



CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL

LOVANI GOMES HOLANDA

**PATOLOGIAS EM PAVIMENTOS FLEXÍVEIS – ESTUDO DE CASO
SOBRE A RODOVIA BR-163 TRECHO EM TERRA NOVA DO NORTE**

**Sinop/MT
2024**

CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL

LOVANI GOMES HOLANDA

**PATOLOGIAS EM PAVIMENTOS FLEXÍVEIS – ESTUDO DE CASO
SOBRE A RODOVIA BR-163 TRECHO EM TERRA NOVA DO NORTE**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Banca Avaliadora do Departamento de Engenharia Civil, Centro Universitário - FASIPE, como requisito para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil.

Orientador: Prof. Geilson Bispo

Coorientadora: Prof. Andréia Alves Botin

**Sinop/MT
2024**

LOVANI GOMES HOLANDA

**ANÁLISE DAS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS PRESENTES NA
RODOVIA BR-163 TRECHO EM TERRA NOVA DO NORTE**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Banca Avaliadora do curso de Engenharia Civil - do Centro Universitário Fasipe - UNIFASIPE como requisito para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil.

Aprovado em ____/____/____

Professor Orientador: Geilson Bispo
Departamento de Engenharia Civil – UNIFASIPE

Professora Avaliadora: Dr^a Andréia Alves Botim
Departamento de Engenharia Civil – UNIFASIPE

Professor (a) Avaliador (a):
Departamento de Engenharia Civil – UNIFASIPE

Professor (a) Avaliador (a): Pedro Matiazzi da Silva
Departamento de Engenharia Civil UNIFASIPE – Faculdade de Sinop
Coordenador do Curso de Engenharia Civil

DEDICATÓRIA

A todas as pessoas que em minha caminhada demonstraram paciência e carinho. Em especial, meu pai Deusivaine, minha mãe Sirlene, meu irmão Gabriel, família e amigos que me incentivaram e deram forças para seguir sempre em frente.

AGRADECIMENTO

- Agradeço a Deus em primeiro lugar, por me guiar na escolha do curso e iluminar toda minha trajetória, sem Ele não chegaria nem na metade do percurso.
- Agradeço aos meus pais Deusivaine e Sirlene, ao meu irmão Gabriel, pela dedicação que sempre tiveram comigo e pelo carinho na hora de realizar minhas escolhas, me apoiado em tudo o que precisei.
- Agradeço a todos que de uma forma ou de outra contribuíram para que eu pudesse chegar até aqui e não me deixaram desistir em meio aos obstáculos encontrados pelo caminho.
- Agradeço a todos os professores que por minha vida passaram e pelas lições ensinadas.
- Agradeço também o meu orientador, Geilson Bispo dedicação que teve ao corrigir o meu trabalho e minha coorientadora Andréia que sempre me auxiliou e apoiou.

EPÍGRAFE

Faça o teu melhor, na condição que você tem,
enquanto você não tem condições melhores,
para fazer melhor ainda!

Mario Sergio Cortella

HOLANDA, Lovani Gomes. **ANÁLISE DAS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS PRESENTES NA RODOVIA BR-163 TRECHO EM TERRA NOVA DO NORTE.** 2024. 43 folhas. Trabalho de Conclusão de Curso – Centro Universitário Fasipe – UNIFASIPE.

RESUMO

Pavimentar uma rodovia é sinônimo de oportunizar desenvolvimento, tráfego, segurança e conforto para quem utilizar. Fundamentado neste comentário a presente análise intencionou classificar se a rodovia BR-163 no trecho pertencente ao município de Terra Nova do Norte – MT, apontando melhorias para este pavimento. Para a análise foi empregado a fórmula de índice de gravidade global IGG, com o resultado deste cálculo pode-se realizar a classificação de cada trecho, determinar as patologias mais frequentes, suas motivações e possíveis soluções. Conforme o resultado de deterioração apresentado, no trecho 02 chegou ao valor de 121,4 denominado ruim. Sucedeu a necessidade de fresar e ampliar a espessura do material que integra o revestimento para suportar o tráfego atual e futuramente. Sendo assim, conclui-se que será necessário realizar procedimentos de reparo, no atual pavimento, em decorrência da demanda de carga que recebe.

PALAVRAS-CHAVE: IGG; Pavimento; Tráfego.

HOLANDA, Lovani Gomes. **ANALYSIS OF THE PATHOLOGICAL MANIFESTATIONS PRESENT ON THE BR-163 HIGHWAY IN TERRA NOVA DO NORTE**. 2024. 43 folhas. Trabalho de Conclusão de Curso – Centro Universitário Fasipe - UNIFASIPE

ABSTRACT

Paving a highway is synonymous with providing development, traffic, safety and comfort for those who use it. Based on this comment, this analysis intended to classify the BR-163 highway in the section belonging to the municipality of Terra Nova do Norte – MT, pointing out improvements to this pavement. For the analysis, the IGG global severity index formula was used. With the result of this calculation, each section can be classified, determining the most frequent pathologies, their motivations and possible solutions. According to the deterioration result presented, in section 02 it reached a value of 121.4 called bad. There was a need to mill and increase the thickness of the material that makes up the coating to support current and future traffic. Therefore, it is concluded that it will be necessary to carry out repair procedures on the current pavement, due to the load demand it receives.

KEYWORDS: IGG; Floor; Traffic.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Imagem representa absorção de água pelo pavimento	14
Figura 2: Painel	15
Figura 3: Painel	15
Figura 4: Afundamento	16
Figura 5: Trinca por retração	17
Figura 6: Trincas e afundamentos	18
Figura 7: Desgaste do pavimento	18
Figura 8: Pavimento com patologia de escorregamento em acostamento	19
Figura 9: Escorregamento do revestimento	19
Figura 10: Pavimento com ondulações	20
Figura 11: Exsudação em pavimento	20
Figura 12: Exsudação	21
Figura 13: Imagem de remendo feito de modo errado	21
Figura 14: Imagem de remendo feito de maneira correta	22
Figura 15: Trinca Tipo Couro de Jacaré	23
Figura 16: Trinca Tipo Bloco	23
Figura 17: Ilustração que represente a áreas do pavimento sem zona de fissura, com tensões de tração distribuída uniformemente durante a seção	24
Figura 18: Área com a presença e fissura e tensões de tração, descarregadas de modo uniforme na seção	24
Figura 19: Localização da rodovia a ser estudada	27
Figura 20: Scanner de pavimento	27
Figura 21: Planilha de inventário	28
Figura 22: Fluxograma de identificação das manifestações patológicas	28
Figura 23: Painel	32
Figura 24: Couro de jacaré	33
Figura 25: Trinca	34
Figura 26: Porcentagem da classificação geral	37

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Concepção de deterioração do pavimento em incumbência do IGG	29
Quadro 2: Concepção de deterioração do pavimento em incumbência do IGG	30
Quadro 3: Cálculo de IGG	30
Quadro 4: Resultado dos conceitos	31

LISTA DE SIGLAS

ALC - Afundamento de Plástico Local
ALP - Afundamento Plástico Local
ATC – Afundamento plástico na trilha
ATP - Afundamento Plástico da Trilha
CBUQ - Concreto Betuminoso Usinado à Quente
CNT - Confederação Nacional do Transporte
D - Desgaste
DAER - Departamento Autônomo de Estradas de Rodagem
DNER - Departamento Nacional de Estradas de Rodagem
DNIT - Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes
E - Escorregamento
EX - Exsudação
FI - Fissura
ICPF - Índice de Condição de Pavimentos Flexíveis
IES - Índice do Estado da Superfície
IGG - Índice de Gravidade Global
IGGE - Índice de Gravidade Global Expedito
IGI - Índice de Gravidade individual
IPEA Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada
ISC - Índice de Suporte Califórnia
J - Trinca Interligada ‘Jacaré’
JE - Trinca Interligada ‘Jacaré’ com Erosão
KM - Quilômetro
LA - Lama Asfáltica
MRA - Microrrevestimento Asfáltico
O - Ondulação
PRO - Procedimento
RP - Remendo Profundo
RS - Remendo Superficial
TB - Trinca Bloco
TBE - Trinca Bloco com Erosão

TLC - Trinca Longitudinal Curta

TLL - Trinca Longitudinal Longa

TRE - Trilha de Roda Externa

TRI - Trilha de Roda Interna

TRR - Trinca Retração no Revestimento

TTC - Trinca Transversal Curta

TTL - Trinca Transversal Longa

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	9
1.1 Justificativa	10
1.2 Problematização.....	10
1.3 Objetivos.....	10
1.3.1 Geral	10
1.3.2 Específicos	10
2. REVISÃO DE LITERATURA	12
2.1 Pavimento estrutura e função.....	12
2.2 Situação do pavimento	13
2.2.1 Conservação.....	13
2.3 Drenagem	14
2.4 Manifestações patológicas.....	14
2.4.1 Definição	14
2.4.2 Panela ou buraco	14
2.4.3 Afundamentos.....	15
2.4.4 Trincas	16
2.4.5 Trincas capilares	17
2.4.6 Desgaste	18
2.4.7 Escorregamento.....	19
2.4.8 Ondulações	19
2.4.9 Exsudações.....	20
2.4.10 Remendos.....	21
2.4.11 Trinca tipo couro de jacaré.....	22
2.4.12 Trinca tipo bloco.....	23
2.4.13 Fissurações por fadiga	23
3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.....	25
3.1 Tipo de pesquisa	25
3.2 Campo de estudo	25
3.3 População e amostra	26
3.4 Técnica de coleta e análise de dados	26
4. ANÁLISE E INTERPRETAÇÃO DE DADOS	29
4.1 Base de dados	29

4.1.1 Cálculo de IGG	29
4.2 Resultados do IGG	31
4.3 Trecho 01 - KM 969+500 - 987+100	32
4.3.1 Manifestações patológicas.....	32
4.3.2 Possíveis causas	33
4.3.3 Possíveis soluções	33
4.4 Trecho 02 - KM 987+100 – 1004+700.....	33
4.4.1 Manifestações patológicas.....	33
4.4.2 Possíveis causas	33
4.4.3 Possíveis soluções	34
4.5 Trecho 03 – KM 1004+700 – 1022+300	34
4.5.1 Manifestação patológica	34
4.5.2 Possíveis causas	34
4.5.3 Soluções	35
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	36
REFERÊNCIAS.....	38
APÊNDICE	40

1. INTRODUÇÃO

Quando se pavimenta uma rodovia, oportuniza-se o desenvolvimento para a operabilidade do tráfego nas vias, assegurando desta forma melhores condições de conforto e segurança para todos que nela transitem (BALBO, 2007).

Dentre as funções do pavimento, a primordial é garantir que o tráfego previsto consiga fluir de maneira segura e confortável do início ao fim de seu período de vida útil. Todas as camadas existentes em um pavimento são responsáveis por diversas vantagens à comunidade, viabiliza conexões entre cidades, possibilita que a comunidade consiga desenvolver suas atividades de ofício, desfrutar momentos de entretenimento, ou apenas garantir ótimo instrumento para locomoção (FERREIRA, 2023).

O pavimento frequentemente é integrado por estratos alicerçados justapostos, primeiramente estipulados por meio de pesquisas que envolvam o terreno, escoamento de frota aguardado e situações particulares do ambiente (MOREIRA, CORREIA e PEREIRA, 2006). Os processos de níveis de camadas caracterizam o pavimento como: subleito, reforço do subleito, sub-base, base e revestimento (BALBO, 2007).

Imperfeições em pavimentos mostram-se independente da categoria de trajetória a se edificar, essa é uma situação característica a toda estrada de utilização com ininterrupta movimentação das vias por veículos, incluindo procrastinações de correções, no entanto, existem diversas formas de minimizar a frequência com a que acontecem (DNIT, 2006). Assim como é provável do mesmo modo proporcionar operações para reduzir a intensidade destes acontecimentos, tal como retardar a ocorrência dos mesmos em um definido trajeto ou via, verificando que todas as soluções precisam estar em conformidade com o contexto de gestão e logística do cenário (DNIT, 2005).

Portanto, esse trabalho tem como propósito estudar a ocorrência de manifestações patológicas em um pavimento e trazer as possíveis formas de solucionar, fazendo com que ele consiga alcançar sua vida útil. Os casos mais comuns são deformação elástica, trilho de rodas,

trincas conjuntas, trincas longitudinais e transversais. Classificar as causas dessas falhas nos pavimentos e relacionar soluções aos defeitos encontrados na rodovia BR-163.

1.1 Justificativa

Apresentada a redução da vida útil da pavimentação asfáltica, revelou-se a necessidade do estudo sobre o assunto que consideram às manifestações patológicas encontradas (BALBO, 2007).

O propósito é colaborar para a minimização do custo de reparo, com a restauração de vias desgastadas por manifestações patológicas, sendo ele bastante elevado (DNIT, 2006).

A problemática definida apresenta a intenção de colaborar com o progresso de técnicas, que minimizem as anomalias patológicas nas pavimentações asfálticas, visando uma maior durabilidade e segurança aos usuários.

Junto com a procura populacional em crescente avanço, suspeita-se um aumento considerável na construção de novas rodovias pavimentadas, necessitando ainda mais de aperfeiçoamentos no setor e diminuindo a constância de um retrabalho.

1.2 Problematização

De maneira a usufruir de comodidade no fluxo das vias, necessita-se de elevada aplicação de recursos em manutenções do pavimento. Sendo o resultado da mistura de vários materiais até alcançar o resultado da pavimentação asfáltica, sendo a mesma, de modo direto responsável por assumir o dinamismo do trânsito e também a primeira a manifestar problemas.

Diante disto, é imensamente importante condicionar frequentemente correções da rodovia longitudinal BR-163 que correspondem a 4.476 KM de extensão no Brasil, de modo que esteja oportunizando bem-estar e segurança.

Quais as causas mais prováveis do surgimento das manifestações patológicas e quais as soluções adotadas?

1.3 Objetivos

1.3.1 Geral

Este trabalho visa realizar análise de dados de inventário e cálculo de IGG, produzido através do monitoramento da rodovia, trecho situado no município de Terra Nova do Norte – MT.

1.3.2 Específicos

Com o propósito de alcançar o objetivo geral, são apresentados os objetivos específicos.

Realizar a análise do inventário, cálculo de IGG e identificar as motivações para as patologias presentes no pavimento;

Propor soluções para corrigir as manifestações patológicas encontradas;

Propor soluções que possam conter o surgimento de manifestações patológicas.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Pavimento estrutura e função

Pavimento é a disposição de variadas camadas em densidades determinadas, estruturada sobre a face de extensão do terreno plano, atribuída método e economicamente a suportar aplicações de cargas descendentes do tráfego de veículos e clima. Comumente são divididos em classificações de rígidos e flexíveis (BERNUCCI, 2006).

Segundo Senço (2007) pavimento é constituído pela configuração existente acima da terraplanagem e determinada, capacidade e financeiramente: a) suportar aplicações no sentido de seu comprimento provindo da movimentação dos veículos que utilizam e distribuir; b) aperfeiçoar situações de pista de modo que traga comodidade e tranquilidade; c) Conservar-se a forças estendidas (esfarelamento), convertendo em uma estrutura mais constante a camada exterior do rolamento.

Pavimentações com características flexíveis são compostas por uma cobertura betuminosa na parte superior ao solo apoiado sobre uma base com alicerce granuloso ou superfície fortalecido de modo granulométrico (MEDINA, 1997).

Para Senço (2007) pode-se dividir os pavimentos em dois tipos de classificações sendo eles rígidos: estruturas que pouco sofrerá deformações, composto essencialmente por concreto de cimento. Fragmenta-se pela tração na flexão no tempo em que esteja exposto a variações e os flexíveis: são estruturas de pavimentos que as solicitações, causam a desintegração. O autor ainda cita que, são calculados costumeiramente a situações de compressão a tração na flexão, fomentada pela eflorescência de bacias de deformidade perante as rodas, que trazem as perduráveis alterações, transformando-se na ruptura por fadiga.

Atualmente apresenta-se uma propensão de utilizar para o tipo rígido, o vocabulário pavimento de concreto em cimento Portland (ou então apenas concreto-cimento), seus atributos característicos resumem-se na presença de uma placa de concreto. A sua densidade é

memorizada em incumbência do vigor a flexão nas placas de concreto e a capacidade de resistir nas camadas contidas, podem conter armações de aço ou não (RODRIGUES, 2011).

E pavimentos asfálticos nessa ordem, para se descrever a classe de blindagem do pavimento constituído de agregados e ligantes asfálticos. Constituído por quatro camadas, sendo elas, blindagem asfáltica, base, sub-base e reforço do subleito, suas camadas podem ser de rolamento ou por ligação (DNER-ME; 1999).

Destarte a última faixa do conjunto rolamento é designada para enfrentar de modo direto todas as atividades do fluxo, conduzir de maneira reduzida às posições inferiores e impermear. Para as patologias de trincas e fadigas estão associadas as modificações e tensões encaminhadas para as posições das camadas asfálticas. Podendo ainda exibir trincas por desgaste do ligante, situações climáticas etc. (BERNUCCI, 2006).

2.2 Situação do pavimento

De acordo com Fernandes, Margarido e Zerbini (1996) a situação de uma via pavimentada pode ser definida seguindo os seguintes quesitos:

1º Plenitude da infraestrutura: a análise é realizada com a ajuda de instrumentos para dimensionar o escoamento superficial (trave Benkelman e FDW), vantajoso exclusivamente para investigação minuciosa em circunstâncias de projeto, uma vez que conforme seja utilizada promoverá notável aumento nas despesas;

2º Grau de divergência na camada aparente pneu – via: encontra-se associado à precaução e raramente empregado no Brasil. São maquinários e restrições que em um horizonte não tão distante incrementaram as próximas análises;

3º Particularidade de rolagem da extensão da via (aparência utilitária): por meio das dimensões das anomalias extensas (a contar dos descomplicados registradores de classe resposta até mesmo o sublimo perfilômetro), adequado exclusivamente em passagens acelerada (superior à 60 km/h);

4º Acréscimo da magnitude dos distintos padrões de degenerações: o ajuizamento do cenário em que se encontra o percurso que constitui a trama de vias consegue ser realizada somente com sondagem de imperfeições no terreno.

2.2.1 Conservação

A conservação de vias pavimentadas necessita-se de constantes atividades preservativas, em que compatibiliza procedimentos praticados, com o propósito de prenunciar circunstâncias de imperfeições. Estas atividades necessitam ter como principal objetivo e preocupação tudo que intervenções de drenagem, podendo as mesmas serem superficiais ou subterrâneas conforme defendido por Senço (2001).

2.3 Drenagem

A presença demasiada de água por Suzuki, Azevedo e Kabbach Júnior (2013) pode ser justificada e localizada na estrutura de subleito do pavimento, resultado de variadas fontes, a saber a absorção: procedente de fissuras na superfície do pavimento, bem como, da faixa de acostamento no limite vila e acostamento. Percolação: realizado pela transmigração da movimentação que acontece abaixo do solo com o fluído por entre o solo encharcado ou adjacente a isso. Capilaridade: peculiaridade perceptível a qual os líquidos carregam de adentrar os materiais. Movimentos em forma de vapor de água: água em sua condição gasosa, suspensa em especial nas camadas de baixa elevação da atmosfera (figura 1).

Figura 1: Imagem representa absorção de água pelo pavimento



Fonte: Suzuki, Azevedo e Kabbach Júnior (2013)

2.4 Manifestações patológicas

2.4.1 Definição

Os diversos modelos de manifestações patológicas no pavimento possuem potencial para resultarem de inexistência ao longo do desenvolvimento de seleção dos insumos do traçado, do mesmo modo que na continuação da operação. Em concordância a Souza e Soares (2005) persistem duas esquematizações para os problemas em vias: as imperfeições no alicerce correlacionados com a habilidade de tolerância no carregamento e limitações operacionais interligados ao conforto e seguridade dos utilizadores.

2.4.2 Painela ou buraco

A painela ou buraco (Figura 2) é uma concavidade na qual surge na camada de blindagem, pode ser ocasionado por diversos motivos (como a inexistência de aglutinação no meio dos extratos que estão abaixo, promovendo o descolamento entre as camadas), sendo

capaz de atingir categorias de posições inferiores (figura 3), motivando a decomposição das faixas de materiais nas camadas (DNIT, 2003).

Figura 2: Panela



Fonte: DNIT (2003)

Figura 3: Panela



Fonte: DNIT (2003)

2.4.3 Afundamentos

O afundamento (figura 4) é caracterizado por possuir uma deformidade perpétua assinalada pelo abatimento da face do piso, podendo estar ou não estar escoltado, de elevação, tendo potencial de mostrar-se como afundamento plástico: motivado pela interferência adaptável de a partir de uma camada do extrato da via ou subleito e afundamento de consolidação: surge de decorrência da solidificação distinto de uma ou mais posições da via ou na fundação o subleito.

Quando atingem comprimento menores ou iguais a 6 m são intitulados de imersão local, em áreas superiores e constantes intitula-se de imersão de trilha de roda (DNIT, 2006).

Figura 4: Afundamento

Fonte: DNIT (2003)

2.4.4 Trincas

A existência de uma trinca mesmo estando em distintas posições abaixo do revestimento, causa o alastramento para as outras camadas até chegar na superfície, camada em que se torna perceptível. De maneira que podem se manifestar em várias configurações de trincas (figura 5) (extensa, desnivelada ou ligada em outras) (DNIT, 2006). Em decorrência de instabilidade de temperatura conseguinte do arranjo da dureza do ligante betuminoso e retraimento térmico, que transcorre a ocasião de diminuição considerável de temperatura. A natureza dessa situação é de exaustão correspondente à instância estimulada pelo nível de temperatura, logo em diversas perspectivas assemelha-se com a fadiga propiciada com episódio do desgaste.

De acordo com Bernucci *et al.* (2008), o primordial critério de quedas na temperatura, à vista disso, os reparos necessitam ser realizados ainda com a abertura das falhas com higienização dos materiais com a intenção que ocorra a aplicação de cal a fim de conter umidade na fenda.

Figura 5: Trinca por retração



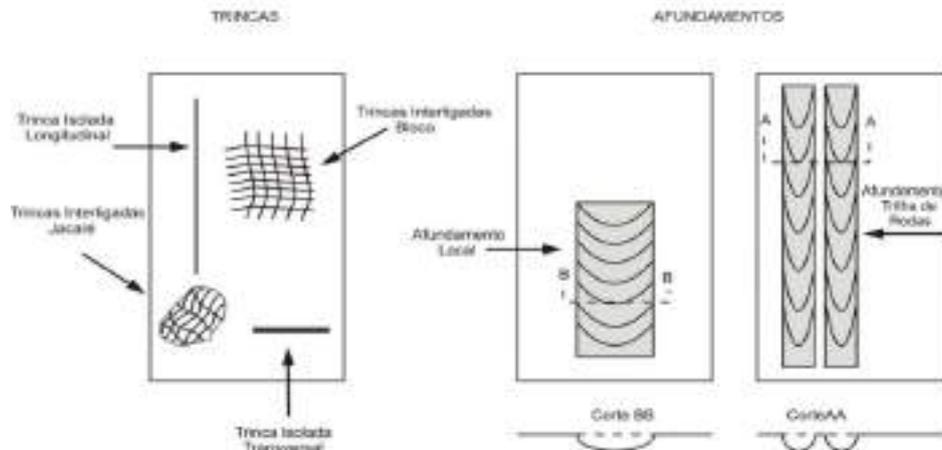
Fonte: Bernucci *et al.* (2008)

A maneira de apresentação destas trincas pode variar entre oblíquo e comprido, juntamente de intervalos caracterizados pelas características dos materiais integrados na combinação betuminosa e procedimento de clima segundo está escrito no DNIT (2006), elas exteriorizam igualmente em suporte cimentado, em razão do acontecimento de diminuição. Acontecem em espaços médios de 3 m, no entanto são capazes de expor variações em intervalos de 1,5 até 12 m, levando em consideração as estações climáticas e suas alternâncias em cada local (figura 5).

Quando as trincas existem adjacente à borda da via, frequentemente é fomentada pela umidade no acostamento. A disformidade do ângulo do solo de alicerce ou rompimento de aterros, podem germinar fendas compridas, extensas ou parabólica (DNIT, 2006).

2.4.5 Trincas capilares

Essa classe de fendas conseguem ser a consequência da defeituosa redução de volume do solo do composto asfáltico no decorrer da obra, tornando-se previsto estes modelos de patologias, em razão da firmeza da via e atividade do fluxo, por seguinte não trariam lógica (QUEIROZ, 1984). Tais fendas independem de patologias operacionais conectadas à estruturação conforme mostra a figura 6 .

Figura 6: Trincas e afundamentos

Fonte: DNIT (2003)

2.4.6 Desgaste

É identificado e por decomposição e desmembração, sua característica marcante está nos seus agregados que são removidos da primeira camada do pavimento encorajado pela ordem típica de transformação dos pedregulhos aparentes na superfície terrestre e a movimentação de veículos (figura 7). Derivado de escassez no ligamento em torno dos elementos da combinação betuminosa, por uma ruim elaboração, empregar matérias primas pertinentes ou inexactidão na confecção (DNIT, 2003).

Figura 7: Desgaste do pavimento

Fonte: DNIT (2003)

Porém Bernucci *et al.* (2008), defende a teoria que a deteriorização transcorre pela imperfeição do ligante utilizado, apresentação de água entre espaços vazios na camada de

blindagem, produzindo a deslocação dos agrupados e propiciando a destruição da camada superficial.

2.4.7 Escorregamento

A locomoção da estrutura de blindagem em comparação com a faixa pressuposta do pavimento (figura 8), demonstrando o surgimento de fissuras além de possuírem formato de meia-lua. A dominante razão para sua aparição é a inexistência de aglutinação situadas na faixa de base e enfraquecimento do composto asfáltico, ordinariamente, transcorrem diante de ambientes de cruzamentos e frenagem (figura 9), visto que o automóvel provoca a movimentação e deformidade na estrutura asfáltica (RIBEIRO, 2017).

Figura 8: Pavimento com patologia de escorregamento em acostamento



Fonte: DNIT (2003)

Figura 9: Escorregamento do revestimento



Fonte: DNIT (2003)

2.4.8 Ondulações

Este modelo de deformidade é reconhecido pelas sinuosidades ou enrugar das seções transversas no plano de revestimento que acontecem no lençol de deterioração motivado com a impermanência da sustentação do pavimento descendente má efetuação e enfraquecida

resistência do composto asfáltico (figura 10). A aparição de disfunções no pavimento está afiliada com as inquietações de arranjos da gravidade e fricção horizontais confeccionados em lugares sujeitos à velocidade de veículos (DNIT, 2003).

Figura 10: Pavimento com ondulações



Fonte: Vila betume (2021)

2.4.9 Exsudações

Tipificada por ocorrer a elevação do aglomerador do alcatrão da blindagem para a primeira camada da estrutura do pavimento, devido o alargamento térmico do pavimento asfáltico, denotando adversidade ao abranger o ambiente em razão da pequena dimensão de áreas desocupadas (figura 11), podendo também ser ainda, resultado de utilização de ligante acima da quantidade calculada resultando em excessos (figura 12) (DNIT, 2003).

Figura 11: Exsudação em pavimento



Fonte: DNIT (2003)

Figura 12: Exsudação



Fonte: DNIT (2003)

2.4.10 Remendos

Panela completada em companhia de algumas categorias de pavimento durante o processo intitulado “tapa-buraco”.

A atividade de reconstituição da camada de revestimento é aplicada em problemas em localizações desacompanhadas de tamanho reduzido em relação ao restante da extensão, que alcance o extrato de subleito e reforço do mesmo (DAER-ES-COM: 013.1/2013). Caracteriza-se em coletar todo os materiais atingidos localizados no subleito, com a troca dos elementos por novos de qualidade e logo após, restituir a camada de sub-base e também de material betuminoso, em pontos que mostrem deficiências ou lacunas provenientes de inexistência de faixas de betume, em pontos com defeitos (figura 13). Resume-se em recolher todos os materiais insuficientes de resistência da camada abaixo do leito (DAER-ES-COM: 013.1/2013).

Figura 13: Imagem de remendo feito de modo errado



Fonte: DNIT-TER: 005, 2003

Consiste na remoção do material deficiente do subleito, sua substituição por outro em perfeito estado e posterior reconstituição da sub-base, da base e de camadas betuminosas, em locais que apresentem defeitos ou falhas decorrentes da falta de suporte, por instabilidade ou da ocorrência de água no subleito (figura14).

Figura 14: Imagem de remendo feito de maneira correta



Fonte: DNIT-TER: 005, 2003

Com a remoção de camadas abaixo do pavimento, que podem variar de uma até duas. Frequentemente apresenta formato retangular (DNIT-TER: 005/2003) remendo profundo. Aquele em que há substituição do revestimento e, eventualmente, de uma ou mais camadas inferiores do pavimento. Usualmente, apresenta forma retangular e remendo superficial. Correção, em área localizada, da superfície do revestimento, pela aplicação de uma camada betuminosa.

2.4.11 Trinca tipo couro de jacaré

Fendas ligadas e sem coordenação definida, lembrando a pele de um jacaré de acordo com DNIT (2003), essas fendas ariscam-se ou não a erosão, sendo uma deformidade estrutural. Segundo Bernucci (2008), fenda provocada pelo enfraquecimento do ligante e extinção de flexibilidade por evidência de oscilação de temperatura, elevada dureza na blindagem, recalque diferencial, incapacidade na proporção do pavimento e a compactação de maneira equivocada na blindagem, conforme figura 15.

Figura 15: Trinca Tipo Couro de Jacaré



Fonte: DNIT 005 (2003)

2.4.12 Trinca tipo bloco

Pertencem a essa classificação o agrupamento de fendas associadas gerando formato de segmentos retangulares bastante marcados. Em concordância com Bernucci (2008), são provocados em decorrência térmica e hidráulica acontecido no trecho, incidente da desprimorosa efetuação da secagem de base. Em consoante com a figura 16.

Figura 16: Trinca Tipo Bloco



Fonte: DNIT 005 (2003)

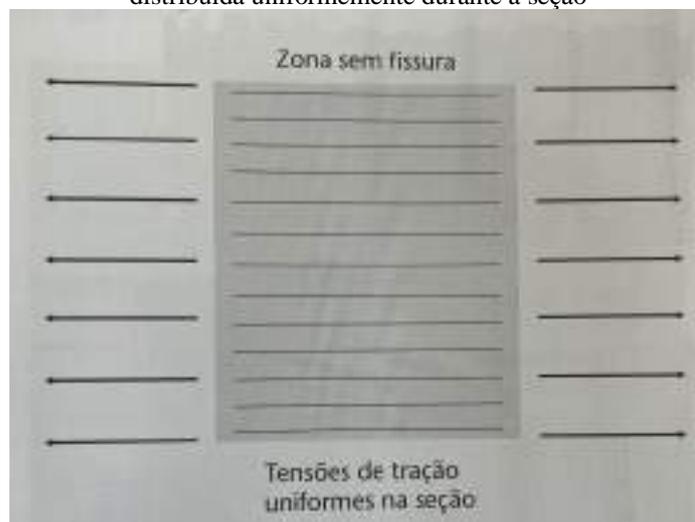
2.4.13 Fissurações por fadiga

O surgimento de fissuras está inteiramente associado a situação de quando, vários elementos se encontram constantemente sendo requerido em competências de pressão baixas,

em relação as de ruptura (compatível com a demanda) mingudadamente avança modificações em sua disposição (BALBO, 2007).

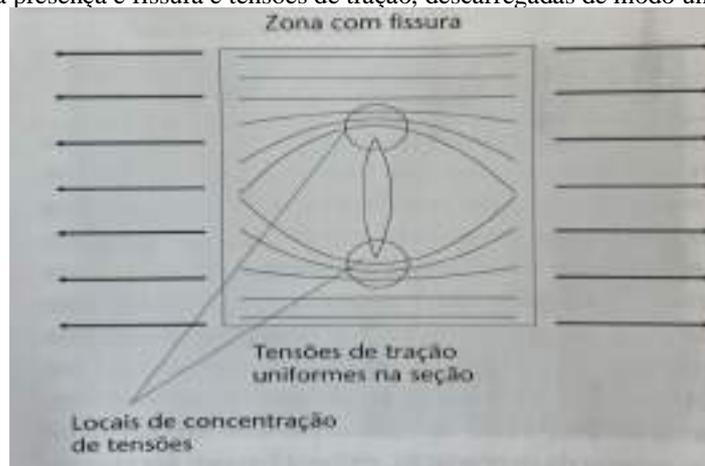
Balbo (2007) cita que de maneira que provoque o desenvolvimento de rompimentos microscópicos do material continuamente que resulta em fragmentações e por consequência fissuras no material, ainda afirma que o episódio de fadiga é capaz de desenrolar-se através de áreas desocupadas inicialmente, ou da mesma forma por existir fissuras nascentes nos elementos, mostrado na figura 17 e figura 18.

Figura 17: Ilustração que represente a áreas do pavimento sem zona de fissura, com tensões de tração distribuída uniformemente durante a seção



Fonte: Balbo (2007)

Figura 18: Área com a presença e fissura e tensões de tração, descarregadas de modo uniforme na seção



Fonte: Balbo (2007)

3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

3.1 Tipo de pesquisa

Este trabalho visou a análise dos dados de inventário, produzido através do monitoramento da rodovia, trecho situado no município de Terra Nova do Norte – MT.

Quanto ao tipo de pesquisa o trabalho foi produzido mediante a uma pesquisa qualitativa, básica, descritiva mediante inventário e cálculo de IGG.

O procedimento qualitativo responde a conteúdos muito característicos, trabalhando com conhecimentos sociais, não tendo potencial para proceder quantitativos, trabalhando com o ambiente de definições, credos, razões, princípios, interesses, comportamentos, expondo um ambiente mais importante das pesquisas de etapas e ocorrências que não são possíveis de redução e preparação de alteração (CARVALHO, 2016).

A pesquisa básica possui o propósito de oferecer atuais informações para o aperfeiçoamento do conhecimento, criando verdades circunstanciais e provisórias, de importância geral, a aplicação real do resultado não dispõe comprometimento, a consulta básica é capaz de possuir categorização a pesquisa de avaliação e estudo de diagnóstico (NASCIMENTO, 2016).

A análise descritiva detém a intenção prevaiente de retratar cada uma das particularidades da população ou fenômeno definido, ou estipular vinculações através das variáveis (GIL, 2008).

A investigação em campo é parecida ao levantamento, mas procura uma grande densidade nos pontos considerados, na organização do trabalho existe mais mobilidade viabilizando fazer no decorrer da pesquisa mudanças no intuito da pesquisa (GIL, 2008).

3.2 Campo de estudo

A área determinada para aplicação da pesquisa é a cidade de Terra Nova do Norte – MT, situada na região centro-norte, localizada na BR-163 e deslocada da capital do estado Cuiabá a 627 quilômetros.

3.3 População e amostra

A população foi a rodovia BR-163, de pavimento flexível na cidade de Terra Nova do Norte e para amostra utilizou-se o quantitativo de 52,80 KM.

3.4 Técnica de coleta e análise de dados

Para a pesquisa qualitativa foi empregado o procedimento de análise de materiais do trecho selecionado para estudo, sendo a rodovia pertencente a BR-163, localizada no município de Terra Nova do Norte- MT. O trecho de estudo faz parte do principal corredor de exportação de grãos da região Norte e Centro-Oeste, que liga Mato Grosso ao porto de Miritituba em Santarém no estado do Pará, apresenta grande fluxo de automóveis, correspondendo em sua maior parte veículos pesados, em razão do escoamento de grãos.

A categoria da pesquisa é básica, possuindo a finalidade de que este trabalho aumente o conhecimento científico. O trecho definido para a análise é constituído do revestimento asfáltico concreto betuminoso usinado a quente (CBUQ), ligando Mato Grosso ao estado do Pará. A pesquisa será descritiva, relatando todas as características analisadas.

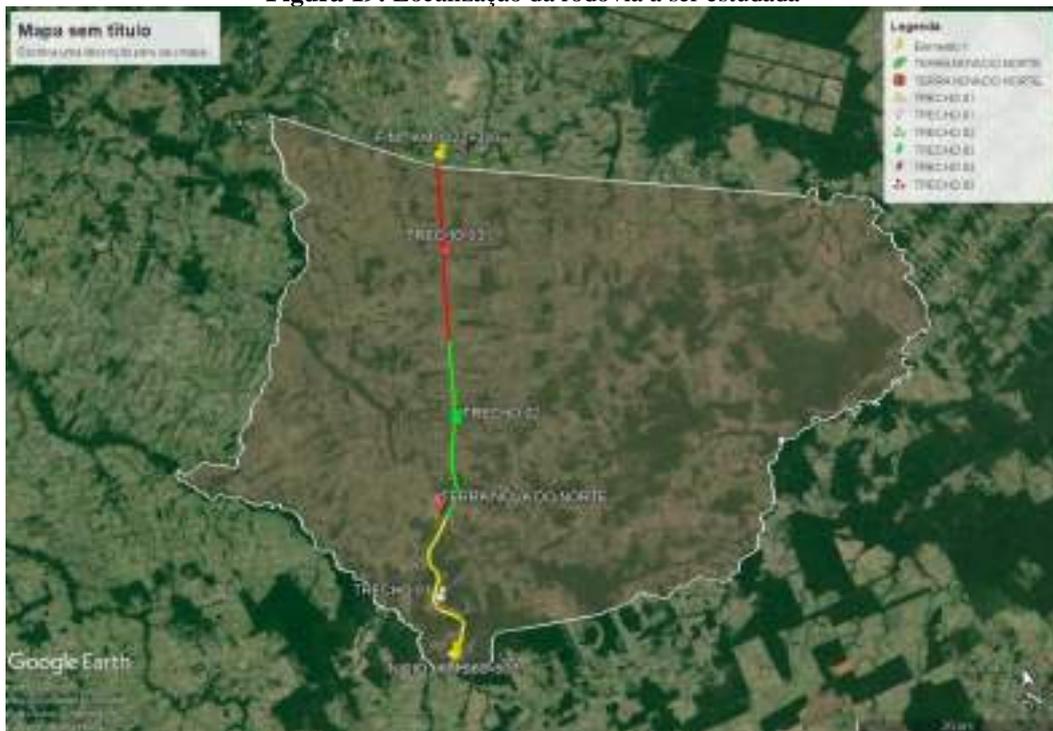
O estudo de análise de dados em todo o trecho da BR-163 que pertence ao município de Terra Nova do Norte-MT, conforme figura 19, foram analisados cada km e divididos em três grupos, posteriormente classificados conforme a frequência de seus resultados, nos endereços descritos a seguir:

Quilômetro 1 – Extensão de 17,600 km, estaca 969+500 até 987+100 pertencente ao município de Terra Nova do Norte, nas coordenadas (Latitude 10°44'0.70"S- Longitude 55° 8'24.61"O) divisa com Nova Santa Helena;

Quilômetro 2 – Extensão de 17,600 km, estaca 987+100 até 1004+700 no município de Terra Nova do Norte, nas coordenadas (Latitude 10°36'17.12"S- Longitude 55° 6'26.10"O);

Quilômetro 3 – Extensão de 17,600 km, estaca 1004+700 até 1022+300 no município de Terra Nova do Norte, nas coordenadas (Latitude 10°27'17.22"S - Longitude 55° 3'47.18"O), divisa de município com Peixoto de Azevedo.

Figura 19: Localização da rodovia a ser estudada



Fonte: Da autora (2024)

A análise foi realizada através dos resultados obtidos pelo monitoramento anual realizado por scanner de pavimento que popularmente é chamado de caça buracos a laser (figura 20), essa tecnologia classifica e contabiliza as patologias encontradas, com a localização de seus pontos de coordenadas. Organizando as informações em inventários de campo apresentada na figura 21.

Figura 20: Scanner de pavimento



Fonte: Balbo (2007)

4. ANÁLISE E INTERPRETAÇÃO DE DADOS

Através da análise realizada nos trechos escolhidos, foi possível constatar a ocorrência de patologias em todos eles, a seguir será apresentado com figuras para os resultados e descrito as possíveis causas e soluções para que sejam feitas as recuperações dessas peças.

4.1 Base de dados

Os dados analisados foram gerados pela concessionária Via Brasil BR-163 empresa do grupo Conasa, durante o mês de agosto no ano de 2023, com o scanner de pavimento, aparelho capaz de fazer a leitura óptica e a laser de todos os tipos de irregularidades, e organizar esses dados em inventário de campo. A partir deste inventário do trecho da rodovia situado no município de Terra Nova do Norte, foi feito o cálculo de IGG, imagem, apresentados os resultados e propor as possíveis soluções para recuperação desse pavimento.

4.1.1 Cálculo de IGG

Os recursos usados na aquisição de resultados foram realizados por meio de estudos bibliográficos de pesquisa detalhada, utilizando a maneira de análise de dados contribuindo para estar em conformidade a especificação da Norma DNIT 005 (DNIT 005/2003-TER: Defeitos nos pavimentos flexíveis e semirrígidos Terminologia. Rio de Janeiro, 2003).

A classificação das informações recolhidas encaminhou utilização dos consecutivos fundamentos: índice de gravidade individual (IGI) e índice de gravidade global (IGG), e, do cálculo de frequências absolutas e relativas das ocorrências inventariadas, de acordo com o regulamento exibido na norma DNIT-PRO 006 (avaliação objetiva da superfície de pavimentos flexíveis e semirrígidos – procedimento. RJ,2002b).

O IGI no sentido de cada um dos acontecimentos inventariados necessita ser verificado e calculado pelas equações a seguir:

$$(1) fr = (fa \cdot 100)/n$$

Onde:

fr - frequência relativa;
 fa - frequência absoluta;
 n - número de estações inventariadas;

$$(1) IGI = fr \cdot fp$$

Onde: fp: fator de ponderação

fa: frequência absoluta - corresponde ao número de vezes em que a ocorrência foi verificada;

fr: frequência relativa

O quadro 1 mostra os valores para fator de ponderação dos tipos de ocorrência.

Quadro 1: Concepção de deterioração do pavimento em incumbência do IGG

Ocorrência Tipo	Codificação de ocorrências de acordo com a Norma DNIT 005/2002-TER "Defeitos nos pavimentos flexíveis e semi-rígidos - Terminologia" (ver item 6.4 e Anexo D)	Fator de Ponderação fp
1	Fissuras e Trinças Isoladas (FI, TTC, TTL, TLC, TLL e TRR)	0,2
2	FC-2 (J e TB)	0,5
3	FC-3 (JE e TBE) NOTA: Para efeito de ponderação quando em uma mesma estação forem constatadas ocorrências tipos 1, 2 e 3, só considerar as do tipo 3 para o cálculo da frequência relativa em porcentagem (fr) e Índice de Gravidade Individual (IGI); do mesmo modo, quando forem verificadas ocorrências tipos 1 e 2 em uma mesma estação, só considerar as do tipo 2.	0,6
4	ALP; ATP e ALC, ATC	0,5
5	O, P, E	1,0
6	EX	0,5
7	D	0,3
8	R	0,6

Fonte: DNIT-PRO 006/2003

Já o índice de gravidade global (IGG) também é obtido por meio da fórmula:

$$IGG = \sum IGI$$

Onde:

$\sum IGI$ - somatório dos Índices de Gravidade Individuais, calculados de acordo com o estabelecido na equação 1. O Índice de Gravidade Global deve ser calculado para cada trecho homogêneo.

Em conformidade com a Norma DNIT-TRE: 006/2003 a concepção de deterioração do pavimento tem os consecutivos critérios, de acordo com o quadro 2.

Quadro 2: Concepção de deterioração do pavimento em incumbência do IGG

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

Fonte: DNIT-PRO 006/2003

O quadro 3 apresenta o modelo utilizado para cálculo do IGG, gerando os conceitos para cada quilometro, conforme as disposições dos limites mostrado no quadro 3.

Quadro 3: Cálculo de IGG

PLANILHA DE CÁLCULO DO ÍNDICE DE GRAVIDADE GLOBAL (IGG)						
ROTEIRO:	BR-103/MT	Data:	Agosto/2023	Folha:		
TRECHO:	km 00+000 a/ km 111+000					
FAIXA:	1					
		Estaca ou Quilômetro		Estaca ou Quilômetro		
					Conceito:	Ótimo
DADOS DAS ESTAÇÕES						
	(4) Média TR		(5) Desvio-padrão			Média
	TR1	TR2	TR1	TR2		
	5,0	4,5	2,8	1,8		3,3
	Média das médias		(5²) Variância			
	4,7		4,2	3,2		3,7
Subtrecho:	115	Início (km) =	985,0	Final (km) =	978,0	
ITEM	NATUREZA DO DEFEITO	FREQ. ABSOLUTA	FREQ. ABS. CORR.	FREQ. RELATIVA	COEF. DE POND.	IGI
1	(PC1) P; TTC; TLL; TCG; TUL; TRR	7	7	28,0	0,2	5,6
2	(PC2) L; TR	3	3	28,0	0,3	10,8
3	(PC3) R; TRR	0	0	0,0	0,2	0,0
4	ALP, ATB, ALG, ATC	3		36,0	0,9	32,4
5	O, P, E	0		0,0	1,0	0,0
6	Es	0		0,0	0,5	0,0
7	D	0		0,0	0,3	0,0
8	R	0		0,0	0,6	0,0
9	Média aritmética dos valores médios das flechas em mm nas TR1 e TR2				Peso = 4/3	7,6
10	Média aritmética nos variâncios das flechas em ambos os trechos				Peso = 1	7,0

Fonte: Da autora (2024)

4.2 Resultados do IGG

Os resultados obtidos com o cálculo de IGG, foram organizados em planilha para melhor visualização de suas classificações, conforme mostrado no APÊNDICE A (resultado do cálculo de IGG de cada trecho), com a divisão dos trechos com média de 17,6 km, os conceitos de degradação do pavimento em função do IGG foram classificados por cores, sendo eles: ótimo: azul; bom: verde, regular: amarelo e péssimo: vermelho.

No pavimento investigado existiu patologias da classe painelas, afundamento plástico, exsudação, trincas, remendos, e outros defeitos não patológicos. Por se tratar de um pavimento

localizado na região centro-norte do Brasil mediante as variações na temperatura de estações de seca e chuvas bem definidas, o grande volume de tráfego de caminhões graneleiros, conseguiu-se notar a existência de extensas trincas. E para cada trecho foi criado um gráfico, de modo que, fosse possível atribuir um conceito para cada um. Como representado no quadro 4, podemos caracterizar os trechos do seguinte modo: quilômetro 01: regular; quilômetro 02: ruim e quilômetro 03: ótimo.

Quadro 4: Resultado dos conceitos



Fonte: Da autora (2024)

4.3 Quilômetro 01 - KM 969+500 - 987+100

4.3.1 Manifestações patológicas

A análise realizada no quilômetro 01 à constatou a maior incidência de panelas conforme mostra a figura 23.

Figura 23: Panela



Fonte: Da autora (2024)

4.3.2 Possíveis causas

Com carregamentos superiores aos previstos em projeto por eixo dos veículos que utilizam, deslocamento do solo, espessura desajustada, oscilações de temperatura, compactação ou mesmo no dosamento do composto asfáltico, grande fluxo de veículos sejam leves ou pesados, o subdimensionamento ou baixa qualidade de estrutura. Insuficiência de projeto, falha em fase construtiva, interferência da água em função da infiltração (DNIT, 2005, p 321).

4.3.3 Possíveis soluções

Costumeiramente, para se restabelecer o pavimento com a presença de painelas, utiliza-se de remendos. Para tal ação o revestimento será aberto com ângulo de 90° em relação a camada externa. Após abertura toda área receberá imprimação, selando as frestas. Posteriormente, posicionado o novo revestimento asfáltico, promovendo o reestabelecimento completos dos extratos do pavimento.

4.4 Quilômetro 02 - KM 987+100 – 1004+700

4.4.1 Manifestações patológicas

Para a segunda divisão do pavimento estudado, que corresponde a faixa mais próxima da cidade em relação aos outros dois trechos, notou-se ondulação e trinca couro de jacaré. Em consoante com a figura 24.

Figura 24: Couro de jacaré



Fonte: Da autora (2024)

4.4.2 Possíveis causas

Em concordância com o que diz o DNIT 005/2003-TER (2003), as fendas em situação comunicável tipo couro de jacaré, encontra-se ligada a deformidade permanente e/ou resultante do evento de fadiga.

E ondulações são igualmente disfunções oblíquas ao eixo da pista, comumente consequente da solidificação diferencial do subleito, (BERNUCCI, MOTTA, *et al.*, 2008).

4.4.3 Possíveis soluções

Com a finalidade de evitar o processo de trincas, utilizam-se da atividade de recapeamento, sendo composto por micro camadas de revestimento asfáltico, borracha de pneu, composto de liga asfáltica com modificação em finas espessuras (BERNUCCI, MOTTA, *et al.*, 2008). Realizar constantes reparos no pavimento, fazendo com que seja possível garantir segurança e conforto para todos aqueles que utilizam o pavimento.

As patologias identificadas podem ser motivadas por carregamentos superiores aos previstos em projeto, deslocamento do solo, espessura desajustada, oscilações de temperatura, compactação ou mesmo no dosamento do composto asfáltico, grande fluxo de veículos pesados, o subdimensionamento ou baixa qualidade de estrutura. Decorrente do atrito contínuo através do automóvel e pavimento.

4.5 Quilômetro 03 – KM 1004+700 – 1022+300

4.5.1 Manifestação patológica

Neste quilômetro constatou-se a presença de fissuras e trincas, conforme figura 25.

Figura 25: Trinca



Fonte: Da autora (2024)

4.5.2 Possíveis causas

Segundo o DNIT 005/2003-TER (2003), conceitua-se quanto as fissuras que elas sejam brechas primárias que até então não provocam obstáculos operacionais ao revestimento, não existindo considerações quanto à ponderação nos métodos presentes de classificação da situação de superfície.

As trincas podem ser motivadas pelas atividades combinadas do trânsito de veículos e das situações ambientais. O trincamento é uma deficiência da camada superficial do revestimento que diminui a blindagem e possibilita a percolação de água, fomentando o enfraquecimento das disposições subjacentes. As motivações centrais causas o surgimento das trincas de acordo com o Manual de Restauração de Pavimentos Asfálticos do DNIT (2006) são: Tráfego ativo que por período de carregamento e alívio proporcionam forças de tração na fibra central do revestimento; Variações de temperatura que gerem contrações da capa de revestimento existente.

4.5.3 Soluções

O revestimento estudado, pertinente ao trecho 03, exibindo patologias de fissuras e trincas poderá ser solucionado por meio da atividade de micro fresagem com 5mm, remendos superficiais e a execução de uma faixa de blindagem de 10mm. Após aplicação da faixa de blindagem a antiga estrutura receberá uma proteção adicional a sua superfície.

As patologias identificadas podem ser motivadas por carregamentos superiores aos previstos em projeto, deslocamento do solo, espessura desajustada, oscilações de temperatura, compactação ou mesmo no dosamento do composto asfáltico, grande fluxo de veículos sejam leves ou pesados, o subdimensionamento ou baixa qualidade de estrutura. Decorrente do atrito contínuo através do automóvel e pavimento (DNIT 005/2003-TER, 2003).

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Levando em consideração as respostas conquistadas com a análise de dados confirmou-se que existente pavimento da rodovia é incapaz de suportar as circunstâncias de trânsito em que se encontra submetido, acompanhado de resultados e suas características apresentam-se com finalidade de explicação, a abundância de demonstrações patológicas consequente de fadiga, ondulação e trinca couro de jacaré estabelecidas mais evidentes no trecho 02.

Apresentando que as prováveis ações para solucionar necessitam de restauração no revestimento do pavimento concomitantemente que fresagem de blindagem e novamente a efetuação adaptada as observações da análise, evitando as presentes deformidades no pavimento e o transformaria de maneira ajustada para as instâncias que lhe são determinadas.

Entretanto é muito importante destacar que as deformidades identificadas são capazes de alcançar distintas camadas além da blindagem, inclusive estar associado com prováveis problemas no restante das camadas. Do mesmo modo que o fluxo solicitante da via não é sustentado somente com a camada de revestimento, mas com todas as outras que fazem parte da estrutura do pavimento.

Perante isto conclui-se que o revestimento da rodovia necessita de obras de reparação, contudo, antes de dar início de restauração é aconselhável estudos extras com intenção de analisar as condições da sub-base do pavimento, desta maneira apontar se reparos superficiais serão eficazes ou terá necessidade de mais correções, conforme mostra a figura 26 com a porcentagem da classificação geral do pavimento estudado.

Figura 26: Porcentagem da classificação geral



Fonte: Da autora (2024)

REFERÊNCIAS

- BALBO, JOSÉ TADEU **Fissuração de materiais danificação por fadiga**. 3. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2007. 261p.
- BERNUCCI, L. B. *et al.* **Pavimentação asfáltica: formação básica para engenheiros**. Rio de Janeiro: Petrobras: Abeda, 2006. 504 f.
- BERNUCCI, L. B. *et al.* **Pavimentação asfáltica: formação básica para engenheiros**. Rio de Janeiro: Petrobras: Abeda, 2008.
- CARVALHO, E. M. D. C. **Revisão integrativa da literatura de abordagem qualitativa nos artigos virtuais que tratam dos jogos, brinquedos e brincadeiras no âmbito da educação física escolar publicados entre anos de 2010-2014 no Bulletin FIEP**. Revista ENAF, volume 11, número 1, p. 263, ISSN: 1809-2926. 2016.
- DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES. **DNIT - IPR 710. Manual de Conservação Rodoviária**. 2. ed. Rio de Janeiro, 2005.
- DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES. **DNIT - IPR 720. Manual de Restauração de Pavimentos Asfálticos**. 3. ed. Rio de Janeiro, 2006.
- DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES. **DNIT - PRO 006. Avaliação objetiva da superfície de pavimentos flexíveis e semirrígidos – Procedimento**. Rio de Janeiro, 2006.
- DEPARTAMENTO NACIONAL DE ESTRADAS DE RODAGEM. **DNER-ME: 384. Estabilidade ao armazenamento de asfalto polímero**. Rio de Janeiro, 1999.
- DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES. **DNIT-TER: 005. Defeitos nos pavimentos flexíveis e semi-rígidos Terminologia**. Rio de Janeiro, 2003.
- DEPARTAMENTO AUTÔNOMO DE ESTRADAS DE RODAGEM. **DAER-ES-COM: 013.1/13. Remendo profundo para reconstrução do subleito**. Espírito Santo, 2013.
- FERNANDES JUNIOR, J. L.; MARGARIDO, S. A.; ZERBINI, L. F. C. **Priorização em sistemas de gerência de pavimentos urbanos**. In: REUNIÃO DE PAVIMENTAÇÃO URBANA, 7., 1996, Rio de Janeiro. **Anais**, Rio de Janeiro: Abpv, 1996.
- FERREIRA, J.V. **Avaliação de manifestações patológicas: pavimentação asfáltica: BR 392-Caçapava do Sul/RS**. Orientador: Dr. Larry Rivoire Junior. 2023. 64 f. Trabalho de Conclusão de Curso - Centro Universitário Ritter dos Reis, Porto Alegre, 2023.
- GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. Edição 6. São Paulo, 2008.
- MEDINA, J. **Mecânica dos Pavimentos**. Editora UFRJ, Rio de Janeiro, 1997.

NASCIMENTO, F. P. D. **Classificação da pesquisa. Natureza, método ou abordagem metodológica, objetivos e procedimentos.** Metodologia da pesquisa científica: teoria e prática – como elaborar TCC, capítulo 6. Brasília, 2016.

QUEIROZ, C.A.V. **Modelos de previsão do desempenho para a gerência de pavimentos no Brasil.** Brasília: Ministério dos Transportes, 1984. 366p.

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

RODRIGUES, J. L. A. **Conceção de Pavimentos Rígidos.** Orientador: Dr. Jaime Manuel Queirós Ribeiro. 2011. 128f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil — Especialização em Vias de Comunicação) - Faculdade de Engenharia Universidade do Porto, Porto, 2011.

SENÇO, W. **Manual de técnicas de pavimentação.** 1. ed. São Paulo: Pini, 2001. 671 p.

SENÇO, W. **Manual de técnicas de pavimentação.** 2. ed. São Paulo: Pini, 2007. 671 p.

SOUZA, F. V.; SOARES, J. B. **Simulação do comportamento mecânico de misturas asfálticas usando um modelo computacional multi-escala.** Transportes, São Paulo-SP, v. 13, n. 2, p. 5-20, 2005.

SUZUKI, C. Y.; AZEVEDO, A. M.; KABBACH JÚNIOR, F. I. **Drenagem subsuperficial de pavimentos:** conceitos e dimensionamento. São Paulo: Oficina de Textos, 2013. 208p.

VILA BETUME. **Ondulações no asfalto: Entenda as principais causas.** Cariacica, 15 maio 2021. Disponível em: <https://vilabetume.com.br/ondulacoes-no-asfalto-entenda-as-principais-causas/>. Acesso em: 25 outubro 2023.

APÊNDICE

APÊNDICE A – RESULTADO DO CÁLCULO DE IGG DE CADA TRECHO

TRECHO 01		TRECHO 02		TRECHO 03	
INÍCIO	969	INÍCIO	987	INÍCIO	1005
FINAL	970	FINAL	988	FINAL	1006
SOMATÓRIA IGG	63,7	SOMATÓRIA IGG	29,3	SOMATÓRIA IGG	10,7
CONCEITO	REGULAR	CONCEITO	BOM	CONCEITO	ÓTIMO
INÍCIO	970	INÍCIO	988	INÍCIO	1006
FINAL	971	FINAL	989	FINAL	1007
SOMATÓRIA IGG	31,7	SOMATÓRIA IGG	91,6	SOMATÓRIA IGG	10,1
CONCEITO	BOM	CONCEITO	RUIM	CONCEITO	ÓTIMO
INÍCIO	971	INÍCIO	989	INÍCIO	1007
FINAL	972	FINAL	990	FINAL	1008
SOMATÓRIA IGG	10,1	SOMATÓRIA IGG	24,5	SOMATÓRIA IGG	8,8
CONCEITO	ÓTIMO	CONCEITO	BOM	CONCEITO	ÓTIMO
INÍCIO	972	INÍCIO	990	INÍCIO	1008
FINAL	973	FINAL	991	FINAL	1009
SOMATÓRIA IGG	13,4	SOMATÓRIA IGG	121,4	SOMATÓRIA IGG	10
CONCEITO	ÓTIMO	CONCEITO	RUIM	CONCEITO	ÓTIMO
INÍCIO	973	INÍCIO	991	INÍCIO	1009
FINAL	974	FINAL	992	FINAL	1010
SOMATÓRIA IGG	56	SOMATÓRIA IGG	109,5	SOMATÓRIA IGG	9,1
CONCEITO	REGULAR	CONCEITO	RUIM	CONCEITO	ÓTIMO
INÍCIO	974	INÍCIO	992	INÍCIO	1010
FINAL	975	FINAL	993	FINAL	1011
SOMATÓRIA IGG	66	SOMATÓRIA IGG	114,7	SOMATÓRIA IGG	11,3
CONCEITO	REGULAR	CONCEITO	RUIM	CONCEITO	ÓTIMO
INÍCIO	975	INÍCIO	993	INÍCIO	1011
FINAL	976	FINAL	994	FINAL	1012
SOMATÓRIA IGG	31,8	SOMATÓRIA IGG	22,3	SOMATÓRIA IGG	13,7
CONCEITO	BOM	CONCEITO	BOM	CONCEITO	ÓTIMO
INÍCIO	976	INÍCIO	994	INÍCIO	1012
FINAL	977	FINAL	995	FINAL	1013
SOMATÓRIA IGG	40,1	SOMATÓRIA IGG	76,9	SOMATÓRIA IGG	12,3
CONCEITO	REGULAR	CONCEITO	REGULAR	CONCEITO	ÓTIMO
INÍCIO	977	INÍCIO	995	INÍCIO	1013
FINAL	978	FINAL	996	FINAL	1014
SOMATÓRIA IGG	26,3	SOMATÓRIA IGG	90,8	SOMATÓRIA IGG	14,4
CONCEITO	BOM	CONCEITO	RUIM	CONCEITO	ÓTIMO

TRECHO 01		TRECHO 02		TRECHO 03	
INÍCIO	978	INÍCIO	996	INÍCIO	1014
FINAL	979	FINAL	997	FINAL	1015
SOMATÓRIA IGG	18,6	SOMATÓRIA IGG	94,4	SOMATÓRIA IGG	13,3
CONCEITO	ÓTIMO	CONCEITO	RUIM	CONCEITO	ÓTIMO
INÍCIO	979	INÍCIO	997	INÍCIO	1015
FINAL	980	FINAL	998	FINAL	1016
SOMATÓRIA IGG	32	SOMATÓRIA IGG	31,8	SOMATÓRIA IGG	10,7
CONCEITO	BOM	CONCEITO	BOM	CONCEITO	ÓTIMO
INÍCIO	980	INÍCIO	998	INÍCIO	1016
FINAL	981	FINAL	999	FINAL	1017
SOMATÓRIA IGG	47,5	SOMATÓRIA IGG	16	SOMATÓRIA IGG	33
CONCEITO	REGULAR	CONCEITO	ÓTIMO	CONCEITO	BOM
INÍCIO	981	INÍCIO	999	INÍCIO	1017
FINAL	982	FINAL	1000	FINAL	1018
SOMATÓRIA IGG	61,7	SOMATÓRIA IGG	103,1	SOMATÓRIA IGG	8,8
CONCEITO	REGULAR	CONCEITO	RUIM	CONCEITO	ÓTIMO
INÍCIO	982	INÍCIO	1000	INÍCIO	1018
FINAL	983	FINAL	1001	FINAL	1019
SOMATÓRIA IGG	61,7	SOMATÓRIA IGG	67,8	SOMATÓRIA IGG	8,3
CONCEITO	REGULAR	CONCEITO	REGULAR	CONCEITO	ÓTIMO
INÍCIO	983	INÍCIO	1001	INÍCIO	1019
FINAL	984	FINAL	1002	FINAL	1020
SOMATÓRIA IGG	46,9	SOMATÓRIA IGG	72,7	SOMATÓRIA IGG	8,6
CONCEITO	REGULAR	CONCEITO	REGULAR	CONCEITO	ÓTIMO
INÍCIO	984	INÍCIO	1002	INÍCIO	1020
FINAL	985	FINAL	1003	FINAL	1021
SOMATÓRIA IGG	41	SOMATÓRIA IGG	17,3	SOMATÓRIA IGG	14,7
CONCEITO	REGULAR	CONCEITO	ÓTIMO	CONCEITO	ÓTIMO
INÍCIO	985	INÍCIO	1003	INÍCIO	1021
FINAL	986	FINAL	1004	FINAL	1022
SOMATÓRIA IGG	44,3	SOMATÓRIA IGG	8,6	SOMATÓRIA IGG	9,1
CONCEITO	REGULAR	CONCEITO	ÓTIMO	CONCEITO	ÓTIMO
INÍCIO	986	INÍCIO	1004	INÍCIO	1022
FINAL	987	FINAL	1005	FINAL	1023
SOMATÓRIA IGG	25,6	SOMATÓRIA IGG	9,3	SOMATÓRIA IGG	12,7
CONCEITO	BOM	CONCEITO	ÓTIMO	CONCEITO	ÓTIMO