

**INSTITUTO ENSINAR BRASIL
FACULDADES DOCTUM DE CARATINGA**

**JEFFERSON VIEIRA VILELA
MAX DEMIAN ALMEIDA FIALHO**

**ANÁLISE DO PERFIL PATOLÓGICO ENCONTRADO NA RUA MANOEL
GONÇALVES DE CASTRO/CARATINGA/MG PELO MÉTODO IGG**

**CARATINGA
2018**

**JEFFERSON VIEIRA VILELA
MAX DEMIAN ALMEIDA FIALHO**

FACULDADES DOCTUM DE CARATINGA

**ANÁLISE DO PERFIL PATOLÓGICO ENCONTRADO NA RUA MANOEL
GONÇALVES DE CASTRO/CARATINGA/MG PELO MÉTODO IGG**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Curso de Engenharia Civil
das Faculdades DOCTUM de Caratinga,
como requisito parcial à obtenção do título
de Bacharel em Engenharia Civil.

Área de concentração: Patologias em
pavimentos flexíveis

Orientador: Prof. Sérgio Alves dos Reis

CARATINGA


2018

TERMO DE APROVAÇÃO

O Trabalho de Conclusão de Curso intitulado: ANÁLISE DO PERFIL PATOLÓGICO ENCONTRADO NA RUA MANOEL GONÇALVES DE CASTRO/CARATINGA/MG PELO MÉTODO IGG, elaborado pelo(s) aluno(s) JEFFERSON VIEIRA VILELA e MAX DEMIAN ALMEIDA FIALHO foi aprovado por todos os membros da Banca Examinadora e aceito pelo curso de ENGENHARIA CIVIL das FACULDADES DOCTUM DE CARATINGA, como requisito parcial da obtenção do título de

BACHAREL EM ENGENHARIA CIVIL.

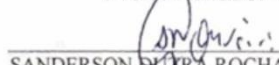
Caratinga 10/12/2018



SÉRGIO ALVES DOS REIS
Prof. Orientador



RICARDO BOTELHO CAMPOS
Prof. Avaliador 1



SANDERSON DUTRA ROCHA CORRÊA
Prof. Examinador 2

LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E SÍMBOLOS

AASHTO	American Association of State Highway and Transportation Officials
AAUQ	Areia Asfalto Usinada à Quente
ABCP	Associação Brasileira de Cimento Portland
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ACL	Afundamento de Consolidação Local
ACT	Afundamento de Consolidação da Trilha
APL	Afundamento Plástico Local
APT	Afundamento Plástico da Trilha
BGS	Brita Graduada Simples
BGTS	Brita Graduada Tratada com Solo
CA	Concreto Asfáltico
CBR	Califórnia Bearing Ratio
CBUQ	Concreto Betuminoso Usinado a Quente
CCR	Concreto Compactado a Rolo
CNT	Confederação Nacional do Transporte
CPA	Camada Porosa de Atrito
CR	Corte em Rocha
CTGA	Caratinga
D	Desgaste
DNER	Departamento Nacional de Estradas de Rodagem
DNIT	Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes
E	Escorregamento
EX	Exsudação
Fa	Frequência absoluta
FI	Fissuras
Fp	Fator de ponderação
Fr	Frequência relativa
IES	Índice do Estado da Superfície
IGG	índice de Gravidade Global
IGI	Índice de Gravidade Individual
ISC	Índice de Suporte Califórnia
J	Trinca Tipo “Couro de Jacaré”

JE	Trinca Tipo “Couro de Jacaré” com Erosão
Km	Quilometro
LVC	Levantamento Visual Contínuo
M	Metro
Mm	Milímetro
O	Ondulações
P	Panelas
PCI	Pavement Condition Index
PMF	Pé Misturado a Frio
PMQ	Pé Misturado à Quente
PP	Ponto de Passagem
R	Remendos
SM	Seção Mista
SMA	Stone Matrix Asphalt
TB	Trinca Tipo Bloco
TBE	Trinca Tipo “Bloco” com Erosão
TBE	Trinca Tipo Bloco com Erosão
TLC	Trinca Longitudinal Curta
TLL	Trinca Longitudinal Longa
TRE	Trilha de Roda Externa
TRI	Trilha de Roda Interna
TRR	Trinca por Retração
TSD	Tratamento Superficial Duplo
TSS	Tratamento Superficial Simples
TST	Tratamento Superficial Triplo
TTC	Trinca Transversal Curta
TTL	Trinca Transversal Longa
UNIFOR	Universidade de Fortaleza – UNIFOR
VDM	Volume Diário Médio

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 Pavimentação flexível.....	18
Figura 2 Aplicação de CBUQ.....	19
Figura 3 Concreto Asfáltico de Graduação Densa	20
Figura 4 Aplicação de Mistura de Graduação Aberta	21
Figura 5 Pavimento Granulação Descontínua	22
Figura 6 Exsudação do Pavimento	23
Figura 7 Desgaste do Pavimento	24
Figura 8 Escorregamento do Revestimento Betuminoso	24
Figura 9 Trincas e Fissuras	25
Figura 10 Painéis ou Covas	26
Figura 11 Exemplo de estações de avaliação para pista simples	31
Figura 12 Exemplo de estações de avaliação para pista dupla.....	32
Figura 13 Local do Estudo de Caso	35
Figura 14 Incidência de Defeitos	37
Figura 15 Painéis ou buracos.....	42
Figura 16 Trinca Transversal Curta	43
Figura 17 Desgaste	44
Figura 18 Trinca “couro de jacaré”	45
Figura 19 Trinca Tipo Bloco.....	45

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 Malha Viária Nacional	22
Tabela 2 Classificações	38
Tabela 3 Conceitos de degradação do pavimento em função do IGG.....	41

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 Codificação e classificação de patologias	30
Quadro 2 Anexo B	32
Quadro 3 Anexo B	36
Quadro 4 Anexo B	37
Quadro 5 Planilha de dados e resultados.....	40

RESUMO

A correta aplicação de recursos em infraestrutura viária é de grande importância para o desenvolvimento de várias formas de uma região. A Rua Manoel Gonçalves de Castro – Caratinga/Mg apresenta recorrentes e prematuras patologias nos seus pavimentos. A vida útil dos projetos de pavimentos flexíveis geralmente é realizada para uma vida útil de 5 anos, sendo necessário após esse período intervenções para restauração. A boa estrutura da segurança e do conforto ao rolamento dos veículos que veiculam nos pavimentos são inexoravelmente fundamentais para o bom andamento do fluxo do tráfego dos veículos. Estes dois tópicos importantes podem ser mensurados e estudados pelo IGG (Índice de Gravidade Global). O objetivo deste trabalho foi analisar e avaliar as condições da superfície de rolamento quanto à segurança e o nível de degradação existentes nos pavimentos flexíveis do pavimento no trecho da Rua Manoel Gonçalves de Castro – Caratinga/MG. Durante o estudo de campo foi identificado 42 estações do pavimento para o cálculo do IGG conforme a norma do DNIT 006/2003-PRO, sendo observados os defeitos (patologias) nas estações estudadas. Um dos objetivos deste trabalho é mostrar algumas particularidades inseridas neste método. Além disso, são destacados algumas das possíveis causas de certos defeitos no local avaliado. De acordo com o método IGG o local em estudo, que o pavimento flexível está em péssimo estado de conservação e necessita de uma restauração imediata. O método utilizado mostrou-se ser muito efetivo para a classificação funcional local, relatando de forma simples a condição funcional do pavimento. A superfície de rolamento no decorrer dos anos perde a qualidade da pavimentação asfáltica, surgindo então a necessidade de solução e intervenção para a correta manutenção e conservação para recuperar seu estado de serventia.

Palavras-chave: IGG; Superfície de rolamento; Pavimentos; DNIT 006/2003-PRO.

ABSTRACT

The correct application of resources in road infrastructure is of great importance for the development of various forms of a region. Rua Manoel Gonçalves de Castro - Caratinga / Mg presents the long-standing recurrent and premature pathologies in its pavements. The useful life of flexible floor designs is generally carried out for a useful life of 5 years, after which restoration interventions are required. The good structure of the safety and the comfort to the bearing of the vehicles that they carry in the pavements are inexorably fundamental for the good movement of the traffic flow of the vehicles. These two important topics can be measured and studied by the IGG (Global Severity Index). The objective of this work was to analyze and evaluate the rolling surface conditions regarding the safety and the level of degradation in the flexible pavements of the pavement in the section of street Manoel Gonçalves de Castro – Caratinga/MG. During the field study, 42 stations of the pavement were identified for calculating the IGG according to the DNIT 006/2003-PRO standard, being observed the defects (pathologies) in the stations studied. It is known that the methodology of the IGG is very little known among academics and in the professional environment, therefore, one of the objectives of this work is to show some particularities inserted in this method. In addition, some of the possible causes of certain specific defects in the evaluated site are highlighted. According to the IGG method of the study site, it can be concluded that the flexible floor is in poor condition and needs immediate restoration. The method used proved to be very effective for the local functional classification, reporting simply the functional condition of the pavement. Since this method is not well known in the study of urban pavements, mainly in the local road, the application becomes pertinent. The rolling surface over the years loses the quality of asphalt pavement, resulting in the need for solution and intervention for the correct.

Keywords: IGG; Bearing surface; Flooring; DNIT 006/2003-PRO.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
1.2 Objetivos	13
1.2.1 Objetivo geral	13
1.2.2 Objetivos específicos.....	13
1.3 Estrutura do trabalho	13
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	15
2.1 Descrição da pavimentação	15
2.1.1 Situação da pavimentação urbana no Brasil	16
2.1.2 Pavimentação flexível.....	17
2.2 Patologias do pavimento flexível.....	22
2.3 Contextualização sobre as normas DNIT 005/2003-TER e 006/2003 -PRO ...	26
2.4 Avaliação de patologias em pavimentos flexíveis	28
2.5 O sistema de cálculo do Índice de Gravidade Global (IGG)	29
3 METODOLOGIA CIENTÍFICA	33
3.1 Material Utilizado	34
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES	35
4.1 Análise dos defeitos	41
4.1.1 Painelas ou Buracos (P).....	41
4.1.2 Trinca Transversal Curta (TTC).....	43
4.1.3 Desgaste (D)	43
4.1.4 Trinca tipo “couro de Jacaré” (J)	44
4.1.5 Trinca Interligada Tipo Bloco (TB).....	45
5 CONCLUSÃO	466
REFERÊNCIAS.....	48

1 INTRODUÇÃO

O Brasil possui um malha rodoviária historicamente com problemas de patologias asfálticas, oriundas da falta de investimentos e problemas na execução, finalização e manutenção das pistas de rolamentos.

Na cidade de Caratinga – MG não é diferente, dentre as diversas ruas que apresentam as ocorrências de patologias nos asfaltos, destaca-se a área que foi delimitada para o presente estudo.

Diante do problema brasileiro de falta de manutenção nos pavimentos, materiais de baixa qualidade, é necessário fazer um estudo científico sobre este tema.

Este trabalho apresenta uma pesquisa que se baseia em uma análise e classificação das ocorrências de patologias nos pavimentos asfálticos da Rua Manoel Gonçalves de Castro – Caratinga-MG.

A metodologia usada foi da avaliação objetiva da superfície de pavimentos flexíveis, que é preconizada pela norma DNIT 005/2003 – TER e DNIT 006/2003 – PRO. A área estudada apresenta um tráfego intenso de veículos pesados que transportam rochas como produto de um britador localizado no final do trecho estudado.

A escolha do método é uma etapa importante para a correta execução da pesquisa, assim uma necessidade de análise e classificação das patologias antes mesmo de qualquer intervenção. Diante disso, foi realizada uma revisão bibliográfica a fim de identificar quais métodos eram utilizados em pesquisas sobre levantamento de patologias em pavimentos flexíveis e foi identificado as normas DNIT 005/2003 – TER e DNIT 006/2003–PRO como as mais citadas na literatura científica como métodos nas pesquisas.

Foram realizados os cálculos do Índice de Gravidade Individual (IGI) e o Índice de Gravidade Global (IGG) que fornece uma classificação numérica com atribuição de conceitos de degradação ao pavimento avaliado. Estes índices são usados em diversos estudos citados na literatura, sendo estes índices confiáveis para a elaboração de um levantamento prévios das patologias.

Espera-se com este trabalho poder contribuir com o entendimento dos estudos nesta área e mostrar resultados de forma científica com métodos existentes.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo geral

O presente estudo propõe analisar e classificar as ocorrências das patologias aparentes no pavimento asfáltico da Rua Manoel Gonçalves de Castro – Caratinga-MG.

1.2.2 Objetivos específicos

- Realizar pesquisa bibliográfica sobre pavimentação flexível e os tipos patológicos que são encontrados nesse tipo de pavimento;
- Catalogar e quantificar as patologias encontradas no pavimento flexível da Rua Manoel Gonçalves de Castro;
- Analisar as causas dos tipos patológicos e fazer anotações das áreas afetadas do pavimento por cada tipo de patologia;
- Determinar o Índice de Gravidade Global (IGG) do pavimento avaliado e através dele caracterizar o estado geral de conservação da área em estudo.

1.3 Estrutura do trabalho

O presente trabalho de conclusão de curso é formado pela seguinte estrutura de tópicos que se descrevem a seguir:

Capítulo 1: Introdução onde apresenta o tema e a problematização do estudo. Contém ainda os objetivos e a metodologia.

Capítulo 2: Apresenta a revisão bibliográfica que traz o estudo do tema abordado nos quesitos dos tipos de pavimentos encontrados no Brasil e também os tipos patológicos inerentes ao pavimento flexível como as normas referendadas para análise objetiva do pavimento

Capítulo 3: Trata sobre a metodologia utilizada para estudo do tema e os materiais previstos na pesquisa.

Capítulo 4: Traz de forma objetiva o resultado obtido na pesquisa e discute o que a norma referencia acerca do resultado contendo implicações para o pavimento estudado.

Capítulo 5: Reservado às conclusões e considerações finais da obra.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Descrição da pavimentação

Com o progresso econômico vivenciado nos últimos anos, os investimentos públicos em pavimentação têm crescido de forma gradual. Pavimentar vias urbanas tem sido uma constante, como parte das exigências da população e como objetivo em cronogramas de execução de obras. (Bianchi,2008).

De acordo com Bianchi *et al* (2008) a utilização de pavimentação é bem antiga, datando de 3.000 a. C, sendo muito eficientes no controle de vazamentos em barragens, em vias de acesso ou na impermeabilização de casas. No entanto, na América o primeiro registro encontrado data do século XIII, em regiões do oeste dos Estados Unidos.

A razão pela qual se utiliza pavimentação asfáltica em larga escala no Brasil se deve: flexibilidade controlável, de durabilidade, qualidades impermeabilizantes, resistência à maior parte dos ácidos e sais, podendo ser emulsionado com ou sem ajuda de aditivos. (BERNUCCI *et al*, 2008).

Segundo Rodrigues e Pitta (2011), o objetivo primordial dos pavimentos asfálticos é proporcionar comodidade e boas condições de tráfego. No entanto, quando patologias aparecem, a vida útil e qualidade da pavimentação podem ser reduzidas e causar transtornos aos usuários da via.

Diversos são os motivos que podem causar patologias, como:

- Erro do projeto;
- Intempéries;
- Falta de manutenção,
- Manutenção inadequada;
- Desastres naturais.

Outro aspecto a ser considerado é que a pavimentação, muitas vezes, é realizada sem levar em consideração aspectos que podem causar problemas à execução do serviço e ao seu resultado final. O esgotamento sanitário é um fator que pode não ser levado em consideração, e que depois da pavimentação realizada, pode necessitar de reparo, causando danos à pavimentação realizada, sendo necessário

retrabalho ou recuperação da área. Desta forma, é preciso conhecer os tipos de pavimentos existentes. (NETO,2017).

2.1.1 Situação da pavimentação urbana no Brasil

Segundo (PREGO, 2001), os pavimentos urbanos no Brasil sofreram um acentuado impulso, desde a promulgação da constituição em 1988, dada a melhor organização dos municípios brasileiros, bem como pelo início de destinação de verba, pelo governo federal, para as prefeituras executarem obras de infraestrutura.

Com o aumento da pavimentação dos logradouros, bem como com o desenvolvimento de novas técnicas de pavimentação, as cidades foram migrando dos antigos métodos de calçamento das ruas para a pavimentação flexível que se conhece hoje, e mais tarde os grandes centros passariam a utilizar-se, também, de pavimentos rígidos. Essas mudanças no jeito de se pavimentar e em seu crescimento, tiveram uma maior expressão, inicialmente, nas cidades da região sul e sudeste do país, onde se concentravam os maiores centros urbanos da época, bem como uma maior referência e experiência rodoviária. (PREGO, 2001).

Acompanhando o constante crescimento das cidades, surgem naturalmente as necessidades de expansão das áreas urbanas habitáveis, aparecendo assim, conseqüentemente, a crescente demanda por serviços públicos de infraestrutura, tais como saneamento básico, drenagem urbana, pavimentação e fornecimento de energia elétrica. (NETO, 2017).

Dada a evolução da sociedade, hoje, esses serviços públicos se configuram como fatores básicos para se manter uma melhor condição de vida para os cidadãos, propiciando uma saúde pública mais adequada aos munícipes. Embora a pavimentação urbana tenha experimentado um crescente aumento nas últimas décadas, existe ainda, em nosso país, um enorme déficit da mesma, com uma expressiva quantidade de cidadãos que não possuem tal benefício. (NETO,2017).

Como principais fatores, geradores de déficit, dois merecem destaque, sendo eles: o crescimento desordenado dos municípios, reflexo da falta de um plano diretor bem definido, de boas políticas públicas e da falta de fiscalização do poder público; e a falta de recursos financeiros das prefeituras, frente ao elevado preço de uma obra de pavimentação, bem como pela política tributária atual e má gestão pública em alguns casos. (NETO,2017).

Segundo (BALBO,2017), uma das atuais necessidades das prefeituras brasileiras, principalmente as menores, não somente na área da pavimentação urbana, mas em diversas outras áreas técnicas, vem sendo a falta de profissionais qualificados em seu quadro, servidores, que bem conduzidos pelo gestor público, podem fazer a diferença planejando, orientando e direcionando os rumos do crescimento municipal.

Destaca ainda que com essa dificuldade do município em manter um bom profissional de engenharia em seu quadro de funcionários, tem sido comum os mesmos não conseguirem elaborar projetos de pavimentação em condições mínimas de aceitação, bem como planejar e definir corretamente as soluções a serem adotadas, principalmente quanto às demandas de intervenções visando o crescimento populacional e futuras expansões urbanas, podendo gerar assim prejuízos e desperdícios de recursos e benefícios à população. (BALBO,2017).

A rede rodoviária é a principal via de escoamento do Brasil, entretanto apenas 13% dela é pavimentada e desse percentual, 95% são estradas pavimentadas com revestimento asfáltico. Grande parte dela encontra-se malconservada, sem a devida sinalização, tornando-as perigosas e comprometendo a produtividade do país. É notório a necessidade de uma infraestrutura de transporte terrestre brasileira adequada, capaz de garantir o pleno desenvolvimento do Brasil. (CNT, 2017).

2.1.2 Pavimentação flexível

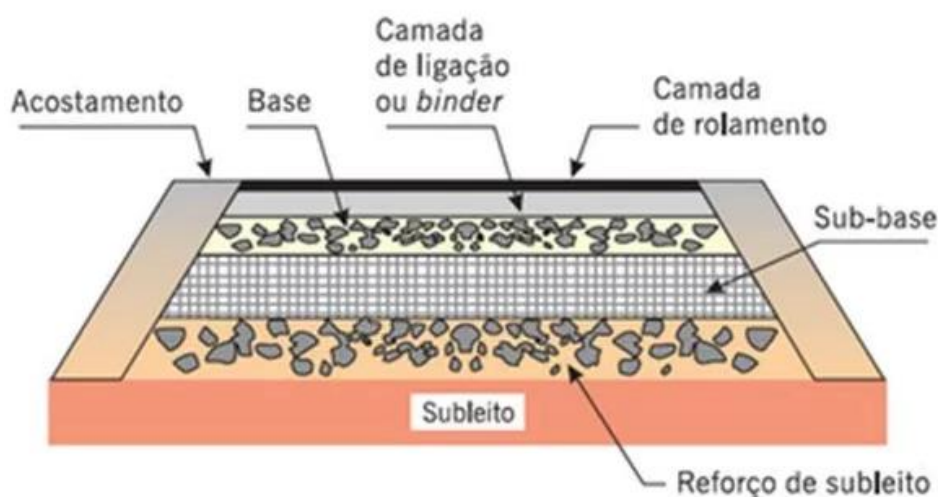
Considera-se como pavimento flexível aquele composto por um revestimento de betume, em conjunto com massa asfáltica e material granular como pavimento. A base é outro material granular e a sub-base é formada pelo próprio solo. (BALBO, 2017).

A pavimentação flexível apresenta uma deformação elástica maior e mais expressiva do que o pavimento rígido. No meio rodoviário essa deformação é chamada de deflexão. O pavimento flexível absorve os esforços entre as camadas, de maneira dividida, (Figura 1) ficando as camadas inferiores responsáveis por receber as tensões verticais. (SILVA, 2008).

As camadas superiores do pavimento apresentam melhor qualidade, contudo do ponto de vista estrutural a camada de maior significado é a Base, pois nela irá

descarregar grande parte das forças provenientes do tráfego. Dai a importância de preparar as camadas que irão formá-la com materiais de qualidade. A Figura 1 ilustra a distribuição das camadas. (SANTANA, 2008).

Figura 1 Pavimentação flexível



Fonte: Santana (2008)

Para a pavimentação flexível é necessária utilização de grandes espessuras, haja vista que sua construção utiliza materiais deformáveis, e para sua aplicação, é necessária a utilização de cargas altas. Desta forma, a tensão aplicada no solo de função acaba sendo menor do que a resistência. Ocorre também uma menor coesão entre as camadas, o que acarreta uma deformação na superfície por meio de uma depressão. (Santana, 2008).

No que diz respeito ao dimensionamento do pavimento flexível, devem ser aplicados os métodos empíricos: DNER (1981) e o guia da AASHTO (1986). Estes métodos trazem as dimensões e espessuras necessárias para o subleito e seu reforço, a fim de evitar excessivas deformações plásticas, estipulando também, baseado nos dados do projeto sobre as características do tráfego, quais os cuidados devem ser tomados com as outras camadas e as especificações dos materiais que devem ser utilizados.

Rocha (2010) destaca que os métodos supramencionados são vantajosos, pois apresentam simplicidade na aplicação do pavimento e trazem técnicas que visam reduzir patologias com base na observação de projetos reais. Isso quer dizer que extrapolar esses métodos implicaria em comprometer a qualidade do empreendimento

com subdimensionamento ou superdimensionamento das condições adequadas de execução.

Para Bianchi *et al* (2008), vale ressaltar os tipos de pavimentos asfálticos disponíveis no mercado, para que assim, se possa entender sua composição e o possível aparecimento de patologias. O primeiro a ser analisado é o concreto betuminoso usinado a quente - CBUQ que é composto por agregados minerais (95%) que são responsáveis pela resistência mecânica e estabilidade, podendo ser utilizado brita ou pó-de-pedra, e o CAP (ligante, 5%) que é responsável por promover a impermeabilidade, durabilidade e flexibilidade do pavimento (Figura 2).

Figura 2 Aplicação de CBUQ



Fonte: Bernucci (2008)

Analisando os dizeres de Rocha (2010), destaca-se que é preciso compreender que o ligante (CAP) é uma substância termo sensível, e para sua utilização deve ser observada a curva de viscosidade e temperatura durante o processo de usinagem. Caso a temperatura fique acima do recomendado, o CAP pode oxidar, perdendo suas propriedades e reduzindo sua vida útil. Importante salientar que a classificação do CAP é realizada por penetração de agulha a 25°C em décimos de milímetro. Seu armazenamento é realizado em tanques de usinas de asfalto e a temperatura ideal é entre 145°C a 155°C.

Bernucci et al (2008) destacam que o CBUQ pode ser dividido em 04 grupos distintos de acordo com a granulometria dos agregados: graduação densa, aberta, uniforme e descontínua. O concreto asfáltico de graduação densa possui uma curva granulométrica contínua, apresentando-se bem graduada e de composição com poucos vazios (Figura 3).

Figura 3 Concreto Asfáltico de Graduação Densa



Fonte: Bernucci et al (2008)

Souza (2004) apresenta outro tipo de mistura encontrada como pavimentação flexível é a mistura de graduação aberta. Sua curva granulométrica é uniforme. No entanto, mantém grande porcentagem de vazios que devem ser preenchidos por filer, ligante ou agregado miúdo.

Para Mota *et al* (2014), uma característica importante desse revestimento é sua capacidade drenante, sendo possível a percolação de água da mistura asfáltica. É empregado geralmente como camada de rolamento, oferecendo maior aderência ao pneu com o pavimento quanto à via estiver molhada, reduzindo a ocorrência de aquaplanagem.

No entanto, Souza (2004) destaca que sua eficiência em reduzir a lâmina de água na pista também oferece uma redução da distância de frenagem, trazendo mais segurança ao motorista e menor número de acidentes. A dosagem dessa mistura

asfáltica é realizada pelo método de Marshall, para aferição do número de vazios (Figura 4).

Figura 4 Aplicação de Mistura de Graduação Aberta



Fonte: Bernucci et al (2008)

O terceiro tipo de revestimento flexível que se apresenta aqui é o pavimento de graduação descontínua. Segundo Mota *et al* (2014) afirma que esse pavimento recebe esse nome porque possui granulometria heterogênea, com grãos grandes, médios e finos. A predominância, no entanto, é de grãos grandes. O objetivo do esqueleto mineralógico desse pavimento é oferecer mais rigidez frente às deformações permanentes. Sua aplicação é realizada em espessuras de 1cm, 5 cm e 7 cm. Possui macro textura rugosa superficialmente e boa eficiência em drenagem superficial (Figura 5).

Bianchi *et al* (2008) afirmam que esse modelo foi concebido a fim de se maximizar o atrito existente entre os grãos, resistindo assim de maneira mais eficaz às deformações permanentes, e apresenta alta resistência ao desgaste. Apresenta também estabilidade a temperaturas elevadas e boa flexibilidade a baixas temperaturas, nível de ruído reduzido e resistência em derrapagens. Ideal para ser utilizado em vias de alto trânsito de veículos pesados como caminhões, em intersecções, rampas, áreas de carga e descarga, dentre outros.

Figura 5 Pavimento Granulação Descontínua

Fonte: Bernucci et al (2008)

Para Bianchi et al (2008)., conhecer os tipos de pavimentos e suas características pode auxiliar na elaboração do projeto adequado para cada empreendimento, evitando não somente problemas de execução, mas também patologias durante a utilização da via. Por isso, passa-se à apresentação das patologias mais comuns nos pavimentos flexíveis.

2.2 Patologias do pavimento flexível

O pavimento flexível é amplamente utilizado em rodovias e vias dentro das cidades. Sua praticidade e funcionalidade fazem com que a pavimentação de estradas e ruas com asfalto seja uma constante crescente. Dados da Confederação Nacional do Transporte – CNT (2017) apresentam informações sobre a extensão da malha viária do país, conforme Tabela 1:

Tabela 1 Malha Viária Nacional

<i>MALHA VIÁRIA NACIONAL</i>	
<i>Rodovias Federais</i>	119.953,5 km
<i>Rodovias Estaduais</i>	261.562,8 km
<i>Rodovias Municipais</i>	1.339.126,9 km
<i>TOTAL</i>	1.720.643,2 km

Fonte: CNT (2017)

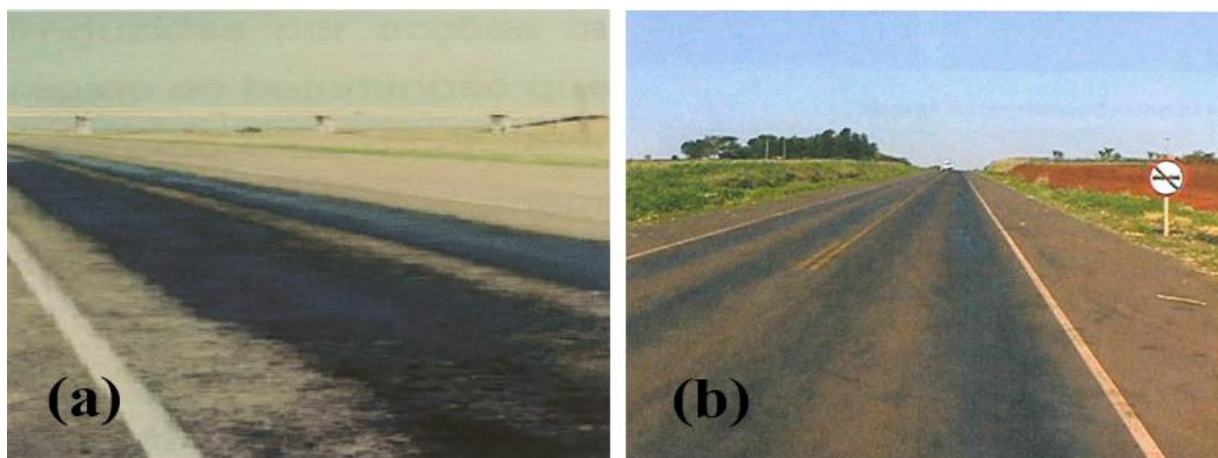
Ainda de acordo com dados do CNT (2017), aproximadamente 58% das vias federais pavimentadas não está em bom estado, apresentando problemas em seu estado geral, onde 43% desses trechos possuem classificação ruim, péssima ou regular.

Dentre os problemas encontrados nas vias, podem ser patologias na superfície, degradações ou deformações. A norma 005 do DNIT (2003) apresenta as seguintes patologias:

- Fendas;
- Afundamentos;
- Corrugação e ondulações transversais;
- Exsudação;
- Desgaste ou desagregação;
- Panela ou buraco;
- Remendos.

Serão abordadas aqui as patologias de caráter funcional. Mesquita (2014) apresenta a exsudação do asfalto. Sua ocorrência se dá por causa da dilatação do asfalto devido ao calor e pela pouca existência de vazios por excesso de ligante, causando redução do macro textura. Pode-se ver um exemplo de via com exsudação pelo brilho, proveniente do excesso de ligante betuminoso, que causa a patologia, conforme Figura 6:

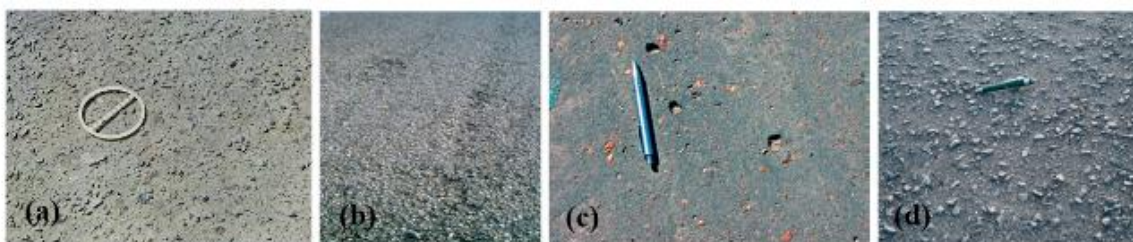
Figura 6 Exsudação do Pavimento



Fonte: Mesquita (2014)

Outra patologia importante a ser analisada é o desgaste (Figura 7). De acordo com Bernucci et al (2008), sua ocorrência se dá devido ao tráfego e ao intemperismo. Resulta da deficiência na ligação das substâncias betuminosas que formam o pavimento. Pode ser por má utilização, má qualidade ou erros na construção.

Figura 7 Desgaste do Pavimento



Fonte: Mesquita (2014)

Em caso de desgaste superficial em estado avançado, ocorre o arrancamento progressivo dos agregados, o que leva à conseqüente volatilização e oxidação do pavimento.

Mesquita (2014) apresenta outra patologia funcional em pavimentos flexíveis: escorregamento do revestimento betuminoso. Sua ocorrência se dá na formação de fendas pelo deslocamento do revestimento. Por apresentar pouca aderência ou má resistência, a massa asfáltica se desloca, formando meia lua. Pode ser causada por frenagem dos veículos muito pesados (Figura 8).

Figura 8 Escorregamento do Revestimento Betuminoso

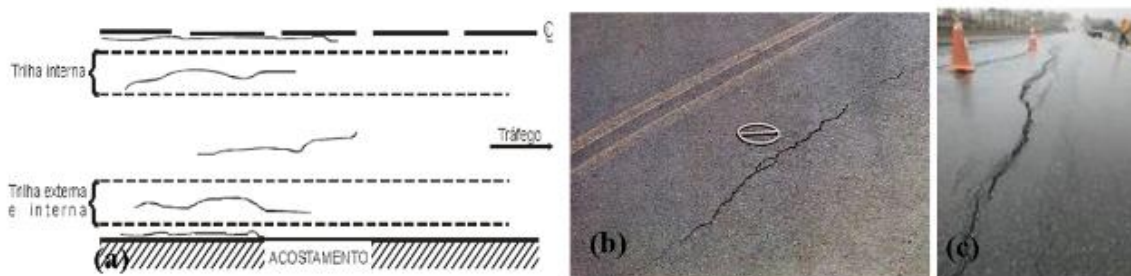


Fonte: Souza (2008)

Santos (2011) apresenta outras patologias: fendas ou fendilhamento (fissuras e trincas). São consideradas as patologias mais comuns nos pavimentos flexíveis. Ocorre devido à fadiga dos materiais que foram utilizados nas camadas betuminosas, seja por tração ou flexão repetidamente. Na realização do estudo e do projeto para a pavimentação é possível, por meio de utilização de software, o cálculo da velocidade e do comportamento do material visco elástico, contribuindo assim para a prevenção de possíveis fendas.

No que diz respeito à severidade das fendas, Bianchi *et al* (2008) apresentam a seguinte classificação: FC-1, FC-2 e FC-3, de acordo com a característica danosa; FC-1 trincas com abertura menor que 1mm, FC-2 trincas superiores a 1mm mas sem erosão e FC-3 são as trincas superiores a 1mm e com erosão nas bordas. Em caso de trincas interligadas a classificação é FC-2 se não tiver erosão e FC-3 se tiver erosão. Trincas e fissuras podem ser vistas na Figura 9:

Figura 9 Trincas e Fissuras



Fonte: Mesquita (2014)

Mota *et al* (2014) salienta como patologia comumente encontrada nas vias de pavimento flexível: painéis ou covas. Seu surgimento é devido à degradação da via, e pode iniciar no revestimento e ir para a camada da base. Não é uma patologia que se inicia por si, mas são oriundas da evolução de outras patologias, como fendas, rachaduras, afundamentos e desagregação por falta de aderência (Figura 10).

A figura abaixo permite visualizar que o tipo patológico Painéis degrada o pavimento de forma a atingir todas as camadas que o constitui contribuindo para total degradação da via, fator que influencia diretamente na segurança dos usuários, e está diretamente ligado ao condicionante causador de acidentes envolvendo condições da via.

Figura 10 Painelas ou Covas

Fonte: Mesquita (2014)

Um fator que agrava essa patologia é a água, já que o acúmulo de água acelera o processo de degradação da via, ocorrendo afundamentos. Pode ser considerado como o estágio final do desgaste da via e complica muito a vida de motoristas e a integridade dos veículos. (BALBO, 2017).

2.3 Contextualização sobre as normas DNIT 005/2003-TER e 006/2003 -PRO

Os estudos de engenharia que envolve os métodos do DNIT 005/2003 e 006/2003 tem recebido grande atenção nas pesquisas da área como uma ferramenta na mensuração de patologias em pistas de rolamento e pavimentos. Sendo na produção de material científico, pode ser utilizado de forma ampla, aplicado, por exemplo, como métodos científicos (JÚNIOR et al., 2014).

Entretanto, a outros métodos, porém são poucos explorados nas pesquisas acadêmicas básicas pelo fato do elevado custo em comparação ao método do (IGG). Apenas recentemente novas tecnologias estão sendo mais acessíveis e assim surgiram trabalhos utilizando outros métodos. Por se tratarem de normas Brasileiras, o uso delas ocorre principalmente em trabalhos acadêmicos Brasileiros (RODRIGUES e VAZ., 2016).

RIBEIRO et al. (2017) estudaram a Avenida Coronel Matos Dourado em Fortaleza/CE. Para tanto foram analisadas as principais características funcionais, as principais patologias e as principais técnicas de recuperação de pavimentos flexíveis.

Monteiro et. al (2016) utilizou o (IGG e IGI) como método na identificação das principais patologias nos pavimentos asfálticos do estacionamento dos docentes do

centro de ciências tecnológicas, pertencente à Universidade de Fortaleza - UNIFOR, no estado do Ceará.

Obteve boas respostas, citando que a presença das patologias encontradas: trincas, remendos, desgastes e panelas são indicativos que o pavimento, principalmente a parte de revestimento está chegando ao fim da vida útil.

A fim de evitar o avanço das patologias existentes, fez-se necessário a recuperação. Sem a recuperação adequada podem surgir patologias de outras naturezas, aumentando assim o valor gasto e a quantidade de trabalho para executar a obra.

Em função do baixo custo do método atribuído pelas normas 005/2003 e 006/2003 do DNIT, estes índices indicados pelo DNIT recebem atenção pelos pesquisadores, uma vez que podem substituir, com vantagens, métodos mais caros.

Podendo citar métodos de avaliações objetivas, lembrando que a avaliação subjetiva expressa a opinião de avaliadores com relação ao pavimento, enquanto a avaliação objetiva mensura as patologias que afetam a serventia do pavimento (HUNHOFF., 2017).

Alguns métodos objetivos são mais onerosos pelo fato de usarem equipamentos de altos valores como: perfilômetros, perfilógrafos, acelerômetros, defletômetros vibratórios e de impacto, equipamentos estes do tipo resposta (MACHADO, 2013).

Recentemente Santos et al. (2017) utilizaram a avaliação pelo método do (IGG) e teve como objetivo a avaliação do pavimento do primeiro trecho da Avenida Olívia Flores, localizado no Bairro Candeias, município de Vitória da Conquista-BA.

No estudo deste autor foram levantados 30 estações do pavimento para o cálculo do IGG conforme a norma DNIT 006/2003-PRO. Foi levado em conta as patologias presentes em cada estação levantada. Citou que o método do IGG ainda é pouco difundido no meio acadêmico e profissional, e detalhou em seu trabalho algumas particularidades relacionadas ao método.

O resultado foi com base no IGG, e concluiu-se que o pavimento está em péssimo estado de conservação e necessita de uma restauração imediata.

Uma de suas conclusões foi que o tempo gasto nos levantamentos das patologias de campo e cálculo do IGG foi cerca de 6 horas, e mostrou que o método de execução pode ser considerado rápido, além disso, não houve interrupção do trânsito durante o levantamento das patologias no pavimento.

Outros estudos também foram publicados utilizando este método. Vieira et al. (2016) buscou a análise e a aplicação da utilização de dois métodos de avaliação superficial de pavimentos flexíveis, sendo o Índice de Gravidade Global (IGG) e o Pavement Condition Index (PCI). Com isso, teve a intenção de mostrar por meio de uma análise comparativa a relevância da técnica e prática dos métodos estudados em pavimentos flexíveis localizados no campus da Universidade de Fortaleza – UNIFOR.

Ribeiro et al., (2017) fez uma análise comparativa da avaliação funcional de trecho da BR-116 no estado do Ceará. Sua pesquisa foi baseada em revisão bibliográfica e na execução de um inventário de patologias existentes na superfície da rodovia. Com isso teve como objetivo de realizar o cálculo dos índices que atribuem ao pavimento conceitos de degradação: o Índice de Gravidade Global (IGG) e o Índice do Estado da Superfície (IES).

Sendo o (IGG) obtido mediante a classificação e contagem das ocorrências e a medição das flechas nas trilhas de roda é necessário o tratamento estatístico dos dados em unidades de amostra. O índice de Estado da Superfície (IES) é obtido por meio de um Levantamento Visual Contínuo (LVC), em toda a extensão do trecho.

2.4 Avaliação de patologias em pavimentos flexíveis

As patologias em pavimentos asfálticos flexíveis são normatizadas pelo Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT). As normas DNIT 005/2003, traz em seu conteúdo as denominações das Patologias nos pavimentos asfálticos, e a 006/2003 traz em seu conteúdo algumas classificações de patologias nestas pistas de rolamento e os critérios de realização da pesquisa em campo.

Além das definições de patologias seu conteúdo aborda características e detalha de forma concisa as ocorrências que podem vir ocorrer, destaque objetivo da superfície de pavimentos asfálticos - Procedimento.

Na escolha de uma metodologia para este tipo de estudo, deve ser considerado especificidades e características dos pavimentos, sabendo de forma clara quais objetivos devem ser alcançados (GUEDES., 2016).

Na literatura encontra autores citando que a qualidade da técnica pode variar dependendo do nível de detalhes que serão abordados, bem como o número de variáveis que se pretende analisar, sendo que estes fatores podem variar ou elevar os custos da avaliação (GALVAN., 2017).

Por meio de conhecimentos específicos normalizados pelas normas citadas, é possível avaliar as condições de um pavimento bem como o nível de degradação que este se encontra.

Sabe-se que a degradação do pavimento é ocasionada por diversos fatores, dentre eles os fatores antrópicos como o tráfego intenso de veículos, bem como fatores ambientais como o intemperismo (chuva, sol, vegetação, enchentes e até mesmo a neve) (NETO., 2017).

2.5 O sistema de cálculo do Índice de Gravidade Global (IGG)

Na literatura científica são encontrados diversos trabalhos acadêmicos aplicando este método de estudo para avaliação de patologias em pavimentos. A base para este tipo de estudo consiste em caracterizar as patologias atribuindo pesos ou fatores de ponderação para cada tipo de patologia bem como a influência das patologias na serventia do pavimento (SONCIM E JUNIOR., 2015).

As normas utilizadas como base neste tipo de estudo são a norma DNIT 005/03 - TER e 006/2003 –PRO. Estas normas apresentam o método de avaliação das patologias e indica os parâmetros numéricos para classificar o estado geral da superfície estudada. Além disso, abordam os equipamentos, os conceitos de degradação e fixam os critérios necessários para os cálculos do Índice de Gravidade Global (DNIT, 006/03).

Este método permeia parâmetros numéricos e atribui o Índice de Gravidade Global (IGG) que geralmente é utilizado em projetos aplicados de reforço de pavimentos. Pode ser aplicado em pavimentos semirrígidos e flexíveis na realização da classificação e inventário de ocorrência aparentes e de deformações nas trilhas de roda (SILVA et al., 2017).

O método objetivo em estudo, o Índice de Gravidade Global (IGG) inicia-se com o levantamento por meio de análise de campo das patologias e suas causas diagnosticando em forma de valores numéricos e classificando seu estado de serventia.

A forma de avaliação deste método é amostral em diferentes distâncias, ou seja, não é em toda área de estudo ou pista, sendo as distâncias indicadas pelas normas já citadas. Logo, o método é classificado como avaliação objetiva através da determinação do IGG (JUNIOR e MAGALHÃES, 2014).

Dentre os principais equipamentos utilizados para este tipo de estudo e os levantamentos de campo, destaca-se as planilhas para registro das ocorrências, tinta ou material de marcação para demarcar as estacas ou local de estudo. Outro equipamento indispensável é a treliça metálica que é utilizada para determinar o afundamento das trilhas de roda nos locais analisados (MONTEIRO., 2017).

O Quadro 1 apresenta as patologias que ocorrem em pavimentos asfálticos juntamente com a codificação e classificação respectiva.

Quadro 1 Codificação e classificação de patologias

FENDAS			CODIFICAÇÃO		CLASSE DAS FENDAS		
FISSURAS			FI		-	-	-
Trincas no revestimento geradas por deformação permanentes e/ou decorrentes do fenômeno de fadiga	Trincas isoladas	Transversais	Curtas	TTC	FC-1	FC-2	FC-3
			Longas	TTL	FC-1	FC-2	FC-3
		Longitudinais	Curtas	TLC	FC-1	FC-2	FC-3
			Longas	TLL	FC-1	FC-2	FC-3
	Trincas interligadas	"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	Trincas isoladas	Devido a retração térmica ou dissecação da base (solo cimento) ou do revestimento	TTR	FC-1	FC-2	FC3	
	Trincas interligadas	Bloco	Sem erosão acentuada nas bordas das trincas	TB	-	FC-2	-
			Com erosão acentuada nas bordas das trincas	TBE	-	-	FC-3
Outros defeitos					Codificação		
Afundamento	Plástico	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 consolidação	Local	Devido a consolidação diferencial ocorrente em camadas do pavimento ou do subleito			ALC	
		Da trilha	Devido a consolidação diferencial ocorrente em camadas do pavimento ou do subleito			ATC	

Continuação

Conclusão

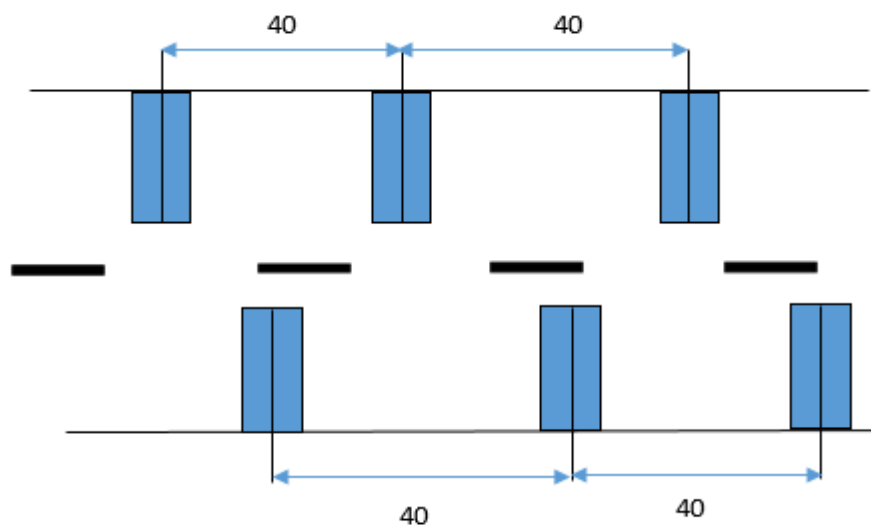
Ondulação/Corrugação-ondulações transversais causadas por instabilidade da mistura betuminosa constituinte do revestimento ou da base		O
Escorregamento-(do revestimento betuminoso)		E
Exsudação do ligante betuminoso no revestimento		EX
Desgaste acentuado na superfície do revestimento		D
"Painéis" ou buracos decorrentes da desagregação do revestimento e as vezes das camadas inferiores		P
Remendos	Remendo Superficial	RS
	Remendo Profundo	RP

Fonte: Norma Dnit 005/2003

Existem alguns critérios para a determinação das superfícies de estudo em função do tipo de tráfego solicitado pela pista de rolamento.

Para pista simples, têm-se uma estação a cada 40 metros em cada faixa de tráfego, destaca-se que a estação da faixa da direita alterna-se a da esquerda, isso pode ser visualizado na Figura 11.

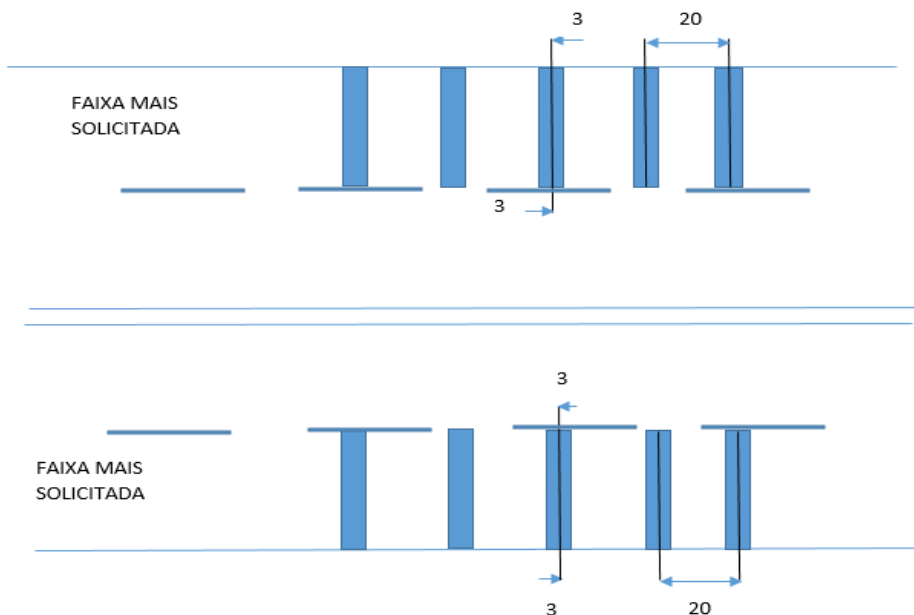
Figura 11 Exemplo de estações de avaliação para pista simples



Fonte: Jonas (2012)

Para pista dupla, a cada 20 metros são tomadas estações na faixa de tráfego mais solicitada de cada pista (Figura 12).

Figura 12 Exemplo de estações de avaliação para pista dupla



Fonte: Jonas (2012)

Para efeito de praticidade e padronização, as ocorrências observadas devem ser anotadas conforme Quadro 2 do anexo B da norma DNIT 006/2003 apresentada abaixo.

Quadro 2 Anexo B

INVENTÁRIO DO ESTADO DA SUPERFÍCIE DO PAVIMENTO																						
RODOVIA:		OPERADOR:													FOLHA:							
TRECHO:		REVESTIMENTO TIPO:													Estaca ou km	Estaca ou km						
SUBTRECHO:		DATA:																				
Estaca ou KM	Seção Terraço	ok	TRINCAS							AFUNDAMENTOS				OUTROS DEFEITOS				TRINCAS RODAS				
			ISOLADAS					INTERLIGADAS		PLÁSTICO		CONSOLID										
			FI	TTC	TTL	TLC	TLL	TRR	FC-2	FC-3	ALP	ATP	ALC	ATC	O	P	E	EX	D	R	TRI	IRE
1	1	1	1	1	1	2	2	3	3	4	4	4	4	5	5	5	6	7	8	mm	mm	

Fonte: DNIT 006/2003

3 METODOLOGIA CIENTÍFICA

Esse trabalho é um estudo de caso aplicado aos conhecimentos adquiridos em pesquisa bibliográfica de autores que trouxeram ao meio científico técnicas e conhecimentos de literaturas correlatas buscando conhecer e identificar os tipos de revestimento e os problemas que o relacionam procurando assim fazer uma abordagem qualitativa dos fatores que levaram o pavimento a se encontrar na presente situação.

O objeto de estudo deste trabalho é uma rua que ocorre um intenso fluxo de caminhões de grande porte que transitam diariamente pelo local transportando matéria prima de um britador situado no final da rua. Essa rua é denominada Rua Manoel Gonçalves de Castro e situa-se no Bairro Esplanada na cidade de Caratinga, Minas Gerais.

Inicialmente o estudo se deu com aprofundamento teórico dos tipos de pavimento e suas patologias qualificando-as seguindo orientações da norma DNIT 005/2003, procurando assim entender como se apresentam.

Em seguida procurou-se conhecer o tipo de superfície estudada observando particularidades como o tipo de seção de terraplanagem ocorrente na área, podendo ser do tipo; Aterro (A), Corte (C), Seção Mista (SM), Ponto de Passagem (PP) ou Corte em Rocha (CR).

Classificando-a como pista Simples por comportar o tráfego de veículos em ambos sentidos em uma única pista de rolamento de acordo com a norma 006/2003 do DNIT para o estudo das patologias foi dividida em estações, ou trechos de estudo, demarcadas a cada 20 metros alternados do eixo da pista, ou de 40 em 40 metros em cada faixa de tráfego onde foram enumeradas utilizando trena e tinta.

As patologias foram inventariadas em cada área demarcada com o preenchimento do anexo B, modelo previsto na norma 006/2003 DNIT que possibilita catalogar os tipos de defeitos encontrados no local. Foram identificados de acordo com a NBR 005/2003 recebendo as seguintes denominações: Tipo 1: Trincas Isoladas (FI, TTC, TTL, TLC, TLL e TRR), Tipo 2- FC-2 (J e TB), Tipo 3- FC-3 (JE e TBE), Tipo 4- ALP e ATP, Tipo 5- ondulação (O) e painelas (P), Tipo 6 Exsudação (EX), Tipo 7 Desgaste (D), Tipo 8, remendos (R) e flechas nas trilhas de rodas (FTR), todos com registro fotográfico que permitiu identificar suas características.

Após identificar e inventariar as ocorrências dos defeitos segue para os cálculos das frequências absolutas e relativas.

Fr = frequência relativa é obtida pelo produto da frequência absoluta pela relação do valor cem (100) dividido pelo número de estações encontradas (n) (Equação 1).

$$Fr = fa * \frac{100}{n} \quad (1)$$

Onde:

Fr = frequência relativa

Fa= frequência absoluta (número de vezes que uma patologia foi verificada).

n= número de estações ou áreas de estudo demarcadas.

IGI= índice de gravidade Individual (IGI), calculado por meio da multiplicação da frequência relativa de cada defeito (fr), por seu fator de ponderação (fp) (Equação 2).

$$IGI = fr * fp \quad (2)$$

Onde:

fr= frequência relativa

Fp= fator de ponderação

Finalmente calcula-se o Índice de Gravidade Global (IGG), fazendo o somatório do Índice de Gravidade Individual (IGI) (Equação 3).

$$IGG = \sum IGI \quad (3)$$

3.1 Material Utilizado

Treliça padronizada tendo 1,20 metros de comprimento na base, dotada de régua móvel instalada em seu ponto médio que permite medir, em milímetros, as flechas da trilha da roda;

Equipamento e material auxiliar para localização e demarcação na pista das estações de avaliação, tais como: trena com 20 metros, giz, tinta, pincel, formulários previstos nas normas 005/2003 e 006/2003 DNIT.

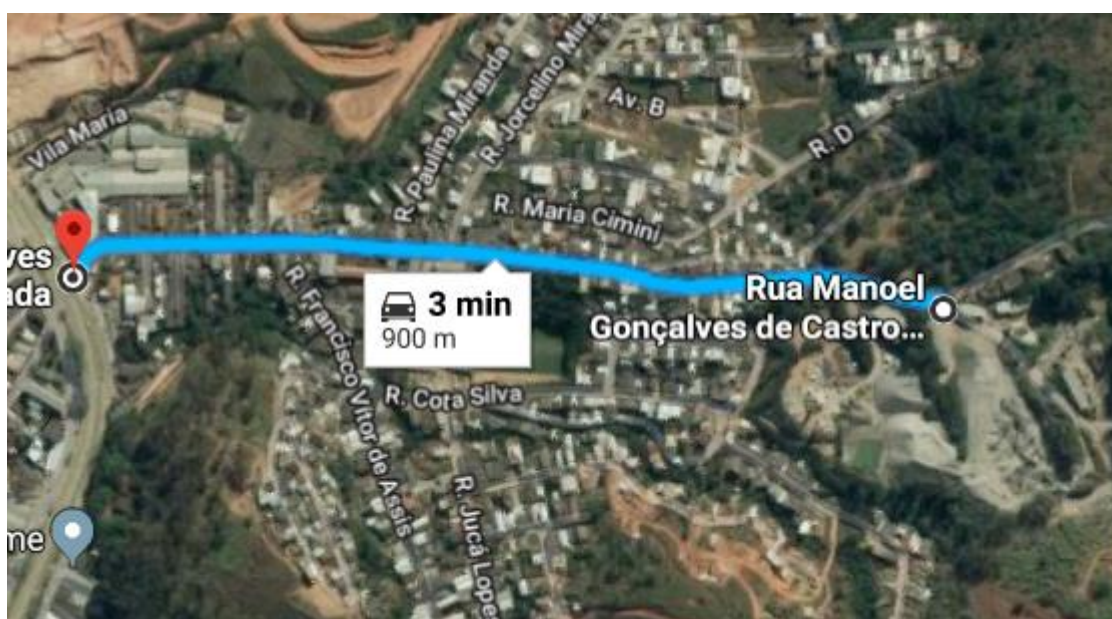
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

O estudo das patologias em pavimentos permite um diagnóstico da situação funcional e o estado de conservação. Estes dados levam a futuras intervenções e pode indicar melhores alternativas para manutenções ou restaurações. Pode-se resumir que a ação do tráfego pesado, fatores climáticos, má execução do projeto, falha na seleção dos materiais são as principais causas destes tipos de patologias e isso interfere na segurança da via e no conforto.

O objeto deste estudo perfaz-se de um trecho de pavimento flexível com extensão de 820 metros e foi dividido em 42 estações, sendo estas enumeradas a cada 20 metros conforme preconiza a norma DNIT 006/2003-PRO para pistas simples, ou seja, aquela onde o tráfego de veículos para ambos os sentidos se faz numa única pista de rolamento.

A Figura 13 abaixo representa a área delimitada para o estudo que compreende o início da Rua Manoel Gonçalves de Castro entroncamento com a Rodovia BR 116 até o final da rua onde se localiza o Britador São Geraldo, grande influenciador do auto tráfego de veículos pesados que transportam diariamente matéria prima e produtos do Britador.

Figura 13 Local do Estudo de Caso



Fonte: Autores (2018)

Quadro 4 Anexo B

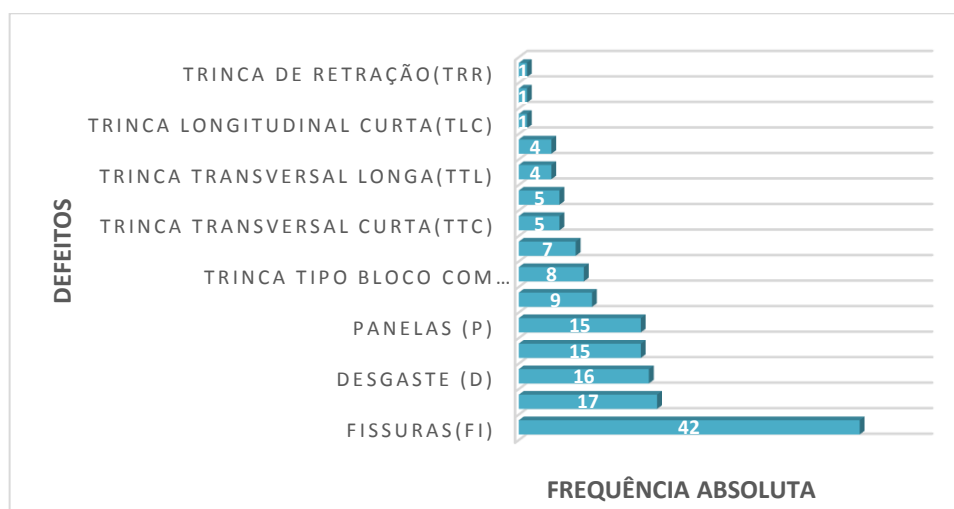
INVENTÁRIO DO ESTADO DA SUPERFÍCIE DO PAVIMENTO																							
RODOVIA/RUA: MANOEL GONÇALVES DE CASTRO										OPERADOR:					FOLHA: 02								
TRECHO: CASA AUXILIADORA ATE BRITADOR SÃO GERALDO										REVESTIMENTO TIPO: ASFALTICO					Estaca ou km								
SUBTRECHO:										DATA: 25/10/2018					440		Estaca ou km						
Estaca ou KM	Seção TERRAP.	ok	TRINCAS								AFUNDAMENTOS				OUTROS DEFEITOS					TRINCAS RODAS			
			ISOLADAS					INTERLIGADAS			PLASTICO		CONSOLID		O	P	E	EX	D	R	TRI mm	IRE mm	OBS
			FI 1	TTC 1	TTL 1	TLC 1	TLL 1	TRR 1	FC-2 J 2	FC-3 TB 2	JE 3	TBE 3	ALP 4	ATP 4									
440	C		x																				
460	C		x	x						x													
480	C		x																				
500	C		x																				
520	C		x																				
540	C		x																				
560	C		x																				
580	C		x																				
600	C		x																				
620	C		x																				
640	C		x																				
660	C		x																				
680	C		x																				
700	C		x																				
720	C		x																				
740	C		x																				
760	C		x	x																			
780	C		x	x																			
800	C		x	x																			
820	C		x	x																			

Fonte: Norma DNIT 006/2003

A partir desses dados foi possível quantificar a incidência de aparições das patologias e realizar a avaliação objetiva do pavimento com o cálculo do Índice de Gravidade Global (IGG).

A Figura 14 abaixo permite visualizar as principais patologias e a frequência com que aparecem na via.

Figura 14 Incidência de Defeitos



Fonte: Autores (2018)

No diagnóstico patológico da rua Manoel Gonçalves de Castro certas patologias tiveram papel decisivo no resultado obtido em virtude do grau de severidade que possuem. A Tabela 2 indica essas classificações.

Tabela 2 Classificações

FENDAS			CODIFICAÇÃO		CLASSE DAS FENDAS		
FISSURAS			FI		-	-	-
Trincas no revestimento geradas por deformação permanentes e/ou decorrentes do fenômeno de fadiga	Trincas isoladas	Transversais	Curtas	TTC	FC-1	FC-2	FC-3
			Longas	TTL	FC-1	FC-2	FC-3
		Longitudinais	Curtas	TLC	FC-1	FC-2	FC-3
			Longas	TLL	FC-1	FC-2	FC-3
	Trincas interligadas	"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	Trincas isoladas	Devido a retração térmica ou dissecação da base (solo cimento) ou do revestimento		TTR	FC-1	FC-2	FC-3
	Trincas interligadas	Bloco	Sem erosão acentuada nas bordas das trincas	TB	-	FC-2	-
			Com erosão acentuada nas bordas das trincas	TBE	-	-	FC-3

Fonte: DNIT 005/2003-TER

De acordo com a Norma DNIT 005/2003 as fendas e trincas recebem as seguintes Classificações:

Nota 1: Classe das trincas isoladas

FC-1: são trincas com abertura superior à das fissuras e menores que 1,00 mm.

FC-2: são trincas com abertura superior a 1,00mm e sem erosão de bordas.

FC-3: são trincas com abertura superior a 1,00mm e com erosão nas bordas.

Nota 2: Classe das trincas interligadas

As trincas interligadas são classificadas em FC-3 e FC-2, caso apresentem ou não erosão nas bordas.

A análise dos dados obtidos foi realizada em trechos divididos a cada 100 metros e descreveram-se da seguinte forma:

- Do trecho de 0 a 100 metros observou-se a presença constante de fissuras (FI), seguido de trincas interligadas do tipo jacaré (J) e interligadas do tipo Bloco (TB). Também houve significativa presença da patologia do tipo painéis (P), ondulações (O) e remendos (R).

- No trecho de 100 a 200 metros as fissuras (FI), as trincas interligadas do tipo Jacaré (J) e tipo Bloco (TB), as painéis (P) e remendos (R) são as patologias mais presentes. Outras como trincas isoladas do tipo transversal curta (TTC) e transversal longa (TTL) estão em menor incidência.

- No trecho de 200 a 300 metros as fissuras (FI) são predominantes seguidos de desgaste (D) e remendos (R). Com apenas uma ocorrência para o trecho visualizou-se as trincas do tipo jacaré (J), trinca interligada do tipo Bloco (TB), e também a patologia painel (P).

- De 300 a 400 metros painéis (P), desgaste (D), e remendos (R) ocorreram em menor escala, contudo maciça presença das fissuras (FI).

- No trecho de 400 a 500 metros várias foram as patologias encontradas, mas o tipo patológico escorregamento (E) teve presença marcante, também se observou as fissuras (FI) as painéis (P) o desgaste (D), e remendos (R). Outros tipos como as trincas isoladas do tipo transversal curta (TTC) e interligadas do tipo bloco (TB) e tipo bloco com erosão (TBE) também foram encontrados.

- Outro trecho com grande incidência de patologias foi o trecho de 500 a 600 metros com diversas patologias do tipo fissuras (FI), painéis (P) trincas interligadas tipo bloco com erosão (TBE), e tipo “couro de jacaré” com erosão (JE) predominaram na área, mas outras do tipo bloco (TB) escorregamentos (E) e desgaste (D) foram encontrados em menor escala.

- No trecho compreendido de 600 a 700 metros os desgastes (D) as fissuras (FI), as trincas interligadas tipo “couro de jacaré” com erosão (JE) e tipo Bloco com erosão (TBE) foram catalogadas na mesma proporção.

- O maior trecho com 120 metros e finalizando a área analisada está o trecho de 700 a 820 metros que compreende o final da Rua Manoel Gonçalves de Castro com a presença marcante do desgaste (D), e trincas transversal curta (TTC).

Para o cálculo do índice de Gravidade Global (IGG) inicialmente calculou-se a frequência relativa (Fr), que é o produto da frequência absoluta (Fa), que indica o número de vezes que uma patologia se apresentou no terreno, vezes cem (100),

dividido pelo número de estações inventariadas, ou seja, a extensão do terreno dividido por 20 metros. Fórmula (1).

Em seguida necessitou-se achar o índice de gravidade individual (IGI) que representa em valores numéricos como cada tipo de patologia agrava as características do terreno. Pela fórmula (2) obtém-se o Índice de Gravidade Individual (IGI), que é o produto da frequência relativa (Fr) pelo fator de ponderação de cada tipo patológico. Ver tabela 2. Por fim calcula-se o índice de gravidade global (IGG) que é a soma dos Índices de Gravidade Individual (IGI). Fórmula 3.

O Quadro 5 abaixo indica os resultados apresentados nos cálculos realizados na tabela do Excel com os valores da frequência absoluta, frequência relativa, fator de ponderação, Índice de gravidade Individual (IGG) e como resultado final em cor vermelho o resultado do valor calculado para o Índice de Gravidade Global (IGG).

Quadro 5 Planilha de dados e resultados

DEFEITOS	FREQUENCIA ABSOLUTA(FA)	100	NUMERO DE ESTAÇÕES(N)	FREQUENCIA RELATIVA (FR)	FATOR DE PONDERAÇÃO (FP)	INDICE DE GRAVIDADE INDIVIDUAL(IGI)
Fissuras(FI)	42	100	42	100	0,2	20
Trinca Transversal Curta(TTC)	5	100	42	11,90	0,2	2,38
Trinca Transversal Longa(TTL)	4	100	42	9,52	0,2	1,90
Trinca Longitudinal Curta(TLC)	1	100	42	2,38	0,2	0,48
Trinca Longitudinal Longa(TLL)	1	100	42	2,38	0,2	0,48
Trinca de ReTração(TRR)	1	100	42	2,38	0,2	0,48
Trinca Tipo Couro de Jacare(J)	15	100	42	35,71	0,5	17,86
Trinca Tipo Bloco(TB)	17	100	42	40,48	0,5	20,24
Trinca Jacare com Rerosão(JE)	7	100	42	16,67	0,8	13,33
Trinca Tipo Bloco com Erosão(TBE)	8	100	42	19,05	0,8	15,24
Afundamento Local Plastico(ALP)	0	100	42	0,00	0,9	0,00
Afundamento Plastico na Trilha(ATP)	0	100	42	0,00	0,9	0,00
Afundamento Local Consolidado(ALC)	0	100	42	0,00	0,9	0,00
Afundamento Consolidado na Trilha (ATC)	0	100	42	0,00	0,9	0,00
Ondulação (O)	4	100	42	9,52	1	9,52
Panelas (P)	15	100	42	35,71	1	35,71
Escorregamento (E)	5	100	42	11,90	1	11,90
Exsudação (EX)	0	100	42	0,00	0,5	0,00
Desgaste (D)	16	100	42	38,10	0,3	11,43
Remendo (R)	9	100	42	21,43	0,6	12,86
Trilha da Roda Interna (TRI)	0	100	42	0,00		0,00
Trilha da Roda Externa (TER)	0	100	42	0,00		0,00
					INDICE DE GRAVIDADE GLOBAL(IGG)	
					TOTAL	173,81

Fonte: Autores (2018)

O resultado obtido no somatório dos Índices de Gravidade Individual (IGG) indicou que o trecho em estudo se encontra em péssimas condições. O IGG

encontrado através dos cálculos é o valor de 173,80, classificando a rodovia como péssima. Cita-se que o tráfego constante de veículos de carga está deteriorando a rua, apesar de a mesma estar resistindo aos esforços que recebe, porém aos poucos vai chegando numa situação que irá necessitar de uma intervenção dos órgãos públicos. IGG maior que 160 (Tabela 3).

Tabela 3 Conceitos de degradação do pavimento em função do IGG

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

Fonte: DNIT 006/2003

4.1 Análise dos defeitos

O levantamento in loco dos tipos patológicos foi acompanhado de registro fotográfico conforme prevê a norma DNIT 005/2003-TER.

4.1.1 Painelas ou Buracos (P)

As Painelas ou buracos encontram-se presentes nos primeiros 600 metros da via, contudo sua presença não mais é observada a partir desse trecho. Verifica-se através da figura que surgiram a partir de outros tipos patológico permanentes no local como as Trincas interligadas tipo “couro de jacaré” ou Bloco. Verifica-se ainda que essa patologia atingiu as camadas inferiores do pavimento (Figura 15).

Figura 15 Painelas ou buracos

Fonte: Autores (2018)

Este tipo de patologia, é classificada como cavidades de diversos tamanhos, originadas da desintegração localizada do pavimento. O que faz ocorrer este tipo ocorrência, segundo Cavalcante et al., (2012), é aplicação insuficiente de asfalto ou ruptura da base associada a uma drenagem deficiente. A presença de tráfego intenso e água leva a evolução, para uma fragmentação, até a remoção de partes do revestimento e base.

A falta de aderência entre as camadas superposta, pode gerar o deslocamento do pavimento, podendo evoluir até atingir camadas mais profundas e provocar desagregação dessas camadas segundo Ribeiro et al., (2017). Ainda destaca que este tipo de defeito é de severidade alta e a forma de reparar é retirando toda a sujeira e água, e segue-se com os procedimentos de reparar com imprimação e compactação.

Interessantemente, Cavalcante et al., (2012), realizou um estudo relacionado a este tema, percebeu que os defeitos mais comuns nos trechos da Zona Oeste e Sul de Manaus são as falhas de superfície e drenagem, painelas, trincas e fissuras, que tem origem à falta de manutenção preventiva, execução correta e uso de material apropriado.

Segundo Cavalcante et al., (2012), o mapeamento de defeitos é muito importante para futuras intervenções manutenção corretiva. Além disso, sugeriu que os trabalhos acadêmicos futuros realizassem a avaliação Objetiva segundo a DNIT 006/2003 (método de estudo nesta pesquisa), pois iram corroborar a precisão dos resultados.

4.1.2 Trinca Transversal Curta (TTC)

As trincas isoladas do tipo transversais curta (TTC) estão associadas a presença de outras trincas e demonstram a evolução do problema presente em quase toda extensão da via. Iniciam-se como pequenas fissuras e vão evoluindo a problemas mais sérios que colocam a qualidade do pavimento em condições de precariedade.

Segundo Ribeiro et al., (2017) os problemas estruturais ocasionam este tipo de patologia, sendo que a chuva e a rigidez da massa asfáltica influenciam diretamente no enfraquecimento estrutural. A severidade deste tipo de patologia é média. De acordo com este autor, para se reparar esta patologia, deve ser realizada a selagem das trincas, áreas de drenagem, substituição localizada de alguma camada do pavimento se necessário (Figura 16).

Figura 16 Trinca Transversal Curta



Fonte: Autores (2018)

4.1.3 Desgaste (D)

Tipo patológico associado ao intemperismo e ao desgaste causado pelo tráfego; pode evoluir para panelas ou buracos e também compromete a vida útil do pavimento. É caracterizado pelo aumento gradual da textura superficial do revestimento. Em caso de severidade elevada fica sujeito ao arrancamento dos agregados.

Este defeito pode influenciar geralmente na estabilidade de veículos e para o conforto dos usuários. O desgaste com 16 ocorrências, como citado anteriormente,

ocorre pelo fato do desprendimento de agregados da superfície ou mesmo a perda de mastique, um tipo material chamado de fino ou filer que é misturado com material betuminoso junto aos agregados (SANTOS et al., 2017).

No estudo deste autor, o qual objetivou avaliar pelo método segundo as normas 005/2003 e 006/2003, o pavimento do primeiro trecho da Avenida Olívia Flores, localizado no Bairro Candeias, município de Vitória da Conquista-BA. Pode-se concluir baseado no (IGG) que a classificação do pavimento estava em péssimo. De medida imediata, sugeriu a restauração e um plano conservação.

São caracterizados com os níveis de severidade 1, 2 e 3. Sendo que na 1 devido à perda de ligante e a textura começa a ficar rugosa. No nível 2, a textura é rugosa e os agregados mais graúdos começam a ser expostos. Já no nível 3, a idade avançada do pavimento. Textura muito rugosa e agregados sofrendo polimento (com risco de derrapagem). Uma característica interessante é o aparecimento de agregados polidos na superfície do pavimento (Figura 17).

Figura 17 Desgaste



Fonte: Autores (2018)

4.1.4 Trinca tipo “couro de Jacaré” (J)

Conjunto de trincas interligadas normalmente causadas por fadiga excessiva do pavimento podem vir acompanhadas de erosão acentuada nas bordas. Evoluem para buracos ou panelas (Figura 18).

Figura 18 Trinca “couro de jacaré”



Fonte: Autores (2018)

4.1.5 Trinca Interligada Tipo Bloco (TB)

Conjunto de trincas interligadas, podendo ou não vir acompanhadas de erosão nas bordas, indicam o endurecimento da camada asfáltica, tornando-a menos flexível. São causadas pela variação da temperatura que resultam na retração da camada asfáltica (Figura 19).

Figura 19 Trinca Tipo Bloco



Fonte: Autores (2018)

5 CONCLUSÃO

Com este estudo, foi possível ter uma visão mais ampla da real situação da Rua Manoel Gonçalves de Castro com relação as patologias presentes neste local. Existe uma tendência que os defeitos evoluam em função do intemperismo e do fluxo de veículos que atuam no aumento da deterioração do pavimento.

Por meio do método do IGG foi possível apresentar as condições funcionais da rua permitindo fazer inferências sobre as possíveis melhorias na condição de tráfego da área, destacando que devem ser realizadas manutenções preventivas.

Destaca-se que não foram encontradas patologias com severidade elevadas como exemplos de afundamentos de trilha, ondulações, corrugações, escorregamento de massa, escorregamento de revestimento e exsudação.

Catalogá-las e quantificá-las como método objetivo de verificação do grau de severidade patológica adquirida pelo pavimento demonstrou-se um método rápido, econômico e de grande confiabilidade, podendo servir de instrumento para outros estudos e conduzir pesquisas futuras indicando que tipo de restauração será mais eficaz ao tráfego do local.

O Índice de Gravidade Global (IGG) encontrado foi muito elevado e relacioná-lo com o grau de deterioração da via tornou-se pertinente quando o resultado obtido confirma o que realmente se sente ao trafegar pelo local. Os quesitos conforto e segurança estão claramente comprometidos quando verificamos as inúmeras patologias catalogadas e quantificadas na área estudada.

Com isso as normas DNIT 005/03 e 006/03 demonstraram ser ferramentas bastante viáveis para aplicação do estudo em patologias de pavimentos flexíveis, não somente por causa dos bons resultados matemáticos que apresentaram e também por demonstrar pouca variabilidade em relação aos fatores estudados.

O trecho mencionado possui locais que necessitam de intervenções, mesmo que não sendo apresentado nos resultados, atualmente existem problemas de patologias em seu pavimento, que ao longo do tempo, ocasionam danos ao tráfego da rua.

O método aplicado mostrou-se uma boa ferramenta para estudos futuros quanto à previsão ao tema abordado. Esta é uma característica bastante interessante, embora estudos *in loco* e *in situ* devam ser feitos, a fim de confirmar e interagir com outros tipos de dados.

Este trabalho foi de grande valia para o meio científico, visto que a nossa região carece de estudos sobre patologias em pavimentos flexíveis, e uma proposta para os trabalhos futuros é o estudo de patologias em pavimentos rígidos propondo inclusive soluções para este estudo.

REFERÊNCIAS

AASHTO – **AMERICAN ASSOCIATION OF STATE HIGHWAY AND TRANSPORTATION OFFICIALS**. AASHTO T 85: standard method of test for specific gravity and absorption of coarse aggregate. USA, 1986.

ABCP. Associação Brasileira de Cimento Portland. **Os dez mandamentos da pavimentação rígida**. Disponível em: http://viasconcretas.com.br/cms/wp-content/files_mf/pr5_pav_concreto.pdf. Acessado em 30 de junho de 2018.

ABNT NBR 7584 (1986), Execução de pavimentos de concreto simples por meio mecânico. Associação Brasileira de Normas Técnicas.

BALBO, J. T. **Construção e Pavimentação**. São Paulo/SP, USP – Curso de Engenharia Civil, Notas de aula, Jun/2017, 21p.

BERNUCCI, Liedi Bariani. MOTTA, Laura Maria Goretti da. CERATTI, Jorge Augusto Pereira. SOARES, Jorge Barbosa. **Pavimentação asfáltica: formação básica para engenheiros**. ABEDA, Rio de Janeiro, 2008.

BIANCHI, Flavia Regina; BRITO, Isis Raquel Tacla; CASTRO, Veronica Amanda B. **Estudo Comparativo entre Pavimento Rígido e Flexível**. In: 50º Congresso Brasileiro do Concreto, 2008, Salvador. Anais dos 50º Congresso Brasileiro do Concreto, 2008.

BRASIL. Departamento Nacional de Estradas de Rodagem – DNER. **Norma Rodoviária DNER-ME 080/94**. Disponível em: <http://ipr.dnit.gov.br/normas-e-manuais/normas/meetodo-de-ensaio-me/dner-me080-94.pdf>. Acessado em 26 de agosto de 2017.

BRASIL. Departamento Nacional de Estradas de Rodagem – DNER. **Norma Rodoviária DNER-ME 082/94**. Disponível em: <http://ipr.dnit.gov.br/normas-e-manuais/normas/meetodo-de-ensaio-me/dner-me082-94.pdf>. Acessado em 26 de agosto de 2017.

BRASIL. Departamento Nacional de Estradas de Rodagem – DNER. **Norma Rodoviária DNER-ME 122/94**. Disponível em <http://ipr.dnit.gov.br/normas-e-manuais/normas/meetodo-de-ensaio-me/dner-me122-94.pdf>. Acessado em 26 de agosto de 2017.

BRASIL. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transporte. **DNIT 005/2003 – TER: Defeitos nos pavimentos flexíveis e semi-rígidos – Terminologia**. Rio de Janeiro, 2003.

BRASIL. Departamento Nacional de Infraestrutura. **Manual de Pavimentação: Publicação IPR-719**. 3ª edição, Rio de Janeiro, 2006.

CAVALCANTE, D. G; CRISÓSTOMO, P. H. S; SILVA, L. C. P; SOUZA, R. J. Q; GUIMARÃES, D. M. D; FROTA, C. A. **Levantamento visual das patologias na**

cidade de Manaus-Am. Teoria e Prática na Engenharia Civil, n.19, p.77-87, Maio, 2012.

CNT – Confederação Nacional do Transporte. **Anuário CNT dos Transportes Estatísticas Consolidadas 2017**.

CNT – Confederação Nacional do Transporte. **Pesquisa CNT de rodovias: principais dados**. 20 ed. CNT, SEST, SENAT. Brasília: 2016.

DNER, 1998 - **MANUAL DE WHITETOPPING** - Memorial Descritivo dos Tópicos da Pesquisa - Ministério de Transportes e Comunicações - Departamento Nacional de Estradas de Rodagem - Diretoria de Desenvolvimento Tecnológico –IPR.

DNIT – DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRA-ESTRUTURA DE TRANSPORTES. **DNIT 031/2004 – ES: pavimentação: concreto asfáltico**. Rio de Janeiro, 2004.

FONTANA FILHO, Antônio. **Análise laboratorial de misturas asfálticas abertas usinadas a quente com a utilização de diferentes ligantes**. 225 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Geotécnica) – Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2009.

GALVAN, Isabela Caroline Gagliotto. **Estudo de recuperação da Rodovia Br-163: Trecho de São Miguel do Oeste – Sc À Dionísio Cerqueira – Sc**. 2017. Bacharelado em Engenharia Civil. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Pato Branco, 2017.

GONÇALVES, Fernando Pugliero. **O desempenho dos pavimentos flexíveis**. UPF, 1999. Disponível em: <http://usuarios.upf.br/~pugliero/arquivos/09.pdf>. Acessado em 05 de maio de 2018.

GUEDES, Luan Moraes. **Determinação do Índice de gravidade Global (IGG) de um trecho reconstruído da rodovia PB 111**. 2016. Universidade Estadual do Paraíba, Centro de Ciências Tecnologia e Saúde, 2016.

JUNIOR, E. P. T.; MAGALHÃES, S. L. M. **Pavimentação em Vias Públicas: Análise do Estado da Avenida Coronel Escolástico em Cuiabá - MT**. E&S - Engineering and Science, 1:1, 2014.

MACHADO, D. M. C. **Avaliação de normas de identificação de defeitos para fins de gerência de pavimentos flexíveis**. 2013. Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, SP, 2013.

MEAN, Angélica. ANANIAS, Renata. OLIVEIRA, Viviane. **Pavimentação rígida. Itatiba**, São Paulo, 2011. Disponível em: <http://lyceumonline.usf.edu.br/salavirtual/documentos/2154.pdf>. Acessado em 18 de maio de 2018.

MESQUITA, José Carlos Lobato. **Pavimento rígido como alternativa econômica para pavimentação rodoviária – Estudo de caso: Rodovia BR-262, Miranda – Morro do Azeite–MS**. Monografia (Bacharel em Engenharia Civil) – Centro Universitário Univates, Lajeado, 2014.

MONTEIRO, Romeu. **Avaliação objetiva da superfície do pavimento flexível na cidade de São Bento – Paraíba**. 2018. Bacharelado em Engenharia Civil da universidade Federal do Paraíba, Paraíba, 2017.

MOTTA, L.M.G.; TONIAL, I.; LEITE, L.M.; CONSTANTINO, R.S. **Princípios do projeto e análise Superpave de misturas asfálticas**. Tradução comentada. n. FHWA-SA-95-003, Rio de Janeiro, 2014.

NETO, Roberto Villela. **Comparação entre métodos de dimensionamento de reforço de pavimentos flexíveis**. 2017. Graduação em Engenharia do Centro Tecnológico da Universidade Federal de Santa Catarina, SC, 2017.

RIBEIRO, T. R.; SILVA, J. P. O.; OLIVEIRA, F. H. L. **Análise comparativa da avaliação funcional de trecho da br-116 no estado do Ceará**. Congresso Ibero-Latinoamericano Del Asfalto, Conference Paper, Medellin, 2017.

ROCHA, R.S; Costa, E.A.L **Patologias de Pavimentos Asfálticos e Suas Recuperações**. Estudo de Caso da Av. Pinto de Aguiar. [2015]. Disponível em:< <https://pt.scribd.com/doc/222438739/Patologias-de-Pavimentos-Asfalticos-e-Suas-Recuperacoes>> Acessado em: 10 junho 2018.

RODRIGUES, E. R; VAZ, L. R. **Avaliação objetiva de superfície asfáltica pela determinação do IGG na rua Padre Egídio Carmelink, Belford-Roxo, RJ**. IN: XX Encontro Latino Americano de Iniciação Científica, XVI Encontro Latino Americano de Pós-Graduação e VI Encontro de Iniciação à Docência. Universidade do Vale do Paraíba, 27 e 28 de outubro de 2016.

RODRIGUES, Público Penna Firme; PITTA, Márcio Rocha. **Instituto Brasileiro do Concreto**. Revista do IBRACON Nº 19, 1997.

SANTANA, Ederley Nunes. **Pavimento de Concreto: a Evolução das Rodovias Brasileiras**. São Cristóvão, 2008.

SANTOS, Caio Rubens Gonçalves. **Dimensionamento e análise do ciclo de vida de pavimentos rodoviários: uma abordagem probabilística**. Tese (Doutorado em Engenharia de Transportes) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2011.

SANTOS, J. C. B; OLIVEIRA, G. L; VIANA, H. M. F. **Avaliação do IGG na avenida Olívia Flores do primeiro trecho em setembro de 2015 (estudo de caso)**. C&D-Revista Eletrônica da FAINOR, Vitória da Conquista, v.10, n.2 p.2-13, jun./ago. 2017.

SILVA, Mariana Lisboa. **Avaliação funcional objetiva de pavimento flexível: um estudo de caso da avenida Getúlio Vargas em São Luis – MA**. 2018. Bacharelado em Engenharia civil, Universidade Federal do Maranhão. São Luís - Maranhão, 2018.

SILVA, P. F. A. **Manual de Patologia e Manutenção de Pavimentos**. 2. Ed. São Paulo: PINI, 2008.

SONCIM, S. P.; JUNIOR, J. L. F. **Modelo de previsão do índice de condição dos pavimentos flexíveis**. Journal of Transport Literature, 9(3), 25-29, Jul. 2015.