



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMIÁRIDO
CAMPUS CARAÚBAS
CURSO: ENGENHARIA CIVIL

MIQUEIAS ALVES TEIXEIRA

**DIAGNÓSTICO DA CONDIÇÃO DA SUPERFÍCIE DO PAVIMENTO E
PROPOSIÇÃO DE ALTERNATIVAS DE MANUTENÇÃO EM TRECHO DA
RODOVIA PB 323 PELA DETERMINAÇÃO DO IGG**

CARAÚBAS - RN
2021

MIQUEIAS ALVES TEIXEIRA

**DIAGNÓSTICO DA CONDIÇÃO DA SUPERFÍCIE DO PAVIMENTO E
PROPOSIÇÃO DE ALTERNATIVAS DE MANUTENÇÃO EM TRECHO DA
RODOVIA PB 323 PELA DETERMINAÇÃO DO IGG**

Monografia apresentada ao curso de Engenharia Civil da Universidade Federal Rural do Semi-Árido – UFERSA, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil

Orientador: Prof. Dr. Wendel Silva Cabral

© Todos os direitos estão reservados a Universidade Federal Rural do Semi-Árido. O conteúdo desta obra é de inteira responsabilidade do (a) autor (a), sendo o mesmo, passível de sanções administrativas ou penais, caso sejam infringidas as leis que regulamentam a Propriedade Intelectual, respectivamente, Patentes: Lei nº 9.279/1996 e Direitos Autorais: Lei nº 9.610/1998. O conteúdo desta obra tomar-se-á de domínio público após a data de defesa e homologação da sua respectiva ata. A mesma poderá servir de base literária para novas pesquisas, desde que a obra e seu (a) respectivo (a) autor (a) sejam devidamente citados e mencionados os seus créditos bibliográficos.

T266d Teixeira, Miqueias Alves.

Diagnóstico da condição da superfície do pavimento e proposição de alternativas de manutenção em trecho da rodovia PB 323 pela determinação do IGG / Miqueias Alves Teixeira. - 2021.

51 f. : il.

Orientador: Wendel Silva Cabral.

Coorientador: SEM COORIENTADOR SEM COORIENTADOR.

Monografia (graduação) - Universidade Federal Rural do Semi-árido, Curso de Engenharia Civil, 2021.

1. Patologias. 2. Pavimento asfáltico. 3. Índice de gravidade global. 4. Reabilitação. I. Cabral, Wendel Silva, orient. II. SEM COORIENTADOR, SEM COORIENTADOR, co-orient. III. Título.

O serviço de Geração Automática de Ficha Catalográfica para Trabalhos de Conclusão de Curso (TCC's) foi desenvolvido pelo Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação da Universidade de São Paulo (USP) e gentilmente cedido para o Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (SISBI-UFERSA), sendo customizado pela Superintendência de Tecnologia da Informação e Comunicação (SUTIC) sob orientação dos bibliotecários da instituição para ser adaptado às necessidades dos alunos dos Cursos de Graduação e Programas de Pós-Graduação da Universidade.

MIQUEIAS ALVES TEIXEIRA

**DIAGNÓSTICO DA CONDIÇÃO DA SUPERFÍCIE DO PAVIMENTO E
PROPOSIÇÃO DE ALTERNATIVAS DE MANUTENÇÃO EM TRECHO DA
RODOVIA PB 323 PELA DETERMINAÇÃO DO IGG**

Monografia apresentada ao curso de Engenharia Civil da Universidade Federal Rural do Semi-Árido – UFERSA, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil

Orientador: Prof. Dr. Wendel Silva Cabral

APROVADO EM: 31/ 05 / 2021

BANCA EXAMINADORA:

WENDEL SILVA
CABRAL:00990257444

Assinado de forma digital por
WENDEL SILVA CABRAL:00990257444
Dados: 2021.06.11 12:05:49 -03'00'

Prof.º Dr. Wendel Silva Cabral (UFERSA)

Presidente

Wellington Lorrán G. Ferreira

Prof. Ms. Wellington Lorrán Gaia Ferreira (UFERSA)

Primeiro Membro

MARCIA YARA DE
OLIVEIRA SILVA:
05163965441

Assinado digitalmente por MARCIA
YARA DE OLIVEIRA SILVA:
05163965441
Data: 2021.06.11 18:02:00-03'00'
Foxit Reader Versão: 10.1.0

Prof. Ma. Márcia Yara de Oliveira Silva (UFERSA)

Segundo Membro

CARAÚBAS - RN
2021

Agradecimentos

Utilizo deste espaço para agradecer a todos aqueles que, diretamente ou indiretamente, contribuíram para este trabalho.

Primeiramente agradeço a Deus por nunca deixar faltar.

Segundo, aos meus pais Neuma Teixeira e Adamilton Teixeira que, através dos seus esforços, ajudaram nesta caminhada.

As minhas irmãs Pricila e Dâmaris Teixeira, que tem corroborado em vários aspectos para a conclusão dessa jornada, sempre me apoiado e incentivando nas minhas atividades acadêmicas.

A minha namorada e parceira, Bruna Dantas, que tem sido alguém essencial nessa jornada.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Wendel Silva Cabral, que teve paciência e compreensão para com as dificuldades enfrentadas neste trabalho e fez de tudo para que o mesmo fosse concluído.

Enfim, a todos que colaboraram de forma direta ou indireta para que este trabalho obtivesse êxito.

“A vida é feita de escolhas”

(Dantas, Fabiano)

RESUMO

Em face ao desenvolvimento social e econômico do país, o setor da infraestrutura rodoviária carece da implementação de técnicas e processos que desenvolvam pavimentos que preservem sua estrutura em bom estado de uso no decorrer de sua vida útil. Nesse raciocínio, vários trabalhos sobre a avaliação de pavimentos têm sido desenvolvidos nos últimos anos a fim de observar e investigar os problemas ocorridos, além de propor soluções de conservação, para tornar os pavimentos o meio mais viável de rodagem no Brasil. Dessa forma, o enfoque deste trabalho é avaliar o trecho de um pavimento localizado na PB-323, investigar os agentes causadores dos principais defeitos na superfície do pavimento, além de indicar as técnicas mais viáveis de recuperação. Para tanto, utilizou-se o método de “avaliação objetiva da superfície de pavimentos flexíveis e semi-rígidos – Procedimento” conforme NORMAS 005/2003 e 006/2003 – DNIT, limitando o trecho em estudo em uma extensão de 1000 metros (1 km), obedecendo os procedimentos recomendados nas normas citadas. Após avaliação, a superfície do pavimento foi classificada como ruim e, a partir disso, analisou-se as possíveis origens dos principais defeitos ocorridos no revestimento da via estudada, propondo soluções viáveis para a recuperação do trecho, bem como a detecção da necessidade de um plano técnico de conservação do pavimento a fim de garantir a dirigibilidade dentro dos padrões aceitáveis, de conforto e segurança dos usuários.

Palavras-chave: Patologias, Pavimento asfáltico, Índice de Gravidade Global, Reabilitação

ABSTRACT

In view of the country's social and economic development, the road infrastructure sector lacks the implementation of techniques and processes to develop pavements that preserve its structure in a good state of use throughout its useful life. In this reasoning, several works on pavement evaluation have been developed in recent years in order to observe and investigate the problems that have occurred, in addition to proposing conservation solutions, to make pavements the most viable means of driving in Brazil. Thus, the focus of this work is to evaluate the section of a pavement located on PB-323, investigate the agents causing the main defects in the pavement surface, in addition to indicating the most viable recovery techniques. For that, the method of "objective evaluation of the surface of flexible and semi-rigid pavements - Procedure" was used according to STANDARDS 005/2003 and 006/2003 - DNIT, limiting the stretch under study to a length of 1000 meters (1 km), following the procedures recommended in the aforementioned standards. After evaluation, the pavement surface was classified as bad and, based on that, the possible origins of the main defects occurred in the studied road surface were analyzed, proposing viable solutions for the recovery of the stretch, as well as the detection of the need for a technical plan for the maintenance of the pavement in order to guarantee the maneuverability within acceptable standards, in terms of comfort and safety for users.

Keywords: Pathologies, Asphalt Pavement, Global Severity Index, Rehabilitation

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1: Camadas do pavimento asfáltico
- Figura 2: Fissura
- Figura 3: Trinca longitudinal
- Figura 4: Trinca interligada do tipo couro de jacaré
- Figura 5: Trinca interligada do tipo bloco
- Figura 6: Afundamento plástico
- Figura 7: Ondulação
- Figura 8: Escorregamento
- Figura 9: Exsudação
- Figura 10: Desgaste
- Figura 11: Painéis
- Figura 12: Remendos
- Figura 13: Trena metálica
- Figura 14: Régua metálica
- Figura 15: Tinta spray
- Figura 16: Caibro de madeira
- Figura 17: Classificação dos tipos de defeitos
- Figura 18: Codificação dos tipos de defeitos
- Figura 19: Codificação dos tipos de defeitos
- Figura 20: Localização do estado da Paraíba
- Figura 21 Localização do município de Bom Sucesso/PB
- Figura 22: Trecho de 1 km da PB 323
- Figura 23: Representação das estações
- Figura 24: Representação da disposição das estações
- Figura 25: Planilha de cálculo do IGG
- Figura 26: Conceitos de degradação do pavimento em função do IGG
- Figura 27: Medição da profundidade da trilha de roda
- Figura 28: Afundamento plástico
- Figura 29: Desgastes
- Figura 30: Trinca interligada do tipo couro de jacaré sem erosão acentuada
- Figura 31: Painéis e desgastes
- Figura 32: Painéis

Figura 33: Classificação dos tipos de defeitos

Figura 34: Planilha de cálculo do índice de IGG

Figura 35: Gráfica com a incidência dos defeitos inventariados no trecho pesquisado

Figura 36: Tratamento superficial

Figura 37: Uma faixa de rolamento recapeada

LISTA DE EQUAÇÕES

Equação 1: Frequência relativa

Equação 2: Média das flechas em mm

Equação 3: Variância

Equação 4: Índice de gravidade individual

Equação 5: Índice de gravidade global

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	12
2. Objetivos	14
2.1. Objetivo geral	14
2.2. Objetivos específicos	14
3. REFERENCIAL TEÓRICO	15
3.1. Pavimento asfáltico	15
3.1.2. Subleito	16
3.1.2.1 Regularização do subleito	16
3.1.3. Reforço do subleito	16
3.1.4. Sub-base	17
3.1.5. Base	17
3.1.6. Revestimento asfáltico	17
3.2. Patologias em pavimento	18
3.2.1 Fissura ou fenda	18
3.2.3 Trinca interligada	20
3.2.4 Afundamento	21
3.2.5 Ondulação ou corrugação	22
3.2.6 Escorregamento	23
3.2.7 Exsudação	23
3.2.8 Desgaste	24
3.2.9 Panela ou buraco	25
3.2.10 Remendo	26
3.3 Avaliação do pavimento	26
3.3.1 Método do índice de gravidade global IGG	27

4. MATERIAIS E METODOLOGIA	28
4.1. Materiais.....	28
4.1.1. Trena	28
4.1.2. Régua	29
4.1.3. Spray de tinta.....	29
4.1.4. Caibro de madeira	30
4.2. LOCALIZAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DA REGIÃO DE ESTUDO	34
4.3. SEQUÊNCIA LÓGICA DA METODOLOGIA.....	36
5. RESULTADOS E DISCUSSÕES	40
5.1. Método de avaliação IGG	40
6. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES.....	47
6.1 Avaliação das condições do pavimento.....	47
6.2 Possíveis causas dos principais defeitos observados.....	47
6.3 Recomendações mais viáveis para a recuperação dos principais defeitos.....	48
6.3.1 Panelas.....	48
6.3.2 Fendas ou trincas	49
6.3.3 Desgastes.....	50
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	51

1. INTRODUÇÃO

Com a busca pelo crescimento econômico e social do país, o setor de transportes demanda a necessidade de desenvolvimento de técnicas e processos que proporcionem o aperfeiçoamento das estruturas rodoviárias ofertadas, bem como que venham a corresponder com as exigências do mercado. De acordo com o relatório geral da Confederação Nacional de Transportes – CNT (2018), no Brasil, nos últimos 5 anos, ocorreu um aumento de 26,6% de trechos com patologias diversas, quedas de barreiras, pontes caídas e erosões.

Além disso, os problemas nos pavimentos geram um aumento médio de 24,9% no custo operacional de transporte no país. Nesse aspecto, o estado da Paraíba (PB) merece grande atenção, tendo em vista que possui um acréscimo de 33,3% no custo operacional do transporte.

Dessa forma, uma vez que o revestimento asfáltico é o principal tipo de revestimento utilizado no país, é de grande importância o desenvolvimento de estudos direcionados ao seu comportamento a fim de satisfazer os padrões mínimos de qualidade. Para tanto, requer um revestimento a base de uma mistura asfáltica que atenda aos requisitos de qualidade, como impermeabilidade, flexibilidade, estabilidade, durabilidade, resistência à frenagem, dentre outras características, de acordo com o clima e o tráfego previstos para o local.

No tocante a políticas de manutenção, reabilitação e conservação, observa-se que há uma ausência de ações, principalmente em região mais longínqua dos grandes centros. Segundo GONÇALVES (2007), uma das grandes barreiras encontradas por aqueles que administram as redes de transporte, tanto em rodovias rurais como em vias urbanas, refere-se à falta de um planejamento adequado, especificamente no que tange a devida programação e identificação precoce das estratégias de manutenção a serem efetuadas durante o ciclo de vida dos pavimentos.

Sendo assim, é de grande relevância um método de avaliação de pavimentos para a detecção dos tipos de problemas, para possibilitar indicar soluções mais viáveis que deverão ser tomadas. De acordo com YSHIBA (2003), no Brasil, é muito utilizado o Índice de Gravidade Global (IGG), que é um índice de defeitos combinado, definido por um número que permite a avaliação das condições de deterioração apenas de

uma seção ou através de comparação relativa entre várias seções de uma malha de pavimentos.

Portanto, o método de avaliação objetiva da superfície do pavimento flexível realizada pela determinação do IGG será o método utilizado para a avaliação do trecho do pavimento abordado neste trabalho. Essa técnica auxilia no entendimento das condições da via e, a partir disso, permite investigar os agentes causadores dos defeitos observados, além de apontar sugestões de técnicas de recuperação viáveis, objetivos do presente trabalho.

2. OBJETIVO

2.1. OBJETIVO GERAL

Diagnosticar a condição da superfície do pavimento e propor alternativas de manutenção em trecho da rodovia PB-323, trecho entre os municípios de Bom sucesso/PB e Alexandria/RN, pela determinação do Índice de Gravidade Global - IGG

2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Realizar o diagnóstico dos defeitos observados nos trechos analisados;
- Determinar o Índice de Gravidade Global – IGG para a avaliação da superfície do pavimento estudado;
- Indicar as possíveis causas que originaram a ocorrência dos defeitos observados no trecho;
- Propor as intervenções mais adequadas, para os devidos reparos das patologias levantadas.

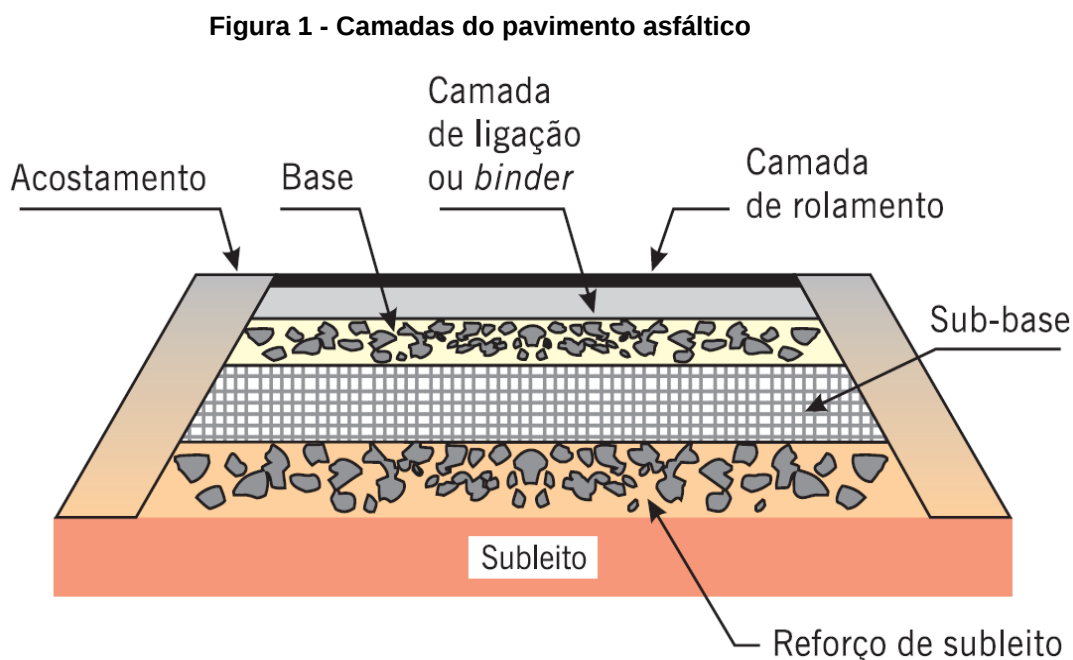
3. REFERENCIAL TEÓRICO

3.1. Pavimento Asfáltico

Segundo SILVA (2008), de forma geral, pavimento é a estrutura estabelecida sobre uma fundação (subleito), e composta por múltiplas camadas, que atuam em conjunto para resistir aos esforços do tráfego de veículos e do clima. Tal estrutura é voltada para resistência dos esforços oriundos do tráfego de veículos e do clima, seguindo parâmetros técnicos e econômicos, bem como, para proporcionar aos usuários melhores condições de rolamento, com conforto, economia e segurança.

BERNUCCI *et al* (2008) classifica o pavimento em dois tipos básicos: rígidos e flexíveis. Atualmente, existe uma tendência de referir-se a pavimentos rígidos como pavimentos de concreto de cimento Portland, e, a pavimentos flexíveis como pavimentos asfálticos.

Geralmente, o pavimento asfáltico consiste em uma camada superficial de agregado mineral, revestido e cimentado pelo asfalto, e de uma ou mais camadas de apoio, podendo ou não ser tratadas com asfalto. A Figura 1 apresenta a divisão das camadas do pavimento.



Fonte: BERNUCCI, *et al.* (2008)

3.1.2. Subleito

De acordo com SENÇO (2007), o subleito é a fundação do pavimento, a primeira camada, que tem por finalidade absorver os esforços verticais. Se a terraplenagem é recente, o subleito deverá apresentar as características geométricas definitivas.

No caso de uma estrada de terra já em uso há algum tempo e que se pretende pavimentar, o subleito apresenta superfície irregular devido ao próprio uso e aos serviços de conservação. Por isso quando é feita a sondagem nessa camada, se faz até três metros de profundidade, porém é considerado a fundação efetiva de um a um metro e meio.

3.1.2.1. Regularização do subleito

De forma direta, SENÇO (2007) define essa camada como de espessura irregular, construída sobre o subleito e destinada a conformá-lo, transversal e longitudinalmente. Dessa forma, com o projeto, deve ser executada, sempre que possível, em aterro.

3.1.3. Reforço do subleito

É uma camada de espessura constante, construída acima da regularização, com características tecnológicas superiores às da regularização e inferiores às da camada imediatamente superior, ou seja, a sub-base. Devido ao nome de reforço do subleito, essa camada é associada à fundação. No entanto, essa associação é meramente formal, pois o reforço do subleito é parte constituinte especificamente do pavimento e tem funções de complemento da sub-base que, por sua vez, tem funções de complemento da base.

3.1.4. Sub-base

SENÇO (2007) define essa camada como complementar à base, quando, por circunstâncias técnicas e econômicas, não for aconselhável construir a base diretamente sobre a regularização ou o reforço do subleito. Segundo a regra geral — com exceção dos pavimentos de estrutura invertida — o material constituinte da sub-base deverá ter características tecnológicas superiores às do material de reforço; por sua vez, o material da base deverá ser de melhor qualidade que o material da sub-base.

3.1.5. Base

É a camada destinada a resistir aos esforços verticais oriundos do tráfego e distribuí-los. Na verdade, o pavimento pode ser considerado composto de base e revestimento, sendo que a base poderá ou não ser complementada pela sub-base e pelo reforço do subleito. (SENÇO, 2007).

3.1.6. Revestimento asfáltico

O revestimento pode ser identificado por diferentes parâmetros. No que se diz respeito a forma como pode ser fabricado, ocorre em usina específica (misturas usinadas), ou, preparado na própria pista (tratamentos superficiais). Quanto ao tipo de ligante utilizado, tem-se: a quente com o uso de CAP (Cimento Asfáltico de Petróleo), ou, a frio com o uso de EAP (Emulsões Asfálticas de Petróleo). Por fim, as misturas usinadas podem ser classificadas quanto a distribuição granulométrica em: densas, abertas, contínuas e descontínuas. (BERNUCCI, *et al*, 2008).

BERNUCCI *et al* (2008) ainda afirma que o revestimento asfáltico está relacionado a mistura de agregados minerais e ligantes asfálticos, possuindo graduações e características próprias que, de forma adequadamente dosada e processada, garantem os requisitos desejáveis para pavimentação, como:

impermeabilidade, flexibilidade, estabilidade, durabilidade e resistência à fadiga e ao trincamento térmico.

3.2. Patologias em Pavimento

SILVA (2008), classifica as patologias como funcionais ou estruturais. Sendo as patologias funcionais aquelas que prejudicam a segurança e o conforto do usuário da pista. Já as patologias estruturais estão diretamente ligadas a eficiência da distribuição e absorção das cargas provenientes do tráfego. A norma DNIT 005/2003 apresenta os nomes e as características dos tipos de patologias existente, como veremos logo abaixo.

3.2.1. Fissura ou fenda

Abertura presente no revestimento, que pode ser vista sem o uso de aparelhos óticos. Podem estar localizadas longitudinalmente, transversalmente ou obliquamente. Não provocam desconforto ao usuário e muito menos problemas estruturais pois sua abertura é de até 0,6 mm. (DNIT, 2003). A figura 2 mostra tal defeito.

Figura 2 – Fissura



Fonte: DNIT (2003)

3.2.2. Trinca

Semelhante a Fissura, porém, apresenta abertura maior que a mesma. São divididas em dois tipos, trincas isoladas ou trincas interligadas (DNIT, 2003). As figuras 3, 4 e 5 mostram exemplos de trincas.

- Trinca transversal
Surge na direção ortogonal do eixo. Quando menor que 100 cm é classificada como trinca transversal curta, se maior que 100 cm é trinca transversal longa (DNIT, 2003).
- Trinca longitudinal
Surge na direção paralela ao eixo. Tem a mesma classificação da trinca transversal, ou seja, quando apresentar extensão menor que 100 cm é chamada de trinca longitudinal curta, e quando maior que 100 cm, trinca longitudinal longa (DNIT, 2003).

Figura 3 – Trinca longitudinal



Fonte: DNIT (2003)

3.2.3. Trinca Interligada

- Couro de Jacaré

Reunião de trincas associadas, que não apresentam direções determinadas. Podem ser acompanhadas de erosão acentuada nas bordas (DNIT, 2003).

- Bloco

Reunião de trincas associadas, com direções definidas. Podem apresentar erosão acentuada nas bordas (DNIT, 2003).

Figura 4 – Trinca interligada do tipo couro de jacaré



Fonte: DNIT (2003)

Figura 5 – Trinca interligada do tipo bloco



Fonte: DNIT (2003)

3.2.4 Afundamento

São deformações plásticas ou permanentes, caracterizada pelo rebaixamento ou solevamento do pavimento, é classificado por afundamento plástico ou afundamento de consolidação (DNIT, 2003). A figura 6 mostra este defeito.

- **Afundamento Plástico**

Provocado pelo escoamento de uma ou mais camadas do pavimento ou subleito. É classificado como afundamento plástico local quando a extensão for até 6 m, quando superior a 6 m e localizado na trilha de roda é afundamento plástico da trilha de roda (DNIT, 2003).

- **Afundamento de Consolidação**

Ocorre quando há consolidação diferencial nas camadas, pode ser uma camada apenas ou em mais camadas. Tem a classificação similar ao do item anterior, ou seja, quando a extensão for até 6 m é classificado como afundamento de consolidação local, quando superior a 6 m e localizado na trilha da roda, é afundamento de consolidação da trilha de roda (DNIT, 2003).

Figura 6 – Afundamento plástico



Fonte: DNIT (2003)

3.2.5 Ondulação ou Corrugação

Quando o pavimento apresenta na superfície saliências e depressões, estas são classificadas como ondulações ou corrugações transversais (DNIT, 2003). Pode-se visualizar tal defeito na figura 7.

Figura 7 - Ondulação



Fonte: DNIT (2003)

3.2.6 Escorregamento

Entre o revestimento pode ocorrer o deslizamento da camada abaixo do pavimento, quando isso acontece surge fendas com formato de meia-lua (DNIT, 2003). A figura 8 mostra esse defeito.

Figura 8 - Escorregamento



Fonte: DNIT (2003)

3.2.7 Exsudação

Ocorre quando o ligante usado na mistura migra para a superfície do pavimento formando um filme de material betuminoso na superfície dos pavimentos dando um aspecto brilhoso. Geralmente ocorre devido a presença de ligantes em excesso, quando a temperatura está elevada o asfalto se dilata e esse ligantes, devido a dificuldade de ocupar espaços vazios ou por estarem em excesso, migram para a superfície do pavimento (DNIT, 2003).

Figura 9 - Exsudação



Fonte: DNIT (2003)

3.2.8 Desgaste

De forma natural o pavimento sofre esforços tangenciais advindos do tráfego, esses esforços causam a extração progressiva dos agregados, caracterizado pela aspereza superficial do revestimento, mais conhecido como “desgaste”. Portanto, o desgaste ou desagregação é o desprendimento de agregados da superfície ou perda dos agregados. Geralmente, as principais causas são a utilização de materiais não apropriadas, erros no processo de construção ou má ligação entre os componentes da mistura betuminosa utilizada. (DNIT, 2003). A figura 10 mostra um exemplo desse defeito.

Figura 10 - Desgaste

Fonte: DNIT (2003)

3.2.9 Panela ou Buraco

Pode surgir por diferentes fatores, e tem como característica uma abertura na superfície do pavimento, mas podendo chegar até as camadas inferiores (DNIT, 2003). A figura 11 mostra esse defeito.

Figura 11 – Panela

Fonte: DNIT (2003)

3.2.10 Remendo

O remendo é feito quando existe uma panela, existem dois tipos de remendo, remendo profundo e remendo superficial (DNIT, 2003). A figura 12 mostra esse defeito.

- Remendo Profundo Quando é executada a substituição das camadas e do revestimento. Comumente é feito na forma retangular.
- Remendo Superficial É um reparo apenas na superfície do revestimento, com a execução de uma camada betuminosa.

Figura 12 - Remendos



Fonte: DNIT (2003)

3.3 AVALIAÇÃO DO PAVIMENTO

De acordo com SILVA (2018), existem alguns métodos de avaliação de pavimento reconhecidos internacionalmente, como por exemplo, o método “Paviment Condition Index (PCI)”, que é um índice numérico entre 0 e 100 e usado para indicar a condição geral de uma seção do pavimento. Este índice foi originalmente desenvolvido pelo Corpo de Engenheiros do Exército dos Estados Unidos, mas posteriormente foi padronizado pela American Society for Testing and Materials (ASTM). O método é baseado em um levantamento visual do número e tipos de desgastes em um pavimento.

Ainda de acordo com o autor, no entanto, no Brasil, existem dois métodos de avaliação de pavimentos, que são amplamente utilizados para estas avaliações.

Regidos pelas normas DNER PRO 011/1972 e DNIT 006/2003 PRO, os métodos “Avaliação Estrutural de Pavimentos Flexíveis” e “Avaliação objetiva da superfície de pavimentos flexíveis e semi-rígidos – Procedimento”, respectivamente às normas, são os mais utilizados no Brasil.

3.3.1 Método do Índice de Gravidade Global – IGG

A NORMA DNIT 006/2003 – Avaliação objetiva da superfície de pavimentos flexíveis e semirrígidos – estabelece os parâmetros para a aplicação do método do IGG. Este método tem como finalidade chegar a um valor numérico para a condição em que se apresenta o pavimento para o qual varia de 0 (ótimo) a 160 (péssimo).

Nessa mesma norma, encontra-se os métodos de avaliações dos defeitos, o memorial de cálculos dos índices de gravidades, além de planilhas auxiliares utilizadas para o levantamento de dados, presentes nos anexos do documento. Os dados utilizados para a obtenção do IGG são obtidos a partir da ocorrência observada de defeitos em estações demarcadas no trecho avaliado, segundo recomendação normativa.

4. MATERIAIS E METODOLOGIA

Neste capítulo serão apresentados os materiais utilizados na pesquisa, assim como o procedimento experimental para a obtenção dos dados necessários para a avaliação da superfície do pavimento estudado.

4.1 MATERIAIS

Todo o equipamento e acessórios utilizados para as medições e obtenções em campo, essenciais para o desenvolvimento deste trabalho, foram: Trena, régua metálica, spray de tinta, caibro de madeira, aparelho celular, tabelas da norma DNIT 006/2003 PRO e o Google Maps.

4.1.1 Trena

A trena utilizada para as medições e demarcações é de material metálico e possui 7,5m de extensão. Vale observar que seria interessante trabalhar com uma trena de 20 m, tendo em vista que a distância de uma estaca a outra tem essa medida e, portanto, mais precisa. Porém, por motivos de indisponibilidade de trenas no comércio local na cidade de Bom Sucesso/PB, fez-se necessário utilizar uma com menor dimensão, mostrada da Figura 13.

Figura 13 - Trena métrica



Fonte: O autor (2021)

4.1.2 Régua

A régua utilizada para medição da profundidade dos afundamentos foi do tipo metálica com medição máxima de 50 cm. Vale observar que a norma especifica apenas que a régua deve ter capacidade de fazer medições em milímetros, estando assim o equipamento utilizado nesta pesquisa de acordo com a norma DNIT 006/2003 PRO. O acessório utilizado é apresentado na Figura 14.

Figura 14 - Régua metálica



Fonte: O autor (2021)

4.1.3 Spray de tinta

A tinta spray utilizada neste trabalho foi utilizada para sinalizar as estacas, bem como demarcar as estações para inventariar os defeitos. A tinta é a de cor vermelha e é de uso geral, como indicado na Figura 15.

Figura 15 - Tinta spray



Fonte: O autor (2021)

4.1.4. Caibro de Madeira

De acordo com a norma DNIT 006/2003 PRO, o equipamento recomendado para medição da profundidade dos afundamentos de trilhas de rodas é a treliça de medição de flechas. Porém, por não ter acesso a tal acessório e ser inviável confeccioná-lo, foi utilizado um caibro de madeira para simular o uso da treliça (Figura 16), onde o mesmo foi colocado na transversal da trilha de roda e colocado a régua abaixo do caibro para aferir a profundidade.

Figura 16 - Caibro de madeira



Fonte: O autor (2021)

Todas as fotografias foram tiradas por um aparelho celular do tipo Smartphone. Após o levantamento de todos os defeitos do trecho, é necessário classifica-los dentro dos tipos de defeitos de acordo com o formulário do DNIT 006/2003. O formulário utilizado para inventariar e classificar os defeitos, bem como o quadro de codificação de cada tipo são apresentados nas Figuras 17, 18 e 19, respectivamente

Os defeitos são agrupados nesta norma em 8 tipos, além das medidas referentes aos afundamentos nas trilhas de roda.

Fonte: DNIT 006/2003

Signature Required and Witnessed: _____

Signature Required and Witnessed: _____

Fonte: DNIT 006/2003

Figura 19 - Codificação dos tipos de defeitos

OUTROS DEFEITOS				CODIFICAÇÃO
Afundamento	Plástico	Local	Devido à fluência plástica de uma ou mais camadas do pavimento ou do subleito	ALP
		da Trilha	Devido à fluência plástica de uma ou mais camadas do pavimento ou do subleito	ATP
	De Consolidação	Local	Devido à consolidação diferencial ocorrente em camadas do pavimento ou do subleito	ALC
		da Trilha	Devido à consolidação diferencial ocorrente em 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 revestimento				D
“Painéis” ou buracos decorrentes da desagregação do revestimento e às vezes de camadas inferiores				P
Remendos			Remendo Superficial	RS
			Remendo Profundo	RP

NOTA 1: Classe das trincas isoladas

FC-1: são trincas com abertura superior à das fissuras e menores que 1,0mm.

FC-2: são trincas com abertura superior a 1,0mm e sem erosão nas bordas.

FC-3: são trincas com abertura superior a 1,0mm e com erosão nas bordas.

NOTA 2: Classe das trincas interligadas

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

Ativa
Acesse

Fonte: DNIT 006/2003

4.2 LOCALIZAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DA REGIÃO DE ESTUDO

Algumas características climáticas, geográficas e econômica da região são importantes para o diagnóstico dos problemas do pavimento, a saber:

- Clima semiárido com grande probabilidade de estiagens prolongadas e precipitações abaixo dos 500 mm;
- No período de inverno é comum chuvas irregulares, com sol em boa parte do dia e chuva forte e poucos minutos, havendo variação de temperatura no decorrer do dia;
- População do município de Bom Sucesso/PB gira em torno de 4.956 pessoas de acordo com o censo de do IBGE 2020, enquanto que a de Alexandria RN é aproximadamente 13.553 pessoas;
- A economia dos dois municípios depende da agricultura, pequenos comerciantes e do poder executivo;

Dessa forma, o trecho avaliado está localizado na PB 323, entre os municípios de Bom Sucesso/PB a Alexandria/RN, contendo 1 km (1000 metros) de extensão. A Figura 20 mostra a localização do estado da Paraíba, assim como a figura 21 o município de Bom Sucesso/PB e a figura 22 o trecho em análise.

Figura 20 – Localização do estado da Paraíba.



Fonte: Google maps (2021)

Figura 21 – Localização do município de Bom Sucesso/PB



Fonte: Google maps (2021)

Figura 22 - Trecho de 1 km da PB 323



Fonte: Google maps (2021)

4.3 SEQUÊNCIA LÓGICA DA METODOLOGIA

Após a determinação do trecho, foram demarcadas no revestimento as estações a serem inventariadas, segundo procedimentos recomendados na norma DNIT

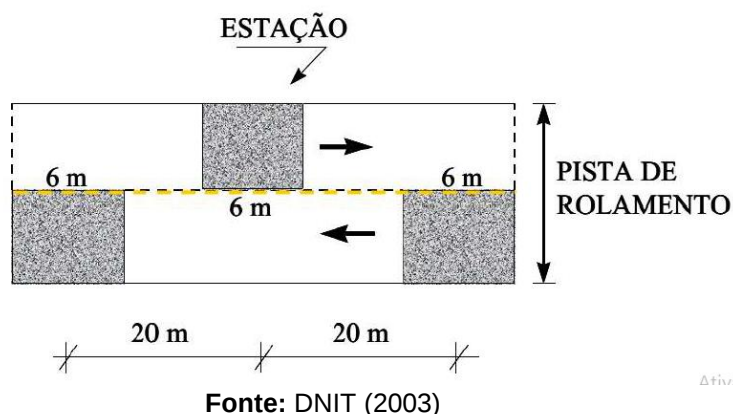
006/2003. De acordo com a técnica adotada, como a rodovia analisada é de pista simples, as estações foram marcadas a cada 20 metros, iniciando na estaca 0 e sentido indicados na figura 22, alternadas entre faixas, procedendo a análise dos defeitos ocorridas dentro das estações.

As estações foram demarcadas utilizando-se a tinta spray das estacas 0 a 50, totalizando 1000 m de extensão (Figura 23). A superfície de avaliação (estação) corresponde a 3,00 m antes e 3,00 m após cada uma das estacas, totalizando 6,00 m de extensão pela largura da faixa a ser avaliada, conforme o desenho apresentado na Figura 24.

Figura 23 - Representação da disposição das estações



Fonte: O autor (2021)

Figura 24 - Representação da disposição das estações

Na sequência, foi observado todas as possíveis ocorrências de defeitos e catalogados de acordo com os tipos indicados na norma utilizada. A partir dos dados levantados, calculou-se o Índice Global Individual (IGI), que é um índice para cada defeito de acordo com a sua ocorrência no pavimento e, por meio do somatório dos desses índices, obteve-se o IGG para a classificação da condição da superfície do pavimento.

É importante destacar um defeito que requer atenção nos cálculos, que é o de “Afundamento Trilha de Rodas” o qual se divide em trilha de rodas interna (TRI) e trilha de rodas externa (TER). É necessário medir a profundidade das flechas, de cada ocorrência, para que seja possível determinar o IGI desse defeito. Essa patologia ocorre com o aparecimento de flechas por onde as rodas dos veículos passam.

Feito o inventário e a classificação dos defeitos, foi calculado as frequências absolutas e relativas para obtenção do IGI, e em seguida, após o somatório destes, a obtenção do IGG.

A frequência relativa (fr) é obtida através da equação 1, e em seguida a tabela da Figura 25 mostra como essas grandezas estão relacionadas.

$$Fr = \frac{Fa \times 100}{n}$$

Equação 1

onde:

Fr - frequência relativa;

Fa - frequência absoluta;

n - número de estações inventariadas.

Figura 25 - Planilha de cálculo do IGG

PLANILHA DE CÁLCULO DO ÍNDICE DE GRAVIDADE GLOBAL (IGG)						Data:	Folha:
TRECHO:						Estaca ou Quilômetro	Estaca ou Quilômetro
SUB-TRECHO:							
REVESTIMENTO TIPO:							
Item	Natureza do defeito	Frequência absoluta	Frequência absoluta considerada	Frequência relativa	Fator de ponderação	Índice de gravidade individual	Observações
1	Trincas isoladas FI, TTC, TTL, TLC, TLL, TRR				0,2		
2	(FC – 2) J, TB				0,5		
3	(FC – 3) JE, TBE				0,8		
4	ALP, ATP, ALC, ATC				0,9		
5	O, P, E				1,0		
6	EX				0,5		
7	D				0,3		
8	R				0,6		
9	Média aritmética dos valores médios das flechas medidas em mm nas TRI e TRE	TRE =	TRI =	F =	1 A () 1 B ()		
10	Média aritmética das variâncias das flechas medidas em ambas as trilhas	TREv =	TRiv =	FV =	2 A () 2 B ()		
Nº TOTAL DE ESTAÇÕES		n =	Σ IND. GRAVID. IND. = IGG				Conceito
1A) IGI = $\bar{F} \times 4/3$ quando $\bar{F} \leq 30$						Operador	
2A) IGI = $\bar{FV}$ quando $\bar{FV} \leq 50$						Cálculo	
1B) IGI = 40 quando $\bar{F} > 30$						Visto	
2B) IGI = 50 quando $\bar{FV} > 50$							

Fonte: DNIT 006/2003

Para as flechas medidas, foram calculados os seguintes parâmetros: (a) para as rodovias de pista simples, a média ($\bar{X}$) e a variância (S^2) das flechas medidas nas TRI e TRE de ambas as faixas de tráfego; (b) no caso de “terceiras faixas”, estes parâmetros foram considerados separadamente. As equações 2 e 3 foram utilizadas para o cálculo da média e da variância dos valores das flechas.

$$\bar{X} = \sum \frac{x_i}{n}$$

Equação 2

$$S = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n-1}}$$

Equação 3

em que:

$\bar{X}$ - média aritmética dos valores das flechas medidas (TRI e TRE);

x_i - valores individuais;

s - desvio padrão dos valores das flechas medidas (TRI e TRE);

S^2 - variância.

n– Número de flechas

Com os valores das frequências calculadas, multiplicou-se a frequência relativa pelo fator de ponderação (já tabelado pela norma) para encontrar o valor do Índice de Gravidade Individual e finalmente. Após somar todos os IGI's, obteve-se IGG, de acordo com as equações 4 e 5.

$$IGI = F_p \times F_r \quad \text{Equação 4}$$

$$IGG = \sum IGI \quad \text{Equação 5}$$

Onde:

Fr - frequência relativa;

Fp - fator de ponderação

IGI – Índice de gravidade individual

IGG – Índice de gravidade global

Por fim, com a finalidade de conferir ao pavimento inventariado um conceito que retrate o grau de degradação atingido, através da figura 26 foi classificado o conceito da estrutura pesquisada.

Figura 26 - 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	$IGG > 160$

Fonte: DNIT 006/2003

5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Uma vez executada a metodologia proposta no capítulo 4, serão apresentados neste capítulo os resultados obtidos. Os dados levantados, o valor do IGG calculado, bem como a classificação da rodovia em um dos estados de qualidade serão expostos a seguir.

5.1. Método de avaliação IGG

A figura 27 mostra a ocorrência de uma patologia aqui estudada: “trilha de rodas” e a medição de sua profundidade

Figura 27 - Medição da profundidade da trilha de roda



Fonte: O autor (2021)

As figuras 28 e 29 mostram a ocorrência das patologias “afundamento plástico” e “desgastes”, respectivamente, muito comum na malha rodoviária.

Figura 28 - Afundamento plástico



Fonte: O autor (2021)

Figura 29 - Desgastes



Fonte: O autor (2021)

As figuras 30, 31 e 32 mostram defeitos comuns nas rodovias: trinca do tipo couro de jacaré, panelas e desgastes acentuado

Figura 30 - Trinca interligada do tipo couro de jacaré sem erosão acentuada nas bordas das trincas



Fonte: O autor (2021)

Figura 312 - Panelas e desgaste acentuado



Fonte: O autor (2021)

Figura 32 - Panelas



Fonte: O autor (2021)

O trecho em análise tem uma grande quantidade de defeitos, principalmente de panelas, popularmente conhecido como buraco. Há anos que o trecho apresenta tais defeitos, sobretudo em período de chuvas, onde o índice de ocorrência é maior.

Para o trecho em análise foi feito o levantamento dos tipos de defeitos e catalogados na Figura 33, para prosseguir como o procedimento do cálculo do IGG.

Figura 33 - Classificação dos tipos de defeitos do trecho em análise

Estaca ou km	Seção Terrap.	OK	TRINÇAS								AFUNDAMENTOS				OUTROS DEFEITOS								TRINÇAS RODAS		Observações:
			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	TRE	
			1	1	1	1	1	1	J 2	TB 2	JE 3	TBE 3	4	4	4	4	5	5	5	6	7	8	mm	mm	
0																	X					0	0		
1			X																	X		0	0		
2																				X		3	5		
3						X															X	0	0		
4																				X		0	0		
5																	X					0	3,8		
6																	X					0	0		
7				X													X			X		0	0		
8																	X					0	0		
9																				X		0	0		
10																					X	0	0		
11																	X					0	0		
12					X																	0	0		
13									X													0	0		
14																	X					0	0		
15																				X		2,5	5		
16																						0	0		
17																	X				X	0	0		
18																						0	0		
19																				X		0	0		
20																	X					0	0		
21																						0	0		
22																				X		0	0		
23																	X					0	0		
24																						0	0		

Fonte: O autor (2021)

Estaca ou km	Seção Terrap.	OK	TRINÇAS								AFUNDAMENTOS				OUTROS DEFEITOS								TRINÇAS RODAS		Observações:	
			ISOLADAS						INTERLIGADAS				PLÁSTICO		CONSOLID		O	P	E	EX	D	R	TRI mm	IRE mm		
			FI	TTC	TTL	TLC	TLL	TRR	FC - 2		FC - 3		ALP	ATP	ALC	ATC										
			1	1	1	1	1	1	J 2	TB 2	JE 3	TBE 3	4	4	4	4	5	5	5	6	7	8				
25																X						0	0			
26															X							0	0			
27			X													X						0	0			
28																			X			0	0			
29				X																X		0	0			
30											X											0	0			
31																			X			0	0			
32									X													0	0			
33																X				X		0	0			
34											X											0	0			
35																						0	0			
36																			X			0	0			
37																X						0	0			
38											X											0	0			
39																X						0	0			
40																			X			0	0			
41					X											X						0	0			
42																			X			0	0			
43																X						0	0			
44																						0	0			
45																X				X		0	0			
46																						0	0			
47																X						0	0			
48																						0	0			
49																				X		0	0			

Fonte: O autor (2021)

A figura 34 mostra os valores das frequências absolutas e relativas, os índices individuais e por fim o índice de gravidade global (IGG) para o trecho em análise, valores obtidos de acordo com as equações 1, 2, 3, 4 e 5 já abordadas. O pavimento ficou classificado como RUIM, com base nos parâmetros da norma DNIT 006/2003 PRO, pois o valor obtido de IGG foi de aproximadamente 81.

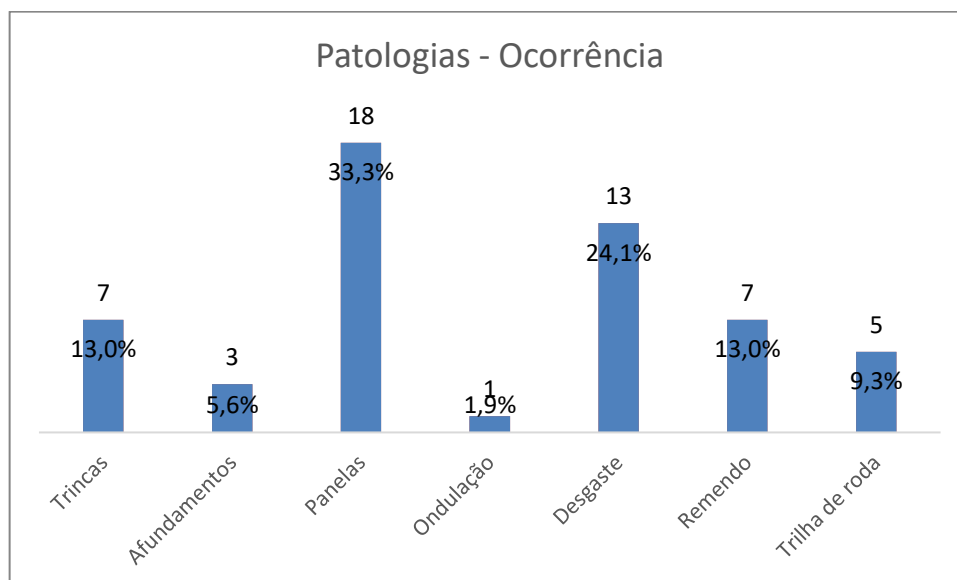
Figura 34 – Planilha de cálculo do índice de gravidade global

Item	Natureza do defeito	Frequência absoluta	Frequência absoluta considerada	Frequência relativa	Fator de ponderação	Índice de gravidade individual	Observações
1	Trincas isoladas FI, TTC, TTL, TLC, TLL, TRR	7	7	18%	0,2	3,6	
2	(FC – 2) J, TB	1	1	2%	0,5	1	
3	(FC – 3) JE, TBE	1	1	2%	0,8	1,6	
4	ALP, ATP, ALC, ATC	3		6%	0,9	5,4	
5	O, P, E	19		38%	1,0	38	
6	EX	0		0%	0,5	0	
7	D	13		26%	0,3	17,8	
8	R	7		14%	0,6	8,4	
9	Média aritmética dos valores médios das flechas medidas em mm nas TRI e TRE	TRE = 4,25	TRI = 2,75	Fr = 3,5		4,66	
10	Média aritmética das variâncias das flechas medidas em ambas as trilhas	TREv = 0,66	TRlv = 0,12	FV = 0,40		0,40	
Nº TOTAL DE ESTAÇÕES		n = 50	Σ IND. GRAVID. IND. = IGG			80,86	Conceito: RUIM
1A) $IGI = \bar{F} \times 4/3$ quando $\bar{F} \leq 30$							
2A) $IGI = FV$ quando $FV \leq 50$							
1B) $IGI = 40$ quando $\bar{F} > 30$							
2B) $IGI = 50$ quando $FV > 50$							

Fonte: O autor (2021)

A Figura 35 mostra o gráfico com a incidência dos defeitos inventariados no trecho vistoriado. Observa-se que os defeitos com maiores ocorrências são as panelas (33,3%), desgastes (24,1%), e trincas (13%). Vale salientar que os remendos têm a mesma ocorrência das trincas, porém optou-se por enfatizar as 3 maiores ocorrências e as que tem maior influência no pavimento em aspectos estruturais e funcionais, destacando-se as trincas. Não menos importantes no tocante a contribuição do processo de deterioração da via, destaca-se ainda os defeitos afundamentos (5,6%), ondulação (1,9%), remendos (13%) e trilha de rodas (9,3%), mostrando que o trecho em questão detém de uma diversidade significativa de defeitos.

Figura 35 – Gráfico com a incidência dos defeitos inventariados no trecho pesquisado



Fonte – O autor (2021)

6. Conclusões e recomendações

Trazendo um olhar técnico do próprio autor, as patologias em pavimentos asfálticos podem surgir por vários fatores, a saber: (a) um projeto deficiente; (b) pela técnica de construção inadequada; (c) pela falta de manutenção, que é fundamental para que atinja a vida útil estimada. Por isso, quando o pavimento se aproxima do fim de sua vida útil, há a necessidade de manutenção e reparos com maior frequência.

Desse modo, é importante a presença de um técnico qualificado, para obter um diagnóstico das condições do pavimento, determinando os defeitos, suas prováveis causas, bem como recomendar a partir deste levantamento, medidas mais viáveis para a recuperação. Assim, os gestores responsáveis por essas estruturas, terão embasamento para executarem as intervenções corretas para solucionar tais problemas nas vias.

6.1 Avaliação das condições do pavimento.

Após todo o levantamento dos tipos de defeitos existentes no trecho em análise, dos cálculos e valores obtidos, chegou-se a um valor numérico para o IGG, que foi de 80,86, classificado como RUIM. Tal valor e classificação reflete e condiz tão somente com a insatisfação dos usuários dessa rodovia. Nesse sentido, o trecho em questão foi escolhido nessa rodovia pela quantidade de defeitos que apresenta há anos desde que foi executado. Não obstante todo ano os responsáveis pela rodovia contrataram uma empresa para “tapar os defeitos” com remendos de baixa qualidade (a julgar pela rápida deterioração), não há como falar em segurança, já que o mesmo não tem sinalização adequada, tampouco acostamento.

6.2 Possíveis causas dos principais defeitos observados

Tecnicamente, levando em consideração as características do tráfego observado na rodovia em avaliação, pôde-se concluir que as possíveis causas das patologias identificadas são:

- O aumento do número de solicitações (veículos pesados);
- Deficiência nos serviços de conservação, como falta de manutenção periódica;
- Falhas nos procedimentos construtivos;
- Desgaste natural, desagregação dos agregados da camada asfáltica;
- Materiais de “qualidade duvidosa” empregadas nas camadas da estrutura

Fica constatado também que, além da importância da análise dos problemas e proposição das soluções dos defeitos de uma rodovia realizadas por um técnico habilitado, esse aspecto é apenas uma das etapas na busca das soluções referentes ao processo de desgaste e da conservação da via. Observou-se a ausência e a necessidade da implementação de uma política de manutenção, através da execução de técnicas adequadas, pelos órgãos públicos responsáveis.

Dessa forma, não há como falar em infraestrutura rodoviária sem falar de política, cabendo a estes fazer com que a população possa usufruir de uma malha rodoviária com boas condições estruturais e funcionais.

6.3 Recomendações mais viáveis para a recuperação dos principais defeitos

6.3.1 Painelas

Na rodovia em análise é notório o grande índice de painelas (buracos) em comparação com os outros defeitos descritos na Norma DNIT 005/2003. A técnica mais viável em termos de custos para essa patologia é o remendo. No entanto, nem sempre ela é executada de forma adequada, gerando problema no próprio remendo, requerendo nova intervenção com o passar do tempo.

Dessa forma, o remendo terá que ser executado de forma superficial, caso o defeito encontrado seja de pequena proporção, ou seja, se ainda não atingiu a base, sub-base ou subleito, e será profundo em caso contrário, sendo executado através de um corte reto no revestimento (normalmente formando um retângulo), formando um ângulo de 90º com a superfície, mas evitando o desmoronamento do revestimento.

6.3.2 Fendas ou Trincas

Para a recuperação de fendas, trincas ou outros defeitos similares, é viável aplicar as técnicas de capa selante, tratamento superficial, lama asfálticas e microrrevestimento asfáltico, com a finalidade de rejuvenescer o revestimento asfáltico, restabelecer o coeficiente de atrito pneu-pavimento, selar trincas com pequena abertura, impedir a entrada de água na estrutura do pavimento e retardar o desgaste causado por intemperismo.

O tratamento superficial é outra opção eficiente, pois esta consiste na aplicação de ligantes asfálticos, seguido de compactação que promove o recobrimento parcial e a adesão entre agregados e ligantes. Já a lama asfáltica pode ser feita para revestir a camada superficial da rodovia com grau pequeno de desgaste e trincamentos, atuando como um elemento de impermeabilização e rejuvenescimento da condição funcional do pavimento. A Figura 36 mostra a técnica de tratamento superficial com ligantes asfálticos.

Figura 36 - Tratamento superficial



Fonte: Google imagens (2021)

Outras duas técnicas também são recomendadas, para o processo de recuperação de trincas, são elas: recapeamento e fresagem. O recapeamento é a construção de uma ou mais camadas asfálticas sobre o pavimento já existente, incluindo, na maioria das vezes, uma camada para corrigir o nivelamento do

pavimento antigo, seguida de uma camada com espessura uniforme, como mostra a Figura 37. Dessa forma, o recapeamento corrige defeitos estruturais e promove a funcionalidade adequada para os usuários.

Figura 37 - Uma faixa de rolamento recapeada



Fonte: Google imagens (2021)

6.3.3 Desgaste

Foi observado e catalogado um número significativo de desgastes no trecho, onde seria inviável usar remendos, ainda que bem executados. Nessas circunstâncias a melhor opção, assim como nas fendas e trincas, seria um recapeamento, construindo uma ou mais camadas asfálticas sobre o pavimento já existente, corrigindo assim os desgastes e nivelando toda a pista de rolamento.

7. Referências Bibliográficas

CNT. **Pesquisa CNT de rodovias** 2016. 2016. Disponível em: <<http://pesquisarodovias.cnt.org.br/>>. Acesso em: 26 out. 2017.

DNIT (2003). **Defeitos nos pavimentos flexíveis e semi-rígidos Terminologia NORMA DNIT 005 / 2003 - TER**. Departamento Nacional de Infraestrutura e transportes. Rio de Janeiro, RJ.

DNIT (2003). **Avaliação objetiva da superfície de pavimentos flexíveis e semirrígidos – Procedimento. NORMA DNIT 005 / 2003 - TER**. Departamento Nacional de Infraestrutura e transportes. Rio de Janeiro, RJ.

SENÇO, Wlastermiller de. **Manual de técnicas de pavimentação**. 2. ed. São Paulo, SP: Pini, 2001-2007. 2 v. ISBN 85-7266-125-5 (v.2)

SILVA, D.J. **Aplicação do método do igg – índice de gravidade global – em comparação com o método do pci – pavement condition index – para determinação de serviços de restauração e manutenção em um trecho da avenida tupi de pato branco-pr**. 2018. Trabalho de Conclusão de Curso. Departamento de Engenharia Civil.

BERNUCCI, L. L. B., *et al.* **Pavimentação asfáltica: Formação básica para engenheiros**. 1ªed. Programa Asfalto nas Universidades, Petrobras Distribuidora S.A., 2008.

GONÇALVES, F. J. P. **Diagnóstico e manutenção de pavimentos: ferramentas auxiliares**. Passo Fundo: Ed. Universidade, 2007.

NEVES, A.M. *et al.* **Identificação de defeitos e soluções de recuperação de rodovias vicinais de São Paulo**. 39º ENACOR. Recife/PE. Setembro de 2008.