



FERNANDA LOPES LIGÓRIO
LUCAS HENRIQUE VALE DE ANDRADE

**AVALIAÇÃO QUALITATIVA DE SUPERFÍCIE DE UM
TRECHO DE PAVIMENTO FLEXÍVEL PELA
DETERMINAÇÃO DO IGG E ANÁLISE DE
PATOLOGIAS**

LAVRAS-MG

2023

FERNANDA LOPES DE LIGÓRIO
LUCAS HENRIQUE VALE DE ANDRADE

**AVALIAÇÃO QUALITATIVA DE SUPERFÍCIE DE UM TRECHO DE
PAVIMENTO FLEXÍVEL PELA DETERMINAÇÃO DO IGG E ANÁLISE DE
PATOLOGIAS**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado à Universidade Federal de Lavras,
como parte das exigências do Curso de
Engenharia Civil, para a obtenção do título de
Bacharel em engenharia civil.

Prof. Dr. Paulo Roberto Borges
Orientador

LAVRAS – MG

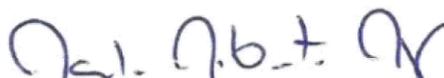
2023

FERNANDA LOPES DE LIGÓRIO
LUCAS HENRIQUE VALE DE ANDRADE

**AVALIAÇÃO QUALITATIVA DE SUPERFÍCIE DE UM TRECHO DE
PAVIMENTO FLEXÍVEL PELA DETERMINAÇÃO DO IGG E ANÁLISE DE
PATOLOGIAS**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado à Universidade Federal de Lavras,
como parte das exigências do Curso de
Engenharia Civil, para a obtenção do título de
Bacharel em engenharia civil.

Aprovado em 28 de fevereiro de 2023.
Prof. Dr. Paulo Roberto Borges - UFLA
Lucas Henrique Pedrozo Abreu - UFLA
Diogo Antônio Correia Gomes - UFLA



Prof. Dr. Paulo Roberto Borges

Orientador

LAVRAS – MG

2023

RESUMO

Desde o plano de expansão rodoviária do ex-presidente Juscelino Kubistcheck, as rodovias se tornaram o principal meio de ligamento entre localidades do país. No entanto, com uma malha viária extensa e de administração complexa, a escassez ou mal uso dos recursos destinados a melhorias e reformulações das mesmas, tem trazido prejuízo e desconforto para os usuários. A má qualidade é um problema recorrente na maioria dos pavimentos de rodovias brasileiras, afetando o fluxo de veículos, o escoamento de bens e o preço dos produtos e serviços que precisam transitar por esses espaços. Este trabalho tem como objetivo a avaliação da superfície de um trecho de pavimento flexível da BR-265, entre os municípios de Lavras e São João del Rei, no estado de Minas Gerais. Esse trecho confere ligação a grandes rodovias brasileiras como a BR-040 e a BR-381, é um acesso a circuitos turísticos, serviços, indústrias e regiões do país, bem como promove o fluxo de minérios e produtos agrícolas. Realizou-se a análise da qualidade através do cálculo de Índice de Gravidade Global (IGG), que verifica as irregularidades e patologias encontradas no pavimento. Através da investigação dos problemas que afetam a via é possível entender a origem de suas deficiências e encontrar soluções para que os danos sejam revertidos. O resultado deste trabalho evidencia a urgência de uma melhor manutenção da via, que em sua presente condição é crítica e precária, trazendo consigo perdas materiais e riscos à vida de quem transita por ela.

Palavras-chave: Índice de Gravidade. Patologia. Pavimento flexível. Rodovia.

Sumário

1. INTRODUÇÃO.....	7
1.1. Considerações Iniciais	7
1.2. Justificativa	8
1.3. Objetivos.....	8
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	10
2.1. Histórico da Pavimentação no Brasil.....	10
2.2. Pavimentos Flexíveis	11
2.3. Estrutura do Pavimento.....	11
2.3.1 Revestimento	17
2.3.2. Base e Sub-Base	17
2.3.3. Reforço do Subleito	18
2.3.4. Camada de Regularização	18
2.3.5. Subleitos.....	18
2.4. Patologias no Pavimento Flexível.....	19
2.4.1 Fendas	19
2.4.1.1 Fissuras	20
2.4.1.2 Trincas	20
2.4.1.2.1 Trincas Isoladas	20
2.4.1.2.1.1 Trinca Transversal	20
2.4.1.2.1.2 Trincas Longitudinal	21
2.4.1.2.1.3 Trinca de Retração	22
2.4.1.2.2 Trincas Interligadas	22
2.4.1.2.2.1 Trinca tipo “Couro de Jacaré”	22
2.4.1.2.2.2 Trinca tipo “Bloco”	23
2.4.2 Afundamentos	24

2.4.2.1 Afundamento Plástico	24
2.4.2.2 Afundamento de Consolidação.....	24
2.4.3 Ondulação ou Corrugação.....	25
2.4.4 Escorregamento	25
2.4.5 Exsudação.....	25
2.4.6 Desgaste	26
2.4.7 Painela ou Buraco	27
2.4.8 Remendo.....	27
3 METODOLOGIA.....	28
3.1 Determinação da Superfície de Avaliação e Inventário de Ocorrências	29
3.2 Índice de Gravidade Global - IGG.....	30
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES	37
4.1 Trecho1.....	38
4.2 Trecho2.....	41
4.3 Trecho3.....	42
4.4 Trecho4.....	43
4.5 Restauração.....	45
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	45
6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	47
APÊNDICE A.....	49
A.1 – Inventário de defeitos para o cálculo do IGG.....	49

1. INTRODUÇÃO

1.1. Considerações Iniciais

O asfalto é uma mistura betuminosa e vem sendo utilizado pelo homem há décadas, possuindo diversas funções, sendo o seu uso em pavimentação o de maior destaque. No Brasil, atualmente cerca de 95% das estradas são de revestimentos asfálticos, a maioria deles tratam-se de pavimentos flexíveis, constituídos por múltiplas camadas, sendo elas revestimento, base, sub-base, reforço do subleito e subleito. Estas camadas são de extrema importância, pois absorvem os esforços advindos do tráfego e do peso próprio da via (BERNUCCI, 2008). No caso dos pavimentos flexíveis, o revestimento é composto por uma mistura constituída basicamente de agregados e ligantes asfálticos, o que o torna sujeito a problemas se projetados e utilizados de forma inadequada (Balbo, 2007).

Ao longo da vida útil de um pavimento, inúmeros defeitos podem surgir acarretando sua degradação. Problemas com a terraplenagem e drenagem, defeitos na pavimentação advindos do uso de materiais de baixa qualidade e com características desfavoráveis, e também decorrentes da falta de manutenção. Além disso, devido a projeções inadequadas, estes defeitos podem ser acelerados, inviabilizando o pavimento e conseqüentemente, exigindo uma reestruturação. As manifestações patológicas se apresentam de inúmeras formas e em diferentes proporções, atreladas à execução da obra, a qualidade e adequação das demais camadas inferiores do pavimento e da utilização do mesmo. BERNUCCI (2010) descreve algumas delas como fendas, afundamentos, corrugações, ondulações, exsudação, desgaste, buraco, remendo, etc.

Conforme a Confederação Nacional do Transporte (CNT, 2021), no Brasil, o transporte viário representa cerca de 65% da movimentação de mercadorias e 95% de passageiros. Evidenciada a importância da malha viária para a economia nacional como um todo, o Brasil foi classificado na 93ª posição relativa à qualidade das rodovias, no ranking de competitividade global do Fórum Econômico Mundial, onde um total de 141 países foram avaliados. A partir destes dados é possível perceber a precariedade das rodovias federais, onde há uma escassez de investimentos e planejamento em pavimentação asfáltica, tanto na fase de projeto quanto em sua manutenção. Somando esses fatores com o aumento no tráfego e ao mau uso das estradas, há uma tendência de aumento do número de acidentes.

No período de 2010 a 2020, houve um aumento de 66,5% na frota total e um aumento de 63,0% só em relação aos veículos pesados, que muitas vezes são os causadores dos

problemas advindos da falta de planejamento quanto à carga do tráfego nas vias. É importante ressaltar que a boa qualidade e durabilidade do pavimento é algo de interesse de todos, cabendo à sociedade civil, acadêmica, industrial, empresarial e governamental, buscar formas de minimizar estes danos e promover um fluxo contínuo, seguro e confortável (CNT, 2021),

De acordo com BERNUCCI (2010), é consenso entre os usuários da malha viária, que as características da superfície do pavimento são as mais importantes, uma vez que estão intrinsecamente ligadas ao conforto e bem-estar, sendo indissociáveis e essenciais para uma boa interação entre o veículo e a via. Os defeitos e irregularidades nessa superfície influenciam diretamente na percepção do motorista, afetando o conforto e conseqüentemente o veículo, com seus custos operacionais, manutenções e rendimento. Através de observações e estudos dessas patologias de forma aprofundada e seccionada, há a possibilidade de elaboração de uma análise qualitativa e um posterior diagnóstico que permite, segundo o DNIT (2006), encontrar uma solução para suprir as demandas da via e adequar o pavimento às normas e condições ideais para o tráfego seguro e confortável, ou ainda corroborar uma restauração em partes, ou total da via em questão.

1.2. Justificativa

A BR-265 é uma rodovia federal que liga os municípios de Muriaé (MG) à São José do Rio Preto (SP). É uma via com diversos trechos que ligam cidades importantes do estado de Minas Gerais, tendo órgãos administrativos diferentes para trechos distintos (DNIT, DER-MG e DER-SP).

De acordo com a Confederação Nacional do Transporte (CNT, 2021), a BR 265 possui uma extensão de 420 km em Minas Gerais e tem apresentado grandes problemas em sua infraestrutura. Por meio de uma pesquisa realizada pela CNT, avaliaram a qualidade do pavimento ao longo deste trecho. Os parâmetros da avaliação foram, ótimo, bom, regular, ruim ou péssimo. Cerca de 112 km (26,7%) foram classificados como bom, 153 km (36,4%) como regular, 137 km (32,6%) como ruim e 18km (4,3%) como péssimo, ao passo que nenhum trecho estaria em ótimo estado.

As rodovias mineiras servem de acesso aos outros estados brasileiros, gerando um tráfego de veículos leves e pesados por toda a sua extensão. Com isso, o perigo nas pistas é certo, já que o fluxo é intenso, gerando acidentes e óbitos. Segundo a Secretaria de Estado de Defesa Social, a BR-265 está entre as três mais perigosas do Estado de Minas Gerais e necessita de melhores condições, manutenção regular e projetos adequados de reestruturação.

1.3. Objetivos

O objetivo do presente estudo é realizar uma avaliação objetiva da superfície do pavimento flexível em um trecho da BR-265, localizado na seção que liga as cidades de Barbacena e Lavras, analisando as patologias características do pavimento ao identificar os defeitos usualmente encontrados nas pistas de rolamento, para diagnosticar, investigar possíveis causas das ocorrências ao longo da via e por fim, discorrer sobre maneiras de contornar e intervir nessas alterações, a fim de manter uma via mais segura e em melhores condições.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. Histórico da Pavimentação no Brasil

Segundo Balbo, no Brasil, no início do século XX, era comum a execução de camada de macadame hidráulico ou betuminoso sobre subleitos, pavimentando as estradas de terra. A primeira obra de grande porte no país durante essa época, considerando os registros mais precisos sobre tal, ocorreu na construção do Caminho do Mar, de São Paulo a Cubatão, conduzida pela Diretoria de Estradas de Rodagem da Secretaria de Viação e Obras Públicas do Estado de São Paulo. Essa estrada de rodagem utilizou de misturas asfálticas em sua maior extensão, Balbo (2007).

Com a pavimentação de estradas crescendo de forma promissora no país, em 1956, deu-se início em São Paulo um plano inovador para que fossem pavimentadas várias rodovias do estado, introduzindo a utilização da estabilização de solos com cimento e da estabilização granulométrica de materiais de construção viária, e o aproveitamento de solos granulares saprolíticos em pavimentos (Balbo, 2007). No final da década de 1950, houve a criação do Departamento de Estradas de Rodagem (DNER) que juntamente com o Departamento de Estradas de Rodagem de São Paulo criou o projeto e a construção da Rodovia Presidente Dutra. O trecho de partida dessa rodovia com cerca de 60 km, na baixada fluminense, foi pavimentado com concreto. O restante da rodovia teve como principal material macadame hidráulico e revestimento asfáltico.

Como forma de fazer com que as rodovias federais se mantivessem em bom estado de rodagem, o governo federal e os governos estaduais, na década de 1990, concederam o processo de operação e manutenção de rodovias à iniciativa privada. No estado de São Paulo, contavam com o aumento da capacidade viária, e pelo país, nas rodovias federais concessionadas, inicialmente esperava-se uma melhoria na qualidade de conservação e manutenção, o que não foi uma realidade.

Além de ter seu desenvolvimento tardio e pouco estruturado, o setor viário no país é marcado pela falta de investimento e renovação, onde pelo território nacional é possível encontrar rodovias em operação há mais de 50 anos e que não receberam a devida manutenção. Segundo a Confederação Nacional do Transporte, o estado geral da malha rodoviária brasileira é crítico, onde dos 110.333 quilômetros avaliados, 66,0% foram classificados como Regular, Ruim ou Péssimo (CNT, 2022).

2.2. Pavimentos Flexíveis

O pavimento flexível faz parte das tipologias de pavimentos existentes, sendo os demais rígidos e semirrígidos. Conforme o Manual de Pavimentação (DNIT, 2006), ele se diferencia do restante por apresentar deformação elástica significativa sob o carregamento aplicado em todas as camadas, portanto, a carga se distribui em parcelas aproximadamente iguais entre elas, devido a isso, há uma área de tensão bem concentrada próxima ao ponto de aplicação da carga.

Normalmente faz-se o dimensionamento para resistir a compressão, sendo a resistência à tração irrelevante. As camadas, são revestidas com materiais betuminosos sobre a base granular ou de solo estabilizado granulometricamente, e adaptam-se a eventuais recalques do subleito. Uma de suas características é o fato de seu tipo de ruptura ser essencialmente o afundamento proveniente das deformações permanentes (MEDINA et al., 2015).

Antes de mais nada, para o dimensionamento das camadas de um pavimento flexível é necessário que conheçamos a capacidade de suporte dos materiais disponíveis para constituí-las, além do material que compõe o subleito da futura rodovia. Essa capacidade é medida por meio do Ensaio de Capacidade de Suporte Califórnia (CBR), em corpos de prova indeformados ou moldados em laboratório e, quando há necessidade de maior segurança, usa-se o índice de suporte para medir a capacidade das camadas.

O subleito e as diferentes camadas do pavimento devem ser compactados de acordo com os valores fixados nas “Especificações Gerais” do Manual de Pavimentação do DNIT, recomendando-se que, em nenhum caso, o grau de compactação deve ser inferior a 100%, do que foi especificado. Deve-se atentar também a escolha do coeficiente de equivalência estrutural dos materiais utilizados, que representa a capacidade relativa de um material em distribuir pressões sobre as camadas inferiores. (DNIT,2006)

A etapa de elaboração é de extrema importância, pois falhas no projeto levam a má qualidade do rolamento, excesso de imperfeições na superfície, redução do coeficiente de atrito entre pneu e pavimento, necessidade excessiva de serviços de conservação, custos elevados para o usuário e capacidade estrutural inadequada para a solicitação de tráfego prevista (FRANCO, 2007).

2.3. Estrutura dos Pavimentos

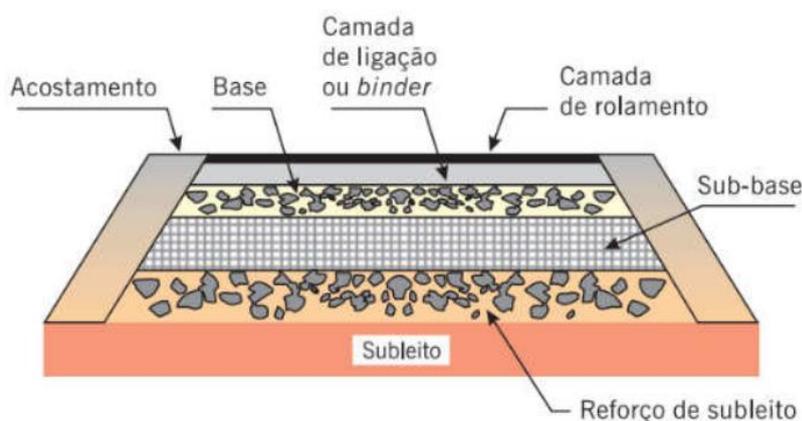
O pavimento é uma estrutura composta por camadas sobrepostas de espessuras finitas que se compõem de diferentes tipos de materiais compactados a partir de uma fundação chamada subleito, sendo destinada a atender de forma estrutural e operacional ao tráfego de veículos e ao clima.

A estrutura de um pavimento é dimensionada para receber e transmitir os esforços de maneira aliviada às camadas subjacentes. Limitar as tensões e deformações na estrutura do pavimento, por meio da combinação de materiais e espessuras das camadas constituintes, é o objetivo da mecânica dos pavimentos, este fato é indispensável também para que não haja rupturas de forma prematura (Medina, 1997).

As tensões e deformações exercidas na estrutura dependem principalmente da espessura das camadas e da rigidez dos materiais. Ela não recebe somente cargas aplicadas por veículos, mas também pelo ambiente, de modo transitório, portanto, são cíclicas e repetitivas. As cargas externas geram esforços solicitantes verticais e horizontais. Os verticais costumam ser de compressão e de cisalhamento e os horizontais podem solicitar certos materiais à tração ou atuar confinando outros materiais (Balbo,2007).

De forma completa o pavimento é composto pelas seguintes camadas: revestimento, base, sub-base, reforço de subleito e subleito e estão exemplificadas na figura 1. Há casos em que o pavimento não possui a camada de sub-base ou de reforço, mas a existência de revestimento, nem que seja o primário e de fundação (subleito) são condições mínimas para que seja considerado um pavimento.

Figura 1- Composição de um Pavimento Asfáltico



Fonte: Bernucci et al. (2010)

Antes de mais nada, um ponto crucial para o dimensionamento de um pavimento, é a escolha dos materiais que serão empregados em cada uma das camadas. Visando isso, o Departamento Nacional de Estrada de Rodagem (DNER), criou uma normativa DNER - CLA 259 (DNER, 1996), sugerindo que os materiais devem ser avaliados segundo os seguintes requisitos:

- Granulometria: é a proporção relativa, em porcentagem, dos diferentes tamanhos dos grãos que constituem o agregado.

- Forma: é avaliada pelo Índice de Forma, cuja determinação se faz por meio de ensaio específico normalizado pelo DNER.

- Absorção de água: indica a quantidade de água que um agregado é capaz de absorver.

- Resistência ao choque e ao desgaste: estas estão associadas aos esforços solicitados pelo tráfego. A resistência ao choque é avaliada pelo ensaio Treton e a resistência ao desgaste pelo ensaio Los Angeles, ambos normalizados pelo DNER.

- Durabilidade: relacionada a resistência ao intemperismo, avaliada por meio de um ensaio em que o agregado é submetido ao ataque de uma solução padronizada de sulfatos de sódio ou de magnésio, ensaio normalizado pelo DNER.

- Limpeza: para serem usados na pavimentação betuminosa, os agregados devem estar livres de substâncias nocivas, como argila, matéria orgânica, etc.

- Adesividade: propriedade que tem o agregado de ser aderido por material betuminoso (ligante). É avaliada pelo não deslocamento da película betuminosa que recobre o agregado, quando a mistura agregado-ligante é submetida à ação de água destilada fervente.

- Massa específica aparente: identifica o material do qual se obteve o agregado. É necessária para a transformação de unidades gravimétricas em volumétricas e vice-versa.

No pavimento flexível, há dimensionamento de cinco camadas: revestimento, base e sub-base, reforço do subleito, e subleito. Os efeitos dos esforços externos aplicados por rodas de veículos (como também por cargas elásticas de outra natureza), quando se trata de quanto a estrutura pode aguentar, dependerão muito dos materiais que irão constituir cada camada, por isso a importância de cada item mencionado acima. As solicitações que essas camadas terão que suportar, serão basicamente pressões e tensões verticais (compressão vertical), flexão (dobramento), confinamento (compressão horizontal) e cisalhamento como resultado das pressões verticais.

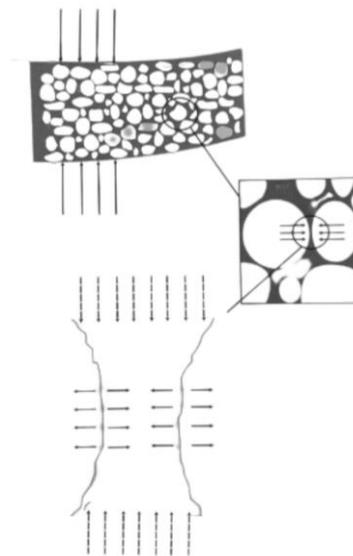
Cada uma dessas solicitações afetam o pavimento de alguma forma, e segundo Balbo (2007), elas são definidas sucintamente como:

1. Flexão- dobramento das camadas

A superfície do pavimento recebe as cargas das rodas dos veículos e as mesmas são distribuídas entre as camadas subjacentes, causando na maioria dos materiais empregados em revestimentos e em bases, uma tendência ao dobramento das camadas, o qual denomina-se flexão. Os esforços de flexão devem resistir aos deslocamentos verticais impostos pelas cargas por meio da compressão atuante.

A compressão vertical aplicada pelas cargas afasta a partícula do material, ocasionando tração/compressão em zonas de contato entre agregados e ligantes asfálticos ou hidráulicos. Tais esforços, que ocorrem de forma cíclica, provocam deformações plásticas ou microfissuras nessas áreas; as fissuras, se agrupam de forma ininterrupta, fazendo com que os materiais entrem em um estado de fadiga ou de ruptura, de descontinuidade, no qual na área em questão, não exista mais ação dos esforços nas formas iniciais. Dessa forma, os esforços se redirecionam para áreas que ainda permanecessem intactas em torno das fissuras, ocasionando a dissipação das mesmas.

Figura 2 - Ação dos esforços de tração entre partículas dos materiais



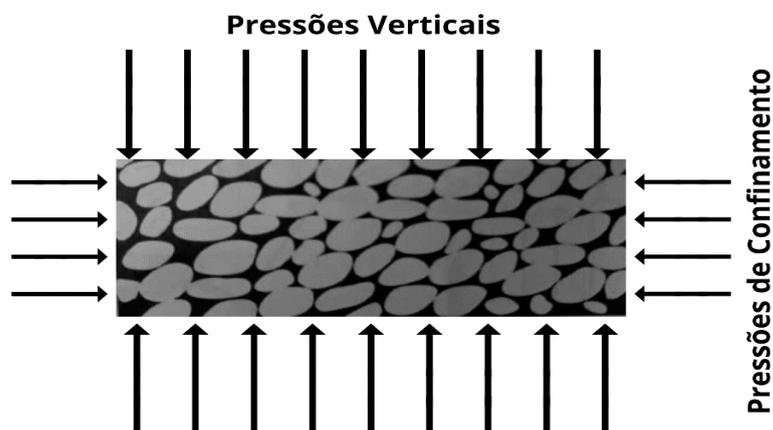
Fonte: Balbo (2007)

2. Confinamento Horizontal- Confinamento lateral

Quando uma camada de material é limitada em sua face inferior ou superior por material de rigidez maior, ela se encontra travada entre outras camadas. Isso ocasiona uma

limitação para sua mobilidade horizontal, existindo uma contenção lateral do mesmo material, quando não é rígido ou estável pela presença de ligantes em sua estrutura granular.

Figura 3 - Ação de confinamento em materiais granulares



Fonte: Balbo (2007)

3. Compressão vertical e cisalhamento de camadas

Ao longo das camadas do pavimento são distribuídas as pressões aplicadas sobre a superfície do revestimento do mesmo, de modo que ao longo das linhas horizontais paralelas a essa superfície, atuam também pressões verticais com amplitudes menores às pressões em pontos superiores. Essa pressão não se distribui em maiores profundidades de forma constante, sendo sua solução para rodas múltiplas mais complexa, pois há uma superposição dos efeitos de cada carga. Nem mesmo a área de contato pneu-pavimento, exerce uma pressão uniforme sobre a face que, porém, para fins de projeto, a uniformidade é considerada constante.

A flexão e o confinamento são os principais mecanismos que atuam na profundidade do pavimento, em relação às reações horizontais dos esforços transmitidos pelas cargas mobilizadas, ficando a compressão vertical em segundo plano.

“A redução de pressões não é delimitada por linhas retas inclinadas a partir das extremidades do carregamento, e sim por meio de linhas curvas de atuação dos esforços, o que poderia melhor de aproximar por distribuições parabólicas ou trechos de circunferência” (Balbo,2007).

Os esforços de cisalhamento são estimulados pela compressão vertical dos materiais componentes das camadas, são menos importantes à medida que o material venha a

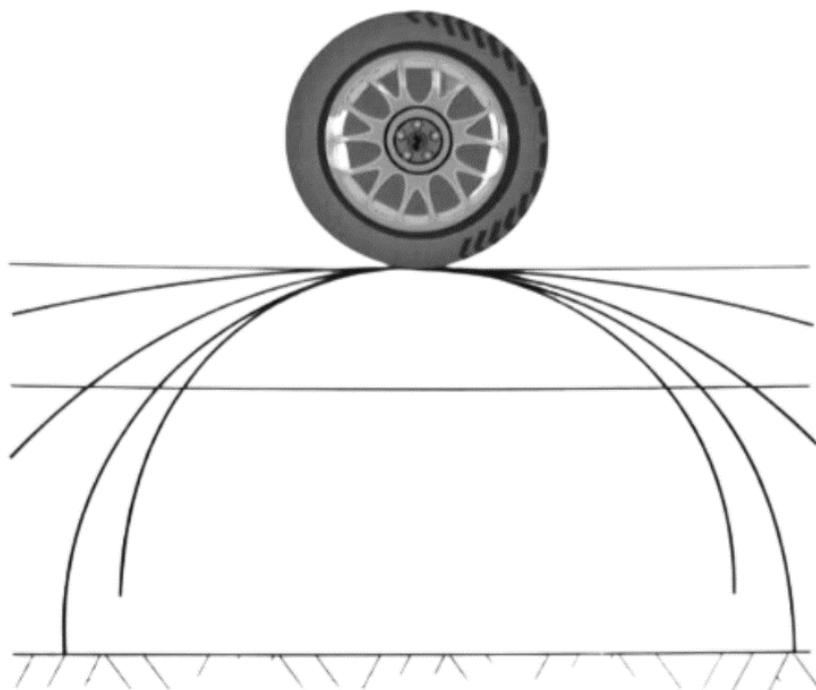
apresentar alta rigidez e as reações de flexão tenham mais relevância na mobilização de esforços resistentes.

Quando muito sujeito a altos esforços de cisalhamento, o material pode em algum momento transferir deformações ao ponto vizinho por forças cisalhantes. Nesses materiais, a ocorrência de deformações plásticas cumulativas torna-se prejudicial no decorrer do tempo, causando gradativamente formações de trilhas de roda nas áreas superficiais do pavimento, mais solicitadas pelo tráfego.

Essas formações de trilhas de rodas são advindas também da plasticidade natural das camadas inferiores, como os solos e os materiais granulares, sendo a deformação plástica total na superfície a junção entre as deformações presentes em cada uma das camadas.

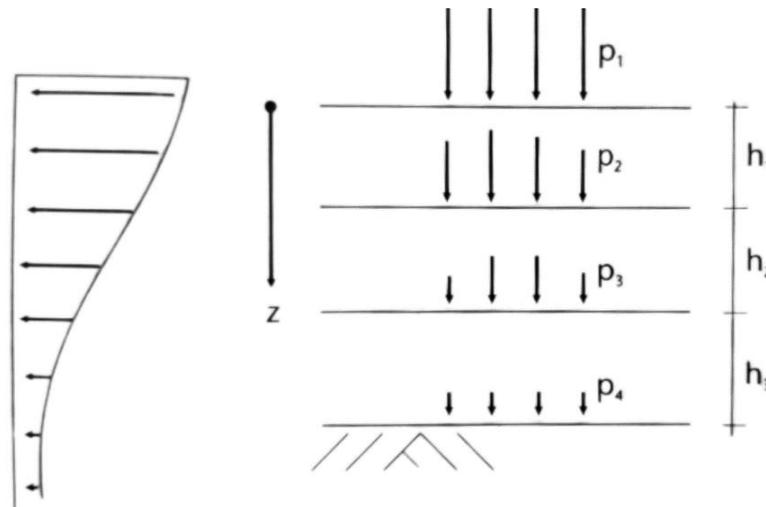
Os efeitos de interação com cargas das estruturas de pavimentos, compostas por materiais de origens diferentes e com propriedades reológicas bastante distintas entre si, não apresentam resultados comuns. Primordialmente, ao definir espessuras de camadas e tipos de materiais constituintes, a diferenciação da capacidade de distribuição de tensões sobre a camada subsequente que determinado material possuiria em relação aos outros, é um grande problema.

Figura 4 - Formação de bulbos de tensões pela aplicação de cargas



Fonte: Balbo (2007)

Figura 5 - Pressões verticais em alívio com a profundidade



Fonte: Balbo (2007)

Sabendo as ações que atuam no pavimento, pode-se entender melhor qual a função de cada uma das camadas presentes na estrutura.

2.3.1. Revestimento

Para Balbo, o revestimento, de maneira geral, deverá receber cargas, estáticas ou dinâmicas, sem sofrer grandes deformações plásticas ou elásticas, desagregação de componentes ou ainda perda de compactação, necessita ser composto por materiais bem aglutinados ou dispostos de forma a evitar sua movimentação horizontal.

Como descrito por BERNUCCI et al.(2010), no caso de pavimentos de concreto de cimento Portland, o revestimento possui uma elevada rigidez em relação às demais camadas, e com isso as cargas de superfície são distribuídas por uma grande área em relação à área de contato pneu-pavimento, aliviando assim as tensões transmitidas às camadas subjacentes.

Nos pavimentos asfálticos, o revestimento não é tão rígido se comparado às demais camadas granulares como no caso do revestimento de concreto de cimento Portland, fazendo com que as tensões sejam compartilhadas entre as mesmas, proporcionalmente à rigidez (material e geometria). Neste caso as cargas de superfície são distribuídas numa área mais restrita.

2.3.2. Base e sub-base

Para aliviar as pressões sobre as camadas de solo inferiores, surgem as camadas de base e sub-base. Quando a camada da base é muito espessa, costuma-se dividi-la em duas camadas, criando-se assim, a sub-base, que normalmente possui menor custo.

As bases podem ser constituídas por solo estabilizado naturalmente, misturas de solos agregados, brita graduada, brita graduada tratada com cimento, solo estabilizado quimicamente com ligante hidráulico ou asfáltico, etc. Para as sub-bases, podem ser utilizados os mesmos materiais.

2.3.3. Reforço do Subleito

O reforço do subleito nada mais é que uma camada constituída por um solo de melhor qualidade que antecede o subleito e tem como função reduzir as pressões que serão transmitidas à fundação, para que sejam compatíveis com sua resistência. Ele poderá receber pressões maiores oriundas de cargas aplicadas sobre o pavimento.

O emprego desta camada de reforço não é obrigatório, pois se as camadas superiores possuírem espessuras maiores poderiam em tese aliviar as pressões sobre o subleito. Entretanto, é interessante a sua utilização por motivos econômicos, pois subleitos de resistência baixa, desencadeiam para alguns tipos de pavimento (principalmente os flexíveis), camadas de base e sub-base muito espessas (BALBO, 2007).

2.3.4. Camada de Regularização

Localizada acima do subleito, tem a função de moldar a camada, corrigindo possíveis falhas do terreno com o propósito de deixá-lo o mais regular possível. No entanto, a regularização não é considerada uma camada do pavimento (FRANCO e MOTTA, 2020).

2.3.5. Subleitos

Como mencionado acima, os esforços sobre a superfície do subleito serão aliviados em sua profundidade, porém é a camada responsável por absorver definitivamente os esforços verticais do tráfego. Deve-se, contudo, atentar-se aos estratos superiores, onde os esforços solicitantes atuam em maior intensidade.

Segundo o Manual de Pavimentação do DNIT, o subleito deve ser estudado até a profundidade onde as cargas impostas são significativas, essa espessura varia entre 0,6 e 1,5

m (FRANCO e MOTTA, 2020). Em sua composição pode-se utilizar material natural consolidado e compactado, por exemplo, nos cortes feitos em jazidas próximas ao local em que está sendo construída a rodovia, ou por um material transportado e compactado, no caso dos aterros.

2.4. Patologias no Pavimento Flexível

Os pavimentos flexíveis estão sujeitos a ação da natureza, do tempo e da utilização diária para as quais foram projetados, apresentando irregularidades que afetam o desempenho e a qualidade do tráfego. São as chamadas patologias, que podem aparecer como defeitos de superfície, funcionais ou estruturais. No primeiro caso são afetadas as condições de trafegabilidade, segurança e conforto, que impactam diretamente na percepção do usuário; o segundo caso são os defeitos que afetam a capacidade do pavimento de resistir a esforços e cargas aplicadas, interferindo na viabilidade e são determinantes para o mesmo, uma vez que podem gerar consequências mais graves e maiores problemas (BERNUCCI et al., 2010).

Segundo a norma DNIT 005/2003, esses defeitos de superfície, podem ser identificados e classificados de acordo com algumas categorias, que serão de grande valia para avaliações aprofundadas e determinação da qualidade do pavimento.

2.4.1. Fenda

São quaisquer descontinuidades na superfície do pavimento que levam a aberturas, sendo as patologias mais abundantes nos pavimentos flexíveis, podendo aparecer em diversas formas e classificadas conforme a gravidade e severidade com que afetam a via. (DNIT 005/2003) (BERNUCCI et al., 2010). Podem ser também diferenciadas pela apresentação física, de acordo com a direção predominante em relação a via e ainda, seguindo a causa do defeito. De acordo com BERNUCCI (2010) a classificação quanto à gravidade é medida pelo tamanho das fendas encontradas no pavimento. São denominadas fendas de classe 1 aquelas com abertura de até 1 milímetro e classe 2 as fendas com abertura superior a 1 milímetro. Já as fendas de classe 3 também possuem uma abertura superior a 1mm, porém se diferenciam por apresentar desagregação ou erosão junto às bordas. As causas para o aparecimento das fendas podem ser diversas, como devido à fadiga dos materiais das camadas betuminosas decorrentes dos esforços e solicitações constantes, materiais de baixa qualidade, falta de

capacidade das demais camadas granulares que compõe o pavimento flexível, ou ainda pela diferença entre a rigidez entre essas camadas (PINTO,2003).

2.4.1.1. Fissura

As fissuras são defeitos relativamente iniciais, que se apresentam de forma mais discreta e não chegam a prejudicar de forma funcional o revestimento da via, mas que podem evoluir e se apresentar como outras irregularidades se não identificadas e corrigidas de prontidão. Tem a extensão de no máximo 30 centímetros e podem ser visualizadas a olho nu apenas a uma distância inferior a 1,5m. Essa distância é o que diferencia fissuras de trincas, se a percepção da irregularidade ocorrer a uma distância superior à fenda recebe a denominação de trinca (BERNUCCI et al., 2010).

2.4.1.2. Trinca

As trincas são de maior gravidade e significância para a saúde e trafegabilidade dos pavimentos que as fissuras. Tem algumas classificações quanto ao direcionamento em relação a via e a severidade com que a afeta. Podem aparecer de maneira isolada ou interligada, causadas por fatores distintos, atingindo a camada em sua totalidade ou em partes. Diferenciadas das fissuras por serem visualizadas a olho nu a distâncias maiores, superiores a 1,5m.

2.4.1.2.1. Trinca isolada

As trincas isoladas se subdividem principalmente conforme a direção predominante em relação ao eixo da via e geralmente apresentam causas semelhantes. São chamadas de curtas quando apresentam uma extensão de até 100 centímetros e se forem superiores a esse valor, são chamadas de trincas longas. São bem comuns nas rodovias do país e dependendo da sua gravidade, podem ser defeitos tanto estruturais, afetando a resistência do pavimento, quanto funcionais, (CNT,2018).

2.4.1.2.1.1. Trinca transversal.

As trincas isoladas transversais, têm direção predominantemente perpendicular em relação ao eixo principal da via. Segundo a Confederação Nacional do Transporte (CNT), as ocorrências dessa patologia são geralmente devidas à contração da capa asfáltica, advindas do ineficiente controle de temperatura no momento da aplicação da camada asfáltica, ou pelo endurecimento do asfalto. Outro fator que pode levar a esse defeito é a propagação de trincas nas camadas inferiores ao revestimento da estrada.

Figura 6 – Trinca Transversal Curta



Fonte: BERNUCCI (2008)

2.4.1.2.1.2. Trinca longitudinal.

As trincas isoladas longitudinais, têm direções predominantemente paralelas em relação ao eixo principal da via. Segundo o CNT esse tipo de trinca isolada aparece muitas vezes devido a uma má execução da junta longitudinal de separação entre as duas faixas de tráfego ou por recalques diferenciais. Pode também aparecer por causas semelhantes à das trincas transversais, como pelo controle errôneo de temperatura, estágios iniciais de fadiga ou defeitos nas camadas inferiores do pavimento.

Figura 7 – Trincas Longitudinais Curtas e Longas



Fonte: BERNUCCI (2008)

2.4.1.2.1.3. Trinca de retração.

Trincas de retração são atribuídas não a fenômenos de fadiga, mas sim da retração térmica tanto do pavimento quanto dos materiais interiores da base subjacente ao revestimento trincado, sendo ele rígido ou semirrígido, aparecem geralmente fora das trilhas de roda e são muitas vezes confundidos com as outras classes de trincas isoladas, uma vez que em seus estágios iniciais se assemelham a trincas causadas por fadiga, (DNIT-005, 2003).

Figura 8 – Diferentes tipos de Trincas de Retração



Fonte: BERNUCCI (2008)

2.4.1.2.2. Trinca interligada

2.4.1.2.2.1 Trinca tipo “Couro de Jacaré”.

As trincas desse tipo geralmente se apresentam de forma inicial como trincas isoladas, que com a progressão do tempo, ação climática e falta de manutenções, se interligam, sem direções definidas, ficando com um aspecto semelhante a um couro de jacaré e podem apresentar ou não erosão nas bordas, caracterizando uma maior gravidade. Segundo a Confederação Nacional do Transporte (CNT), esse tipo de patologia pode ser causada pela repetição de ações de tráfego, má qualidade da estrutura de camadas do pavimento ou subdimensionamento da mesma, asfalto de má qualidade sendo duro ou quebradiço, baixa capacidade de suporte do solo e envelhecimento do pavimento. Podem ser agrupadas com as trincas longitudinais e transversais por serem comumente causadas por fenômenos de fadiga. (DNIT-005, 2003), (BERNUCCI et al., 2010).

Figura 9 – Trecho com presença de “Couro de Jacaré” simples e com erosão



Fonte: BERNUCCI (2008)

2.4.1.2.2.2. Trinca tipo “Bloco”.

São um conjunto interligado de trincas bem definidas e relativamente maiores, com um formato semelhante a um retângulo. Suas causas são, segundo a Confederação Nacional do Transporte (CNT), a contração da capa asfáltica devido à diferença entre altas e baixas temperaturas, além da baixa resistência à tração da mistura asfáltica, ou seja, não são caracterizadas por causas relacionadas à fadiga, juntamente com as trincas de retração. O grau de severidade desse tipo de trinca é definido pelo tamanho das fendas e pela presença, ou não, de erosão nas bordas, tal como ocorre na categoria de trincas de couro de jacaré.

Figura 10 – Trecho com presença do tipo “Bloco” simples e com erosão



Fonte: BERNUCCI (2008)

2.4.2. Afundamentos

2.4.2.1. Afundamento plástico

Deformação plástica que forma uma concavidade na superfície do pavimento que vem seguida de compensação volumétrica lateral. Se a extensão deste afundamento for de até seis metros, recebe a denominação de afundamento plástico local. Caso ela seja superior a seis metros de extensão e for ao longo do caminho da roda, denomina-se afundamento plástico de trilha de roda. (CNT-2018)

Figura 11 – Afundamento Localizado e em Trilha de Roda



Fonte: BERNUCCI (2008)

2.4.2.2. Afundamento de consolidação

A definição deste afundamento apresenta características semelhantes a do afundamento plástico, porém não apresenta um solevamento acompanhando a concavidade da superfície do pavimento. Quando a extensão é de até 6 m, é denominado de afundamento de consolidação local. Para extensões maiores que 6 m e se for localizado ao longo da trilha de roda, denomina-se afundamento de consolidação de trilha de roda.(CNT-2018)

De acordo com a Conferência Nacional do Transporte(CNT), as principais causas para o surgimento dessas falhas são: fluência plástica de uma ou mais camadas do pavimento, ou do subleito; densificação ou ruptura por cisalhamento de camadas subjacentes ao revestimento; falha de compactação na construção; problemas de drenagem.

2.4.3. Ondulação ou Corrugação

Ocorre quando há um movimento de caráter plástico e permanente na superfície do revestimento, ocasionando as ondulações ou enrugamentos transversais. No geral, ondulações são resultado da consolidação diferencial do subleito, com sequentes desníveis, o seu comprimento varia na ordem de metros e as corrugações possuem comprimentos da ordem de centímetros. Os fatores que influenciam na formação desses defeitos são a instabilidade da mistura betuminosa da camada de revestimento e/ou a base de um pavimento; excessiva umidade das camadas subjacentes; contaminação da mistura asfáltica; falta de aeração das misturas líquidas de asfalto; retenção de água na mistura asfáltica (DNIT,2005).

2.4.4. Escorregamento

É caracterizado pelo movimento do revestimento, dado em relação à camada subjacente ao pavimento, que acarreta fendas em forma de meia-lua. (DNIT-005, 2003). São problemas derivados da ação de frenagem e aceleração dos veículos que transitam na via, associados a irregularidades como a baixa aderência entre camadas, problemas com a pintura de ligação, compactação ineficiente, falhas construtivas e/ou dos materiais. (PINTO,2003), (CNT,2018).

Figura 12 – Trechos com escorregamento de massa



Fonte: BERNUCCI (2008)

2.4.5. Exsudação

É um defeito extremamente perceptível, uma vez que confere ao pavimento um brilho característico e manchas escurecidas, advindos do surgimento do excesso de ligante na

superfície. Esse fato decorre na maioria das vezes da exagerada quantidade de ligante na massa asfáltica ou da deficiente viscosidade do mesmo, erros que estão associados a problemas nos cálculos iniciais e a má execução da camada. Pode ser causado também pela baixa presença de vazios derivada da inadequada dosagem dos agregados, (PINTO,2003).

Figura 13 – Exsudação em trecho de pista e exsudação em detalhe



Fonte: BERNUCCI (2008)

2.4.6. Desgaste

Essa patologia é um progressivo arrancamento do agregado do pavimento que confere uma característica de evidente aspereza ao revestimento ligada a diversos fatores isolados, ou a uma junção deles. O desgaste pode ser provocado por esforços derivados do tráfego, perda de adesividade do material betuminoso que compõe a camada de revestimento, envelhecimento do material, endurecimento, presença de água advindas das intempéries ou ainda devido a deficiências no teor de ligante asfáltico da composição. Prejudica a trafegabilidade e a vida útil do pavimento. (CNT,2018) (DNIT-005, 2003).

Figura 14 – Desgaste com desprendimento de agregados



Fonte: BERNUCCI (2008)

2.4.7. Panela ou buraco

É derivada de outras patologias, como fendas, desgastes, falta de aderência entre as camadas e afundamentos, formando lacunas ou cavidades no pavimento, podendo afetar até a base. As águas pluviais tendem a acelerar a degradação do revestimento. Este tipo de patologia torna a rodovia muito perigosa, pois reduz a velocidade na pista de forma prejudicial ao fluxo e pode ocasionar acidente advindos de freadas bruscas, e prejuízos financeiros com estouro de pneus, problemas no eixo, etc.

Figura 15 – Painelas em diferentes estágios de degradação



Fonte: BERNUCCI (2008)

2.4.8. Remendo

Para Bernucci et al. (2010), o remendo é um defeito relacionado a uma conservação do pavimento e caracteriza-se pelo preenchimento com massa asfáltica, de painelas, orifícios (remendos profundos) ou qualquer tipo de depressão que houver sobre a superfície do pavimento (remendos superficiais). Ou seja, ele tapa as falhas advindas do mau comportamento da estrutura original. Os elementos que causam essas falhas são carga de tráfego; emprego de material de má qualidade; ação do meio ambiente; má construção.(CNT,2018).

Figura 16 – Remendos com diferenças na execução.



Fonte: BERNUCCI (2008)

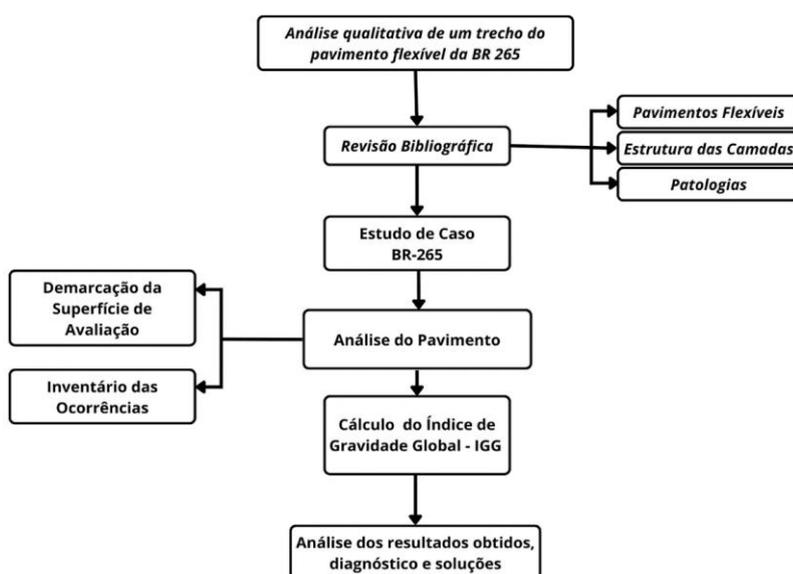
3. METODOLOGIA

A Análise Qualitativa procedeu-se com base na normatização proposta pelo DNIT, através da norma DNIT 006/2003, onde são propostos objetivos gerais para a definição do grau de aceitabilidade e trafegabilidade da via, através do cálculo do IGG - Índice de Gravidade Global. Esse índice vem para fornecer um parâmetro de comparação, por meio da contabilização de ocorrências aparentes ao longo do pavimento e a medida das deformações permanentes nas trilhas de roda.

Para tal, foram definidos 4 trechos de 500 metros cada um, ao longo da seção da rodovia localizada entre os quilômetros 345 e 342 da BR 265, próxima ao início da região residencial do município de Lavras. No total foram analisados 2 quilômetros, onde cada trecho seccionado teve o seu IGG calculado para a obtenção de um panorama representativo da rodovia e sua qualidade atual. Em cada um deles foi feita uma coleta de dados por demarcações, aferições, fotografias e filmagens, de modo a obter um inventário completo de ocorrência daquele trecho, essencial para a determinação da condição do pavimento analisado.

Dessa forma, a seguir serão apresentadas as etapas do método aplicado, em todos os trechos analisados, para atingir o objetivo deste estudo, assim como o fluxograma exemplificado na figura 17.

Figura 17 – Fluxograma da metodologia utilizada no trabalho



Fonte: Do Autor (2023)

3.1. Demarcação da superfície de avaliação e inventário das ocorrências.

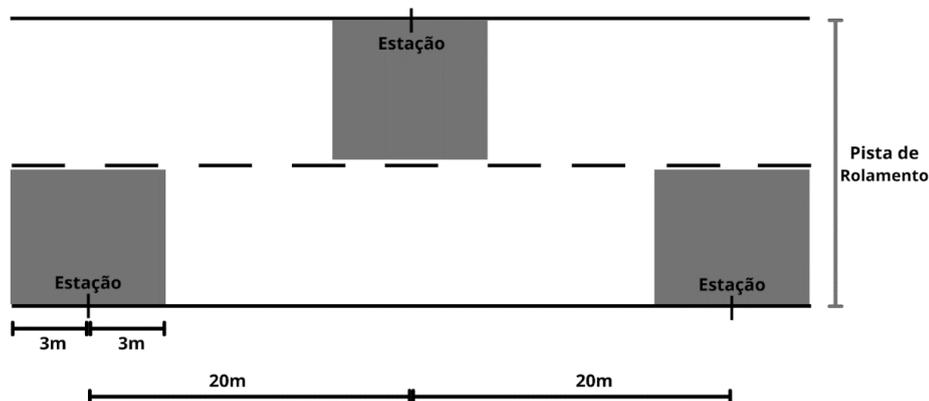
O inventário de ocorrências de cada trecho analisado é realizado de maneira amostral, em segmentos padronizados pelo DNIT, sendo possível com isso uma cobertura maior da via, sem a necessidade de detalhamento dos defeitos na quilometragem total analisada, assumindo condições semelhantes para a área abrangente à localização da estaca de referência. Para tal, utilizam-se materiais para a demarcação das estações de análise, onde uma distância entre elas é estabelecida em 20 metros. Essas estações serão a base para a sinalização da área a ser inventariada, uma vez que a partir da localização delas, mede-se 3 metros a frente e 3 metros atrás. Utilizam-se materiais de fácil manuseio e obtenção como trena, giz e tinta para as marcações.

Além disso, cada demarcação de estação em rodovias de pista simples, como o trecho em questão, deverá ser realizada alternando-se as faixas de rolamento, garantindo uma melhor representatividade do levantamento, deixando-o mais abrangente e significativo, uma vez que é assumido o resultado para a totalidade da seção da via.

Com isso fica definida uma área de 6 metros de comprimento e com a largura da faixa analisada, sendo essa superfície completamente catalogada, com todos os defeitos aparentes anotados com o auxílio de palhinhas, fotografias e filmagens, de modo a compreender com base nas definições das patologias que afetam os pavimentos flexíveis, os defeitos e irregularidades que figuram na seção.

A figura 18 exemplifica a delimitação das superfícies de análise e demarcação das estações.

Figura 18 – Exemplo de demarcação de áreas para inventário de defeitos.



Fonte: do autor (2023)

Ainda em consonância a avaliação dos defeitos da via de modo tátil e observacional, é utilizada uma treliça metálica, confeccionada de acordo com as especificações do anexo A da norma DNIT 006/2003, sendo confeccionada em alumínio, padronizada, tendo 1,20m de comprimento na base, dotada de régua móvel, de modo a obter as medidas das flechas nas trilhas de roda da seção. Essa régua móvel é graduada em milímetros e retorna os valores de afundamento em milímetros. A medição se dá colocando a treliça ao redor dos pontos onde se considera necessário realizar a avaliação, a régua móvel é então abaixada até o ponto de maior rebaixamento da trilha de roda e seu valor é tomado. As medidas são realizadas em ambas as trilhas de roda, interna (TRI) e externa (TRE), na qual é considerado somente o maior valor encontrado em cada uma delas. Esses índices são de grande importância nos cálculos do IGG, sendo os únicos fatores avaliados a partir de equipamentos padronizados, que revelam valores numéricos.

Figura 19 – Afrerição do afundamento da trilha de roda com auxílio de treliça metálica



Fonte: do autor (2023).

3.2. Índice de Gravidade Global - IGG

O cálculo do índice de gravidade global inicialmente considera a presença ou não do defeito analisado, não importando a maior ou menor abundância dos mesmos, sem considerar a área atingida e a gravidade do problema. Se o defeito considerado for encontrado na área de consideração da estação em análise, deve ser marcado em tabela a aparição da patologia para aquele trecho. Todo o trecho inventariado deve ser anotado em planilha, seguindo as terminologias indicadas na norma do DNIT 005/2003 – TER, mantendo uma padronização e melhor definição dos defeitos, conforme o demonstrado no quadro 1.

Quadro1- Resumo dos defeitos – Codificação e Classificação

FENDAS				Cod.	Classif. das Fendas		
Fissuras				FI	-	-	-
Trincas no revestimento geradas por deformação permanente excessiva e/ou decorrentes do fenômenos de fadiga	Trinca Isol.	Transv..	Curtas	TTC	FC-1	FC-2	FC-3
			Longas	TTL	FC-1	FC-2	FC-3
		Longit..	Curtas	TLC	FC-1	FC-2	FC-3
			Longas	TLL	FC-1	FC-2	FC-3
	Trinca Interl.	Jacaré	Sem erosão acentuada nas bordas das trincas	J	-	FC-2	-
			Com erosão acentuada nas bordas das trincas	JE	-	-	FC-3
Trincas no revestimento não atribuídas ao fenômeno de fadiga	Trinca Isol.	Devido a retração térmica ou dissecação da base(solo-cimento) ou do revestimento		TRR	FC-1	FC-2	FC-3
		Trinca Interl.	Bloco	Sem erosão acentuada nas bordas das trincas	TB	-	FC-2
	Com erosão acentuada nas bordas das trincas			TBE	-	-	FC-3
	Outros Defeitos					Codificação	
Afundam.	Plást.	Local	Devido a fluência plástica de uma ou mais camadas do pavimento ou do subleito	ALP			
		Da Trilha	Devido a fluência plástica de uma ou mais camadas do pavimento ou do subleito	ATP			
	De Consol.	Local	Devido a consolidação diferencial fluência das camadas do pavimento ou do subleito	ALC			
		Da Trilha	Devido a consolidação diferencial fluência das camadas do pavimento ou do subleito	ATC			
Ondulação/Corrugação: Ondulações Transversais causadas por instabilidade da mistura betuminosa constituinte do revestimento ou da base.					O		
Escorregamento (do revestimento betuminoso)					E		
Exsudação do ligante betuminoso no revestimento					EX		
Desgaste acentuado na superfície do pavimento					D		
“Panela” ou buracos decarrentes da desagregação do revestimento e às vezes de camadas inferiores					P		
Remendos				Remendo Superficial		RS	
				Remendo Profundo		RP	

Fonte: DNIT 005/2003 -TER

Após a avaliação objetiva e minuciosa, através do inventário de patologias feito por imagens e filmagens, considerando as definições propostas nas normas do DNIT e tendo embasamento teórico que salientam como são encontrados os defeitos em campo, as alterações no pavimento são primeiramente classificadas quanto a frequência com que aparecem no trecho perscrutado. A frequência absoluta (f_a) de cada um dos oito defeitos definidos é feita por somatório de estações que apresentam aquele tipo de patologia.

Alguns tipos de defeitos abrangem mais de uma modalidade de irregularidade, como observado na quadro 2. Para fazer o somatório por tipo nesses casos, somente é considerado um defeito desta categoria por estação. Outra particularidade a ser observada é relativa aos tipos 1,2,3, onde apenas o defeito de maior gravidade é considerado naquela estação. Por exemplo, se houverem defeitos do tipo 1 e 2 em uma localidade, só é contabilizado o mais grave dentre eles, o de tipo 2. O mesmo se forem encontradas patologias dos tipos 1,2 e 3, onde apenas o tipo 3, mais agravante, é enumerado para o cálculo da frequência absoluta. Assim, os defeitos do tipo 2 prevalecem sobre o 1, da mesma forma que o 3 prevalece sobre o 1 e 2. Os defeitos do tipo 1 são somente considerados quando não houverem defeitos dos tipo 2 e 3.

Quadro 2 – Classificação e abrangência dos tipos de defeitos e apresentação da estrutura do pavimento.

Tipo	Terminologia	DEFEITO
1	F1	Fissuras
	TTC	Trincas transversais curtas
	TTL	Trincas transversais longas
	TLC	Trincas longitudinais curtas
	TLL	Trincas longitudinais longas
	TRR	Trincas isoladas de retração
2	J	Couro de Jacaré
	TB	Trincas em Bloco
3	JE	Couro de Jacaré com erosão
	TBE	Trincas em bloco com erosão
4	ALP	Afundamento plástico local
	ATP	Afundamento plástico trilha
5	O	Ondulação
	P	Panela

6	EX	Exsudação
7	D	Desgaste
8	R	Remendo

Fonte: DNIT 005/2003 -TER

Para cada um desses tipos é posteriormente calculada a frequência relativa fr que considera o total de estações naquele trecho, sendo dada como um percentual de estações onde ocorre este determinado tipo de defeito, de acordo com a equação 1.

$$fr = \frac{fa \times 100}{n} \quad (1)$$

Onde: f_r : frequência relativa

f_a : frequência absoluta

n : número de estações consideradas por trecho

Para as tipologias de 1 a 8 são definidos também fatores de ponderação, que conferem a gravidade de uma modalidade de defeito, em relação às demais, tendo que considerados quanto a frequência relativa encontrada para cada tipo. Os valores normalizados para os fatores de ponderação estão salientados no quadro 3.

Quadro 3 – Valor do Fator de Ponderação

Ocorrência Tipo	Codificação de ocorrências de acordo com a Norma DNIT 005/2002- TER "Defeitos nos pavimentos flexíveis e semi-rígidos- Terminologia" (ver item 6.4 e Anexo D)	Fator de Ponderação fp
1	Fissuras e Trincas Isoladas(FI, TTC, TTL, TLC, TLL E TRR)	0,2
2	FC-2 (J ETB)	0,5
3	FC-3(JE e TB) NOTA: Para efeito de ponderação quando em uma mesma estação forem constatadas ocorrências tipos 1,2 e 3, só considerar as do tipo 3 para o cálculo da frequência relativa em porcentagem(fr) e Índice de Gravidade	0,8

	Individual (IGI); do mesmo modo, quando forem verificadas ocorrências tipos 1 e 2 em uma mesma estação, só considerar as do tipo 2.	
4	ALP, ATP e ALC, ATC	0,9
5	O, P, E	1,0
6	EX	0,5
7	D	0,3
8	R	0,6

Fonte: DNIT 006/2003 -PRO

Tendo obtido as frequências relativas e os respectivos fatores de ponderação, pode-se obter em seguida os valores de IGI multiplicando os dois fatores. Esse IGI, refere-se ao índice de gravidade individual, calculado para cada um dos tipos de patologias.

$$IGI = f_r \times f_p \quad (2)$$

Onde: *IGI*: índice de gravidade individual

f_r : frequência relativa

f_p : fator de ponderação

Além dos defeitos de 1 a 8, foram coletados valores referentes aos afundamentos em trilha de roda, medidos com o auxílio da treliça metálica e obtidos em milímetros. Para os valores encontrados para as trilhas externa e interna, também têm que ser calculado o IGI, feito de maneira distinta do realizado anteriormente, considerando a média das flechas dos afundamentos e a média das variâncias dessas mesmas flechas. No caso das médias, são obtidas pelas equações 3 e 4, referentes às trilhas internas e externas respectivamente, com seus cálculos feitos de forma individual.

$$FRI = \frac{\sum FRI_i}{n} \quad (3) \quad FRE = \frac{\sum FRE_i}{n} \quad (4)$$

Onde: *FRI*: flecha na trilha interna, dados em milímetros.

FRE: flecha na trilha externa, dados em milímetros.

n: número de estações consideradas por trecho

O valor da flecha F é dado simplesmente pela média entre as flechas encontradas em ambas trilhas de roda.

$$F = \frac{FRI + FRE}{2} \quad (5)$$

Para as variâncias das flechas utilizam-se as equações 6 e 7, referentes às trilhas internas e externas respectivamente, com seus cálculos feitos também de forma individual.

$$FRI_v^2 = \frac{\sum(FRI_i - FRI)}{n-1} \quad (6) \quad FRE_v^2 = \frac{\sum(FRE_i - FRE)}{n-1} \quad (7)$$

Onde: FRI : flecha na trilha interna de cada estação, dados em milímetros.

FRE : flecha na trilha externa de cada estação, dados em milímetros.

n : número de estações consideradas por trecho.

FRI_v^2 : variância das flechas medidas na trilha externa do segmento, considerando todas as estações.

FRI_v^2 : variância das flechas medidas na trilha interna do segmento, considerando todas as estações.

O FV é também dado pela média entre as variâncias encontradas para as trilhas externas e internas.

$$FV = \frac{FRI_v^2 + FRE_v^2}{2} \quad (8)$$

Com os valores de F e FV , pode-se calcular os valores de índice de gravidade individual, para a flecha média e a variância média. No cálculo do IGI para os defeitos de pavimentação, consideraram-se os fatores de ponderação para cada tipo de patologia, um análogo também é considerado para F e FV , porém de maneira diferente. Esse fator de ponderação a utilizar depende do valor das médias aritméticas, conforme o critério a seguir estabelecido.

Para as flechas, podem-se adotar os valores para IGI_F , como:

$$IGI_F = F \frac{3}{4}, \text{ se } F \leq 30$$

$$IGI_F = F \frac{3}{4}, \text{ se } F > 30$$

Agora para o IGI referente à variância, podem-se adotar os seguintes valores

$$IGI_V = FV, \text{ se } F \leq 50$$

$$IGI_V = 50, \text{ se } F > 30$$

O índice de gravidade global IGG pode ser definido pelo somatório dos Índices de Gravidade Individuais, de acordo com o estabelecido anteriormente.

$$IGG = \sum IGI \quad (9)$$

Esse valor será um critério de comparação para definir o estado do pavimento analisado, encaixando os valores encontrados para IGG nos limites estabelecidos pelo DNIT.

Quadro 4 - Conceitos de degradação do pavimento em função do IGG

Conceitos	Limites
Ótimo	$0 < IGG \leq 20$
Bom	$20 < IGG \leq 40$
Regular	$40 < IGG \leq 80$
Ruim	$80 < IGG \leq 160$
Péssimo	$IGG \geq 160$

Fonte: DNIT 006/2003 -PRO

Com os resultados obtidos nos cálculos do IGG pode-se ter um embasamento sobre quais são as condições efetivas da superfície do pavimento analisado. O conceito atribuído ao estado da via é um dado referencial, designado com o intuito relacionar resultados e dados obtidos para outros experimentos e estudos, de modo a possibilitar comparações. Apesar disso, é uma categorização que limita a visão. Em um mesmo limite existem nuances e diferenças entre uma mesma categoria, a exemplo da categoria péssimo, onde são enquadrados valores de IGG acima de 160, onde distintos níveis de degradação do pavimento

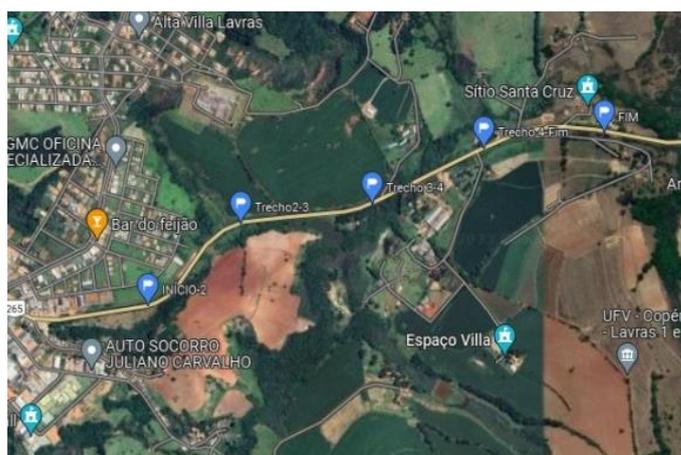
são assimilados pelo mesmo conceito. É necessário considerar o valor real encontrado nos cálculos sem se ater tanto às definições de comparação.

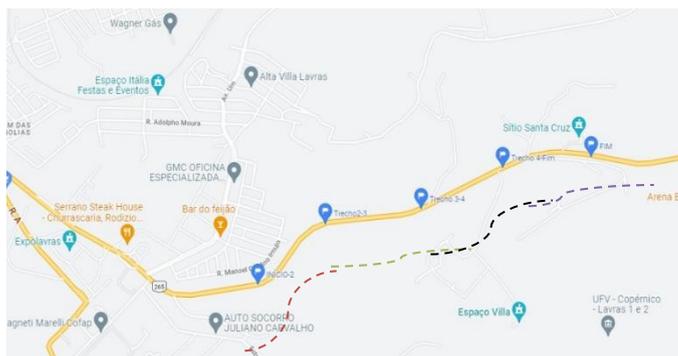
O IGG é além de tudo um critério inicial e necessita estar atrelado a uma análise aprofundada e detalhada das patologias e suas possíveis causas e soluções. Serve como um direcional para estabelecer as necessidades, medidas e processos de restauração que podem ser viáveis para aplicar no pavimento estudado.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Com a execução das etapas descritas, procedeu-se com a análise de um trecho de 2km na BR-265, partindo-se de Lavras com sentido a São João del Rei. A extensão estudada se localiza próxima à região residencial da Cidade de Lavras, sendo uma área com um intenso fluxo de veículos, dos mais variados portes e conseqüentemente caracteriza uma localidade com necessidades constantes de intervenções, que na maioria não ocorrem conforme a demanda. Esses fatos consolidaram a escolha dessa localidade para a execução da análise no presente trabalho, tendo uma maior representação de patologias e necessidade de compreensão das possíveis causas da presença significativa e da abrangência dessas anomalias.

Figura 20 - Representação do Trecho Analisado e sua Abrangência





Fonte: Google Maps (2023), recortes do Autor.

A totalidade observada foi catalogada segundo as diretrizes do DNIT em 3 datas diferentes, com a separação da extensão total de 2 quilômetros, divididos em 4 trechos de 500m e o IGG foi calculado em separado para cada um deles. Foi possível essa execução partindo do pressuposto que o trecho apresenta patologias semelhantes em todo o trajeto, com maior e menor presença de algumas, mas com uma constância notável. Algumas patologias se mostraram em estágios mais avançados e danosos para o transeunte e o veículo, com a associação de mais de uma patologia grave por estação de observação. A gama de defeitos no pavimento flexível foi significativa, conferindo ao trabalho uma representatividade benéfica, mas que é extremamente prejudicial para o utilizador da pista.

4.1. Trecho 1

A parte sinalizada como Trecho 1, compreende os 500m mais próximos à área residencial da cidade de Lavras, sendo assim, o trecho bastante solicitado no montante analisado. Essa metragem total engloba 50 estações de análise, uma vez que segundo a normatização do DNIT, é necessária a definição de uma estação a cada 20m, alternando-se as faixas e demarcando 3m antes e depois da estaca da estação. Os 6m de comprimento, compreendidos em cada estação foram catalogados, fotografados e tiveram suas patologias minuciosamente tabeladas de modo a obter-se os índices de gravidade individual e posteriormente o IGG, (APÊNDICE A1).

Foi observado nessa extensão, uma presença constante de trincas, tanto isoladas quanto interligadas. As trincas interligadas do tipo “couro de jacaré” foram observadas em quase todas as estações, com maiores e menores estágios de degradação, na maioria das vezes acompanhadas seções erodidas, cuja gravidade é significativamente maior. As prováveis causas para o aparecimento destas falhas são o alto fluxo de veículos pesados, ações

climáticas que geram a taxa de variação de temperatura, envelhecimento do ligante e flexibilidade, sendo este último o que mais potencializa o defeito devido à vida útil do revestimento.

A presença de desgaste também foi evidente em todas as estações, com trechos inteiros marcados pela patologia, trazendo consigo uma degradação evidente do pavimento e evidenciando a necessidade de intervenções severas. Essa patologia pode aparecer em decorrência de diversos fatores, possivelmente nesse caso decorre principalmente por falhas de adesividade ligante asfáltico-agregado, seleção deficiente de agregados com baixa resistência mecânica ou química, todos associados e potencializados pela ação do tráfego.

Algumas painelas também foram encontradas nos limites de análise das estações, algumas apresentando uma maior gravidade, inviabilizando o percurso nesse trecho e acarretando riscos de acidentes e danos permanentes. Provavelmente o aparecimento dessa patologia decorre da progressão de tincas interligadas, extremamente presentes no trecho, que foram agravadas pela ação de intempéries e fluxo constante de veículos com peso elevado.

Figura 21 - Associação de patologias em estação do Trecho 1



Fonte: Do Autor (2023)

Com o inventário concluído passou-se para a análise dos índices de gravidade individuais, que resultaram nas constatações conforme a tabela 1. É possível observar na coluna de frequência absoluta o total de aparecimentos de cada tipo de patologia no conjunto de estações do trecho analisado, sendo passível de conferência a quantidade e significativa amostragem de certos tipos específicos, que vão se mostrar também presentes ao longo de todo o montante inventariado.

O Trecho 1 teve um resultado esperado com base na situação presenciada na rodovia. As patologias são reflexos do longo período sem manutenções regulares e de grande porte,

como fica evidenciado pela aparição da patologia de “desgaste” ao longo de toda a totalidade do percurso. Também foi um trecho onde as medidas obtidas pela treliça para valores de afundamentos localizados foram ligeiramente elevadas, o que teve sua parcela no elevado IGG.

Tabela 1 - Cálculo de IGG Trecho 1

Tipo	Natureza do Defeito	Freq. Abs.	Freq. Rel.	Fp	IGI
1	(FCI), F, TTC, TLL, TLC, TLL, TRE	0	0	0,2	0
2	(FCII) J, TB	4	16	0,5	8
3	(FCIII) JE, TBE	21	84	0,8	67,2
4	ALP, ATP	0	0	0,9	0
5	O, P	6	24	1	24
6	E	1	4	0,5	2
7	D	25	100	0,3	30
8	R	8	32	0,6	19,2
9	$F=(TRI-TRE)/2$ em mm	TRI=20,72	TRE=23,2	F=21,96	29,28
10	$FV=(TRI_v+TRE_v)/2$	TRI _v =50,4 6	TRE _v =95,58	FV=73,0 2	50
Número de Est. Inventariadas		25	IGI=(F×1,4) quando F≤30		IGI=FV quando FV≤50
Índice de Gravidade Global		230	IGI=40 quando F>30		IGI=50 quando FV>50

Fonte: Do Autor (2023)

Os cálculos mostraram um índice de gravidade global como o valor de 230, conforme categorização do DNIT, categoriza um desempenho péssimo. Esse enquadramento é inicialmente um parâmetro comparativo, uma vez que é de maior gravidade que um IGG com valor de 160, por exemplo, que também estaria na mesma categoria. Essa denominação,

porém traz consigo um significado importante: há uma enorme necessidade de estudo aprofundado e de uma intervenção com uma significativa abrangência e de maior impacto.

4.2. Trecho 2

O Trecho 2 é referente aos 500m imediatamente posteriores ao do trecho anterior e também é possível observar a mesma dinâmica de patologias e de causas para as mesmas. Foi, em contrapartida, onde foram encontrados os resultados menos agressivos do total analisado. Provavelmente recebeu uma atenção maior ou apresentava problemas mais graves anteriormente, onde maiores trechos de remendos são vistos, panelas em menores proporções ou de caráter inicial e menos ocorrência massiva de desgastes. Porém, apesar de tudo, ainda apresenta um desempenho categorizado pelo DNIT como péssimo, uma vez que o índice de gravidade global obteve o valor de 203, como observado na tabela 2, exigindo consigo uma necessidade de intervenção urgente e drástica, para não atingir estados ainda mais calamitosos e não acarrete maiores problemas para os motoristas que trafegam na via.

Tabela 2 - Cálculo de IGG Trecho 2

Tipo	Natureza do Defeito	Freq. Abs.	Freq. Rel.	Fp	IGI
1	(FCI), F, TTC, TLL, TLC, TLL, TRE	0	0	0,2	0
2	(FCII) J, TB	6	24	0,5	12
3	(FCIII) JE, TBE	19	76	0,8	60,8
4	ALP, ATP	0	0	0,9	0
5	O, P	7	28	1	28
6	E	1	4	0,5	2
7	D	13	52	0,3	15,6
8	R	17	68	0,6	40,8
9	$F=(TRI-TRE)/2$ em mm	TRI=11,52	TRE=9,92	F=21,96	14,29
10	$FV=TRI_v+TRE_v)/2$	TRI _v =39,59	TRE _v =18,99	FV=29,29	29,29

Número de Est. Inventariadas	25	IGI=(F \times 1,4) quando F \leq 30	IGI=FV quando FV \leq 50
Índice de Gravidade Global	203	IGI=40 quando F $>$ 30	IGI=50 quando FV $>$ 50

Fonte: Do Autor (2023)

Pode-se observar nessa parte, e praticamente em todos os trechos, a presença também constante de trincas do tipo “couro de jacaré”, quase sempre seguidas de erosão, possivelmente considerando o passar do tempo aliado a influência de intempéries e ações climáticas, essas trincas podem evoluir para patologias mais agressivas e danosas como panelas se não houver a devida manutenção e correção.

4.3. Trecho 3

O Trecho 3 apresentou resultados também preocupantes com relação à quantidade de patologias encontradas e na gravidade delas. O cálculo do IGG considera a presença ou não de uma patologia, sem analisar a progressão da mesma, fazendo com que muitas vezes pareça um resultado superficial em partes. No caso do trecho em questão, observou-se um número elevado no valor do índice de gravidade global e também foi o trecho onde alguns dos defeitos de maior abrangência foram catalogados.

Figura 22- Patologias graves encontradas no Trecho3



Fonte: Do Autor (2023)

Como observado, o trecho apresenta patologias em maiores proporções, mas não traz maiores números relativos à aparição desses defeitos ao longo das estações inventariadas. A análise resultou na tabela 3, onde o valor do IGG encontrado foi de 237, também categorizado

como péssimo. Observa-se um padrão na qualidade da rodovia, onde não só na parte analisada, mas na maioria de sua extensão no segmento que liga as cidades citadas, o estado atual é insuficiente para garantir um tráfego seguro e de qualidade.

Tabela 3 - Cálculo de IGG Trecho 3

Tipo	Natureza do Defeito	Freq. Abs.	Freq. Rel.	Fp	IGI
1	(FCI), F, TTC, TLL, TLC, TLL, TRE	0	0	0,2	0
2	(FCII) J,TB	3	12	0,5	6
3	(FCIII) JE, TBE	22	88	0,8	70,4
4	ALP, ATP	0	0	0,9	0
5	O,P	10	40	1	40
6	E	1	4	0,5	2
7	D	25	100	0,3	30
8	R	13	52	0,6	31,2
9	$F=(TRI-TRE)/2$ em mm	TRI=11,84	TRE=14,24	F=13,04	17,38
10	$FV=TRI_v+TRE_v)/2$	TRI _v =28,06	TRE _v =52,02	FV=40,04	40,04
Número de Est. Inventariadas		25	IGI=(F _x 1,4) quando F≤30		IGI=FV quando FV≤50
Índice de Gravidade Global		237	IGI=40 quando F>30		IGI=50 quando FV>50

Fonte: Do Autor (2023)

4.4. Trecho 4

O Trecho 4 foi marcado pela abrangência de patologias por toda sua extensão, foi o pior resultado encontrado com relação ao número de IGG, uma vez que algumas delas figuraram na maioria das estações inventariadas, além de serem em maioria defeitos de maior gravidade, como trincas “couro de jacaré” com erosão associada em estado avançado. Foram

também encontradas no percurso muitas panelas e remendos, além de apresentar relativo desgaste em todos os pontos de aferência. Outro ponto a ser ressaltado também foi a constância de medidas significativas obtidas com a treliça para afundamentos localizados. A análise resultou na tabela 4, onde o valor do IGG encontrado foi de 287, também categorizado como péssimo e relativamente maior que o anterior, apesar de ter defeitos em menores proporções e menos evidentes, porém a presença constante dos mesmos fez com que o resultado obtido fosse muito mais elevado, reforçando o fato de a repetição do problema ser mais prejudicial que a aparição localizada, mesmo que seja em maiores proporções.

Tabela 4 - Cálculo de IGG Trecho 4

Tipo	Natureza do Defeito	Freq. Abs.	Freq. Rel.	Fp	IGI
1	(FCI), F, TTC, TLL, TLC, TLL, TRE	0	0	0,2	0
2	(FCII) J,TB	1	4	0,5	8
3	(FCIII) JE, TBE	24	96	0,8	67,2
4	ALP, ATP	1	4	0,9	0
5	O,P	16	64	1	24
6	E	2	8	0,5	2
7	D	23	92	0,3	30
8	R	23	92	0,6	19,2
9	$F=(TRI-TRE)/2$ em mm	TRI=14,4	TRE=17,52	15,96	29,28
10	$FV=TRI_v+TRE_v)/2$	TRI _v =17,33	TRE _v =46,26	FV=31,79	31,79
Número de Est. Inventariadas		25	IGI=(F _x 1,4) quando F≤30		IGI=FV quando FV≤50
Índice de Gravidade Global		286	IGI=40 quando F>30		IGI=50 quando FV>50

Fonte: Do autor(2023)

4.5. Restauração

A manutenção de um pavimento asfáltico deve ser feita, não só para efeito de correção da funcionalidade ou da estrutura e somente quando o pavimento se encontra a beira do aceitável, mas também de forma periódica, envolvendo uma manutenção preventiva. No decorrer deste trabalho, os defeitos que mais apareceram nos trechos avaliados foram a trinca couro de jacaré, panela, remendo e desgaste, todos eles advindos de erros na execução, excesso de cargas e também por condições climáticas, como já mencionados.

Os remendos já são considerados uma forma de tratamento para as panelas e trincas, porém, nos trechos analisados da rodovia foram mal executados e já apresentam danos. Para haver uma boa execução destes reparos, deve-se fazer um corte no ponto em que se deseja arrumar, de modo que após injetar o material não exista ondulações ou baques advindos deles.

É imprescindível ressaltar que no estado em que se encontra esse segmento da rodovia a solução correta seria retirar toda a estrutura do pavimento e refazê-la, retratando novamente a importância de se fazer a manutenção para não chegar a esse nível de degradação.

Visto que esta hipótese é algo que demandaria um tempo elevado e um alto custo, e se tratando de uma estrada que abrange um fluxo exacerbado de veículos (incluindo os que possuem cargas muito elevadas), as soluções mais plausíveis e imediatas seriam nas recuperações de trincas utilizar as técnicas de capa selante, lama asfáltica, micro revestimento asfáltico e tratamento superficial, sendo esse último segundo BERNUCCI (2008, p.191). O tratamento superficial consiste em aplicação de ligantes asfálticos e agregados sem mistura prévia, na pista, com posterior compactação que promove o recobrimento parcial e a adesão entre agregados e ligantes. O mesmo pode ser: Simples, Duplo ou Triplo. O tratamento conforme a seguinte sequência: ligante é colocado primeiro e o agregado depois.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A ideia central do presente trabalho é avaliar a qualidade do pavimento de um trecho da BR 265 e apresentar possíveis soluções para as falhas encontradas.

O método utilizado para essa análise foi o IGG (Índice de Gravidade Global), presente em DNIT 006/2003– PRO (DNIT,2003, B), que nos dá uma visão geral do estado em que se encontra a pista.

É válido prescrever que por ser um método que abrange as falhas presentes nos trechos como um todo e somente se há presença ou não das mesmas, não é possível diagnosticar a gravidade de cada defeito em específico. Por isso a importância de se utilizar outros métodos para análises mais precisas.

É indispensável retratar também que, nas idas à rodovia para a coleta de dados e análises, foi perceptível o estado de degradação em que ela se encontra. Sendo assim, acredita-se que uma restauração em sua estrutura deverá ser feita de forma urgente, pois a mesma já apresenta panelas que atingem as camadas da base e sub-base.

Outra questão muito crítica na extensão da rodovia, é a falta de drenagem em diversos pontos, e nos locais em que ela existe, nem sempre está bem executada. Vale ressaltar que, um dos fatores que mais agredem um pavimento em sua concepção geral, é a água e não executar a drenagem da mesma é um erro danoso.

Por fim, reitera-se que as análises feitas no decorrer da estrada apresentaram um resultado péssimo para qualidade da rodovia, levando a crer que deverão ser tomadas medidas corretivas imediatas.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AASHTO – American Association of State Highway and Transportation Officials. **AASHTO guide for design of pavement structures**. Washington, USA, 1986.

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

BERNUCCI, L. L. B.; MOTTA, L. M. G.; CERATTI, J. A. P.; SOARES, J. B. **Pavimentação asfáltica: formação básica para engenheiros**. Rio de Janeiro: PETROBRAS: ABEDA, 2010.

CNT, Confederação Nacional do Transporte. **Transporte rodoviário: por que os pavimentos das rodovias do Brasil não duram?** Brasília: CNT, 2019.

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

DNIT - DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES. DNIT 006/2003 – PRO: **Avaliação objetiva da superfície de pavimentos flexíveis e semirrígidos: procedimento**. Rio de Janeiro: IPR, 2003.

DNIT - DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES. DNIT 007/2003 – PRO: **Levantamento para avaliação da condição de superfície de subtrecho homogêneo de rodovias de pavimentos flexíveis e semirrígidos para gerência de pavimentos e estudos e projetos: procedimento**. Rio de Janeiro: IPR, 2003.

DNIT - DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES. DNIT 008/2003 – PRO: **Levantamento visual contínuo para avaliação da superfície de pavimentos flexíveis e semirrígidos**. Rio de Janeiro: DNIT, 2003.

DNIT - DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES. DNIT 009/2003 – PRO: **Avaliação subjetiva da superfície de pavimentos flexíveis e semirrígidos: procedimento.** Rio de Janeiro: IPR, 2003.

DNIT - DEPARTAMENTO NACIONAL DE ESTRADAS DE RODAGEM. DNIT – IPR 720. **Manual de restauração de pavimentos asfálticos. 2ª Edição.** Rio de Janeiro, 2006.

FRANCO, F. A. C. P.; MOTTA, L. M. G. Execução de estudos e pesquisa para elaboração de método de análise mecanístico-empírico de dimensionamento de pavimentos asfálticos: Manual para utilização do Método Mecanístico-Empírico MeDiNa: Apresentação dos programas. Rio de Janeiro: COPPE/IPR, 78p, 2020.

HARTMANN, D. A. **Análise dos defeitos e da irregularidade de pavimentos flexíveis a partir do Guia da AASHTO de 2004. 2009. 75p.** Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) - Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, Ijuí. Formação básica para engenheiros. Rio de Janeiro: PETROBRAS: ABEDA, 2010.

MEDINA, J.; MOTTA, L. M. G. **Mecânica dos pavimentos. 3ª Edição.** Rio de Janeiro: Interciência, 2015.

PINTO, J. I. B. R. **Caracterização superficial de pavimentos rodoviários.** 2003. Dissertação (Mestrado em Vias de Comunicação) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade do Porto, Porto, 2003.

PINTO, S.; PREUSSLER, E. S. **Pavimentação rodoviária: conceitos fundamentais sobre pavimentos flexíveis. 2ª Edição.** Rio de Janeiro: S. Pinto, 2002.

SILVA, P. F. A. **Manual de patologia e manutenção de pavimentos.** São Paulo: PINI, 2008.

SOUZA, Murilo Lopes de. **Método de projeto de pavimentos flexíveis. 3ª Edição.** Rio de Janeiro: IPR, 1981. DNER IPR 667

APÊNDICE A

A.1 – INVENTÁRIOS DE DEFEITOS PARA O CÁLCULO DO IGG

Inventário de Superfície																										
RODOVIA		TRECHO : BR-265 TRECHO LAVRAS SÃO JOÃO										OPERADOR														
		SUBTRECHO: SUB-1 0M - 500M										REVESTIMENTO TIPO: Revestimento Asfáltico														
Data: 22/11/2022	Folha: 1	ESTACA INICIAL: 1										ESTACA FINAL: 25														
Estação		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
Faixa		E	D	E	D	E	D	E	D	E	D	E	D	E	D	E	D	E	D	E	D	E	D	E	D	E
Tipo	OK	SEM DEFEITO																								
1	F1	Fissuras																								
(FCI)	TTC	Trincas transversais curtas																								
	TTL	Trincas transversais longas																								
	TLC	Trincas longitudinais curtas																								
	TLL	Trincas longitudinais longas																								
	TRR	Trincas isoladas retração																								
2	J	Couro de Jacaré																								
(FCII)	TB	Trincas em bloco																								
3	JE	Couro de jacaré com erosão																								
(FCIII)	TBE	Trincas em bloco com erosão																								
4	ALP	Afundamento plástico local																								
	ATP	Afundamento plástico trilha																								
5	O	Ondulação																								
	P	Panela																								
6	EX	Exsudação																								
7	D	Desgaste																								
8	R	Remendo																								
	ALC	Afundamento consolidação local																								
	ATC	Afundamento consolidação trilha																								
	E	Escorregamento																								
	TRI	Afundamento trilha interna (mm)																								
	TER	Afundamento trilha externa (mm)																								

Figura A.1 – Inventário de defeitos para o Trecho1

Inventário de Superfície																										
RODOVIA		TRECHO : BR-265 TRECHO LAVRAS SÃO JOÃO										OPERADOR														
		SUBTRECHO: SUB-2 500M-1000M										REVESTIMENTO TIPO														
Data: 10/12/2022	Folha: 2	ESTACA INICIAL: 26										ESTACA FINAL: 50														
Estação		26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50
Faixa		E	D	E	D	E	D	E	D	E	D	E	D	E	D	E	D	E	D	E	D	E	D	E	D	E
Tipo	OK	SEM DEFEITO																								
1	F1	Fissuras																								
(FCI)	TTC	Trincas transversais curtas																								
	TTL	Trincas transversais longas																								
	TLC	Trincas longitudinais curtas																								
	TLL	Trincas longitudinais longas																								
	TRR	Trincas isoladas retração																								
2	J	Couro de Jacaré																								
(FCII)	TB	Trincas em bloco																								
3	JE	Couro de jacaré com erosão																								
(FCIII)	TBE	Trincas em bloco com erosão																								
4	ALP	Afundamento plástico local																								
	ATP	Afundamento plástico trilha																								
5	O	Ondulação																								
	P	Panela																								
6	EX	Exsudação																								
7	D	Desgaste																								
8	R	Remendo																								
	ALC	Afundamento consolidação local																								
	ATC	Afundamento consolidação trilha																								
	E	Escorregamento																								
	TRI	Afundamento trilha interna (mm)																								
	TER	Afundamento trilha externa (mm)																								

Figura A.2 – Inventário de defeitos para o Trecho2

Inventário de Superfície																															
RODOVIA		TRECHO : BR-265 TRECHO LAVRAS SÃO JOÃO														OPERADOR															
		SUBTRECHO: SUB-3 1000m 1500M														REVESTIMENTO TIPO: Revestimento Asfáltico															
Data:10/12/2022		Folha: 3		ESTACA INICIAL: 51														ESTACA FINAL:75													
Estação	Faixa	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75					
		E	D	E	D	E	D	E	D	E	D	E	D	E	D	E	D	E	D	E	D	E	D	E	D	E					
Tipo	OK	SEM DEFEITO																													
1	F1	Fissuras																													
(FCI)	TTC	x			x			x	x	x	x		x	x		x			x												
	TTL																														
	TLC	x								x	x		x																		
	TLL		x	x	x				x					x		x	x	x	x			x	x	x		x					
	TRR																														
2	J	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x					
(FCII)	TB						x	x																							
3	JE	x		x	x	x	x	x			x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x					
(FCIII)	TBE																														
4	ALP																														
	ATP																														
5	O																														
	P						x					x	x				x			x											
6	EX														x																
7	D	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x					
8	R	x		x						x	x	x	x	x	x	x	x		x							x					
	ALC																														
	ATC																														
	E	x														x	x									x					
TRI	Afundamento trilha interna (mm)	5	10	15	10	15	20	10	10	0	20	15	10	8	20	15	5	20	15	15	10	8	10	10	15	5					
TER	Afundamento trilha externa (mm)	25	20	15	25	15	15	15	5	5	15	25	15	15	25	5	25	10	10	10	3	10	3	10	15	20					

Figura A.3 – Inventário de defeitos para o Trecho3

Inventário de Superfície																															
RODOVIA		TRECHO : BR-265 TRECHO LAVRAS SÃO JOÃO														OPERADOR															
		SUBTRECHO: SUB-4 1500m 2000M														REVESTIMENTO TIPO: Revestimento Asfáltico															
Data:14/01/2023		Folha: 4		ESTACA INICIAL: 76														ESTACA FINAL:100													
Estação	Faixa	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100					
		E	D	E	D	E	D	E	D	E	D	E	D	E	D	E	D	E	D	E	D	E	D	E	D	E					
Tipo	OK	SEM DEFEITO																													
1	F1	Fissuras																													
(FCI)	TTC	x	x		x	x			x	x	x				x				x			x	x	x	x	x					
	TTL																														
	TLC																														
	TLL	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x					
	TRR																														
2	J	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x					
(FCII)	TB			x	x		x				x	x																			
3	JE	x	x	x	x	x			x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x					
(FCIII)	TBE																														
4	ALP																														
	ATP																														
5	O																														
	P	x	x		x					x	x	x	x				x	x			x	x	x		x	x					
6	EX																														
7	D	x	x	x	x	x	x	x			x	x				x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x					
8	R	x	x	x	x	x	x			x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x					
	ALC																														
	ATC																														
	E																														
TRI	Afundamento trilha interna (mm)	20	10	10	10	15	10	15	15	15	15	15	10	25	10	20	20	10	20	10	10	15	15	15	15	15					
TER	Afundamento trilha externa (mm)	10	10	15	25	20	20	30	20	25	25	15	20	20	25	3	15	20	15	30	15	10	10	15	10	15					

Figura A.4 – Inventário de defeitos para o Trecho14