no Manual de Conservação Rodoviária do DNIT (2005).

A fresagem é decorrente do processo de corte de uma camada do pavimento com revestimento asfáltico ou um trecho da via, para aprimorar a capacidade de suporte e a qualidade da superfície, em relação ao rolamento. Esta técnica é recomendada quando há conveniência de reduzir a energia de propagação de trincas que existem no revestimento anterior, no qual atrasa a sua reflexão nas novas camadas. (ROCHA e COSTA, 2010).

A lama asfáltica consiste em uma associação de agregados minerais, emulsão asfáltica, material de enchimento ou filer e água, formando uma consistência fluida para ser espalhada nas construções, à temperatura ambiente. Além de preencher as fendas e servir como impermeabilizante, ela proporciona ao revestimento uma melhora nas suas propriedades antiderrapantes. (BERNUCCI *et al.*, 2008).

Os micros revestimentos é um tipo de material obtido pela mistura de emulsão asfáltica, agregados, materiais de enchimento e água que são aplicadas em uma consistência fluida, conforme o Manual de Conservação Rodoviária do DNIT (2005). Ressalta-se que, de acordo com as anomalias encontradas, as execuções dessas técnicas podem ser utilizadas de forma conjunta.

### **3. Metodologia**

De acordo com procedimentos técnicos, este trabalho é classificado tanto como um estudo de caso, de modo que constituiu entender as características holísticas dos fatos da realidade, quanto como uma pesquisa bibliográfica, nos quais fundamentaram em materiais já elaborados como livros, monografias, teses e artigos científicos. (GIL, 2008).

Em relação à abordagem do problema, a pesquisa é qualitativa já que permitiu estabelecer o controle de um determinado problema conforme a averiguação de certas variáveis a fim de compreender, estabelecer regras e determinar os processos vividos. (RUDIO, 2001).

Com base na classificação da pesquisa, este estudo é caracterizado como exploratório e descritivo, já que determinou, classificou e explicou os problemas, praticado por meio de observações, sem quaisquer modificações, conforme o conhecimento e a interpretação da realidade. (RUDIO, 2001).

Quanto à natureza, a pesquisa é classificada como aplicada, visto que, buscaram-se as soluções dos problemas específicos de acordo com os conhecimentos práticos. (GERHARDT e SILVEIRA, 2009).

A coleta de dados foi realizada por meio das análises das patologias mais incidentes nos pavimentos flexíveis das rodovias nos dois sentidos em um trecho da Avenida Vitória, especificado entre o Instituto Federal do Espírito Santo (IFES) e o Centro Universitário (FAESA), localizado entre os bairros Monte Belo e De Lourdes da cidade de Vitória, ES, visto que, este local, apresentou más condições no uso de estradas e vias urbanas e, principalmente, a presença de anomalias nessas estruturas.

Diante desse cenário, para realizar a identificação das falhas e defeitos nos pavimentos flexíveis rodoviários, a metodologia baseou-se na seguinte maneira:

A primeira etapa fundamentou-se em visitas in loco, nos dois sentidos em trecho da extensão da Avenida Vitória, no qual, realizou-se um levantamento dos defeitos existentes em segmentos da via, estabelecidos com base na norma DNIT 006/2003 – PRO a fim de demarcar as estações para a contagem dos defeitos. Vale ressaltar, que a análise foi de caráter visual, consistindo-se apenas em uma avaliação superficial. Desse modo, não foram estudados os aspectos estruturais do pavimento, ocasionados por defeitos nas camadas inferiores ao revestimento.

A segunda etapa consistiu-se nos registros fotográficos, com um dispositivo de alta resolução, no qual, fomentou-se na identificação das manifestações patológicas nos pavimentos flexíveis rodoviários.

A terceira etapa estabeleceu-se um embasamento na pesquisa, com base no aprofundamento teórico, para compreender os defeitos e os agentes deteriorantes das estradas e vias urbanas. Em seguida, realizou-se um diagnóstico das manifestações patológicas nos revestimentos asfálticos, com base nas diretrizes do Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes – DNIT e materiais complementares como as análises de fontes bibliográficas, Normas Técnicas pertinentes.

A quarta etapa estabeleceu-se medidas mitigadoras para realizar o tratamento das falhas e dos defeitos nos pavimentos flexíveis, de acordo com as identificações e as investigações das patologias nas fachadas das edificações, com o intuito de manter a segurança e integridade dos usuários e das vias.

## **4. Resultados e Discussões**

### **4.1 Trinca Interligada Tipo Couro de Jacaré**

Para Gewehr (2014), os principais problemas que ocorrem no começo da vida útil dos pavimentos são oriundos da produção feita de forma inadequada, dos materiais de má-qualidade, dos erros durante sua aplicação e da compactação ineficiente. Na maioria das vezes, as primeiras patologias que surgem são as fendas (trincas ou fissuras) no pavimento asfáltico flexível. As trincas vão crescendo com a ação do tráfego de veículos e com a penetração de água que, caso não haja uma manutenção cabível, ocorrerá o avanço da degradação, de modo que comprometerá todo o pavimento com a formação de buracos ou panelas. (BERNUCCI *et al.*, 2008).

Com base nas análises realizadas em campo, foi perceptível salientar que os pavimentos flexíveis estudados, apresentaram, ao longo de sua extensão, inúmeros trechos com trincas interligadas do tipo “Couro de Jacaré”, conforme a Figura 01.



**Figura 01:** Trincas interligadas do tipo “Couro de Jacaré” no pavimento

Fonte: Acervo do próprio autor (2021).

As trincas interligadas do tipo “Couro de Jacaré” nos pavimentos flexíveis são decorrentes das variações volumétricas superficiais causadas tanto pelas alternâncias dos ciclos de molhagem e secagem dos asfaltos, podendo ser agravadas pela insolação e pela baixa umidade do ar, quanto pelas retrações do concreto, pertinente às mudanças de temperaturas, (BARCA e NOGUEIRA, 2015).

Em detrimento dos fatos supracitados, destaca-se que, no trecho estudado, o surgimento e/ou proliferação de trincas nos pavimentos foram desencadeados pela presença de elevadas cargas transportados pelos modais rodoviários, pela passagem contínua de veículos e pela má conservação de sua estrutura, de modo que causaram rupturas em multipontos dos pavimentos, resultantes das deformações plásticas pela perda de resistência e pela deformabilidade excessiva do subleito ou em outras camadas.

Diante desse cenário, verifica-se que as trincas interligadas do tipo “Couro de Jacaré” progrediram de forma acentuada, principalmente, devido à ausência de medidas mitigadoras que visam prolongar o tempo de vida útil da estrutura. Dessa forma recomenda-se a utilização dos procedimentos técnicos para restaurar essas estruturas atingidas pelas deteriorações das ações externas e empregar manutenções no pavimento, conforme a aplicação de capa selante, de lama asfáltica, de fresagem, de recapeamento, de execução de pinturas asfálticas leves e de micro revestimentos, com o intuito de realizar o tratamento superficial com base na adesão entre os ligantes e agregados e o recobrimento parcial de acordo com a aplicação de agregados e ligantes asfálticos sem mistura e compactados. (FEITOZA, 2014).

#### **4.2 Buraco ou Panela**

Os buracos ou panelas nos pavimentos, presentes na Figura 02, são evoluções das trincas, dos afundamentos ou dos degastes, decorrentes das cavidades originadas pelas combinações do intenso tráfego de veículos e de intrusões de água nos asfaltos, de maneira que afetam as camadas inferiores ou ocasionam degradações nos revestimentos das avenidas e rodovias. (DNIT, 2006).



**Figura 02:** Buraco ou panela no pavimento

Fonte: Acervo do próprio autor (2021).

A presença de buracos em ruas, avenidas e rodovias brasileiras, tem afetado o cotidiano de milhares de motoristas e pedestres que usufruem dos modais rodoviários, visto que, inúmeros prejuízos são procedentes de consequências do tráfego de veículos e das irregularidades nos asfaltos, tais como: o trânsito, o aumento do consumo de combustíveis, os danos mecânicos aos automóveis, a dificuldade de trafegar e o aumento do ruído sonoro. (STUCHI, 2005).

Em circunstâncias do que foram encontrados nos pavimentos analisados, verifica-se que à vedação incorreta do asfalto, as passagens gradativas de cargas, a trafegabilidade constantes de veículos na superfície e, principalmente, as deficiências nas práticas de manutenções preventivas e/ou corretivas foram os fatores essenciais que desencadearam um afrouxamento do solo, no arrancamento das placas formadas pelos revestimentos asfálticos e, conseqüentemente, na formação de trincas, nos quais progridem ao ponto de atingir a base do pavimento. (DNIT, 2006).

Com o intuito de sanar os buracos ou panelas nos pavimentos, o método a ser empregado, conforme a norma DNIT 154/2010 – ES é o remendo, visto que, resulta em camadas de misturas asfálticas adquiridos pelo processo conhecido como "tapa buraco".

As operações tapa-buracos são práticas de recuperações comuns, em todo território brasileiro, seja em uma rodovia ou em uma via urbana, que se realiza diretamente na área afetada de modo simples, rápido e eficaz. Vale ressaltar que a utilização dessa operação, não visa resolver problemas estruturais do pavimento. (BERNUCCI *et al.*, 2008).

Diante desse cenário, o DNIT (2006) destaca que para aplicar os processos do "tapa-buraco" nos pavimentos flexíveis, constituídos de Concreto Betuminoso Usinado a Quente (CBUQ), fundamenta-se em metodologias baseadas na demarcação do perímetro da área de influência a ser trabalhada, no corte e remoção do material comprometido, na aplicação de limpeza da caixa, na execução da pintura de ligação, no enchimento da caixa, na compactação da mistura (emulsão à temperatura determinada pelo fabricante - CBUQ) e no processo de acabamento.

### **4.3 Remendos**

Por ser considerado o método mais empregado na manutenção de uma via, o remendo é um processo de conservação do pavimento que tem como característica, o preenchimento de massa asfáltica em qualquer orifício ou depressão da superfície.

Deste modo, a maioria das falhas em pavimentos urbanos está ligada, diretamente, aos serviços prestados, nos quais destacam má qualidade dos reparos e do controle das redes do sistema de serviços públicos de uma cidade. (FEITOZA, 2014).

Diante dos fatos supracitados, destaca-se a importância de ter um acompanhamento e monitoramento mais rígido pelo órgão fiscalizador, bem como um trabalho prestado por pessoas capacitadas, obedecendo todas as exigências e recomendações municipais, com o intuito de evitar o surgimento e/ou proliferação de anomalias que deterioraram os pavimentos asfálticos. (STUCHI, 2005).

Os remendos são considerados como falhas, visto que, ao serem executados de forma incorreta, afetam o comportamento e a qualidade da estrutura original dos pavimentos, geram transtornos e acarretam um desconforto aos usuários. De modo geral, os remendos ocasionam desníveis na pista de rolamento e, conseqüentemente, propiciam o aparecimento e/ou a proliferação da patologia do revestimento asfáltico. (FEITOZA, 2014).

Com base nas verificações dos pavimentos em campo, salienta-se a presença de remendos em valas de esgoto das obras realizadas pela Cesan ao longo trecho Avenida analisada, conforme a Figura 03.



**Figura 03:** Remendo em vala de esgoto

Fonte: Acervo do próprio autor (2021)

De acordo com os procedimentos gerais para realizar as execuções das recuperações das camadas dos pavimentos, deve-se atentar, conforme a Norma do DNIT 154/2010 – ES, em áreas que se caracterizam em situações visivelmente diferentes das demais: remoções das camadas danificadas e as camadas inferiores do subleito, remoções do revestimento asfáltico, reparos de cunho devem acontecer no local e substituições do pavimento, caso necessário.

Diante desse cenário, de acordo com a Norma do DNIT 154/2010 – ES salienta-se as circunstâncias específicas de materiais e equipamentos que propõem o emprego de processos de “tapa-buraco”, de modo que enfatiza o material de recomposição do



pavimento, a imprimação e pintura de ligação, o revestimento e os equipamentos. Outra diretriz especificada pelo DNIT destaca-se, quanto à profundidade, que os remendos superficiais consistem-se no emprego de uma camada fina de asfalto misturado a usina a quente. Já para os remendos profundos, enfatiza-se na escavação até a área cabível para constituir um apoio firme. (DNIT, 2006).

## **5. Considerações Finais**

Dentre as diversas contribuições das estradas e vias urbanas brasileiras para o desenvolvimento político, econômico e social de uma região, é de suma relevância salientar que as rodovias devam oferecer condições ideais de tráfego e comodidade para proporcionar um transporte eficiente ao longo do tempo, de maneira a estabelecer um conjunto de operações destinadas a garantir o prolongamento da vida útil do pavimento. Por outro lado, ressalta-se que o surgimento e/ou proliferação de anomalias nos pavimentos reduzirá o seu tempo de vida útil.

A região analisada no estudo de caso se encontra nos dois sentidos do trecho, entre o Instituto Federal do Espírito Santo (IFES) e o Centro Universitário (FAESA), da Avenida Vitória, entre os bairros Monte Belo e De Lourdes, da cidade de Vitória – ES, caracterizado tanto pelo elevado fluxo de veículos e de cargas devido a sua localização para a derivação entre outras avenidas e pontos comerciais, quanto pela sua exposição aos processos de intemperismo.

De acordo com os pavimentos asfálticos estudados, constataram-se deficiências oriundas da má conservação, de erros de projetos e de execuções durante as manutenções das valas de esgotos e de remendos, da degradação ocasionada pelos tráfegos, do excesso de carga, dos fatores climáticos e, principalmente, da aplicação de medidas preventivas e corretivas, no qual ocasionaram riscos para os usuários. Dessa forma, conforme o desenvolvimento da pesquisa verificou-se, com abundância, a presença de manifestações patológicas, especificamente, de trincas do tipo “couro de jacaré”, de buraco ou panela e de remendos.

Isso posto, fomenta em práticas de adoção de técnicas e manutenções corretivas, de acordo com as especificações das normas do Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT), a fim de corrigir os defeitos decorrentes da utilização dos pavimentos asfálticos ao longo de sua extensão.

Dessa maneira, com o objetivo de prolongar a vida útil dos pavimentos flexíveis rodoviários do estudo de caso em questão, enfatiza a indispensabilidade em reconhecer os defeitos das malhas viárias, descrever os prováveis diagnósticos com base nas origens das ocorrências e dispor de preventivas e/ou corretivas mais adequadas de acordo com as normas brasileiras para garantir o desempenho e a durabilidade desses pavimentos e manter a integridade e o conforto dos usuários.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBANO, J. F. **Efeitos dos excessos de carga sobre a durabilidade de pavimentos**. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2005. Disponível em: <<http://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/4498/000457228.pdf?sequence=1>>. Acesso em: 07 de abr. 2021.

ALMEIDA, L. C. **Técnicas de Conservação e de Reabilitação para Pequenas Reparações de Pavimentos Rodoviários**. Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil: Geotecnia e Ambiente. Universidade da Beira Interior, Covilhã, 2013. Disponível em: <<https://ubibliorum.ubi.pt/bitstream/10400.6/3491/1/Lu%C3%ADs%20Almeida.pdf>>. Acesso em: 07 de abr. 2021.

BALBO, J. T. **Pavimentação Asfáltica: materiais, projeto e restauração**. São Paulo: Oficina de Textos, 2007.

BARCA, M. A.; NOGUEIRA, S. P. **Análise de Técnicas de Conservação de Pavimentos Rodoviários**. 2015. 140 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) – Escola Politécnica, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2015. Disponível em: <<http://monografias.poli.ufrj.br/monografias/monopoli10015810.pdf>>. Acesso em: 17 de abr. 2021

BERNUCCI L. B. *et al.* **Pavimentação Asfáltica: Formação básica para engenheiros**. 1. ed. Rio de Janeiro: Petrobras ABEDA, 2008.

CNT – CONFEDERAÇÃO NACIONAL DO TRANSPORTE. **Transporte Rodoviário: por que os pavimentos das rodovias do Brasil não duram?** Brasília: CNT, 2017. Disponível em: <[http://cms.cnt.org.br/Imagens%20CNT/PDFs%20CNT/Estudos%20CNT/estudo\\_pavimentos\\_ao\\_duram.pdf](http://cms.cnt.org.br/Imagens%20CNT/PDFs%20CNT/Estudos%20CNT/estudo_pavimentos_ao_duram.pdf)>. Acesso em: 07 de abr. 2021.

DANIELESKI, M. L. **Proposta de metodologia de avaliação superficial de pavimentos urbanos: aplicação à rede viária de Porto Alegre**. 2004, 187 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) apresentada ao Programa de Pós Graduação em Planejamento Urbano e Regional da Universidade Federal do Rio

Grande do Sul, Porto Alegre, 2004. Disponível em: <<http://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/5789>>. Acesso em: 07 de abr. 2021.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRA-ESTRUTURA DE TRANSPORTES - DNIT; Diretoria de Planejamento e Pesquisa; Coordenação geral de estudos e pesquisa; Instituto de Pesquisas Rodoviárias. **Manual de Conservação Rodoviária**. Rio de Janeiro, 2005.

**Manual de Pavimentação**. 3 ed. Rio de Janeiro: IPR, 2006.  
DIAS, M. A. **Logística, Transporte e Infraestrutura**. São Paulo: Atlas, 2012.

FEITOZA, E. C. **Análise patológica e técnicas de recuperação de pavimentos flexíveis em vias urbanas**. Monografia do curso de Engenharia Civil da Universidade Federal do Piauí - UFP. Teresina, PI. 2014.

GERHARDT, T. E.; SILVEIRA D. T. (Org). **Métodos de pesquisa**. Coordenado pela Universidade Aberta do Brasil – UAB/UFRGS e pelo Curso de Graduação Tecnológica – Planejamento e Gestão para o Desenvolvimento Rural da SEAD/UFRGS. – Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2009.

GEWEHR, J. **Asfalto de Qualidade**. Porto Alegre, 2014. Disponível em: <<http://asfaltodequalidade.blogspot.com.br/2014/09/tapa-buraco.html>>. Acesso em: 17 de abr. 2021.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

HELENE, P. R. L. **Manual prático para reparo e reforço de estruturas de concreto**. São Paulo: Pini, 1988.

HOEL, L. A.; GARBEER, N. J.; SADEK, A. W. **Engenharia de Infraestrutura de Transportes: Uma Integração Multimodal**. São Paulo: Cengage Learning, 2012.

KOERICH, M. V. **Avaliação de Desempenho de Segmentos Monitorados em Pavimento Flexível na SC** – 370 em Urubici. 2017. 151 f. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis,

2017. Disponível em: <[https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/177254/TC\\_C\\_Maria\\_Vitoria\\_Koerich.pdf?sequence=1](https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/177254/TC_C_Maria_Vitoria_Koerich.pdf?sequence=1)>. Acesso em: 07 de abr. 2021.

MAIA, I. M. C. **Caracterização de Patologias em Pavimentos Rodoviários**. 2012. 97 f. Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil – Especialização em Vias de Comunicação. Universidade do Porto – Faculdade de Engenharia. Disponível em: <<https://repositorio-aberto.up.pt/bitstream/10216/68091/1/000154859.pdf>>. Acesso em: 07 de abr. 2021.

OLIVEIRA, L. D. M.; LOPES, M. A. T. **Avaliação de patologias em Pavimentos Flexíveis**. Trabalho de pesquisa (Pós-graduação em Engenharia Rodoviária) – Faculdade Brasileira – UNIVIX, Vitória, 2011.

ROCHA, R. S.; COSTA, E. A. L. **Patologias de Pavimentos Asfálticos e Suas Recuperações – Estudo de Caso da Avenida Pinto de Aguiar**. Disponível em: <[https://dadospdf.com/download/patologias-de-13pavimentos-asfalticos-e-suasrecuperaoes-estudo-de-caso-da-avenida-pinto-de-aguiar-\\_5a4d5e7cb7d7bcab673d37e4\\_pdf](https://dadospdf.com/download/patologias-de-13pavimentos-asfalticos-e-suasrecuperaoes-estudo-de-caso-da-avenida-pinto-de-aguiar-_5a4d5e7cb7d7bcab673d37e4_pdf)>. Acesso em: 07 de abr. 2021.

RODRIGUES, J. L. A. **Conceção de Pavimentos Rígidos**. 2011. 128 f. Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil – Especialização em Vias de Comunicação. Universidade do Porto – Faculdade de Engenharia. Disponível em: <<https://repositorio-aberto.up.pt/bitstream/10216/63481/1/000149988.pdf>>. Acesso em: 07 de abr. 2021.

ROSA, K. K. B *et al.* **Diagnóstico e Procedimento de Recuperação das patologias apresentadas na Pavimentação Asfáltica de Palmas – TO**. Revista Integralização Universitária, Palmas-TO. v. 11, n. 15, 2016.

RUDIO, F. V. **Introdução ao projeto de pesquisa científica**. 29ª ed. Petrópolis, RJ: Vozes, 2001.

SENÇO, W. **Manual de Técnicas de Pavimentação**. v.1. ed.2. São Paulo: Pini, 2007.

STUCHI, E. **Interferências de obras de serviço de água e esgoto sobre o desempenho de pavimentos urbanos**. Dissertação (Mestrado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2005.

YOSHIZANE, H. P. **Defeitos, manutenção e reabilitação de Pavimentos  
Asfálticos**. São Paulo: UNICAMP, 2006.