



## **Análise das principais manifestações patológicas em pavimentos flexíveis - Estudo de caso na cidade de Jataí-GO.**

**Douglas Zanuzzi Palharini<sup>1</sup>, João Marcos Vieira de Sousa<sup>1</sup>**  
[douglaszanuzzi.eng@gmail.com](mailto:douglaszanuzzi.eng@gmail.com), [joaomarcosdover@gmail.com](mailto:joaomarcosdover@gmail.com)

Professora orientadora: Bruna Góbbo de Águas  
Coordenação de curso de Engenharia Civil

### **Resumo**

O presente trabalho visa avaliar as condições da superfície do pavimento flexível presente nas ruas do Hipódromo, 106 e da Alameda Fernando Costa, hoje utilizadas como BR-158, que corta o perímetro urbano da cidade de Jataí, Goiás. Para a realização da pesquisa aplicou-se o método de avaliação superficial do pavimento flexível desenvolvido pelo DNIT e regido pela norma 008/2003 – PRO, denominado Levantamento Visual Contínuo - LVC, além de uma avaliação *in loco* do pavimento, obtendo informações importantes para que fosse possível destacar as possíveis manifestações patológicas existentes. O método LVC se baseia na análise do estado geral da superfície asfáltica e das manifestações patológicas nela presentes, resultando-se em 03 (três) índices, sendo eles: ICPF (Índice de Condição de Pavimentos Flexíveis), IGGE (Índice de Gravidade Global Expedito) e o IES (Índice do Estado de Superfície do Pavimento). Foram analisados 3 (três) subtrechos com extensão de 1 (um) quilômetro cada, todos no perímetro urbano da cidade de Jataí, Goiás. Assim, pode-se concluir, através destes métodos e de toda a pesquisa bibliográfica realizada, que o pavimento estudado, encontra-se em péssimo estado de conservação, prejudicando a qualidade de rolagem e a segurança na trafegabilidade, ficando clara a necessidade de uma reconstrução total do pavimento.

Palavras-chave: Pavimentos Flexíveis, Manifestações Patológicas, Levantamento Visual Contínuo (LVC).

### **1. INTRODUÇÃO**

Hoje no Brasil, a maior parte do transporte de cargas é realizado através de rodovias, por carretas, rodotrens, bitrens, caminhões e outros tipos de veículos. Devido à sua versatilidade em relação ao tipo de mercadoria a ser transportada e se estender por todo o país, esta opção se tornou popularmente utilizada. Segundo a Confederação Nacional de Transportes (CNT) de 2018, no Brasil, mais de 90% dos deslocamentos de passageiros e mais de 60% do transporte de cargas são feitos através de rodovias.

Para garantir a fluidez de veículos e o vasto transporte de cargas, a pavimentação aplicada nessas rodovias deveria apresentar alta qualidade. Segundo Faleiros (2005), a pavimentação em rodovias tem como principal objetivo, criar uma superfície mais regular e aderente, a fim de possibilitar o tráfego seguro, confortável e reduzir os custos operacionais para os usuários, visto que os custos de operação e manutenção dos veículos estão associados às condições de superfície dos pavimentos.

Entretanto, de acordo com a pesquisa de rodovias da Confederação Nacional de Transportes (CNT) de 2021, foi constatada uma queda na qualidade geral das rodovias, indicando que mais de 60% apresentaram qualidade regular, ruim ou péssima se comparada aos anos anteriores. Com isso, a precariedade dessas rodovias afeta diretamente e

---

<sup>1</sup> Graduação em Engenharia Civil – Centro Universitário UNA

indiretamente os brasileiros, pois, influencia na economia, no tempo gasto com transportes, bem como na manutenção de veículos, além de não promover conforto e segurança a seus usuários (CNT, 2018).

De modo Geral, os pavimentos de rodovias no Brasil são classificados em duas categorias, sendo elas: pavimentos rígidos e pavimentos flexíveis. Segundo Maia (2012) os pavimentos flexíveis são compostos por camadas de materiais deformáveis que degradam pouco as solicitações, exigindo espessuras maiores para reduzir as tensões, ao nível da fundação. Ainda, segundo o autor, a redução das tensões, originadas pelo tráfego, dissipam-se de forma mais lenta em maior profundidade, fazendo com que em camadas inferiores essas solicitações sejam maiores, enquanto que, em pavimentos rígidos a degradação é mais rápida, devido à sua constituição.

Pavimentos flexíveis tem por características camadas constituídas por materiais betuminosos e são compostas, respectivamente por subleito, reforço de subleito, sub-base, base e revestimento (SANTOS, CORREIA, JORGE, 2022).

Já os pavimentos rígidos são constituídos geralmente por uma única camada superior, uma laje de concreto de cimento portland, que funciona simultaneamente como camada de desgaste e de base. Possui alta resistência à flexão fazendo com que o pavimento não sofra deformações acentuadas, mesmo quando sujeito a tráfego pesado e intenso e em solos que possuam fraca capacidade de carga (RODRIGUES, 2011).

Em pavimentações onde sua manutenção é prejudicada e/ou precária deve-se fazer um estudo (estrutural e funcional do pavimento), levantando as principais causas para tais manifestações patológicas que surgirem, e a partir daí, propor soluções viáveis. Portanto, estudar estas patologias em pavimentos é de suma importância para que se possa aumentar a vida útil das rodovias, aplicando a melhor solução para cada problema (SILVA & OLIVEIRA, 2021).

A palavra patologia é de origem grega, com a união dos termos *Pathos* (doença/sufrimento) e *Logos* (estudo). Assim, a patologia aplicada em pavimentos nada mais é do que o estudo das alterações/falhas estruturais e funcionais do pavimento, identificando as possíveis causas e efeitos. Normas do Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT) traz definições para as manifestações patológicas encontradas em pavimentos asfálticos, tais como: fendas, fissuras, trincas, panelas, entre outras.

Assim, este trabalho tem como objetivo estudar as manifestações patológicas existentes em pavimentos flexíveis, através de um estudo de caso, identificando, analisando e classificando o estado de deterioração do trecho da via conhecida como rua do Hipódromo, Alameda Fernando Costa e rua 106 no perímetro urbano de Jataí, Goiás, sendo estas caracterizadas por apresentar grande fluxo de veículos. A partir de bibliografias, documentos e normas regulamentadoras, pretende-se indicar possíveis soluções para recuperação/reabilitação e manutenção, corretiva ou preventiva, da via em questão, através de um diagnóstico técnico consistente e prático.

## 2. REFERENCIAL TEÓRICO

O pavimento é uma estrutura, aplicada sobre um terreno de fundação, onde as cargas impostas a esta estrutura são transmitidas ao solo. Assim o pavimento deve ser capaz de suportar as tensões causadas pelos esforços solicitantes decorrentes do carregamento e das reações do solo que compõem as rodovias. Segundo Bernucci et al. (2008) a função do pavimento é garantir conforto e segurança ao usuário mantendo as condições de uso sem necessidade de manutenção recorrente.

Para Balbo (2007), uma via tem uma melhor qualidade de rolamento, quando automaticamente se proporciona ao usuário uma expressiva redução nos custos operacionais,

tendo em vista que os gastos de operação e de manutenção dos veículos estão associados às condições de superfície dos pavimentos, permitindo ainda um deslocamento com maior velocidade, reduzindo o tempo de viagens.

Para Souza (1980), pavimento é uma estrutura construída após a terraplanagem por meio de camadas de vários materiais de diferentes características de resistência e deformabilidade. Esta estrutura apresenta um elevado grau de complexidade no que se refere aos cálculos de deformações e tensões.

Ainda para Bernucci et al. (2008), o pavimento é uma estrutura dimensionada em camadas para resistir aos esforços do tráfego. Tais camadas apresentam espessuras finitas sobre uma terraplanagem, com o objetivo técnico de resistir e redistribuir os esforços oriundos do tráfego, além de suportar as condições climáticas e propiciar conforto, economia e segurança ao usuário (FALEIROS, 2005; ARAÚJO, 2016).

Essa configuração em camadas se dá pelo fato de que em sua condição natural, o solo não é resistente o suficiente para suportar repetições de cargas sem sofrer significativas deformações, sendo imprescindível a construção de uma estrutura para distribuir as solicitações do tráfego, assim limitando as tensões e deformações resultantes garantindo melhor desempenho (BERNUCCI et al., 2008).

A pavimentação de uma via pode ser construída a partir de uma mistura de materiais e técnicas diferentes, empregadas conforme a variação térmica e de tráfego. Muitas vezes estes pavimentos são formados a partir da associação de agregados minerais com os diversos ligantes asfálticos existentes (SOUZA, 2020).

Assim, pavimentar uma via de circulação de veículos é uma obra civil que possibilita, antes de tudo, a melhoria no tráfego, criando uma superfície mais regular, com maior conforto no deslocamento do veículo, uma superfície mais aderente, com maior segurança em condições de pista úmida ou molhada e ainda, uma superfície menos ruidosa diante da ação dinâmica dos pneumáticos (BALBO, 2007).

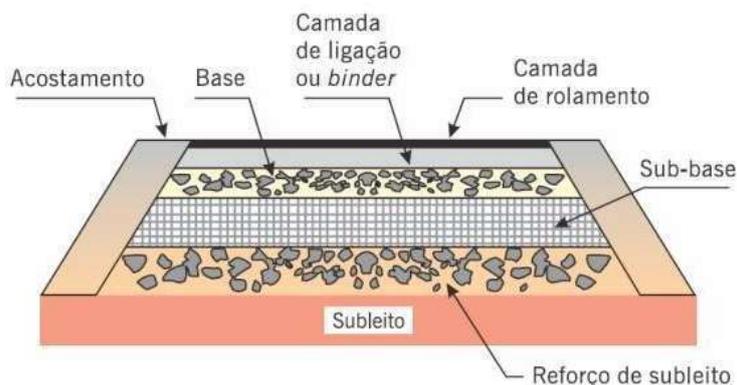
De acordo com o Manual de Pavimentação do DNIT (2006), os pavimentos em rodovias mais comuns utilizados no Brasil são os rígidos e flexíveis. Os pavimentos rígidos, segundo Rodrigues (2011) são compostos por uma única camada superior de concreto, podendo ser simples ou armado, que funciona concomitantemente como camada de desgaste e de base, contendo alta resistência à flexão o que faz com que o pavimento não sofra grandes deformações mesmo quando sujeito a tráfego pesado e intenso.

Já os pavimentos semirrígidos são uma situação intermédia entre o pavimento rígido e o flexível, com uma camada superior constituída por materiais betuminosos e as camadas logo abaixo normalmente constituídas por materiais com ligantes hidráulicos, tendo assim, a deformabilidade reduzida (MAIA, 2012). Em suma, o Manual de Pavimentação do DNIT (2006) traz que o pavimento semirrígido caracteriza-se por uma base cimentada e por uma camada de solo de cimento revestida por uma camada asfáltica.

Para completar, os pavimentos flexíveis são classificados por apresentarem uma fina camada de revestimento asfáltico, em que a absorção dos esforços dá-se de forma gradativa entre as diversas camadas da pavimentação, sofrendo significativas deformações elásticas.

Faleiros (2005) diz que um pavimento flexível é composto por 5 (cinco) camadas, sendo elas: revestimento (*binder* e camada de rolagem), base, sub-base, reforço e regularização do subleito e o subleito, conforme Figura 2.1.

**Figura 2.1 – Camadas de um pavimento flexível**



Fonte: Bernucci et al. (2008).

O revestimento ou a camada de rolamento é a camada que receberá de forma direta as cargas resultantes do tráfego sem sofrer grandes deformações elásticas ou plásticas, além de impermeabilizar, e melhorar as condições de rolamento aos usuários. Para isso é necessário que esta camada seja composta por materiais bem aglutinados ou dispostos de maneira a evitar sua movimentação horizontal (BALBO, 2007).

A camada base é a camada designada a receber os esforços do tráfego e distribuir para as camadas subjacentes. É a camada que receberá a camada de rolamento (revestimento) (BRASIL, 2006a).

A sub-base é a camada complementar à base, quando por razões técnico-econômicas não for pertinente construir a base diretamente sobre o subleito, possuindo assim a mesma função da base (BRASIL, 2006a).

A camada de reforço do subleito é uma camada de espessura constante que é utilizada para melhorar a capacidade de suportar as cargas do subleito. Tem características geotécnicas inferiores às da camada superior, e superior à do material do subleito. É utilizada quando a capacidade de suporte de carga do material do subleito for muito baixa (BRASIL, 2006a).

Por fim, o subleito é a camada infinita do pavimento, sendo considerada sua fundação, constituído de material natural consolidado e compactado. Os esforços impostos sobre sua superfície serão aliviados em sua profundidade, sendo assim, deve-se ter maior preocupação com as camadas superiores, onde os esforços solicitantes possuem maior magnitude (BALBO, 2017).

Assim pode-se dizer que cada camada do pavimento flexível possui uma ou mais funções específicas que juntas proporcionam aos veículos as condições adequadas de rolamento em qualquer condição climática (BALBO, 2017).

Ainda conceituando, os pavimentos flexíveis estão associados aos pavimentos asfálticos, caracterizado por uma camada superficial asfáltica chamada de Concreto Asfáltico (CA) - Mistura executada a quente, tendo como principais nomenclaturas CAUQ - Concreto Asfáltico Usinado a Quente e/ou CBUQ - Concreto Betuminoso Usinado a Quente, composta de agregado graduado, material de enchimento (*filer*), se necessário, e cimento asfáltico, espalhada e compactada a quente (Norma DNIT 031-ES, 2004). E em sua base utiliza-se material granular, que pode ser brita ou misturas de solos, assim como as camadas de sub-base e de reforço do subleito (Manual de Pavimentação do DNIT, 2006).

Nestes pavimentos flexíveis a camada superior, como referida, é conhecida como revestimento asfáltico, onde esta é destinada a resistir diretamente às ações do tráfego e transmiti-las de forma reduzida às camadas inferiores, impermeabilizando o pavimento e melhorando as condições de conforto e segurança (BERNUCCI et al., 2008).

Por isso, como mencionado pelo Manual de Pavimentação do DNIT (2006), a pavimentação aplicada em rodovias é conhecida como asfalto. Esse termo é, também,

utilizado popularmente para denominar o conjunto de materiais aplicados, ou seja, a mistura constituída por um ligante asfáltico para pavimentação, podendo ser, cimento asfáltico de petróleo, asfaltos diluídos, asfalto modificado ou emulsões asfálticas, com agregados compostos por material mineral.

Para que cada camada deste pavimento possa desempenhar sua função de forma eficiente é importante e necessário um monitoramento constante dessas rodovias para que mantenham sua qualidade. Porém, quando se analisa a extensão do pavimento em território nacional, 75 % destes apresentam sinais de alguma manifestação patológica, como desgaste, trinca, ondulações, buracos, entre outros, de acordo com o publicado pela Confederação Nacional de Transportes (CNT, 2019). Ainda segundo a CNT (2019), apenas 24% da superfície destes pavimentos encontram-se em perfeito estado de conservação.

Outro dado interessante e significativo diante deste assunto é apresentado pelo resultado do *ranking* de competitividade global do Fórum Econômico Mundial no ano de 2019, onde o Brasil ficou com a 93ª posição, entre 141 países, com relação à malha rodoviária, perdendo colocação para outros países da América Latina (CNT, 2019). Dados estes, são extremamente relevantes para que se crie um estado de alerta quanto à qualidade das rodovias em nosso país.

Diante disso, estes pavimentos necessitam de uma manutenção constante e preventiva, para que se possa melhorar a qualidade das vias em todo o território nacional e também evitar maiores problemas futuros, garantindo a segurança e as melhores condições de trafegabilidade de seus usuários.

A Confederação Nacional de Transportes divulgou no ano de 2018 que a rede rodoviária do país atende cerca de 61% do transporte de cargas e 95% do transporte de pessoas, sendo o principal meio de escoamento da produção nacional, representando 61,1% de toda a movimentação de cargas e passageiros do país. Mais um ponto de atenção diante da qualidade da malha rodoviária brasileira, já que a situação precária dos pavimentos em rodovias pode afetar diretamente e indiretamente a população, pois influencia na economia, no tempo gasto com transportes, bem como na manutenção de veículos.

## **2.1. Manifestações Patológicas em Pavimentos Flexíveis**

Como já mencionado, os pavimentos flexíveis com revestimento betuminoso, que são os mais utilizados no Brasil, vêm sofrendo diversas manifestações patológicas, tais como, buracos, ondulações, trincas, entre outros. Este processo de deterioração da via pode ser agravado ainda por algumas características resultantes dos processos associados ao meio ambiente e ao uso excessivo e contínuo do tráfego, através do grande fluxo.

Porém, antes de realizar quaisquer métodos de manutenção e reabilitação de pavimentos flexíveis, deve-se conhecer com clareza todas estas manifestações patológicas, assim é de suma importância ter profundo conhecimento. No Brasil, estas manifestações em pavimentos flexíveis são definidas, classificadas e padronizadas pela norma DNIT 005/2003, como fenda, fissura e trinca.

A fenda é uma degradação muito frequente, caracterizada por qualquer descontinuidade na superfície do pavimento, apresentando-se sob diversas formas, entre elas as fissuras e trincas, onde se diferenciam na dimensão da abertura. Causadas principalmente pela fadiga dos materiais das camadas betuminosas, devido à flexão causada pela constante passagem dos veículos (RIBEIRO, 2017; DNIT, 2005).

A fissura é considerada como uma fenda de largura capilar, posicionada em qualquer direção na via, somente perceptível a olho nu a uma distância inferior a 1,50m (DNIT 005, 2003).

Já a trinca é uma fenda facilmente visível a olho nu, com abertura superior à da fissura, podendo apresentar-se sob diversas formas (DNIT 005, 2003).

- Trincas transversais: quando sua direção predominante é perpendicular ao eixo da via (Figura 2.2-a).
- Trincas longitudinais: quando sua direção predominante é paralela ao eixo da via (Figura 2.2-b).
- Trincas de retração: quando formadas por fenômenos de retração térmica (Figura 2.1-a);
- Trincas tipo “*Couro de Jacaré*”: quando o conjunto de trincas não apresentam direções preferenciais (Figura 2.2-c).
- Trincas tipo “*Bloco*”: quando o conjunto de trincas é formado por lados bem definidos (Figura 2.2-d).

**Figura 2.2 – Diferentes tipos de Trincas**

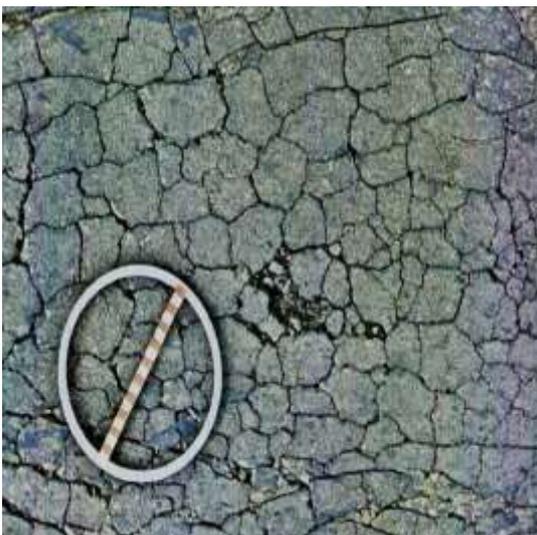
**a) Trinca Isolada – Transversal**



**b) Trinca Isolada – Longitudinal**



**c) Trinca Interligada – Tipo Jacaré**



**d) Trinca Interligada – Tipo Bloco**



Fonte: Adaptado de DNIT (2003).

Para fins de diagnóstico das manifestações patológicas em pavimentos flexíveis, são apresentadas a seguir as que são mais identificadas, encontradas e estudadas em literatura da área de pavimentação.

**Escorregamento:** Conforme Figura 2.3-a, trata-se do deslocamento do revestimento em relação à camada inferior do pavimento, ocorrendo a formação de fendas em forma de meia-lua, causado pela falta de aderência entre a camada de revestimento e a camada subjacente ou pela baixa resistência da massa asfáltica (RIBEIRO, 2017).

**Ondulação ou Corrugação:** Conforme Figura 2.3-b, Esta deformação é caracterizada por ondulações ou corrugações transversais na superfície do pavimento que ocorrem na camada de desgaste devido à instabilidade da base da pavimentação oriundo da má execução e baixa resistência da massa asfáltica. Esta manifestação patológica está associada às tensões de cisalhamento horizontais formadas em áreas submetidas à aceleração dos veículos (DNIT 005, 2003; RIBEIRO, 2017).

**Exsudação:** Caracterizada, Conforme Figura 2.3-c, pela subida do ligante betuminoso do revestimento para a superfície do pavimento por conta da dilatação térmica do asfalto, apresentando dificuldade em ocupar o espaço devido ao baixo volume de vazios ou ainda, pelo excesso de ligante na composição do revestimento (DNIT 005, 2003).

**Desgaste superficial:** Conhecido também por desagregação é caracterizado pelo arrancamento dos agregados do pavimento provocado pelo intemperismo e o tráfego. É resultante da deficiência na ligação entre os componentes das misturas betuminosas, por má formulação e/ou por utilizar materiais não apropriados ou ainda por erros na construção, conforme Figura 2.3-d (RIBEIRO, 2017; DNIT 005, 2003).

**Panela ou buraco:** São rupturas estruturais localizadas, conforme mostrado na Figura 2.3-e, que se formam no revestimento, podendo avançar para as próximas camadas. A causa geralmente se dá pela evolução de outros defeitos, como fendas, afundamentos, desgastes, desagregação da camada de desgaste e a falta de aderência entre as camadas (BALBO, 2016; DNIT, 2005). Outra causa do surgimento de painelas está associada ao efeito da chuva no pavimento, chamado de “*stripping*”. O acúmulo de água nas trincas gera uma área com potencial para o descolamento entre o asfalto e os materiais, e com isso causa degradação do revestimento e agrava o desenvolvimento destas painelas (SILVA, 2008).

**Afundamento:** Deformação plástica permanente, caracterizada pela depressão da superfície do pavimento, provocada pela ação repetida das cargas dos pneus (Figura 2.3-f). Os afundamentos podem ser do tipo plástico ou de consolidação:

- Afundamento plástico: deformação plástica das camadas do pavimento ou do subleito, acompanhado de elevação lateral. Em pavimentos flexíveis, extensões de até 6 metros são denominado afundamento plásticos local, acima disso é considerado afundamento plástico de trilha de roda (DNIT, 2005);
- Afundamento de consolidação: apresentam consolidação diferencial de uma ou mais camadas do pavimento e subleito sem o acompanhamento de elevação lateral. Quando ocorrem em extensões de até 6 metros, classifica-se como afundamento de consolidação local, acima disso, afundamento de consolidação de trilha de roda (DNIT, 2005).

**Figura 2.3 – Outras situações de manifestações patológicas em pavimentos.**

**a) Escorregamento**



**b) Ondulação**



**c) Exsudação**



**d) Desgaste superficial**



**e) Panela/Buraco**



**f) Afundamento**



Fonte: Adaptado de DNIT (2003).

## 2.2. Avaliação da Condição de Pavimentos Flexíveis.

Para que seja realizado uma avaliação eficaz da qualidade e da possível existência destas manifestações patológicas em pavimentos flexíveis, diversos parâmetros de referência já normatizados pelo Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT) devem ser analisados. Para estas avaliações o DNIT tem como métodos os seguintes procedimentos: DNIT-PRO 006 (2003); DNIT-PRO 007 (2003); DNIT-PRO 008 (2003), (DNIT, 2006).

Diante do conhecimento dos diferentes tipos de manifestações patológicas as diversas avaliações podem ser feitas de forma mais eficiente, dentre os meios de avaliação de um pavimento pode-se citar alguns deles, segundo o DNIT (2006):

- Avaliação das condições estruturais: onde é realizada uma deflexão máxima do pavimento, pela sua capacidade de sustentar cargas.
- Avaliação de condições de segurança: nesta avaliação a principal propriedade a ser analisada é a sua capacidade de aderência e atrito entre a sua superfície e o pneu.
- Avaliação das condições da superfície: relacionada à estética do pavimento, consiste no impacto visual causado aos usuários;
- Avaliação de custo: onde se avalia os gastos iniciais na concepção do pavimento até os gastos ao longo de sua vida útil com manutenções;
- Avaliação do desempenho: onde é feito através de levantamentos periódicos, a partir de medição das irregularidades longitudinais e transversais de modo a indicar o serviço do pavimento;
- Avaliação de deterioração: refere-se aos danos causados no pavimento ao longo de sua vida útil, podendo ser monitorados por inspeções periódicas na superfície.

Outros dois tipos de avaliações amplamente utilizadas para se determinar o estado de conservação do pavimento, são a avaliação objetiva e a avaliação subjetiva da superfície do pavimento.

A avaliação objetiva, segundo Machado (2013), indica o quanto a qualidade de rolamento e a segurança da via são prejudicadas pelas irregularidades do pavimento a partir de medições, através de vários métodos quantitativos associados a caracterização própria do pavimento. Já a avaliação subjetiva leva em consideração aspectos que são percebidos pelo próprio usuário que, sem ter um conhecimento técnico, é capaz de avaliar subjetivamente o pavimento em questão, identificando os principais defeitos que possam existir (CAREY E IRICK, 1960).

Existem diversas formas de realizar uma avaliação subjetiva, uma delas é utilizando ICPF (Índice de Condição dos Pavimentos Flexíveis e semi-rígidos), sendo um índice de qualidade que, segundo (DNIT 063/2004), foi criado por engenheiros do exército americano (USACE), que avalia o estado funcional do pavimento, ou seja, se o pavimento oferece segurança, suavidade e conforto ao transitar.

O ICPF também é um parâmetro indicador da condição geral do pavimento, importante para a decisão que deve ser tomada para a adoção de medidas para a manutenção, reparo e conservação, além da estimativa da vida útil, entre outros (DNIT 063/2004).

Além destas avaliações, o DNIT adotou algumas especificações para classificar manifestações patológicas em pavimentos flexíveis, estabelecendo métodos e equipamentos para analisar e definir as condições de superfície de um pavimento asfáltico, sendo eles:

- DNIT (2003a) esta especificação define os termos, empregados em defeitos que ocorrem nos pavimentos flexíveis e semirrígidos, e padroniza os termos adotados na elaboração das normas, manuais, projetos e textos relacionados. É de grande utilização, pois padronizou os nomes dos defeitos em todo território do Brasil;

- DNIT (2003b) esta especificação elenca as etapas utilizadas na avaliação objetiva de pavimentos flexíveis e semirrígidos a serem realizadas na superfície da pista de rolamento. Ela também estabelece todos os equipamentos necessários para avaliação e os conceitos de degradação de pavimento por meio do IGG (Índice de Gravidade Global);
- DNIT (2003c) esta especificação apresenta as formas de levantamento utilizadas na avaliação da condição de superfície dos pavimentos. Para tanto ela recomenda dividir a rodovia em trechos homogêneos para gerência de pavimento e estudo de projetos, o parâmetro utilizado nessa especificação é o grau de degradação obtido utilizando a treliça de alumínio;
- DNIT (2003d) esta especificação visa por meio do levantamento visual contínuo fazer a avaliação da superfície de pavimentos flexíveis e semirrígidos, a partir desse levantamento se extrai o Índice de Condição de Pavimento Flexível (ICPF) e permite calcular o Índice de Gravidade Global Expedido (IGGE) e o Índice do Estado de Superfície do Pavimento (IES);
- DNIT (2003d), esta especificação serve para indicar o índice de serventia dos pavimentos flexíveis e semirrígidos por meio da avaliação subjetiva da superfície desses pavimentos. Ela ainda indica o índice de conforto e suavidade do pavimento.

### 2.3. Análise dos possíveis suportes ao pavimento

Conhecendo todas as manifestações patológicas e seus métodos de classificação e avaliação, algumas técnicas podem ser aplicadas, inicialmente levantando as principais causas para tais manifestações, então, em seguida, propor soluções viáveis para reconstrução e/ou recuperação do pavimento (SILVA & OLIVEIRA, 2021).

Para a reconstrução e reparos de trincas/fendas, algumas técnicas podem ser utilizadas, como:

- Microrrevestimento asfáltico: técnica em que se consiste na mistura de agregados, material de enchimento, emulsão asfáltica, polímeros, água e aditivos, possuindo uma consistência fluida, onde espalha-se pela superfície danificada, fazendo a regularização (DNIT, 2018);
- Lama asfáltica: técnica utilizada em revestimentos com poucos desgastes superficiais e pequeno grau de trincamento. Atua como rejuvenescedor da estrutura, com ação impermeabilizante, onde possui uma associação de agregado mineral, material de enchimento e emulsão asfáltica (DNIT, 2010; SILVA & OLIVEIRA, 2021);
- Tratamento superficial: técnica que consiste na aplicação de ligantes asfálticos e agregados, sem nenhuma mistura de ligantes asfálticos e agregados no pavimento, tendo uma compactação após sua aplicação, para adesão dos ligantes e recobrimento da estrutura (SILVA & OLIVEIRA, 2021);
- Capa selante: técnica onde aplicam-se ligantes no pavimento, com a finalidade de selar trincas, impermeabilizar o asfalto e aumentar o atrito entre o pneu e o pavimento (SILVA & OLIVEIRA, 2021);

No caso de afundamentos as técnicas mais usadas de recuperação do pavimento são fresagem e recapeamento. Segundo Bernucci et al (2008), a fresagem é realizada cortando o revestimento existente e recuperando-o, assim restabelecendo a capacidade de rolamento ou melhorando sua qualidade de suporte. A vantagem da fresagem é que o material utilizado pode ser reutilizado. Já o recapeamento é a construção de camadas asfálticas sobre a camada já existente, onde é corrigido o nivelamento do asfalto antigo, criando uma camada mais uniforme.

Para a recuperação da manifestação patológica do tipo panelas são feitos, geralmente, através de remendos, um corte com ângulo de 90° com a superfície. Após o corte é realizada a imprimação de todo o local, selando as trincas. Por fim, é aplicado o novo pavimento asfáltico, obtendo a recuperação superficial ou profunda (DNIT, 2006).

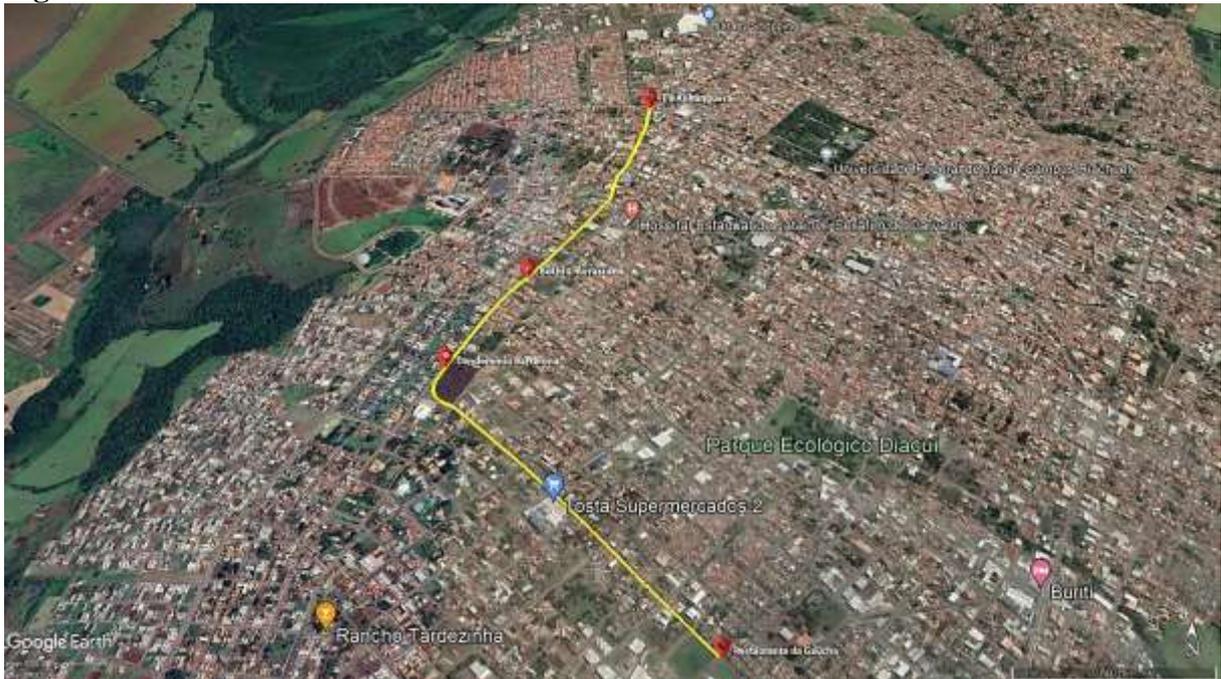
Entretanto, conforme o manual de pavimentação do DNIT (2006), antes disso, é importante que sejam realizadas manutenções preventivas periodicamente para que se evite maiores desgastes e o surgimento de patologias que prejudiquem o tráfego. Para isso algumas atividades podem ser realizadas, entre elas:

- Limpeza de sarjetas e meios-fios: tem como finalidade desobstruir o caminho a ser percorrido pela água que incide sobre a sarjeta, a qual deve ser dirigida para um adequado escoamento (DNIT, 2006);
- Limpeza manual de valeta: consiste na remoção do entulho e dos sedimentos acumulados. No caso de valetas não revestidas deverá ser evitada a remoção total da vegetação: apenas aquela que impeça o fluxo da água deverá ser cortada (DNIT, 2006);
- Limpeza de bueiros: trata-se da desobstrução dos canais e das bocas de entrada e saída, até o limite da faixa de domínio, bem como da remoção de qualquer material sedimentar acumulado no interior da tubulação (DNIT, 2006);
- Limpeza de bocas e drenos profundos e subsuperficiais: trata-se da desobstrução das bocas dos drenos profundos e subsuperficiais (DNIT, 2006);
- Roçagem: é o corte de vegetação de pequeno porte na faixa de domínio, dentro da mata natural ou na arborização implantada. Tem como finalidade tornar as áreas marginais da rodovia livres de vegetação que impeça a fácil visualização da sinalização vertical ou propicie a ocorrência de incêndios; esta tarefa poderá ser feita manual ou mecanicamente (DNIT, 2006);
- Capina: consiste na erradicação da vegetação, de forma manual ou química, objetivando evitar sua expansão nos acostamentos e facilitar a drenagem (DNIT, 2006).
- Conservação Preventiva Periódica: Operações de conservação realizadas periodicamente com o objetivo de evitar o surgimento ou agravamento de defeitos.
- Conservação Corretiva Rotineira: Realizada de acordo com uma programação com base na técnica para eliminação de imperfeições existentes. É o conjunto de operações de conservação realizadas com o objetivo de reparar ou sanar defeitos.

### 3. METODOLOGIA

O presente trabalho tem natureza aplicada com objetivo exploratório e uma abordagem qualitativa. Com o intuito de alcançar os objetivos propostos, foi realizado um estudo de caso envolvendo diferentes manifestações patológicas em uma via de pavimento flexível, situada em um local de grande fluxo de veículos pesados, com a intenção de analisar e classificar as manifestações encontradas e identificar o estado de deterioração deste pavimento. Este trecho selecionado foi dividido em 3 (três) partes com 1 (um) quilômetro cada, totalizando 3 (três) mil metros ou 3 (três) quilômetros, contemplando a rua do Hipódromo, Alameda Fernando Costa e rua 106, hoje utilizadas como BR-158, que corta o perímetro urbano da cidade de Jataí, Goiás, conforme mostrado na Figura 3.1.

**Figura 3.1 – Trecho da via estudado**



Fonte: Google Earth (Data da Imagem: 29/11/2022).

Para isso, este trabalho teve como base de estudo as referências bibliográficas em forma de artigos, dissertações de mestrado, Normas Técnicas Brasileiras (ABNT NBR), livros didáticos da área, entre outros, pois é através destas referências que foi possível identificar e classificar as manifestações patológicas.

Nesse sentido, procurou-se diagnosticar a atual condição do pavimento flexível dos trechos em estudo, de acordo com as Normas do Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT), propondo possíveis soluções para cada manifestação patológica encontrada no trecho selecionado, mediante a uma inspeção visual contínua, por meio da determinação do ICPF – Índice de Condição dos Pavimentos Flexíveis e semi-rígidos, do Índice de Gravidade Global Expedito (IGGE) e do Índice do Estado de Superfície do Pavimento (IES), encontrado na norma DNIT 008/2003 - PRO.

Portanto, inicialmente realizou-se uma primeira avaliação *“in loco”* do pavimento, obtendo informações importantes para que fosse possível destacar de modo visual as manifestações patológicas existentes, averiguando os possíveis graus de severidade.

Em seguida, utilizando-se da norma DNIT 008/2003 - PRO, foi realizada a avaliação da superfície do pavimento flexível, como já foi mencionado, baseando-se na determinação do valor do ICPF, simultaneamente proporcionando informações necessárias para o cálculo do IGGE e do IES. Assim, para obter um resultado final satisfatório, foi necessário o preenchimento do formulário conforme Figura 3.2.



**Quadro 3.2 – Conceitos do ICPF**

CONCEITO	DESCRIÇÃO	ICPF
Ótimo	NECESSITA APENAS DE MANUTENÇÃO ROTINEIRA	5-4
Bom	APLICAÇÃO DE LAMA ASFÁLTICA - Desgaste superficial, trincas não muito severas em áreas não muito extensas.	4-3
Regular	CORREÇÃO DE PONTOS LOCALIZADOS OU RECAPEAMENTO - pavimento trincado, com “painelas” e remendos pouco frequentes e com irregularidades longitudinal ou transversal.	3-2
Ruim	RECAPEAMENTO COM CORREÇÕES PRÉVIAS - defeitos generalizados com correções prévias em áreas localizadas - remendos superficiais ou profundos.	2-1
Péssimo	RECONSTRUÇÃO - defeitos generalizados com correções prévias em toda a extensão. Degradação do revestimento e das demais camadas - infiltração de água e descompactação da base.	1-0

Fonte: DNIT 008/2003 - PRO.

Em seguida, para o cálculo do IGGE foi realizada a média dos dados de todos os trechos, preenchendo a planilha, conforme Figura 3.3, especificado pela norma DNIT 008/2003 - PRO, utilizando a Equação 1.

$$IGGE = (Pt \times Ft) + (Poap \times Foap) + (Ppr \times Fpr) \quad (1)$$

Onde:

Ft, Pt - Frequência e Peso do conjunto de trincas t;

Foap, Poap - Frequência e Peso do Conjunto de deformações;

Fpr, Ppr - Frequência (quantidade por km) e Peso do conjunto de painelas e remendos.



Por fim, o cálculo do IES - Índice do Estado da Superfície do pavimento é avaliado em função do ICPF e do IGGE já calculados, com valores que estão compreendidos de 0 a 10, assim o valor obtido do IES é justamente o estado final da superfície do pavimento, determinados de acordo com o Quadro 3.5, conforme a norma DNIT 008/2003 - PRO.

**Quadro 3.5 – Índice do Estado da Superfície do pavimento**

DESCRIÇÃO	IES	CÓDIGO	CONCEITO
$IGGE \leq 20$ e $ICPF > 3,5$	0	A	ÓTIMO
$IGGE \leq 20$ e $ICPF \leq 3,5$	1	B	BOM
$20 \leq IGGE \leq 40$ e $ICPF > 3,5$	2		
$20 \leq IGGE \leq 40$ e $ICPF \leq 3,5$	3	C	REGULAR
$40 \leq IGGE \leq 60$ e $ICPF > 2,5$	4		
$40 \leq IGGE \leq 60$ e $ICPF \leq 2,5$	5	D	RUIM
$60 \leq IGGE \leq 90$ e $ICPF > 2,5$	7		
$60 \leq IGGE \leq 90$ e $ICPF \leq 2,5$	8	E	PÉSSIMO
$IGGE > 90$	10		

Fonte: DNIT 008/2003 - PRO

Após seguir todo esse procedimento de avaliação visual contínua do pavimento, foi realizada a elaboração do quadro resumo disponibilizado pelo DNIT 008/2003 – PRO com o valor final do IES a partir do ICPF e do IGGE e do levantamento das potenciais manifestações patológicas.

Foi utilizado como referência as normas DNIT 005/2003 e DNIT 006/2003 - PRO do DNIT para apresentar possíveis soluções técnicas para as falhas encontradas, como manutenção, reabilitação e/ou reparos do pavimento estudado.

#### 4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Para realizar o primeiro dia de levantamento na via de estudo, perímetro urbano da BR-158 na cidade de Jataí, foram ao local dois avaliadores que percorreram a pé o trecho entre os quilômetros 271 e 274 da referida rodovia, em condições climáticas favoráveis, uma vez que foi realizado em um dia ensolarado, com poucas nuvens e com bastante luz natural, onde coletaram informações e realizaram um levantamento fotográfico.

Neste primeiro estudo, realizado no dia 6 de novembro de 2022 “*in loco*”, foram utilizados uma trena a laser para medir o tamanho da via e manifestações patológicas em potencial, além de uma pequena planilha com anotações.

Com isso, nesta primeira avaliação visual foi possível identificar de forma imediata a situação da via em questão, que no primeiro momento de modo geral, encontra-se em péssimas condições como relatado no levantamento fotográfico apresentado. Entre as diversas manifestações patológicas detectadas. Vale ressaltar as manifestações de trinca interligada – tipo jacaré (Figura 4.1), trincas tipo “Bloco” (Figura 4.2), escorregamento (Figura 4.3) e ondulação ou Corrugação (Figura 4.4), encontrada em diversos pontos, por todo o trecho estudado.

**Figura 4.1 – Trinca Interligada – tipo jacaré**



Fonte: Elaborada pelos Autores (Local: BR 158 - Perímetro Urbano Jataí-GO, 06/11/2022).

**Figura 4.2– Trinca Interligada – tipo bloco**



Fonte: Elaborada pelos Autores (Local: BR 158 - Perímetro Urbano Jataí-GO, 06/11/2022).

**Figura 4.3 – Escorregamento**



Fonte: Elaborada pelos Autores (Local: BR 158 - Perímetro Urbano Jataí-GO, 06/11/2022).

**Figura 4.4 – Ondulação ou Corrugação**



Fonte: Elaborada pelos Autores (Local: BR 158 - Perímetro Urbano Jataí-GO, 06/11/2022).

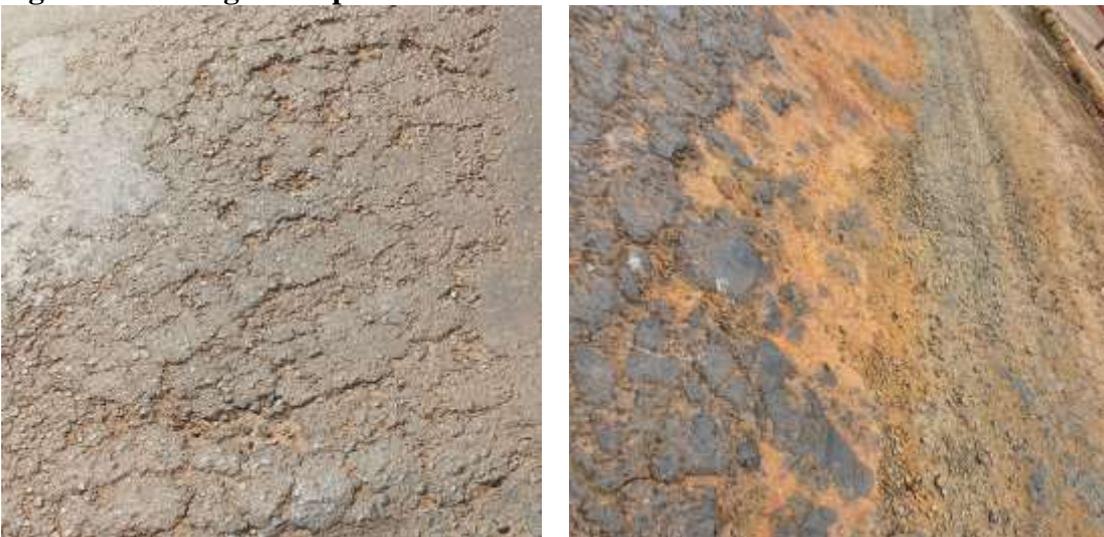
Além destas manifestações patológicas detectadas em maior quantidade, ainda foram encontradas manifestações menos presentes, como trincas transversais (Figura 4.5), desgaste superficial (Figura 4.6), remendos (Figura 4.7) e afundamento plástico de trilha de roda (Figura 4.8).

**Figura 4.5 – Trincas transversais**



Fonte: Elaborada pelos Autores (Local: BR 158 - Perímetro Urbano Jataí-GO, 06/11/2022).

**Figura 4.6 – Desgaste superficial**



Fonte: Elaborada pelos Autores (Local: BR 158 - Perímetro Urbano Jataí-GO, 06/11/2022).

**Figura 4.7 – Remendos**



Fonte: Elaborada pelos Autores (Local: BR 158 - Perímetro Urbano Jataí-GO, 06/11/2022).

**Figura 4.8 – Afundamento plástico de trilha de roda**



Fonte: Elaborada pelos Autores (Local: BR 158 - Perímetro Urbano Jataí-GO, 06/11/2022).

Com esta avaliação inicial, diante das manifestações patológicas encontradas, pode-se perceber que o trecho do pavimento estudado se encontra com alto índice de carga, causando fadiga dos materiais das camadas betuminosas, pelo alto tráfego, principalmente de veículos pesados (PNCT, 2019).

Em seguida, foi realizada no dia 21 de novembro de 2022, uma segunda avaliação, chamada de avaliação visual contínua, onde conforme a norma DNIT 008/2003 - PRO, foi percorrido o mesmo trecho de estudo, localizado nas coordenadas iniciais de latitude:  $-17.879659^\circ$ , longitude:  $-51.732936^\circ$  e coordenadas finais de latitude:  $-17.902101^\circ$ , longitude:  $-51.731164^\circ$ , através de um veículo com velocímetro/odômetro para aferição da velocidade de operação e das distâncias percorridas, assim, além de uma nova avaliação visual das manifestações patológicas, pode-se verificar a qualidade da rolagem do pavimento.

O veículo estava em uma velocidade média aproximada de 40 km/h, percorrendo a via de pista simples em um único sentido, sendo dividido em 3 subtrechos com extensão de 1 km cada e analisada simultaneamente as duas faixas de tráfego. Assim, para cada subtrecho

avaliado, os resultados obtidos por cada avaliador, dos cálculos do ICPF, foram anotados no formulário do levantamento visual conforme norma DNIT 008/2003 – PRO.

#### Quadro 4.1 - Formulário ICPF - Avaliador 1

FORMULÁRIO PARA O LEVANTAMENTO VISUAL CONTÍNUO																
Largura da Pista:		11 metros										Nº PISTA/LADO:		1 (SIMPLES)		
Largura do Acostamento:		ND														
Início:		BR 158 KM 271														
Fim:		BR 158 KM 274										DATA:		6/11/2022		
SEGMENTO				FREQUÊNCIA DE DEFEITOS (A,M,B ou S)										REV	ICPF	OBSERVAÇÕES
Nº DO SEG	ODÔMETRO/KM		EXTENÇÃO	P	TRINCAS			R	DEFORMAÇÕES		OUTROS DEFEITOS					
	INÍCIO	FIM			TR	TJ	TB		AF	O	D	EX	E			
1	0	1	1KM	A	B	A	A	A	A	A	M	A	A	*	<b>1</b>	Perímetro Urbano
2	1	2	1KM	M	M	A	A	A	M	A	B	A	M	*	<b>2</b>	Perímetro Urbano
3	2	3	1KM	M	B	M	A	A	A	A	B	M	A	*	<b>1,5</b>	Perímetro Urbano
P - Panela                      TR - Trinca Isolada                      TJ - Trinca Couro de Jacaré TB - Trinca em Bloco                      R - Remendo                      AF - Afundamento                      O - Ondulações D- Desgaste do Pavimento                      EX - Exsudação                      E - Escorregamento do revestimento betuminoso REV - Tipo de Revestimento                      ICPF - Índice de Condições                      *Não Definido (ND)													<b>AVALIADOR:</b>		Douglas Zanuzzi Palharini	

Fonte: Adaptada de DNIT 008/2003 - PRO.

#### Quadro 4.2 - Formulário ICPF - Avaliador 2

FORMULÁRIO PARA O LEVANTAMENTO VISUAL CONTÍNUO																
Largura da Pista:		11 metros										Nº PISTA/LADO:		1 (SIMPLES)		
Largura do Acostamento:		ND														
Início:		BR 158 KM 271														
Fim:		BR 158 KM 274										DATA:		11/21/2022		
SEGMENTO				FREQUENCIA DE DEFEITOS (A,M,B ou S)										REV	ICPF	OBSERVAÇÕES
Nº DO SEG	ODÔMETRO/KM		EXTENÇÃO	P	TRINCAS			R	DEFORMAÇÕES		OUTROS DEFEITOS					
	INÍCIO	FIM			TR	TJ	TB		AF	O	D	EX	E			
1	0	1	1KM	B	B	A	B	A	A	A	A	M	B	*	<b>1</b>	Perímetro Urbano
2	1	2	1KM	B	B	A	B	A	A	A	A	M	B	*	<b>2,5</b>	Perímetro Urbano
3	2	3	1KM	B	B	A	B	A	A	A	A	M	B	*	<b>1,5</b>	Perímetro Urbano
P - Panela                      TR - Trinca Isolada                      TJ - Trinca Couro de Jacaré TB - Trinca em Bloco                      R - Remendo                      AF - Afundamento                      O - Ondulações D- Desgaste do Pavimento                      EX - Exsudação                      E - Escorregamento do revestimento betuminoso REV - Tipo de Revestimento                      ICPF - Índice de Condições                      *Não Definido (ND)													<b>AVALIADOR:</b>		João Marcos Vieira de Sousa	

Fonte: Adaptada de DNIT 008/2003 - PRO.

Em seguida, os avaliadores desenvolveram o cálculo do IGGE obtido através da Equação 1, seguindo a norma DNIT 008/2003 – PRO, no qual foi desenvolvida com o auxílio

dos dados do Formulário de cálculo do IGGE apresentados nos Quadro 4.3 e Quadro 4.4, utilizando os pesos em função da frequência e da gravidade das situações das falhas anotadas, também disponíveis nos Quadros 3.3 e 3.4.

#### Quadro 4.3 - Formulário de cálculo do IGGE - Avaliador 1

IGGE - ÍNDICE DE GRAVIDADE GLOBAL EXPEDITO (CÁLCULO)													
<b>Largura da Pista:</b>		11 metros								<b>Nº PISTA/LADO:</b>		1 (SIMPLES)	
<b>Largura do Acostamento:</b>		ND											
<b>Início:</b>		BR 158 KM 271											
<b>Fim:</b>		BR 158 KM 274								<b>DATA:</b>		21/11/2022	
SEGMENTO				TRINCAS			DEFORMAÇÕES			PANELA + REMENDO			(Ft x Pt) + (Foap x Poap) + (Fpr x Ppr) = IGGE
Nº DO SEG	KM INÍCIO	KM FIM	EXTENSÃO	Ft (%)	Pt	Ft x Pt	Foap (%)	Poap	Foap x Poap	Fpr nº	Ppr	Fpr x Ppr	
1	0	1	1	80	0,65	52	80	1	80	38	1	38	<b>170</b>
2	1	2	1	50	0,65	32,5	60	1	60	10	1	10	<b>102,5</b>
3	2	3	1	40	0,45	18	75	1	75	6	1	6	<b>99</b>

Fonte: Adaptada de DNIT 008/2003 - PRO.

#### Quadro 4.4 - Formulário de cálculo do IGGE - Avaliador 2

IGGE - ÍNDICE DE GRAVIDADE GLOBAL EXPEDITO (CÁLCULO)													
<b>Largura da Pista:</b>		11 metros								<b>Nº PISTA/LADO:</b>		1 (SIMPLES)	
<b>Largura do Acostamento:</b>		ND											
<b>Início:</b>		BR 158 KM 271											
<b>Fim:</b>		BR 158 KM 274								<b>DATA:</b>		11/21/2022	
SEGMENTO				TRINCAS			DEFORMAÇÕES			PANELA + REMENDO			(Ft x Pt) + (Foap x Poap) + (Fpr x Ppr) = IGGE
Nº DO SEG	KM INÍCIO	KM FIM	EXTENSÃO	Ft (%)	Pt	Ft x Pt	Foap (%)	Poap	Foap x Poap	Fpr nº	Ppr	Fpr x Ppr	
1	0	1	1	90	0,65	58,5	85	1	85	35	1	35	<b>178,5</b>
2	1	2	1	49	0,45	22,05	70	1	70	11	0,9	9,9	<b>101,95</b>
3	2	3	1	30	0,3	9	75	1	75	5	0,8	4	<b>88</b>

Fonte: Adaptada de DNIT 008/2003 - PRO.

Por fim, na última etapa do levantamento visual contínuo a partir do quadro resumo abaixo, o Índice de Estado da Superfície do Pavimento (IES) indica os valores para cada subtrecho analisado pelos avaliadores de acordo com o Índice de Condição do Pavimento Flexível (ICPF) e o Índice de Gravidade Global Expedito (IGGE).

**Quadro 4.5 - Quadro resumo**

PAVIMENTOS FLEXÍVEIS E SEMI-RÍGIDOS RESULTADOS DO LEVANTAMENTO VISUAL CONTÍNUO									
SEGMENTO				RESULTADOS					OBSERVAÇÕES
Nº DO SEG	KM INÍCIO	KM FIM	EXTENSÃO	ICPF	IGGE	IES			
						VALOR	CÓDIGO	CONCEITO	
AVALIADOR 1									
1	0	1	1KM	1	170	10	E	PÉSSIMO	Perímetro Urbano
2	1	2	1KM	2	102,5	10	E	PÉSSIMO	Perímetro Urbano
3	2	3	1KM	1,5	99	10	E	PÉSSIMO	Perímetro Urbano
AVALIADOR 2									
1	0	1	1KM	1	178,5	10	E	PÉSSIMO	Perímetro Urbano
2	1	2	1KM	2,5	101,95	10	E	PÉSSIMO	Perímetro Urbano
3	2	3	1KM	1,5	88	8	E	PÉSSIMO	Perímetro Urbano

Fonte: Adaptada de DNIT 008/2003 - PRO.

Levando-se em consideração os levantamentos realizados a partir da visita “*in loco*” e da aplicação da avaliação baseada na norma DNIT 008/2003 – PRO é possível concluir que o trecho analisado possui graves problemas estruturais devido às deficiências na sua formação ou execução, altas temperaturas e também devido a grandes cargas aplicadas no pavimento, oriundos da alta trafegabilidade existente na via, com isso a pista.

Outro ponto a ser considerado, está relacionado a falta de manutenção e reparos na via. Segundo informações passadas pelo Superintendente municipal de pavimentação asfáltica e vias públicas da Prefeitura Municipal de Jataí, o DNIT atualmente obtém a responsabilidade sob o trecho estudado, porém não vêm efetuando a devida manutenção preventiva periódica, agravando ainda mais os defeitos e a segurança. Assim, o próprio poder público municipal, executa manutenções de forma paliativa com aplicação apenas de lama asfáltica em alguns pontos de maior necessidade, trabalho conhecido como “tapa buracos”. Com isso, a última manutenção feita na via foi realizada há aproximadamente 1 (um) mês atrás da data deste trabalho.

Vale ressaltar ainda, que segundo informações passadas pelo Superintendente municipal de pavimentação asfáltica e vias públicas da Prefeitura Municipal de Jataí, a via escolhida para o estudo inicialmente foi projetada para suprir a necessidade apenas do tráfego urbano de veículos médios e leves, portanto possui uma estrutura relativamente simples e sem muita robustez, como é comum de uma simples rua do perímetro urbano de uma cidade de porte pequeno/médio. Entretanto, devido às circunstâncias, houve a necessidade de transformá-la em uma Rodovia Federal, onde o tráfego é claramente constante e de veículos mais pesados, como carretas, bitrens e até rodotrens, além disso, continua atendendo o tráfego urbano.

Assim, fica claro diante de todas as manifestações patológicas encontradas e dos fatores mencionados até aqui, que os defeitos generalizados detectados no pavimento são causados principalmente por um excesso de tráfego com alta carga prejudicando a rolagem da pista, além do próprio desgaste natural provocado pelo meio ambiente e a falta de manutenção constante. Contudo, a solução mais adequada para esta via de acordo com no Quadro 3.2 – Conceitos do ICPF é a reconstrução total, refazendo as camadas inferiores e por fim reconstruindo a camada de rolamento, deixando o pavimento novo.

## CONCLUSÕES

Com base nas avaliações subjetivas realizadas no trecho da via selecionado, as manifestações patológicas presentes com maior frequência foram a trinca interligada – tipo jacaré, trincas tipo “Bloco”, trincas transversais, escorregamento, ondulação ou Corrugação, desgaste superficial, remendos e afundamento plástico de trilha de roda.

Realizando o método do Levantamento Visual Contínuo, pode-se perceber que nos cálculos do ICPF e do IGGE, índice estes importantes para a classificação do estado do pavimento, o trecho estudado possui diversas manifestações patológicas que prejudicam a qualidade de rolagem e a segurança na trafegabilidade, considerando assim um trecho em péssimo estado de conservação, ficando claro a necessidade de uma reconstrução total do pavimento.

Outro ponto importante a se destacar é a baixa robustez do pavimento, já que possui uma estrutura simples, não projetada para suportar o grande tráfego pesado existente neste local, pois houve a necessidade de transformá-la em uma Rodovia Federal, onde o tráfego é claramente caracterizado por veículos pesados, além de continuar atendendo as demandas do tráfego urbano.

Ainda vale mencionar que para trabalhos futuros seria interessante a realização de novas avaliações subjetivas com métodos diferentes, além de avaliações objetivas, já que para este estudo não foi possível realizá-los por falta de tempo hábil, podendo assim detalhar ainda mais os problemas encontrados e soluções ainda mais detalhadas para melhorar o pavimento.

Portanto, conclui-se este estudo de caso, destacando-se a importância do planejamento e da gestão dos pavimentos, possibilitando assim um gerenciamento mais consciente e eficaz, evitando o agravamento das condições da via, pois, mesmo realizando apenas uma análise subjetiva e visual os resultados mostrados foram pertinentes ao estudo das manifestações patológicas, já que foi possível identificar e classificar tais defeitos.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a minha esposa, Katrine Souza Silva, pelo apoio, confiança e também pelo amor, carinho e companheirismo ao longo de toda essa jornada. Agradeço meus pais, irmã e em especial meu filho Eduardo, por estarem sempre comigo. E por fim, agradeço minha orientadora Bruna Gôbbo de Águas e meu colega de trabalho João Marcos Vieira de Sousa, por todo o suporte e ajuda na realização e conclusão deste trabalho.

Douglas Zanuzzi Palharini

Agradeço primeiramente a Deus, Agradeço em especial aos meus pais e minha irmã, por estarem sempre comigo e por todo o apoio e confiança que depositaram em mim. Agradeço aos amigos que fiz durante todos esses anos na universidade, que me apoiaram e foram minha família durante este período onde a minha família estava longe. E por fim, agradeço minha orientadora Bruna Gôbbo de Águas e meu colega de trabalho Douglas Zanuzzi Palharini, por todo o suporte e ajuda na realização e conclusão deste trabalho.

João Marcos Vieira de Sousa

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADURES, L. A. K. **Estudo de caso de patologias em pavimento flexível em trecho da rodovia MS-162. 2019.** Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia

Civil) – Faculdade de Engenharia, Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados, MS, 2019. Disponível em <<http://repositorio.ufgd.edu.br/jspui/handle/prefix/2352>>. Acesso em 28 de nov. de 2022.

ALAVES, Micael Terra de Oliveira; FERNANDES, Ricardo Eguchi Correa; BERTEQUINI, Aline Botini Tavares. **Patologias em Pavimento Flexível**. XVIII ENPEX Unitoledo, 2018. Disponível em: <<https://servicos.unitoledo.br/repositorio/bitstream/7574/2179/3/--PATOLOGIAS%20%20EM%20PAVIMENTO%20FLEX%C3%8DVEL.pdf>>. Acesso em 28 de nov. de 2022.

ALMEIDA, Caíque Viana Sousa. RODRIGUES, Bruno de Oliveira. LIMA, Livia Ramos. **Estudo do dimensionamento de pavimentos através do método Medina, em trecho a ser duplicado na BR-116**. Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento. Ano 06, Ed. 05, Vol. 12, pp. 97-137. Maio de 2021. ISSN: 2448-0959, Disponível em: <<https://www.nucleodoconhecimento.com.br/engenharia-civil/metodo-medina>> Acesso em 28 de nov. de 2022.

BALBO, J. Pavimentação Asfáltica: **Materiais, Projeto E Restauração - 1ªED. (2007)**. Oficina de Textos. São Paulo, 2007. Disponível em: <<https://www.travessa.com.br/pavimentacao-asfaltica-materiais-projeto-e-restauracao-1-ed-2007/artigo/67c99345-4a7c-4b01-b755-eb5ca3a34f76>>. Acesso em 28 de nov. de 2022.

BERNUCCI, L. B; MOTTA, L. M.; CERATTI, J. A. P.; SOARES, J. B.. **Pavimentação asfáltica: Formação básica para engenheiros**. 3ª reimpressão – Rio de Janeiro: Petrobrás, 2008.

BERTOLLO, S. A. M. (1997). **Considerações Sobre a Gerência de Pavimentos Urbanos em Nível de Rede**. Dissertação (Mestrado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo. São Carlos, SP. Disponível em: <[https://teses.usp.br/teses/disponiveis/18/18137/tde-08032018-111020/publico/Dissert\\_Bertollo\\_SandraAM.pdf](https://teses.usp.br/teses/disponiveis/18/18137/tde-08032018-111020/publico/Dissert_Bertollo_SandraAM.pdf)>. Acesso em 28 de nov. de 2022.

BRASIL. **Petrobrás**. Asfalto informações técnicas. Rio de Janeiro, 2015. Disponível em: <<https://petrobras.com.br/data/files/10/83/B4/2C/5A39C710E2EF93B7B8E99EA8/manua-l-de-asfalto.pdf>>. Acesso em 28 de nov. de 2022.

CAREY JR., W.N.; IRICK, P.E. **The pavement serviceability-performance concept**. HRB Bulletin, n. 250, p. 40-58, 1960. Disponível em: <<https://onlinepubs.trb.org/Onlinepubs/hrbulletin/250/250-003.pdf>>. Acesso em 28 de nov. de 2022.

CNT DE RODOVIAS: Classificação do estado geral das rodovias. *In: CNT DE RODOVIAS*. CNT, 2022. Disponível em: <<https://www.cnt.org.br/pesquisas>>. Acesso em: 29 nov. 2022.

CNT DE RODOVIAS: Panorama atual da malha rodoviária brasileira. *In: CNT DE RODOVIAS*. CNT, 2022. Disponível em: <<https://pesquisarodovias.cnt.org.br/relatorio-gerencial>>. Acesso em: 29 nov. 2022.

CNT DE RODOVIAS: Rodovias. *In: CNT DE RODOVIAS*. CNT, 2022. Disponível em: <<https://pesquisarodovias.cnt.org.br/PainelIframe/PesquisaCNTRodovias.html>>. Acesso em: 29 nov. 2022.

COSTA, Manoela Romeiro; BATISTA, Tauana de Oliveira. Um estudo sobre patologias em pavimento flexível na cidade de Manhuaçu-MG. **Anais do seminário científico do UNIFACIG**, n. 5, 2019.

CZRNHAK, Ana Carla da Silva; RUBER, Nelso Lucio; DUSI, Luciane Pereira. **Estudo de patologias de pavimentos flexíveis na cidade de caçador/SC**. *IGNIS Periódico Científico de Arquitetura e Urbanismo Engenharias e Tecnologia de Informação*. Caçador/SC, v.8 n.1 p.83-95, 2019. Disponível em: <<https://periodicos.uniarp.edu.br/index.php/ignis/article/view/2260>>. Acesso em 28 de nov. de 2022.

**DNIT 063/2004** – Avaliação Subjetiva de Pavimentos Rígidos PTR3521 - Avaliação e Reabilitação de Pavimentos. Disponível em: <[https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/4325581/mod\\_resource/content/1/Relat%C3%B3rio%20Grupo%203%20-%20DNIT%20063\\_2004.pdf](https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/4325581/mod_resource/content/1/Relat%C3%B3rio%20Grupo%203%20-%20DNIT%20063_2004.pdf)>. Acesso em 28 de nov. de 2022.

GOMES, Matheus Lucas Brito; SILVA JÚNIOR, Flávio Vieira. **Patologia em pavimentos flexíveis: estudo de caso para o estacionamento do ITPAC Porto**. CBPC - Companhia Brasileira de Produção Científica. Porto Nacional/TO, v. 1 n. 1 p. 2-10, 2019. Disponível em: <<http://www.cognitionis.inf.br/index.php/inventionis/article/view/CBPC2674-6395.2019.001.0001>>. Acesso em 28 de nov. de 2022.

IBGE: Cidades/Jataí. *In: IBGE-Cidade/Jataí-Go*. IBGE, 2022. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/go/jatai/pesquisa/22/28120>>. Acesso em: 29 nov. 2022.

MACHADO, Denise Maria Camargo. **Avaliação de normas de Identificação de defeitos para fins de gerência de pavimentos flexíveis**. Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo, 2013. Disponível em: <<https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/18/18143/tde-07112013-092252/publico/Denise.pdf>>. Acesso em 28 de nov. de 2022.

MAIA, Iva Marlene Cardoso. **Caraterização de Patologias em Pavimentos Rodoviários**. Faculdade de Engenharia Universidade do Porto, 2012. Disponível em: <<https://repositorio-aberto.up.pt/bitstream/10216/68091/1/000154859.pdf>>. Acesso em 28 de nov. de 2022.

**NORMA DNIT 005/2003** - Defeitos nos pavimentos flexíveis e semi-rígidos Terminologia. Disponível em: <[https://www.gov.br/dnit/pt-br/assuntos/planejamento-e-pesquisa/ipr/coletanea-de-normas/coletanea-de-normas/terminologia-ter/dnit\\_005\\_2003\\_ter-1.pdf](https://www.gov.br/dnit/pt-br/assuntos/planejamento-e-pesquisa/ipr/coletanea-de-normas/coletanea-de-normas/terminologia-ter/dnit_005_2003_ter-1.pdf)>. Acesso em 28 de nov. de 2022.

**NORMA DNIT 006/2003** - PRO - Avaliação objetiva da superfície de pavimentos flexíveis e semi-rígidos - Procedimento. Disponível em: <[https://www.gov.br/dnit/pt-br/assuntos/planejamento-e-pesquisa/ipr/coletanea-de-normas/coletanea-de-normas/procedimento-pro/dnit006\\_2003\\_pro.pdf](https://www.gov.br/dnit/pt-br/assuntos/planejamento-e-pesquisa/ipr/coletanea-de-normas/coletanea-de-normas/procedimento-pro/dnit006_2003_pro.pdf)>. Acesso em 28 de nov. de 2022.

**NORMA DNIT 007/2003** - PRO - Levantamento para avaliação da condição de superfície de subtrecho homogêneo de rodovias de pavimentos flexíveis e semi-rígidos para gerência de pavimentos e estudos e projetos Procedimento. Disponível em: <[https://www.gov.br/dnit/pt-br/assuntos/planejamento-e-pesquisa/ipr/coletanea-de-normas/coletanea-de-normas/procedimento-pro/DNIT\\_007\\_2003\\_PRO](https://www.gov.br/dnit/pt-br/assuntos/planejamento-e-pesquisa/ipr/coletanea-de-normas/coletanea-de-normas/procedimento-pro/DNIT_007_2003_PRO)>. Acesso em 28 de nov. de 2022.

**NORMA DNIT 008/2003** - PRO - Levantamento visual contínuo para avaliação da superfície de pavimentos flexíveis e semi-rígidos Procedimento. Disponível em: <[https://www.gov.br/dnit/pt-br/assuntos/planejamento-e-pesquisa/ipr/coletanea-de-normas/coletanea-de-normas/procedimento-pro/DNIT\\_008\\_2003\\_PRO](https://www.gov.br/dnit/pt-br/assuntos/planejamento-e-pesquisa/ipr/coletanea-de-normas/coletanea-de-normas/procedimento-pro/DNIT_008_2003_PRO)>. Acesso em 28 de nov. de 2022.

**NORMA DNIT 009/2003** - PRO - Avaliação subjetiva da superfície de pavimentos flexíveis e semi-rígidos - Procedimento. Disponível em: <[https://www.gov.br/dnit/pt-br/assuntos/planejamento-e-pesquisa/ipr/coletanea-de-normas/coletanea-de-normas/procedimento-pro/DNIT\\_009\\_2003\\_PRO](https://www.gov.br/dnit/pt-br/assuntos/planejamento-e-pesquisa/ipr/coletanea-de-normas/coletanea-de-normas/procedimento-pro/DNIT_009_2003_PRO)>. Acesso em 28 de nov. de 2022.

**NORMA DNIT 031/2006** – ES - Pavimentos flexíveis - Concreto asfáltico - Especificação de serviço. Disponível em: <[http://www.niteroi.rj.gov.br/wp-content/uploads/licitacao/sma/2021/ANEXO%2010F%20-%20DNIT031\\_2006\\_ES%20NORMA%20TR%20\(1\).pdf](http://www.niteroi.rj.gov.br/wp-content/uploads/licitacao/sma/2021/ANEXO%2010F%20-%20DNIT031_2006_ES%20NORMA%20TR%20(1).pdf)>. Acesso em 28 de nov. de 2022.

**NORMA DNIT 035/2018** - ES - Pavimentação asfáltica – Microrrevestimento asfáltico – Especificação de serviço. Disponível em: <[https://www.gov.br/dnit/pt-br/assuntos/planejamento-e-pesquisa/ipr/coletanea-de-normas/coletanea-de-normas/procedimento-pro/DNIT\\_035\\_2018\\_ES.pdf](https://www.gov.br/dnit/pt-br/assuntos/planejamento-e-pesquisa/ipr/coletanea-de-normas/coletanea-de-normas/procedimento-pro/DNIT_035_2018_ES.pdf)>. Acesso em 28 de nov. de 2022.

[normas/especificacao-de-servico-es/dnit\\_035\\_2018\\_es.pdf](#)>. Acesso em 28 de nov. de 2022.

**NORMA DNIT 063/2004** - PRO Pavimento Rígido – Avaliação subjetiva – Procedimento. Disponível em:<[https://www.gov.br/dnit/pt-br/assuntos/planejamento-e-pesquisa/ipr/coletanea-de-normas/coletanea-de-normas/procedimento-pro/dnit\\_063\\_2004\\_pro.pdf](https://www.gov.br/dnit/pt-br/assuntos/planejamento-e-pesquisa/ipr/coletanea-de-normas/coletanea-de-normas/procedimento-pro/dnit_063_2004_pro.pdf)>. Acesso em 28 de nov. de 2022.

**NORMA DNIT 150/2010** - ES - Pavimentação asfáltica – Lama asfáltica – Especificação de serviço. Disponível em:<[https://www.gov.br/dnit/pt-br/assuntos/planejamento-e-pesquisa/ipr/coletanea-de-normas/coletanea-de-normas/especificacao-de-servico-es/dnit\\_150\\_2010-es-1.pdf](https://www.gov.br/dnit/pt-br/assuntos/planejamento-e-pesquisa/ipr/coletanea-de-normas/coletanea-de-normas/especificacao-de-servico-es/dnit_150_2010-es-1.pdf)>. Acesso em 28 de nov. de 2022.

**PAVIMENTAÇÃO Asfáltica - Conceitos Fundamentais sobre Materiais e Revestimentos Asfálticos.** [S. l.: s. n.], 2015. Disponível em: <[https://integrada.minhabiblioteca.com.br/reader/books/978-85-216-2916-0/epubcfi/6/2\[%3Bvnd.vst.idref%3Dcover\]!/4/2/2%4051:1](https://integrada.minhabiblioteca.com.br/reader/books/978-85-216-2916-0/epubcfi/6/2[%3Bvnd.vst.idref%3Dcover]!/4/2/2%4051:1)>. Acesso em: 29 nov. 2022.

**PAVIMENTAÇÃO ASFALTICA.** [S. l.]: ABEDA, 2008. Disponível em: <<https://www.ufjf.br/pavimentacao/files/2018/03/Cap-9-Diagn%C3%B3stico-de-defeitos-avalia%C3%A7%C3%A3o-funcional-e-de-ader%C3%Aancia.pdf>>. Acesso em: 29 nov. 2022.

PINTO, Salomão; PINTO, Isaac Eduardo. **Pavimentação asfáltica: conceitos fundamentais sobre materiais e revestimentos asfálticos.** Rio de Janeiro: Grupo Editora Nacional, 2015.

PRODANOV, C. C.; FREITAS, E. C.. **Metodologia do trabalho científico: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho científico.** 2 ed.. Novo Hamburgo: Universidade Feevale, 2013. Disponível em:<<https://books.google.com.br/books?hl=pt-BR&lr=&id=zUDsAQAQBAJ&oi=fnd&pg=PA13&dq=PRODANOV,+C.+C.%3B+FREITAS,+E.+C..+Metodologia+do+trabalho+cient%C3%ADfico:+m%C3%A9todos+e+t%C3%A9cnicas+da+pesquisa+e+do+trabalho+cient%C3%ADfico.+2+ed..+Novo+Hamburgo:+Universidade+Feevale,+2013.+&ots=dc168hu8FO&sig=1nmE7WarM0TWADYWU PSVeiLZH7s#v=onepage&q=estudo%20de%20caso&f=false>>. Acesso em 28 de nov. de 2022.

**PROJETO de Estradas.** [S. l.: s. n.], 2010. Disponível em: <<https://integrada.minhabiblioteca.com.br/reader/books/9788595023048/pageid/30>>. Acesso em: 29 nov. 2022.

RIBEIRO, Antonio Júnior Alves; BEZERRA, Francisco Regian Diniz; NETO, José Ciro Pinheiro. **Metodologia Prática de Avaliação de Patologias no Pavimento Asfáltico em Avenida de Fortaleza/CE.** Conex. Ci. e Tecnol. Fortaleza/CE, v.11, n. 6, p. 91 - 99, dez.

2017. Disponível em:  
<<http://www.conexoes.ifce.edu.br/index.php/conexoes/article/view/904>>. Acesso em 28 de nov. de 2022.

RIBEIRO, Thiago Pinheiro. Estudo descritivo das principais patologias em pavimento flexível. **Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento**, v. 1, n. 2, p. 733-754, 2017.

RICHER, Alex; NETO, Clésio Silva; RIBEIRO, Fábio Luis Souza Ribeiro. **Avaliação das Patologias no Pavimento Flexível da Rua de acesso ao Loteamento Interlagos no Município de Santa Rita do Sapucaí - MG**. Faculdade de engenharia, UNA Pouso Alegre/MG, 2021. Disponível em:<<https://repositorio.animaeducacao.com.br/handle/ANIMA/20022>>. Acesso em 28 de nov. de 2022.

RODRIGUES, José Luís Azevedo. **Conceção de Pavimentos Rígidos**. Faculdade de Engenharia Universidade do Porto, 2011. Disponível em: <<https://repositorio-aberto.up.pt/bitstream/10216/63481/1/000149988.pdf>>. Acesso em 28 de nov. de 2022.

SANTOS, Alex Junior Dos; CORRÊA, Ana Lúcia da Silva Cascales; JORGE, Gabriel Xavier. **Estudo de caso das patologias em pavimentos flexíveis: diagnóstico visual em uma rodovia, a partir de avaliação visual no perímetro urbano de uma cidade do interior do Paraná**. Journal of Exact Sciences – JES, Vol.32,n.2,pp. 11-20 (Jan - Mar 2022). Disponível em:  
<[https://www.mastereditora.com.br/periodico/20220315\\_100405.pdf](https://www.mastereditora.com.br/periodico/20220315_100405.pdf)>. Acesso em 28 de nov. de 2022.

SHRP (1993). **Distress Identification Manual for the Long-Term Pavement Performance Studies**. The Strategic Highway Research Program. National Academy of Science. Washington, D.C. Disponível em:<<https://onlinepubs.trb.org/onlinepubs/shrp/SHRP-P-338.pdf>>. Acesso em 28 de nov. de 2022.

SILVA, P. F. A. **Manual de patologia e manutenção de pavimentos**. 2. ed. São Paulo: Pini, 2008. 128p.

SILVA, Paulo Otávio Amaral e; OLIVEIRA, Ricardo Fonseca de. **Patologias em Pavimentos Flexíveis**. GETEC, v.10, n.30, p.35-52/2021. Disponível em: <<https://www.fucamp.edu.br/editora/index.php/getec/article/view/2456/1528>>. Acesso em 28 de nov. de 2022.

SOUZA, Barreto Sheila. **Estudo e abordagem da origem e desenvolvimento das patologias em pavimento** - 2016. Disponível

em:<<http://uniesp.edu.br/sites/biblioteca/revistas/20170420170858.pdf>>. Acesso em 28 de nov. de 2022.

SOUZA, Milena Cristina Rocha de. **Levantamento de patologias em pavimentos asfálticos.** Congresso Nacional de Pesquisa e Ensino em Ciências V CONAPESC, Faculdade de Engenharia Instituto Federal da Paraíba (Campus Cajazeiras) - IFPB, 2019. Disponível em: <[https://editorarealize.com.br/editora/anais/conapesc/2020/TRABALHO\\_EV138\\_MD1\\_SA23\\_ID1382\\_22112020205944.pdf](https://editorarealize.com.br/editora/anais/conapesc/2020/TRABALHO_EV138_MD1_SA23_ID1382_22112020205944.pdf)> . Acesso em 28 de nov. de 2022.