



**CENTRO UNIVERSITÁRIO LUTERANO DE PALMAS**

Recredenciado pela Portaria Ministerial n° 1.162, de 13/10/16, D.O.U. n° 198, de 14/10/2016  
AELBRA EDUCAÇÃO SUPERIOR - GRADUAÇÃO E PÓS-GRADUAÇÃO S.A.

**MATHEUS BARREIRA BARBOSA**

**ANÁLISE DAS CONDIÇÕES SUPERFICIAIS DO PAVIMENTO FLEXÍVEL EM  
UM TRECHO DA RODOVIA BR-010 ENTRE PALMAS-TO E APARECIDA DO  
RIO NEGRO-TO.**

**PALMAS-TO**

**2020**

**MATHEUS BARREIRA BARBOSA**

**ANÁLISE DAS CONDIÇÕES SUPERFICIAIS DO PAVIMENTO FLEXÍVEL EM  
UM TRECHO DA RODOVIA BR-010 ENTRE PALMAS-TO E APARECIDA DO  
RIO NEGRO-TO.**

**Trabalho de Conclusão de curso (TCC) II  
elaborado e como parte dos requisitos  
para a obtenção de título de Bacharel em  
Engenharia Civil.**

**Orientador: Prof. M.Sc. Edivaldo Alves  
dos Santos**

**PALMAS-TO**

**2020**

## **AGRADECIMENTOS**

Ao Senhor meu Deus, digno de toda honra e toda glória, por todos os dias ter me dado saúde e condições para chegar até aqui.

Aos meus pais, Mábio Barbosa de Sousa e Antonia Barreira dos Santos, por sempre acreditarem em mim, vocês são os responsáveis por essa conquista, sou eternamente grato.

Às minhas queridas irmãs, Vitória Barreira Barbosa e Isabela Barreira Barbosa, que sempre me apoiaram, essa conquista compartilho com vocês.

Aos meus queridos avós, Vovô Emanuel e Vovó Lourdes, Vovô Antônio e Vovó Graciana, estes estão no Céu, descansando no Senhor, deixo aqui meu eterno amor por vocês.

À minha namorada Myzia, por todo, companheirismo, amor e carinho demonstrado a mim, permaneceu ao meu lado e me incentivou ao longo da caminhada.

Ao meu orientador, Prof. M.Sc. Edivaldo Alves dos Santos pelos conhecimentos transmitidos, pela dedicação e atenção nesse período.

Aos meus amigos que conheci através da Engenharia, essa vitória é nossa.

A todos que contribuíram para que eu chegasse até aqui.

Muito Obrigado!

## RESUMO

BARBOSA, Matheus Barreira. **ANÁLISE DAS CONDIÇÕES SUPERFICIAIS DO PAVIMENTO FLEXÍVEL EM UM TRECHO DA RODOVIA BR-010 ENTRE PALMAS-TO E APARECIDA DO RIO NEGRO-TO.** 2020/2. TCC (Graduação)-Curso de Engenharia Civil. Centro Universitário Luterano de Palmas – TO, 2020.

O presente trabalho de conclusão de curso realiza um estudo sobre as condições superficiais do pavimento flexível da rodovia BR-010 em um segmento com 20 quilômetros de extensão, situado entre as cidades de Palmas – TO e Aparecida do Rio Negro – TO, por meio do Levantamento Visual Contínuo norma DNIT 008/2003 – PRO. Esse levantamento permitiu caracterizar por meio da norma DENIT 005/2003 e contabilizar as manifestações patológicas encontradas no segmento e tendo como resultado, a classificação dos trechos como: Péssimo, Ruim e Regular. As manifestações patológicas encontradas: Panelas, Remendos, Desgastes, Afundamentos, Escorregamentos e Exsudação, ao longo dos anos vem gerando desconforto para os usuários, ocasionando acidentes e comprometendo a segurança do tráfego. Foi possível recomendar medidas de recuperação e manutenção de pavimentos asfálticos com auxílio de normas regulamentadoras como o Manual de Recuperação de Pavimentos Asfálticos, DNIT (2006) e a norma DNIT 008/2003 – PRO.

**Palavras Chaves:** Levantamento Visual Contínuo, Manifestações Patológicas, Recuperação, Pavimentos Asfálticos.

## ABSTRACT

BARBOSA, Matheus Barreira. ANALYSIS OF THE SURFACE CONDITIONS OF THE FLEXIBLE FLOOR ON A SECTION OF THE BR-010 ROAD BETWEEN PALMAS-TO AND APARECIDA DO RIO NEGRO-TO. 2020/2. Undergraduate degree - Civil Engineering Course. Lutheran University Center of Palmas - TO, 2020.

The present work concludes a study on the surface conditions of the flexible pavement of the BR-010 highway in a 20 km long segment, located between the cities of Palmas - TO and Aparecida do Rio Negro - TO, through of the Visual Continuous Survey standard DNIT 008/2003 - PRO. This survey allowed to characterize by means of the DENIT 005/2003 norm and to account for the pathological manifestations found in the segment and, as a result, the classification of the sections as: Very bad, Bad and Regular. The pathological manifestations found: Pans, Patches, Wear, Sinks, Slips and Exudation, over the years have been generating discomfort for users, causing accidents and compromising traffic safety. It was possible to recommend measures for the recovery and maintenance of asphalt pavements with the help of regulatory standards such as the Asphalt Pavement Recovery Manual, DNIT (2006) and the DNIT 008/2003 - PRO standard.

**Key Words:** Continuous Visual Survey, Pathological Manifestations, Recovery, Asphalt Pavements.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1- camadas do pavimento flexível.....	18
Figura 2--Resposta Mecânica de Pavimento Flexível .....	18
Figura 3- Camadas do pavimento rígido. ....	19
Figura 4- Camadas do pavimento semi-rígido.....	20
Figura 5- Trinca isolada transversal .....	23
Figura 6- Trinca isolada longitudinal.....	23
Figura 7-Trinca de retração .....	24
Figura 8-Trinca Interligada “couro de jacaré” .....	24
Figura 9- Trinca interligada tipo “bloco” .....	25
Figura 10- Afundamento de trilha de roda .....	26
Figura 11- Afundamento Local .....	26
Figura 12- Ondulação.....	27
Figura 13- Escorregamento.....	27
Figura 14-Exsudação .....	28
Figura 15-Desgaste.....	28
Figura 16-Panela.....	29
Figura 17-Remendo .....	30
FIGURA 18- CONDIÇÃO DA RODOVIA BR-010 TRECHO PALMAS- TO/APARECIDA DO RIO NEGRO-TO.....	38
Figura 19-Trecho de estudo KM (425,4-445,4) IMAGEM DE SATÉLITE BR-010 .....	39
Figura 20-Início do Trecho Para Estudo BR 0-10.....	40
Figura 21-Fim do Trecho Para Estudo-BR 0-10 .....	40
Figura 22-Trecho PALMAS-TO/APARECIDA DO RIO NEGRO-TO -BR0-10 ..	41
Figura 23- Representação da disposição dos conceitos ao longo da rodovia..	58

## LISTA DE IMAGENS

Imagem 1- Afundamento	
Imagem 2- Afundamento.....	46
Imagem 3- Afundamento	
Imagem 4- Afundamento.....	46
Imagem 5- Escorregamento	
Imagem 6- Escorregamento.....	47
Imagem 7- Exsudação.....	47
Imagem 8- Desgaste	
Imagem 9- Desgaste.....	48
Imagem 10- Desgaste	
Imagem 11- Desgaste e acúmulo dos agregados.....	49
Imagem 12- Agregados soltos.	
Imagem 13- Desgaste.....	49
Imagem 14- Panela	
Imagem 15- Panela.....	50
Imagem 16- Remendo	
Imagem 17- Remendo.....	51
Imagem 18- Remendo	
Imagem 19- Remendo.....	51

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1- Percentual da extensão de rodovias federais pavimentadas por região .....	16
Gráfico 2- Manifestações patológicas .....	54
Gráfico 3- Percentual de Defeitos por Trecho .....	54
Gráfico 4- Resultados do LVC.....	57



## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Frequência de defeitos (DNIT,008/2003 – PRO).....	33
Tabela 2- Conceitos do ICPF (DNIT,008/2003).....	34
Tabela 3-Determinação do índice de gravidade (DNIT 008/2003) .....	34
Tabela 4– Pesos para cálculo do IGG (DNIT008/2003 – PRO) .....	35
Tabela 5– IES – Índice do Estado da Superfície do pavimento.....	36
Tabela 6- Anexo B adaptado.....	52
Tabela 7- Defeitos por KM.....	53
Tabela 8- Quantidades de Manifestações Patológicas por Tipo .....	53
Tabela 9- Formulário do IGGE .....	55
Tabela 10- Quadro de Resumos .....	56
Tabela 11- Quantitativo do Quadro de Resumos .....	57

## **LISTA DE ABREVIações**

DNIT– Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes

DNER– Departamento Nacional de Estradas e Rodagem

CNT– Confederação Nacional do Transporte

CO<sub>2</sub>– Dióxido de Carbono

TO– Tocantins

IGGE– Índice de Gravidade Global Expedito

IES– Índice do Estado da Superfície do Pavimento

LVC– Levantamento Visual Contínuo

ICPF– Índice de Condição dos Pavimentos Flexíveis e Semi-Rígidos

Km– Quilômetro

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	13
<b>1.1 OBJETIVOS</b> .....	14
1.1.1 Objetivo geral.....	14
1.1.2 Objetivos Específicos.....	14
<b>1.2 JUSTIFICATIVA</b> .....	15
<b>2 REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	16
<b>2.1 PAVIMENTO ASFÁLTICO NO BRASIL</b> .....	16
<b>2.3 CLASSIFICAÇÃO DOS PAVIMENTOS ASFÁLTICOS</b> .....	17
<b>2.4 ESTRUTURA DOS PAVIMENTOS ASFÁLTICOS</b> .....	20
<b>2.5 PATOLOGIAS EM PAVIMENTOS ASFÁLTICOS</b> .....	21
<b>2.6 PATOLOGIAS EM PAVIMENTOS FLEXÍVEIS</b> .....	22
2.6.1 Fenda.....	22
2.6.2 Afundamento.....	25
2.6.3 Ondulação ou Corrugação .....	27
2.6.4 Escorregamento.....	27
2.6.5 Exsudação .....	28
2.6.6 Desgaste.....	28
2.6.7 Panela ou buraco .....	29
2.6.8 Remendo .....	29
<b>2.7 LEVANTAMENTO VISUAL CONTÍNUO</b> .....	30
2.7.1 Índice de Condição dos Pavimentos Flexíveis e semi-rígidos (ICPF) .....	33
2.7.2 Índice de Gravidade Global Expedito (IGGE) .....	34
2.7.3 Índice do Estado da Superfície do pavimento (IES) .....	36
<b>2.8 Técnicas de Manutenção e Restauração</b> .....	36
<b>3 METODOLOGIA</b> .....	38
<b>3.1 CARACTERIZAÇÃO E ESCOLHA DA ÁREA DE ESTUDO</b> .....	38
3.1.1 Dados da Área de Estudo.....	39
<b>3.2 LEVANTAMENTO DAS PATOLOGIAS EXISTENTES</b> .....	41
<b>3.3 LEVANTAMENTO VISUAL CONTÍNUO (LVC)-NORMA DNIT 008/2003 – PRO.</b> .....	41
<b>3.4 PROPOSIÇÃO DE MEDIDAS CORRETIVAS</b> .....	44
<b>4 RESULTADOS</b> .....	45
<b>4.1 Procedimento Para Realização do LVC</b> .....	45
<b>4.2 Tipos de Patologias encontradas</b> .....	45
4.2.1 Afundamentos.....	46
4.2.2 Escorregamento.....	46

4.2.3 Exsudação .....	47
4.2.4 Desgaste.....	48
4.2.5 Panela ou Buraco .....	50
4.2.6 Remendos .....	50
<b>4.3 Quantificação de Manifestações Patológicas por trecho .....</b>	<b>52</b>
<b>4.4 Determinação dos Resultados do LVC .....</b>	<b>55</b>
4.4.1 Índice de Gravidade Global Expedito (IGGE) .....	55
<b>4.4.2 Quadro de Resumos .....</b>	<b>56</b>
<b>4.4.3 Sugestões de Correção e Manutenção .....</b>	<b>59</b>
<b>5 CONCLUSÕES E SUGESTÕES PARA FUTUROS TRABALHOS.....</b>	<b>61</b>
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>62</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>64</b>
<b>NORMA DNIT 008/2003 – PRO.....</b>	<b>64</b>
<b>ANEXO A-</b> Quadro resumo dos defeitos – codificação e classificação .....	64
<b>ANEXO B-</b> Formulário para o levantamento visual contínuo.....	65
<b>ANEXO C-</b> Cálculo do IGGE .....	66
<b>ANEXO D-</b> Quadro resumo.....	67

## 1 INTRODUÇÃO

No Brasil o Transporte rodoviário é o meio de deslocamento mais utilizado, está totalmente relacionado à economia do país, sendo principal responsável pelo escoamento da produção das indústrias e do agronegócio.

As características operacionais e de capacidade de transporte do modal rodoviário fazem com que sua utilização seja mais apropriada para deslocamentos de curtas e médias distâncias. Porém, no Brasil, ele também desempenha um importante papel nos deslocamentos de longas distâncias, intensificando ainda mais a pressão sobre essa infraestrutura. (CNT,2019).

O CNT (2019), afirma que a sobrecarga com a qual alguns veículos circulam, contribui para a deterioração dos pavimentos, e gera danos adicionais não previstos. Para minimizar esse impacto, é necessário que haja fiscalização e punição desses infratores, inibindo a realização dessa prática. Contudo, atualmente, apenas 26 equipamentos controladores de excesso de peso estão em operação nas rodovias federais sob gestão pública, em 16 estados e no Distrito Federal. Isso representa, em média, uma balança para fiscalizar cada 2.514 km pavimentados.

O Plano CNT de Transporte e Logística 2018 estima que seja necessário um investimento no valor de R\$ 496,1 bilhões em 981 projetos para a infraestrutura rodoviária, incluindo intervenções de construção, pavimentação, duplicação, recuperação e demais adequações.

Segundo a Pesquisa CNT (2019), as condições das rodovias impactam diretamente nos custos do transporte. Neste ano, estima-se que, na média nacional, as inadequações do pavimento resultaram em uma elevação do custo operacional do transporte em torno de 28,5%, sendo que o maior índice foi registrado na região Norte (+ de 38,5%). Transporte mais caro significa produtos mais caros e menor.

O custo operacional dos veículos é impactado pelas condições das rodovias. Pavimentos deficientes reduzem a segurança viária e aumentam o custo de manutenção dos veículos, além do consumo de combustível, lubrificantes, pneus e freios. O acréscimo médio estimado em todo o Brasil é de

28,5%. Em rodovias com pavimento em péssimo estado de conservação, esse acréscimo chega a ser de 91,5%. (CNT, 2019).

Pavimentos inadequados levam a um desperdício de diesel em torno de 5%, pois aumentam as frenagens e reacelerações. Também há maior emissões. Em 2019, estima-se que se teve um consumo desnecessário de 931,80 bilhões de litros de diesel. Isso representa um adicional de emissão de 2,46 milhões de toneladas de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>). E estima-se que esse desperdício custou R\$ 3,3 bilhões adicionais aos transportadores. (CNT, 2019).

## **1.1 OBJETIVOS**

### **1.1.1 Objetivo geral**

Avaliar as condições superficiais do pavimento flexível na rodovia BR-010, em um segmento de 20 km, entre as cidades de Palmas-TO à Aparecida do Rio Negro-TO.

### **1.1.2 Objetivos Específicos**

- Delimitar a área com maiores manifestações de patologias por meio de visitas in loco;
- Levantamento visual contínuo - DNIT 008/2003 – PRO;
- Identificar as principais patologias existentes no trecho- DNIT 005/2003 – TER;
- Propor recuperação da via, considerando o catálogo de soluções do DNIT.

## 1.2 JUSTIFICATIVA

Uma das grandes preocupações que afetam os profissionais que trabalham com a operação das rodovias é a de analisar a condição dos pavimentos e planejar os serviços de engenharia. As obras de manutenção rodoviária têm um custo bastante elevado e devem ser executadas com bastante cuidado, para se obter um elevado nível de assertividade na execução, caso não ocorra bons estudos preliminares para um bom diagnóstico dos problemas e propor medidas corretivas para que consiga solucionar os defeitos no momento correto os custos da obra podem aumentar mais ainda.

Conforme BALBO (1997). Para que ocorra a avaliação dos pavimentos e o monitoramento das rodovias com fins de gerenciar a aplicação dos “tapaburacos” e dos demais serviços, é necessário encadear uma série de informações e conhecimentos e superar dificuldades operacionais. Uma das dificuldades está em escolher a metodologia de avaliação. Outra dificuldade está em conhecer as causas das patologias a partir do diagnóstico do estado do pavimento. Uma outra dificuldade está, com base nos levantamentos, avaliar a serventia do pavimento e indicar as medidas a serem empreendidas

Devido aos Diversos problemas no pavimento flexível em estudo, que durante anos vem gerando desconforto aos usuários, ocasionando acidentes, assaltos, comprometendo a segurança do tráfego. Este estudo busca avaliar as condições do pavimento flexível em determinado trecho, bem como propor medidas de recuperação de acordo com o DNIT.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 PAVIMENTO ASFÁLTICO NO BRASIL

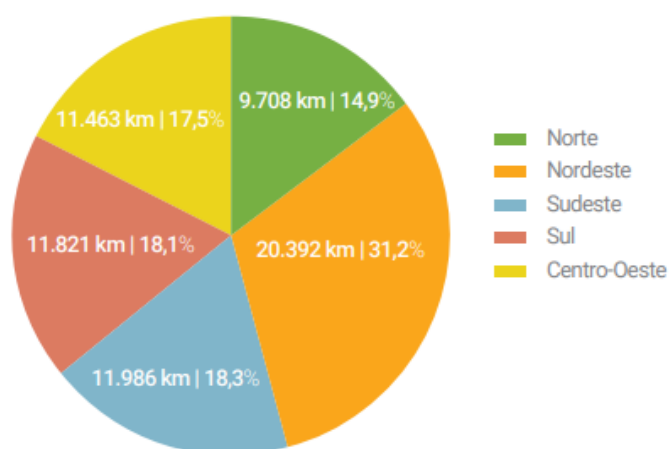
. Segundo o CNT (2019, p.10), no Brasil, o modal rodoviário é o que possui a maior participação na matriz de transporte, concentrando, aproximadamente, 61% da movimentação de mercadorias e 95% da de passageiros. Esses dados ressaltam a importância da infraestrutura rodoviária para o desenvolvimento econômico do país e para a garantia de direitos fundamentais dos seus cidadãos.

A extensão de todas as rodovias brasileiras (municipais, estaduais e federais) é de 1.720.700 Km, sendo que (CNT, 2019):

- 213.453 Km (12,4 %) são pavimentadas.
- 1.349.938 Km (78,5 %) não são pavimentadas.
- 157.309 Km (9,1%) são planejadas.

Ainda segundo o CNT (2019, p.13). A extensão federal pavimentada atualmente está distribuída entre as regiões do país conforme o Gráfico 1. Verifica-se que 31,2% da malha rodoviária federal pavimentada está concentrada na região Nordeste, seguida pelas regiões Sudeste, Sul e Centro-Oeste. A região Norte figura em último, com apenas 9.708 km, o que representa 14,9% da extensão total.

**Gráfico 1- Percentual da extensão de rodovias federais pavimentadas por região**



Fonte: CNT (2019).



## 2.2 DEFINIÇÃO DE PAVIMENTO

De acordo com Balbo (2007), o pavimento asfáltico é constituído por camadas sobrepostas de materiais diferentes e compactados desde o subleito, adequadas para atender estruturalmente e operacionalmente o tráfego de veículos, de maneira durável e com o mínimo custo possível, considerando todos os serviços de manutenção e regeneração obrigatórios.

Pavimento de uma rodovia é a superestrutura constituída por um sistema de camadas de espessuras finitas, assentes sobre um semi-espaço considerado teoricamente como infinito – a infraestrutura ou terreno de fundação a qual é designada de subleito. (DNIT,2006, p. 95).

O pavimento por injunções de ordem técnico-econômicas é uma estrutura de camadas em que materiais de diferentes resistências e deformabilidades são colocadas em contato resultando daí um elevado grau de complexidade no que respeita ao cálculo de tensões e deformações e atuantes nas mesmas resultantes das cargas impostas pelo tráfego. (DNIT,2006, p.95).

Para Senço (2007) a estrutura do pavimento asfáltico construído sobre a terraplenagem é destinada a:

- Resistir aos esforços verticais oriundos do tráfego e distribuí-los;
- Melhorar as condições de rolamento quanto ao conforto e segurança;
- Resistir aos esforços horizontais (desgaste), tornando mais durável a superfície de rolamento.

## 2.3 CLASSIFICAÇÃO DOS PAVIMENTOS ASFÁLTICOS

De uma forma geral pavimentos asfálticos são divididos basicamente em pavimentos flexíveis, pavimentos rígidos e pavimentos semirrígidos:

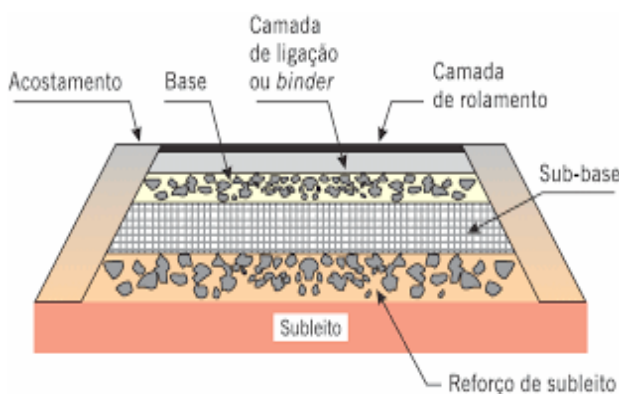
### **Pavimentos flexíveis**

Bernucci (2008), afirma que pavimentos flexíveis, em geral associados aos pavimentos asfálticos, são compostos por camada superficial asfáltica (revestimento), apoiada sobre camadas de base, de sub-base e de reforço do

subleito, constituídas por materiais granulares, solos ou misturas de solos, sem adição de agentes cimentastes.

Segundo Quirino (2013) os pavimentos flexíveis são estruturas compostas múltiplas camadas que trabalham em conjunto, cada uma delas absorvendo parte das solicitações impostas e transmitindo o restante às camadas localizadas em níveis inferiores.

Figura 1- camadas do pavimento flexível.



Fonte: BERNUCCI, et. al (2006).

A distribuição de tensões em um pavimento flexível ocorre de forma mais pontual, com maior concentração no local de aplicação da carga, BALBO (2007). De acordo com a figura 2.

Figura 2--Resposta Mecânica de Pavimento Flexível



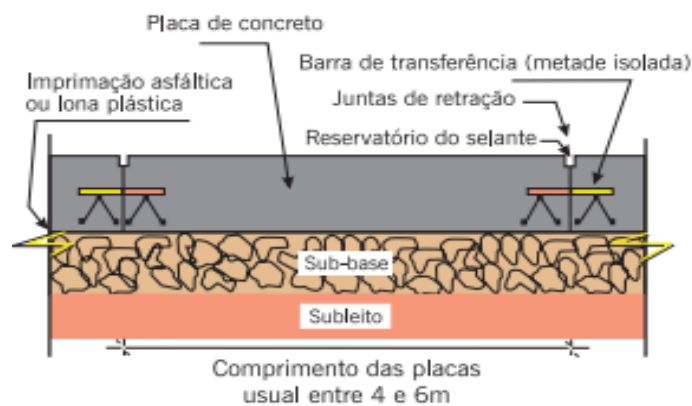
Fonte: Balbo (2007).

## Pavimento Rígido

Para SENÇO (2007), Pavimentos rígidos são aqueles pouco deformáveis, constituídos principalmente de concreto de cimento. Rompem por tração na flexão, quando sujeitos a deformações.

Já o DNIT (2006), afirma que pavimento rígido é aquele em que o revestimento tem uma elevada rigidez em relação as camadas inferiores e, portanto, absorve praticamente todas as tensões provenientes do carregamento aplicado. Exemplo típico: pavimento constituído por lajes de concreto de cimento Portland.

Figura 3- Camadas do pavimento rígido.

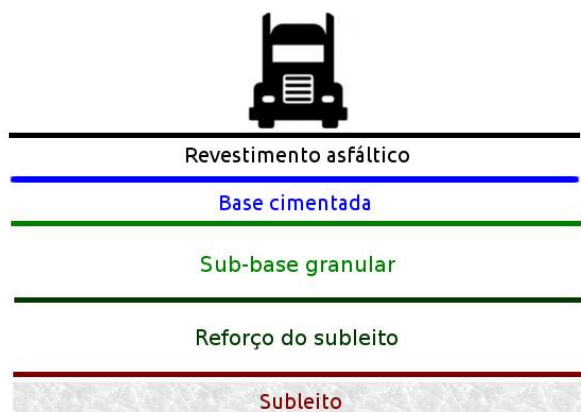


Fonte: BERNUCCI, et. al (2006).

## Pavimento semi-rígido.

Caracteriza-se por uma base cimentada por algum aglutinante com propriedades cimentícias com por exemplo, por uma camada de solo cimento revestida por uma camada asfáltica. (DNIT, 2006)

Figura 4- Camadas do pavimento semi-rígido.



Fonte: DER-PR (2008)

## 2.4 ESTRUTURA DOS PAVIMENTOS ASFÁLTICOS

Conforme Balbo (2007), o pavimento rodoviário é constituído pelas seguintes camadas:

- Subleito: é a camada mais interna do pavimento, considerada como a fundação do pavimento, sendo assim, é o material natural da região onde se planeja inserir o pavimento.
- Reforço do subleito: é a camada com espessura variável, tem a de melhora a o suporte de carga do subleito, com característica técnica inferior à da camada superior (sub-base), e superior à do material do subleito. Sendo necessária, se a aplicabilidade de suporte à carga do material que compõe o subleito for muito baixa.
- Sub-base: é a camada que possui a mesma função da base, ela é executada acima do subleito ou o reforço do subleito.
- Base: é a camada da pavimentação que se destinada a receber os esforços verticais do tráfego de veículos e distribuir as camadas que a antecedem.
- Revestimento: é a camada que recebe as cargas verticais e horizontais oriundas do tráfego de veículos, transmitindo as camadas que a antecedem. Assim melhorando a superfície de rolamento quanto às condições de conforto e segurança, e resistir aos desgastes.

## 2.5 PATOLOGIAS EM PAVIMENTOS ASFÁLTICOS

Segundo o DNIT (2006) os pavimentos asfálticos são executados para durarem um determinado tempo. Durante este período, o pavimento asfáltico inicia uma condição ótima até alcançar uma condição ruim. O decréscimo da condição ou da serventia do pavimento ao longo do tempo é conhecida como deterioração do pavimento.

Para o DNIT (2004) qualquer anomalia, ou seja, mudança na característica do pavimento asfáltico, seja em razão de erros executivos ou de utilização é considerada como um defeito ou uma patologia.

Conforme o pavimento vai sendo solicitado, é comum que estas estruturas apresentem defeitos próximo ao fim de sua vida útil. Esses defeitos ou patologias estão, geralmente, associadas aos materiais empregados e ao comportamento mecânico que é particular de cada estrutura. Deste modo, é importante que o engenheiro conheça a dinâmica dos esforços envolvidos no pavimento e conheça as suas influências na manifestação de patologias para saber quais procedimentos e tecnologias devem ser aplicadas nas etapas de manutenção (MARQUES, 2014).

A grande recorrência dos esforços nos pavimentos asfálticos, por vezes denominada de carga cíclica, é responsável pela fadiga da estrutura, ou seja, mudança nas propriedades da estrutura devido a aplicação de uma carga repetitiva. Essa deterioração no pavimento varia de acordo com o tipo de carga aplicada, da sua duração e do número de ciclos de aplicações de cargas. As deformações e o grau de fissuração nos elementos sujeitos a carregamentos cíclicos são consideravelmente maiores do que nos elementos submetidos a um carregamento estático de mesma intensidade (SILVA; CARNEIRO, 2014).

## **2.6 PATOLOGIAS EM PAVIMENTOS FLEXÍVEIS**

Segundo a NORMA DNIT (005/2003 – TER), as patologias em pavimentos flexíveis são classificadas em:

### **2.6.1 Fenda**

Qualquer descontinuidade na superfície do pavimento, que conduza a aberturas de menor ou maior porte, apresentando-se sob diversas formas, conforme adiante descrito.

#### **a) Fissuras**

são fendas de largura capilar existente no revestimento, posicionada longitudinal, transversal ou obliquamente ao eixo da via, somente perceptível a vista desarmada de uma distância inferior a 1,50 m. As fissuras são fendas incipientes que ainda não causam problemas funcionais ao revestimento, não sendo assim consideradas quanto à gravidade nos métodos atuais de avaliação das condições de superfície.

#### **b) Trinca**

Fenda existente no revestimento, facilmente visível a vista desarmada, com abertura superior à da fissura, podendo apresentar-se sob a forma de trinca isolada ou trinca interligada.

#### **c) Trinca transversal**

Trinca isolada que apresenta direção predominantemente ortogonal ao eixo da via. Quando apresentar extensão de até 100 cm é denominada trinca transversal curta. Quando a extensão for superior a 100 cm denomina-se trinca transversal longa.

Figura 5- Trinca isolada transversal



Fonte: DNIT 005/2003-TER.

d) Trinca longitudinal

Trinca isolada que apresenta direção predominantemente paralela ao eixo da via. Quando apresentar extensão de até 100 cm é denominada trinca longitudinal curta. Quando a extensão for superior a 100 cm denomina-se trinca longitudinal longa.

Figura 6- Trinca isolada longitudinal



Fonte: DNIT 005/2003-TER.

e) Trinca de retração

Trinca isolada não atribuída aos fenômenos de fadiga e sim aos fenômenos de retração térmica ou do material do revestimento ou do material de base rígida ou semi-rígida subjacentes ao revestimento trincado.

Figura 7-Trinca de retração



Fonte: Bernucci et al (2006).

f) Trinca interligada

Trinca tipo “Couro de Jacaré”: Conjunto de trincas interligadas sem direções preferenciais, assemelhando-se ao aspecto de couro de jacaré. Essas trincas podem apresentar, ou não, erosão acentuada nas bordas.

Figura 8-Trinca Interligada “couro de jacaré”



Fonte: DNIT 005/2003-TER.



g) Trinca tipo “Bloco”

Conjunto de trincas interligadas caracterizadas pela configuração de blocos formados por lados bem definidos, podendo, ou não, apresentar erosão acentuada nas bordas.

Figura 9- Trinca interligada tipo “bloco”



Fonte: DNIT 005/2003-TER.

### 2.6.2 Afundamento

Deformação permanente caracterizada por depressão da superfície do pavimento, acompanhada, ou não, de solevamento, podendo apresentar-se sob a forma de afundamento plástico ou de consolidação.

a) Afundamento plástico

Afundamento causado pela fluência plástica de uma ou mais camadas do pavimento ou do subleito, acompanhado de solevamento. Quando ocorre em extensão de até 6 m é denominado afundamento plástico local; quando a extensão for superior a 6 m e estiver localizado ao longo da trilha de roda é denominado afundamento plástico da trilha de roda.

b) Afundamento de consolidação

Afundamento de consolidação é causado pela consolidação diferencial de uma ou mais camadas do pavimento ou subleito sem estar acompanhado de levantamento. Quando ocorre em extensão de até 6 m é denominado afundamento de consolidação local; quando a extensão for superior a 6m e estiver localizado ao longo da trilha de roda é denominado afundamento de consolidação da trilha de roda.

Figura 10- Afundamento de trilha de roda



Fonte: DNIT 005/2003-TER.

Figura 11- Afundamento Local

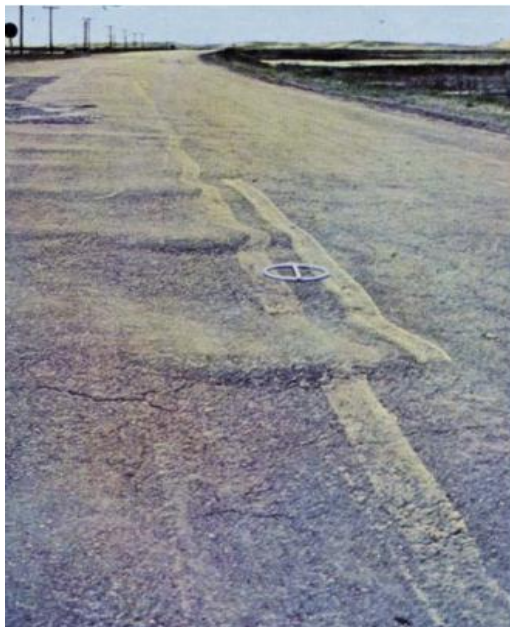


Fonte: DNIT 005/2003-TER.

### 2.6.3 Ondulação ou Corrugação

Deformação caracterizada por ondulações ou corrugações transversais na superfície do pavimento.

Figura 12- Ondulação



Fonte: DNIT 005/2003-TER.

### 2.6.4 Escorregamento

Deslocamento do revestimento em relação à camada subjacente do pavimento, com aparecimento de fendas em forma de meia-lua.

Figura 13- Escorregamento



Fonte: DNIT 005/2003-TER.

### 2.6.5 Exsudação

Excesso de ligante betuminoso na superfície do pavimento, causado pela migração do ligante através do revestimento.

Figura 14-Exsudação



Fonte: DNIT 005/2003-TER.

### 2.6.6 Desgaste

Efeito do arrancamento progressivo do agregado do pavimento, caracterizado por aspereza superficial do revestimento e provocado por esforços tangenciais causados pelo tráfego.

Figura 15-Desgaste



Fonte: DNIT 005/2003-TER.

### 2.6.7 Panela ou buraco

Cavidade que se forma no revestimento por diversas causas (inclusive por falta de aderência entre camadas superpostas, causando o deslocamento das camadas), podendo alcançar as camadas inferiores do pavimento, provocando a desagregação dessas camadas.

Figura 16-Panela



Fonte: DNIT 005/2003-TER.

### 2.6.8 Remendo

Panela preenchida com uma ou mais camadas de pavimento asfáltico na operação denominada de “tapa-buraco”.

a) Remendo profundo:

Aquele em que há substituição do revestimento e, eventualmente, de uma ou mais camadas inferiores do pavimento. Usualmente, apresenta forma retangular.

b) Remendo superficial:

Correção, em área localizada, da superfície do revestimento, pela aplicação de uma camada betuminosa.

Figura 17-Remendo



Fonte: DNIT (2020).

## 2.7 LEVANTAMENTO VISUAL CONTÍNUO

De acordo com Cunha (2008) o LVC tem como finalidade coletar informações para verificar o grau de deterioração do pavimento, de maneira a: servir de base para indicar a intervenção apropriada, ser um dos fatores para análise da priorização para investimentos, fornecer subsídio para elaboração de equações de comportamento dos defeitos, indicar níveis de esforços para a conservação rodoviária, entre outros.

A Norma DNIT 008/2003 – PRO, de Levantamento Visual Contínuo (LVC) fixa os procedimentos exigíveis na avaliação da superfície de pavimentos flexíveis e semi-rígidos com base na determinação do valor do ICPF - Índice de Condição de Pavimentos Flexíveis ou semi-rígidos, ao mesmo tempo em que proporciona também as informações necessárias para o cálculo do IGGE - Índice de Gravidade Global Expedido e do IES - Índice do Estado de Superfície.

Ainda segundo a NORMA DNIT 008/2003 – PRO:

Para efeito desta Norma são adotadas as definições e nomenclaturas da Norma DNIT 005/2003-TER mostrado no Anexo A com as seguintes codificações modificadas ou simplificadas.

- Trinca: Trincas isoladas (TR);
- Trincas interligadas tipo jacaré (TJ);
- Trincas interligadas tipo bloco (TB);
- Remendos (R);
- Painelas (P);
- Afundamento: Afundamento plástico e de trilhas de roda (AF);
- Ondulações: Ondulações e/ou corrugações (O).
- Outros defeitos:
- Escorregamento do revestimento betuminoso (E);
- Exsudação (EX);
- Desgaste (D).

- EQUIPAMENTO

No levantamento visual contínuo deve ser usado um veículo equipado com velocímetro/odômetro calibrado para aferição da velocidade de operação e das distâncias percorridas.

- CONDIÇÕES DO TEMPO

Deve ser evitada a realização do levantamento em dias chuvosos, com muita neblina, ou com pouca luz natural (início ou final do dia).

- EQUIPE DE OPERAÇÃO

A equipe necessária para a realização do levantamento visual contínuo deve ser constituída preferencialmente de no mínimo dois técnicos, além do motorista do veículo.

- OPERAÇÃO DO VEÍCULO

O veículo deve ser operado a uma velocidade média aproximada de 40 km/h percorrendo a rodovia em um único sentido (rodovia de 2 faixas de tráfego). No caso de rodovias com 2 pistas de cada lado o levantamento será feito para cada pista em separado. Os trechos de rodovias de pista simples serão levantados em um único sentido, levando-se em consideração simultaneamente as duas ou mais faixas de tráfego. O sentido utilizado para o levantamento em rodovias de pista simples será sempre o sentido do PNV. Em trechos de rodovias de pista dupla, o LVC será realizado separadamente para cada uma das pistas, levando-se em consideração simultaneamente as duas ou mais faixas de rolamento de cada uma dessas pistas.

- **PROCESSO DE LEVANTAMENTO.**

O processo de avaliação usado no levantamento visual contínuo compreende o preenchimento do formulário (Anexo B) de acordo com as instruções dos itens apresentados a seguir:

- **EXTENSÃO DOS SEGMENTOS A SEREM LEVANTADOS**

A divisão dos trechos em segmentos deverá ser tal que se obtenha uma extensão mínima de 1 km e máxima de 6 km. Os avaliadores devem estabelecer os segmentos, preferencialmente, com 1 km de extensão. Só devem ser estabelecidos segmentos maiores do que 1 km, quando houver absoluta segurança da homogeneidade dos defeitos ao longo de toda a extensão do segmento. Em geral, isto é observado naqueles segmentos onde a condição do pavimento é excelente (pavimentos novos). O levantamento das informações deverá ser feito ao fim de cada quilômetro percorrido no trecho do PNV. O segmento avaliado poderá ter menos que 1 quilômetro apenas em casos especiais, tais como: final do trecho do PNV, mudanças bruscas no estado de conservação, no tipo de revestimento, espessura, na idade do pavimento.

A frequência dos defeitos e os pesos correspondentes proporcionam o cálculo do Índice de Gravidade Global Exedito (IGGE), que associado ao Valor de Serventia Atual, estabelece o denominado Índice de Estado de Superfície (IES), que classifica o segmento rodoviário. Cada quilômetro recebe, para cada tipo de defeito considerado no LVC, uma frequência que corresponde à porcentagem da extensão do segmento atingida pelo defeito. Esta porcentagem é estimada de acordo com a tabela 1 e apenas para as “painéis”, as frequências serão estabelecidas pela quantidade de painéis encontradas por quilômetro.



**Tabela 1** – Frequência de defeitos (DNIT,008/2003 – PRO).

<b>Panelas (P) e Remendos (R)</b>		
<b>Código</b>	<b>Frequência</b>	<b>Quant./km</b>
A	Alta	$\geq 5$
M	Média	2 – 5
B	Baixa	$\leq 2$
<b>Demais defeitos</b>		
<b>Código</b>	<b>Frequência</b>	<b>% por km</b>
A	Alta	$\geq 50$
M	Média	50 – 10
B	Baixa	$\leq 10$

Fonte: Norma DNIT 008/2003 – PRO.

### **2.7.1 Índice de Condição dos Pavimentos Flexíveis e semi-rígidos (ICPF)**

O técnico atribui também uma nota de 0 a 5 ao trecho, relativa ao conforto e à segurança do usuário, denominado Índice de Condição do Pavimento Flexível (ICPF).

O Índice de condição do Pavimento Flexível (ICPF) é estimado com base na avaliação visual do pavimento, classificando a superfície do segmento segundo conceitos de excelente a péssimo, tendo em vista a aplicabilidade das medidas de manutenção determinadas pelo profissional avaliador. A variação mínima do valor do índice é de meio ponto. A tabela 2 apresenta os conceitos do ICPF, conforme descrição do estado do pavimento.

**Tabela 2-** Conceitos do ICPF (DNIT,008/2003)

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

Fonte: Norma DNIT 008/2003 – PRO.

### 2.7.2 Índice de Gravidade Global Exedito (IGGE)

O Índice de Gravidade Global Exedito (IGGE) é calculado em função da frequência (ver Anexo C), e de pesos dados aos tipos de defeitos. A tabela 3 apresenta os valores das frequências e gravidade para cada tipo de defeitos contemplados na norma DNIT 008/2003 – PRO.

**Tabela 3-**Determinação do índice de gravidade (DNIT 008/2003)

Painéis (P) e Remendos (R)		
FREQÜÊNCIA	Fator Fpr Quantidade/Km	GRAVIDADE
A - ALTA	$\geq 5$	3
M - MÉDIA	2 - 5	2
B - BAIXA	$\leq 2$	1
Demais defeitos (trincas, deformações)		
FREQÜÊNCIA	Fatores Ft e Foap (%)	GRAVIDADE
A - ALTA	$\geq 50$	3
M - MÉDIA	50 - 10	2
B - BAIXA	$\leq 10$	1

Fonte: Norma DNIT 008/2003 – PRO.

A tabela 4 apresenta o valor dos pesos dados para cada tipo de defeitos contemplados na norma DNIT 008/2003 – PRO em função de sua gravidade.

**Tabela 4**– Pesos para cálculo do IGG (DNIT008/2003 – PRO)

<b>GRAVIDADE</b>	<b>Pt</b>	<b>Poap</b>	<b>Ppr</b>
3	0,65	1,00	1,00
2	0,45	0,70	0,80
1	0,30	0,60	0,70

Fonte: Norma DNIT 008/2003 – PRO.

Assim, o IGGE é calculado pela expressão 2.4 a seguir:

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

Onde:

Ft = Frequência;

Pt = Peso do Conjunto Trincas (t);

Foap = Frequência do Conjunto de Deformações (oap);

Poap = Peso do Conjunto de Deformações (oap);

Fpr = Frequência (quantidade por quilômetro) de Painéis (p) e Remendos (r);

Ppr = Peso do Conjunto de Painéis (p) e Remendos (r).

### 2.7.3 Índice do Estado da Superfície do pavimento (IES)

A partir desses levantamentos, é estabelecido o Índice de Estado de Superfície (IES), detalhado na tabela 5, é um valor de 0 a 10 que cresce conforme o aumento da incidência e a gravidade dos defeitos de superfície. A partir dos valores individuais do IES, é realizada a segmentação do trecho quanto ao estado de superfície dos pavimentos, agrupando as unidades quilométricas contíguas com base nos mostrados na tabela 5.

Os resultados obtidos são colocados no Quadro Resumo (Anexo D) para cada quilômetro ou para cada Subtrecho Homogêneo avaliado.

**Tabela 5**– IES – Índice do Estado da Superfície do pavimento

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

Fonte: Norma DNIT 008/2003 – PRO.

### 2.8 Técnicas de Manutenção e Restauração

Segundo o DNIT (2006), a conservação dos pavimentos pode ser definida como sendo um conjunto de serviços designados a preservação do pavimento nas condições em que ele foi originalmente construído ou no estado em que foi posteriormente restaurado.

Já Senço (2001) afirma que a manutenção de rodovias é um conjunto de operações que possa garantir aos usuários, melhores condições de segurança e conforto estabelecidas em projeto, pois conservar é manter as características iniciais, do início de funcionamento da via.

Para os serviços de manutenção, engloba-se esses processos:

- Conservação rotineira, segundo o DNIT (2006): São operações que buscam reparar ou sanar um defeito, sendo como principais serviços as selagens de trincas e os remendos.
- Conservação periódica, segundo o DNIT (2006): É um conjunto de operações realizadas com a finalidade de evitar o aparecimento ou agravamento de defeitos. Os serviços geralmente envolvem a aplicação de uma camada fina de mistura asfáltica ou um tratamento superficial simples, e tem como finalidade melhorar ou proteger a superfície do pavimento.
- Reabilitação, segundo o DNIT (2006): É um conjunto de serviços destinado a recuperação de um pavimento que, como decorrência do alto grau de deterioração alcançado. Os serviços que englobam a reabilitação são os remendos seletivos, reforços estruturais ou aplicação de camadas de regularização.
- Reconstrução: É a reabilitação do pavimento, podendo envolver a remoção parcial ou total da espessura do pavimento, podendo atingir o subleito, posteriormente executar adequadamente a novas camadas estruturais (DNIT, 2006).
- Restauração: É um conjunto de serviços necessários para restaurar a capacidade estrutural do pavimento e a qualidade do rolamento da rodovia, onde sua execução é por meio das atividades de reabilitação (DNIT, 2006).

### 3 METODOLOGIA

A metodologia aplicada neste trabalho visa avaliar as condições superficiais do pavimento asfáltico em uma parte do trecho que liga a cidade de Palmas-TO à Aparecida do Rio Negro-TO na rodovia BR-010. Para elaboração do projeto foi dividida nas seguintes etapas a seguir:

- Caracterização e escolha da área de estudo;
- Levantamento das patologias existentes; DNIT 005/2003 – TER
- Levantamento visual contínuo NORMA DNIT 008/2003 – PRO.
- Propor recuperação da via, considerando o catálogo de soluções do DNIT. -Manual de Restauração de Pavimentos asfálticos (DNIT, 2006).

#### 3.1 CARACTERIZAÇÃO E ESCOLHA DA ÁREA DE ESTUDO

A escolha da área de estudo, se baseia na rodovia BR-010, em uma parte do trecho que liga a cidade de Palmas-TO à Aparecida do Rio Negro-TO, o trecho total tem aproximadamente 64 km de extensão de acordo com o DNIT (2017), km 423,1 ao 487,1. O trecho estudado contemplou uma extensão cerca de 20 km, tendo início na rotatória que dá o acesso ao cemitério Parque Jardim das Acácias que fica à 2,3 km de Palmas e término após a subida da serra, sentido Aparecida do rio Negro-TO à 22,3 km de Palmas-TO, km 425,4 ao 445,4.

FIGURA 18- CONDIÇÃO DA RODOVIA BR-010 TRECHO PALMAS-TO/APARECIDA DO RIO NEGRO-TO

Alerta	Trecho	Km
	ENTR TO-010/020(A)/030(B)/040(B)/050(B)/070(B) (PALMAS) - ENTR TO-020(B) (APARECIDA DO RIO NEGRO)	423.1 ao 487.1

Fonte: DNIT (2017)

### 3.1.1 Dados da Área de Estudo

- Extensão: 20 km;
- Pista: Tipo Simples-sentido duplo;
- Pavimento: Flexível - TSD
- Coordenadas Geográficas:

#### Início do Segmento

Latitude:10°14`30.92"S

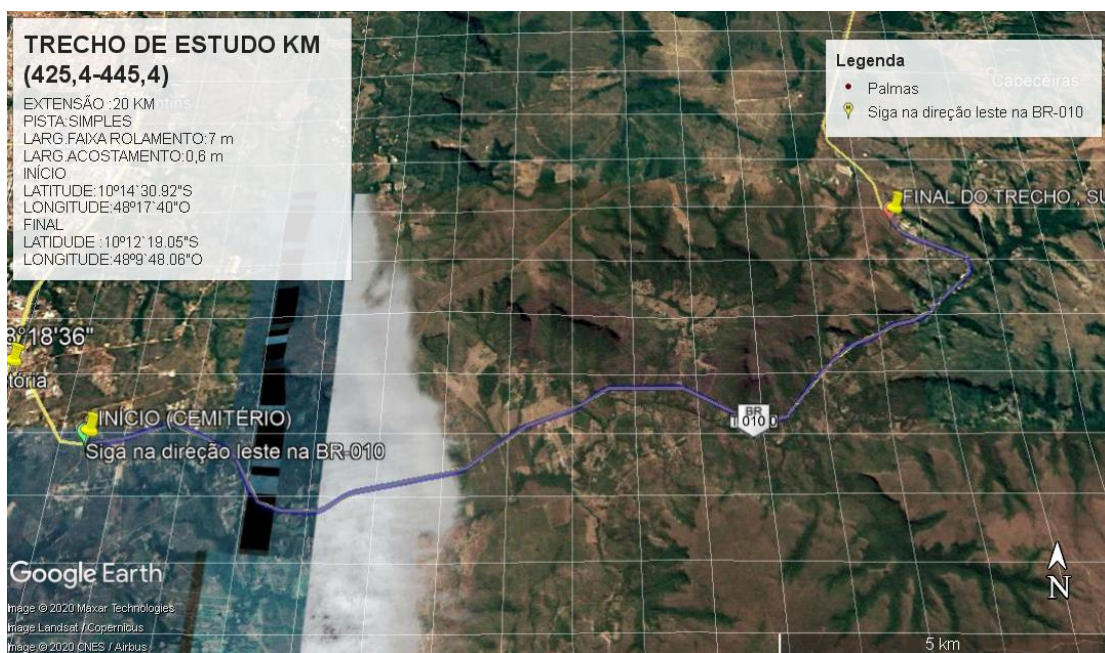
Longitude:48°17`40"O

#### Fim do Segmento

Latitude :10°12`19.05"S

Longitude:48°9`48.06"O

Figura 19-Trecho de estudo KM (425,4-445,4) IMAGEM DE SATÉLITE BR-010



Fonte:(Google Earth)

Figura 20-Início do Trecho Para Estudo BR 0-10



Fonte:(Google Earth)

Figura 21-Fim do Trecho Para Estudo-BR 0-10



Fonte:(Google Earth)



Figura 22-Trecho PALMAS-TO/APARECIDA DO RIO NEGRO-TO -BR0-10



Fonte (Google Earth)

### 3.2 LEVANTAMENTO DAS PATOLOGIAS EXISTENTES

Foi feita uma visita no trecho para caracterização das patologias existentes, onde foi realizado registros fotográficos. As patologias encontradas foram organizadas e classificadas de acordo com a norma DNIT 005/2003-TER, que facilitou a interpretação e assimilação dos dados. Finalizada essa etapa e com os dados obtidos, foram elaboradas as hipóteses de validação e comparadas aos modelos sintomatológicos presentes na literatura. Com o objetivo de apresentar um diagnóstico preciso para as manifestações patológicas.

### 3.3 LEVANTAMENTO VISUAL CONTÍNUO (LVC)-NORMA DNIT 008/2003 – PRO.

Foi aplicado o método de avaliação de superfície de pavimentos asfálticos através do Levantamento Visual Contínuo, norma DNIT 008/2003 PRO, utilizando um veículo equipado com velocímetro e odômetro para que pudessem ser aferidas a velocidade e a distância percorrida para cada trecho

de 1km e uma câmera foi utilizada para registrar os tipos de manifestações patológicas encontradas.

O veículo utilizado no estudo foi operado a uma velocidade média de 40 km/h, com o auxílio do motorista e dois técnicos, em sentido único, sendo que simultaneamente nas duas faixas da rodovia e os defeitos observados foram anotados em formulário.

Nos trechos avaliados, para cada defeito encontrado foram registradas as frequências por km. Onde foi classificado, sendo “A” – Alta, “M” – média e “B” – baixa. De acordo com a tabela 1, logo abaixo:

**Tabela 1** – Frequência de defeitos (DNIT,008/2003 – PRO).

<b>Panelas (P) e Remendos (R)</b>		
<b>Código</b>	<b>Frequência</b>	<b>Quant./km</b>
A	Alta	$\geq 5$
M	Média	2 – 5
B	Baixa	$\leq 2$
<b>Demais defeitos</b>		
<b>Código</b>	<b>Frequência</b>	<b>% por km</b>
A	Alta	$\geq 50$
M	Média	50 – 10
B	Baixa	$\leq 10$

Fonte: Norma DNIT 008/2003

Os resultados da pesquisa foram obtidos a partir da determinação de três índices, sendo eles:

- **ICPF - Índice de Condição dos Pavimentos Flexíveis.** A norma DNIT 008/2003 PRO, especifica que o valor do ICPF é encontrado através de uma média dos índices contidos no formulário de levantamento do anexo B, por meio da classificação da superfície do segmento conforme a tabela 2 e os resultados obtidos foram colocados no quadro resumo do anexo D.

**Tabela 2-** Conceitos do ICPF (DNIT,008/2003)

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

Fonte: Norma DNIT 008/2003 – PRO.

• **IGGE – Índice de Gravidade Global Expedito.** Segundo a norma DNIT 008/2003 PRO, o IGGE é calculado através dos dados presentes no levantamento elencados no anexo C, para tanto utiliza-se a formula:

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

Onde:

Pt = Peso das trincas;

Ft = frequência das trincas;

Poap = Pesos dos outros defeitos (AF, O);

Foap = frequência dos outros defeitos;

Ppr = Peso das panelas e remendos;

Fpr = frequência das panelas e remendos.

Os resultados encontrados foram dispostos na tabela 6.

• **IES – Índice do Estado da Superfície do Pavimento.** Ainda segundo a norma DNIT 008/2003 PRO, o IES é avaliado em função do ICPF e do IGGE, e seus valores estão compreendidos entre 0 e 10. É possível também a

determinação do código e conceito a serem atribuídos ao estado da superfície do pavimento, e foram determinados de acordo com a tabela 5.

**Tabela 5** – IES – Índice do Estado da Superfície do pavimento

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

Fonte: Norma DNIT 008/2003 – PRO

Após os cálculos dos índices, os resultados obtidos foram preenchidos no quadro de resultados apresentado na tabela 7.

### 3.4 PROPOSIÇÃO DE MEDIDAS CORRETIVAS

Após a conclusão do LVC e com a análise das patologias encontradas, foram propostas medidas para recuperação da via e reparos de acordo com o Manual de Restauração de Pavimentos asfálticos do DNIT.

## **4 RESULTADOS**

### **4.1 Procedimento Para Realização do LVC**

Para realização do Levantamento Visual Contínuo, foi utilizado os procedimentos especificados na Norma DNIT 008/2003 PRO, na qual foram obedecidos todas as condições e parâmetros para que se conseguisse atingir os objetivos.

No dia 09 de outubro de 2020, foi realizado o LVC e teve início às 9 h da manhã, com as condições climáticas e de trafegabilidade favoráveis para realização do levantamento, já que o dia estava ensolarado, com poucas nuvens, permitindo uma boa visibilidade do pavimento asfáltico, e com baixo fluxo de veículos nesse horário. Foi utilizado um veículo com velocímetro e odômetro calibrados, sendo possível manter-se em velocidade média de 40 km/h e medir a quilometragem de cada trecho. Dois técnicos foram necessários para avaliação dos trechos, além do motorista.

O LVC teve início no km 425,4 da BR-010, à 2,3 km de Palmas-TO sentido Aparecida do Rio Negro-TO (final do trecho com pista dupla-entroncamento do cemitério Jardim das Acácias) e teve fim no km 445,4, após subida da serra, sentido Aparecida do rio Negro-TO, à 22,3 km de Palmas-TO. Onde contemplou uma distância de 20 quilômetros.

O segmento foi dividido em trechos de 1 em 1 km, no que recomenda a norma DNIT 008/2003 PRO, sendo contemplados 20 trechos no total, foram observadas as duas faixas simultaneamente. Levando em consideração que a rodovia é tipo simples com duplo sentido.

### **4.2 Tipos de Patologias encontradas**

Para a correta identificação e caracterização das patologias existentes, os defeitos encontrados foram organizados e classificadas de acordo com a norma DNIT 005/2003-TER, onde estabelece parâmetros de identificação.

Foram necessárias duas visitas no segmento em estudo, no dia 09 e 20 de outubro de 2020 para registros fotográficos e foram identificadas as seguintes patologias:

### 4.2.1 Afundamentos

A ocorrência de afundamentos nos trechos foi classificada como baixa. Nas imagens 1, 2, 3 e 4, pode ser observado a ocorrência de afundamento.

Imagem 1- Afundamento



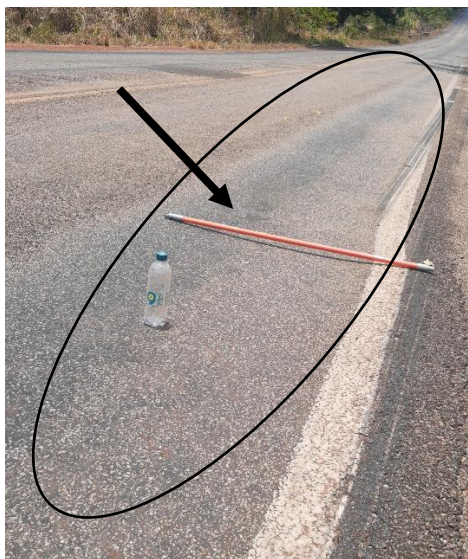
Fonte: Autor,2020

Imagem 2- Afundamento



Fonte: Autor,2020

Imagem 3- Afundamento



Fonte: Autor,2020

Imagem 4- Afundamento



Fonte: Autor,2020

### 4.2.2 Escorregamento

O escorregamento teve baixa frequência nos trechos estudados. Nas imagens 5 e 6 pode-se observar a ocorrência deste defeito, e suas causas estão associadas a falhas construtivas e de pintura de ligação.

**Imagem 5- Escorregamento**

Fonte: Autor,2020

**Imagem 6- Escorregamento**

Fonte: Autor,2020

### 4.2.3 Exsudação

A presença desse defeito foi pouco frequente no levantamento, e suas causas estão ligadas ao excesso de ligante asfáltico na superfície do pavimento. A imagem 7 mostra a ocorrência de exsudação na rodovia.

**Imagem 7- Exsudação**

Fonte: Autor,2020

#### 4.2.4 Desgaste

O desgaste foi a segunda manifestação patológica mais encontrada, ao longo dos trechos do segmento em estudo da BR-010. Tal defeito pode estar relacionado à idade do pavimento, (foi concluído em 2004), e ao aumento do fluxo de veículos na rodovia, sendo que ao longo dos anos, tem crescido a produção agrícola na região e a BR-010 é um dos canais de escoamento da Produção. Pode-se perceber também que há falhas no sistema de drenagem, ocorrendo infiltrações e agravando o processo de desgaste do pavimento asfáltico.

Nas imagens 8,9,10,11,12 e 13 observa-se os desgastes presente na rodovia. Nas imagens 11 e 12 se tem uma real noção do acúmulo de agregados no acostamento, há locais que os agregados soltos ultrapassam a altura do meio fio, e é possível perceber a presença de seixo rolado juntamente com a brita, tal agregado não é adequado para esse tipo de obra.

Imagem 8- Desgaste



Fonte: Autor,2020

Imagem 9- Desgaste



Fonte: Autor,2020



**Imagem 10- Desgaste**



Fonte: Autor,2020

**Imagem 11- Desgaste e acúmulo dos agregados**



Fonte: Autor,2020

**Imagem 12- Agregados soltos.**



Fonte: Autor, 2020

**Imagem 13- Desgaste**



Fonte: Autor, 2020

#### 4.2.5 Panela ou Buraco

A presença de panelas no segmento teve baixa ocorrência se comparado com o total de Defeitos, porém a norma DNIT 008/2003 PRO, estabelece que um trecho de 1 km que tenha a partir de 5 panelas, sua frequência é considerada alta e pode-se observar nos trechos 1, 2, 4, 5, 8. As imagens 14 e 15 representam a ocorrência de panelas no segmento.

Imagem 14- Panela



Fonte: Autor, 2020

Imagem 15- Panela

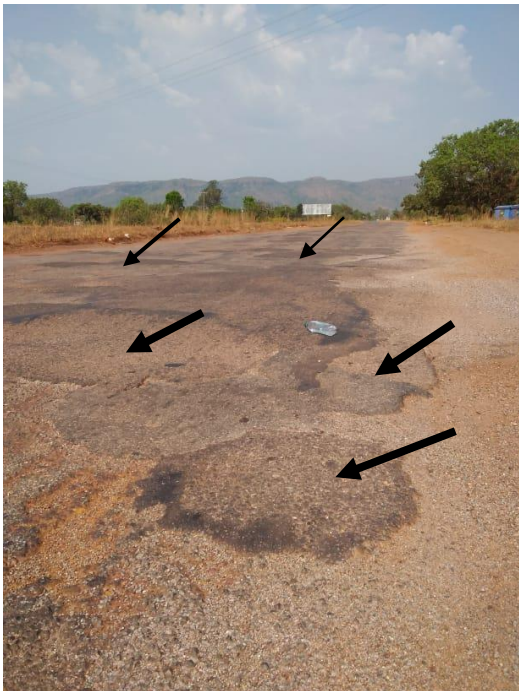


Fonte: Autor, 2020

#### 4.2.6 Remendos

Os remendos foram os defeitos com maior ocorrência nos trechos, eles estão presentes em todos os 20 trechos do segmento. Foi possível observar que a maneira em que os remendos foram executados, está em desconformidade com o Manual de Restauração de Pavimentos Asfálticos, DNIT (2006), que especifica que as geometrias dos remendos devem ser retangulares, dentre outras diretrizes. Pode-se observar nas imagens 16, 17, 18 e 19 a presença de remendos, associados à desgastes, no que ocasiona formações de panelas.

**Imagem 16- Remendo**



Fonte: Autor, 2020

**Imagem 17- Remendo**



Fonte: Autor, 2020

**Imagem 18- Remendo**



Fonte: Autor, 2020

**Imagem 19- Remendo**



Fonte: Autor, 2020

### 4.3 Quantificação de Manifestações Patológicas por trecho

Com a realização do Levantamento Visual Contínuo, foi possível quantificar as manifestações patológicas de todos os 20 trechos, apontar os defeitos mais recorrentes, determinar os trechos mais afetados.

Primeiramente foi feito o preenchimento do “Anexo B” adaptado, representado na tabela 6, no qual juntamente com a contagem de manifestações patológicas por trecho, representado nas tabelas 7 e 8. Foi feita uma classificação de acordo com a frequência da ocorrência de determinado defeito no pavimento asfáltico, sendo “A” Alta, “M” Média e “B” Baixa.

**Tabela 6- Anexo B adaptado**

SEGMENTO			FREQUÊNCIA DE DEFEITOS (A, M, B, OU S)											INF. COMPLEMENTARES				
Nº DO SEG	ODÔMETRO/KM		EXT	P	TRINCAS			R	DEFORMAÇÕES		OUTROS DEFEITOS			ICPF	REV.	ESP	IDADE	
	INÍCIO	FIM			TR	TJ	TB		AF	O	D	EX	E				ORIG	REST
1	425,4	426,4	1	A	-	-	-	A	B	-	B	-	-	1	TSD	3cm	2004	-
2	426,4	427,4	1	A	-	-	-	A	B	-	M	-	-	1	TSD	3cm	2004	-
3	427,4	428,4	1	M	-	-	-	A	B	-	M	-	-	1	TSD	3cm	2004	-
4	428,4	429,4	1	A	-	-	-	A	B	-	M	-	-	1	TSD	3cm	2004	-
5	429,4	430,4	1	A	-	-	-	A	0	-	M	B	-	1	TSD	3cm	2004	-
6	430,4	431,4	1	-	-	-	-	A	0	-	M	-	-	3	TSD	3cm	2004	-
7	431,4	432,4	1	-	-	-	-	A	B	-	M	B	-	3	TSD	3cm	2004	-
8	432,4	433,4	1	A	-	-	-	A	B	-	M	B	-	2,5	TSD	3cm	2004	-
9	433,4	434,4	1	M	-	-	-	A	0	-	M	B	-	2	TSD	3cm	2004	-
10	434,4	435,4	1	-	-	-	-	A	0	-	M	-	-	3	TSD	3cm	2004	-
11	435,4	436,4	1	M	-	-	-	A	0	-	M	-	-	1,5	TSD	3cm	2004	-
12	436,4	437,4	1	-	-	-	-	A	0	-	M	-	-	2	TSD	3cm	2004	-
13	437,4	438,4	1	-	-	-	-	A	0	-	M	-	-	3	TSD	3cm	2004	-
14	438,4	439,4	1	-	-	-	-	A	0	-	M	-	-	2,5	TSD	3cm	2004	-
15	439,4	440,4	1	-	-	-	-	A	B	-	B	B	-	3	TSD	3cm	2004	-
16	440,4	441,4	1	-	-	-	-	A	B	-	M	B	M	3	TSD	3cm	2004	-
17	441,4	442,4	1	-	-	-	-	A	B	-	B	-	B	2,5	TSD	3cm	2004	-
18	442,4	443,4	1	-	-	-	-	A	B	-	M	-	B	2,5	TSD	3cm	2004	-
19	443,4	444,4	1	M	-	-	-	A	3	-	B	-	B	2,5	TSD	3cm	2004	-
20	444,4	445,4	1	M	-	-	-	A	3	-	M	-	M	3	TSD	3cm	2004	-

Fonte: Autor, 2020

**Tabela 7- Defeitos por KM**

QUANTIDADE POR KM											SOMA
TRECHO	P	TRINCAS			R	DEFORMAÇÕES		OUTROS DEFEITOS			
		TR	TJ	TB		AF	O	D	EX	E	
1	16	0	0	0	537	6	0	42	0	0	601
2	10	0	0	0	153	3	0	33	0	0	199
3	4	0	0	0	140	1	0	22	0	0	167
4	13	0	0	0	257	3	0	45	0	0	318
5	6	0	0	0	160	0	0	24	3	0	193
6	0	0	0	0	67	0	0	11	2	0	80
7	0	0	0	0	64	2	0	13	2	0	81
8	5	0	0	0	57	1	0	11	1	0	75
9	3	0	0	0	115	0	0	34	2	0	154
10	0	0	0	0	25	0	0	8	1	0	34
11	4	0	0	0	155	0	0	19	0	0	178
12	0	0	0	0	105	0	2	20	0	0	127
13	0	0	0	0	27	0	2	5	0	0	34
14	0	0	0	0	70	0	0	8	0	0	78
15	0	0	0	0	47	3	0	4	2	0	56
16	0	0	0	0	38	4	0	7	3	7	59
17	0	0	0	0	63	5	0	7	0	6	81
18	0	0	0	0	45	2	0	12	0	4	63
19	2	0	0	0	34	3	3	5	0	5	52
20	4	0	0	0	16	3	0	4	0	4	31
<b>TOTAL</b>											2661

Fonte: Autor, 2020

**Tabela 8- Quantidades de Manifestações Patológicas por Tipo**

P	TRINCAS			R	DEFORMAÇÕES		OUTROS DEFEITOS		
	TR	TJ	TB		AF	O	D	EX	E
67	0	0	0	2175	36	7	334	16	26

Fonte: Autor, 2020

Onde:

P: Panela;

O: Ondulação;

TR: Trinca Isolada;

D: Desgaste;

TJ: Trinca tipo "Couro de Jacaré";

EX: Exsudação;

TB: Trinca tipo Bloco;

E: Escorregamento.

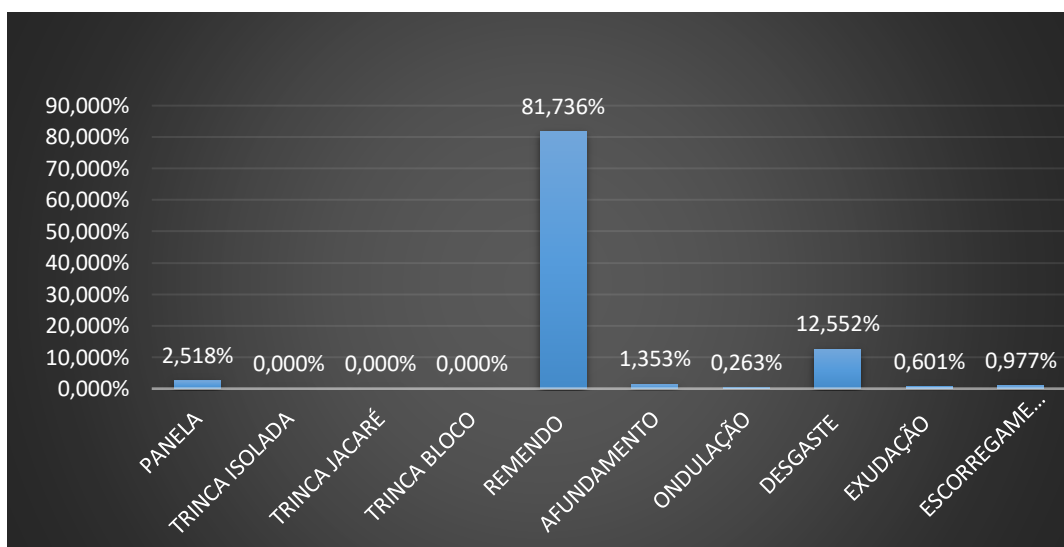
R: Remendo;

AF: Afundamento;

A partir da contagem e quantificação de patologias por trecho, foi possível observar que o remendo foi a patologia com maior incidência no segmento, cerca de 81,74% do total de defeitos, logo em seguida o desgaste com 12,55% da totalidade de defeitos. Os outros defeitos quando comparados com remendo e desgaste, tiveram pouca ocorrência, o gráfico 2 possibilita visualizar em porcentagem as proporções das manifestações patológicas encontradas no pavimento asfáltico do segmento.

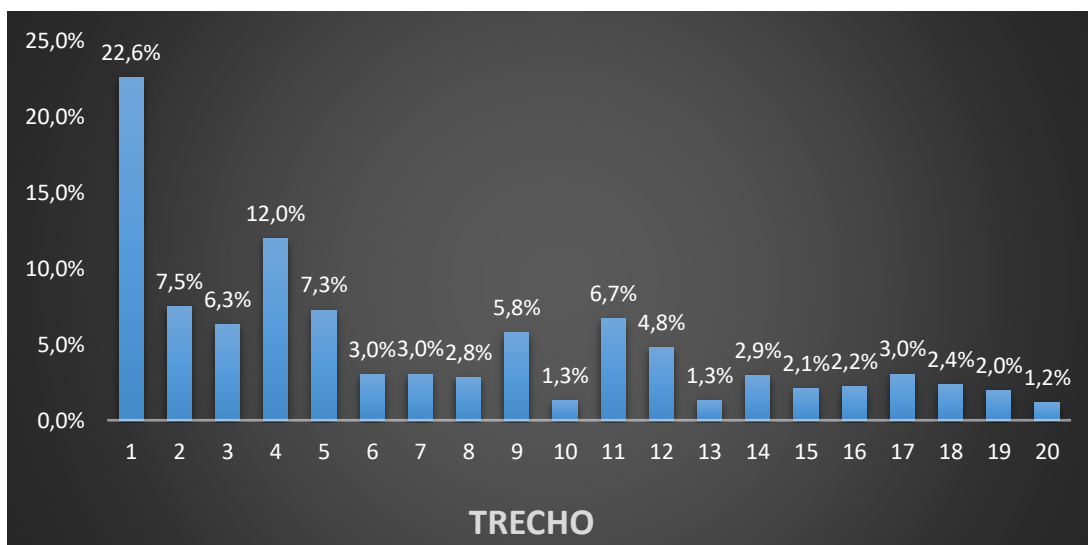
O gráfico 3 representa o percentual de patologias por trecho, onde é possível identificar, que nos primeiros 5 quilômetros do segmento, se concentram cerca de 55,5% da totalidade dos defeitos.

**Gráfico 2- Manifestações patológicas**



Fonte: Autor, 2020

**Gráfico 3- Percentual de Defeitos por Trecho**



Fonte: Autor, 2020

#### 4.4 Determinação dos Resultados do LVC

##### 4.4.1 Índice de Gravidade Global Expedito (IGGE)

Após preencher a tabela com as quantidades de manifestações patológicas encontradas, possibilitou-se o cálculo do IGGE, através da fórmula estabelecida pela norma DNIT 008/2003 – PRO:

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

Para o cálculo do IGGE, os respectivos pesos e frequências dos defeitos são levados em consideração. Na tabela 9 é possível visualizar como foram obtidos os valores do IGGE.

**Tabela 9- Formulário do IGGE**

IGGE - ÍNDICE DE GRAVIDADE GLOBAL EXPEDITO													
SEGMENTO				TRINCAS			DEFORMAÇÕES			PANELA + REMENDO			((Ft x Pt) + (Foap x Poap) + (Fpr x Ppr)) = IGGE
Nº DO SEG	KM INÍCIO	KM FIM	EXT	Ft %	Pt	Ft x Pt	Foap %	Poap	Foap x Poap	Fpr Nº	Ppr	Fpr x Ppr	
1	425,4	426,4	1	0	0,3	0	7,987	0,6	4,792	553	1	553	557,792
2	426,4	427,4	1	0	0,3	0	18,09	0,7	12,663	163	1	163	175,663
3	427,4	428,4	1	0	0,3	0	13,77	0,7	9,641	144	1	144	153,641
4	428,4	429,4	1	0	0,3	0	15,09	0,7	10,566	270	1	270	280,566
5	429,4	430,4	1	0	0,3	0	13,99	0,7	9,793	166	1	166	175,793
6	430,4	431,4	1	0	0,3	0	16,25	0,7	11,375	67	1	67	78,375
7	431,4	432,4	1	0	0,3	0	20,99	0,7	14,691	64	1	64	78,691
8	432,4	433,4	1	0	0,3	0	17,33	0,7	12,133	62	1	62	74,133
9	433,4	434,4	1	0	0,3	0	23,38	0,7	16,364	118	1	118	134,364
10	434,4	435,4	1	0	0,3	0	26,47	0,7	18,529	25	1	25	43,529
11	435,4	436,4	1	0	0,3	0	10,67	0,7	7,472	159	1	159	166,472
12	436,4	437,4	1	0	0,3	0	17,32	0,7	12,126	105	1	105	117,126
13	437,4	438,4	1	0	0,3	0	20,59	0,7	14,412	27	1	27	41,412
14	438,4	439,4	1	0	0,3	0	10,26	0,7	7,179	70	1	70	77,179
15	439,4	440,4	1	0	0,3	0	16,07	0,7	11,250	47	1	47	58,250
16	440,4	441,4	1	0	0,3	0	35,59	0,7	24,915	38	1	38	62,915
17	441,4	442,4	1	0	0,3	0	22,22	0,7	15,556	63	1	63	78,556
18	442,4	443,4	1	0	0,3	0	28,57	0,7	20,000	45	1	45	65,000
19	443,4	444,4	1	0	0,3	0	30,77	0,7	21,538	36	1	36	57,538
20	444,4	445,4	1	0	0,3	0	35,48	0,7	24,839	20	1	20	44,839

Fonte: Autor, 2020

#### 4.4.2 Quadro de Resumos

O preenchimento do quadro de resumos consiste na última etapa do Levantamento Visual Contínuo, onde o objetivo é determinar o Índice de Estado de Superfície do pavimento asfáltico, determinando a condição em que se encontra cada trecho, levando em consideração ICPF e o IGGE, no qual é atribuído um valor de 0 a 10 e um código, e por fim a condição, sendo: Ótimo, Bom, Regular, Ruim e Péssimo.

O quadro de Resumos representado na tabela 10, possibilita visualizar as condições em que os trechos se encontram. De acordo com os 20 trechos estudados, nenhum foi classificado como Ótimo ou Bom, os trechos foram classificados entre Regular, Ruim e Péssimo.

**Tabela 10- Quadro de Resumos**

ÍNDICE DO ESTADO DE SUPERFÍCIE								
Nº DO SEG	SEGMENTO			RESULTADOS				
	KM INÍCIO	KM FIM	EXT	ICPF	IGGE	IES		
						VALOR	CÓD	CONCEITO
1	425,4	426,4	1	1	557,792	10	E	PÉSSIMO
2	426,4	427,4	1	1	175,663	10	E	PÉSSIMO
3	427,4	428,4	1	1	153,641	10	E	PÉSSIMO
4	428,4	429,4	1	1	280,566	10	E	PÉSSIMO
5	429,4	430,4	1	1	175,793	10	E	PÉSSIMO
6	430,4	431,4	1	3	78,375	7	D	RUIM
7	431,4	432,4	1	3	78,691	7	D	RUIM
8	432,4	433,4	1	2,5	74,133	8	E	PÉSSIMO
9	433,4	434,4	1	2	134,364	10	E	PÉSSIMO
10	434,4	435,4	1	3	43,529	4	C	REGULAR
11	435,4	436,4	1	1,5	166,472	10	E	PÉSSIMO
12	436,4	437,4	1	2	117,126	10	E	PÉSSIMO
13	437,4	438,4	1	3	41,412	4	C	REGULAR
14	438,4	439,4	1	2,5	77,179	8	E	PÉSSIMO
15	439,4	440,4	1	3	58,250	4	C	REGULAR
16	440,4	441,4	1	3	62,915	7	D	RUIM
17	441,4	442,4	1	2,5	78,556	8	E	PÉSSIMO
18	442,4	443,4	1	2,5	65,000	8	E	PÉSSIMO
19	443,4	444,4	1	2,5	57,538	5	D	RUIM
20	444,4	445,4	1	3	44,839	4	C	REGULAR

Fonte: Autor, 2020



Foi possível concluir com os resultados do LVC, expressos no quadro de resumos na tabela 10, que cerca de 60% do segmento está em péssimo estado, 20% em estado ruim e 20% se encontra em estado regular. A tabela 11 e o gráfico 4 representam as porcentagens de acordo com o conceito disposto nos trechos do segmento.

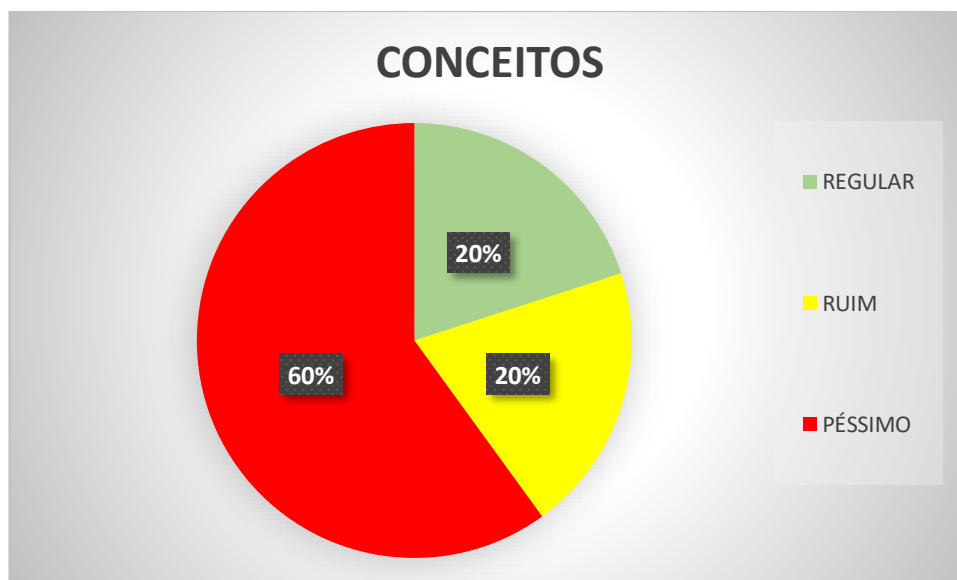
Os trechos 1, 2, 3, 4, 5, 8, 9, 11, 12, 14, 17 e 18, foram classificados como péssimos, os trechos 6, 7, 16 e 19 como ruins e 10, 13, 15 e 20 sendo como regulares.

**Tabela 11- Quantitativo do Quadro de Resumos**

CONCEITOS				
ÓTIMO	BOM	REGULAR	RUIM	PÉSSIMO
0	0	4 km	4 km	12 km
0%	0%	20%	20%	60%

Fonte: Autor, 2020

**Gráfico 4- Resultados do LVC**



Fonte: Autor, 2020

Na figura 23, é possível observar a disposição dos conceitos ao longo dos trechos, por meio de uma representação gráfica, possibilitando melhor entendimento sobre as condições do pavimento asfáltico.

Sendo:

Vermelho :PÉSSIMO

Amarelo: RUIM

Verde: REGULAR

Figura 23- Representação da disposição dos conceitos ao longo da rodovia



Fonte: Google Earth - Adaptado pelo Autor, 2020

Com a representação gráfica na figura 23, pode-se perceber que os defeitos estão generalizados por todo o segmento, com maior ocorrência nos primeiros quilômetros, possivelmente pela grande quantidade de chácaras na região, e pelo crescimento do bairro Taquarussu Grande às margens da rodovia, sendo rota de escoamento da produção agrícola, por veículos com sobrepeso por eixo que por sua vez possibilita uma maior solicitação da rodovia.

#### 4.4.3 Sugestões de Correção e Manutenção

De acordo com o Manual de Recuperação de Pavimentos asfálticos, DNIT,(2006), e a norma DNIT 008/2003 – PRO, é possível estabelecer algumas sugestões de correção e manutenção para o segmento estudado, através da classificação de condição de cada trecho, tendo como princípio a tabela do ICPF, que direciona as intervenções necessárias para manutenção de acordo com cada classificação.

**Trechos Regulares:** Consiste na correção de pontos específicos no pavimento ou por meio de um recapeamento. O DNIT em 2006, no seu Manual de Restauração de Pavimentos Asfálticos, afirma que o recapeamento é a construção de uma ou mais camadas de revestimento sobre o pavimento antigo, estabelecendo sua capacidade estrutural e permitindo um novo ciclo de vida.

**Trechos Ruins:** Para os trechos ruins é necessário recapeamento com correções prévias, essas correções tem o objetivo de diminuir irregularidades e preparar o pavimento para que receba a recapagem.

**Trechos Péssimos:** Para os trechos em estado péssimo, é necessário a reconstrução dos trechos, total ou parcialmente, pois os trechos manifestam defeitos generalizados, e há deterioração do revestimento.

Segundo o DNIT (2006), a reconstrução do Pavimento é uma intervenção, estabelecida em Projeto de Engenharia específico de Restauração do Pavimento, que resume-se em remoção parcial ou total da estrutura do pavimento, e execução adequada de novas camadas que compõe a estrutura, e por fim a execução da nova camada de revestimento, possibilitando um pavimento apto a cumprir um novo ciclo de vida.

Ainda segundo o DNIT (2006), as execuções de recuperação das áreas degradadas devem seguir um cronograma, sendo ele:

- Previamente devem ser demarcados os perímetros das áreas no pavimento a serem abertas, onde devem se apresentar na forma quadriláteros;
- Realizar o corte no revestimento, conforme o perímetro demarcado, realizar a remoção do pavimento até tal profundidade que permita assim a realização do novo pavimento projetado;

- Os cortes em formatos de caixas devem apresentar saídas ligadas aos dispositivos de drenagem tanto profundo como superficiais;
  - Deve realizar a regularização do subleito;
  - Realizar o preenchimento da escavação com brita graduada com camadas no máximo de 15 cm, onde serão compactadas;
  - Deverá ser realizada a imprimação na superfície após a compactação das camadas;
  - Realizar o preenchimento da escavação com mistura asfáltica, assim chegando à superfície do pavimento, nivelando o mesmo;
  - Nas etapas de construção do reforço asfáltico a pintura de ligação para realizar essa execução deverá ser realizada somente após 10 dias de exposição ao tráfego. Onde após este período se houver depressões nas áreas que foram reparadas, o contratante deve se responsabilizar e tomar as necessárias providências corretivas.

## 5 CONCLUSÕES E SUGESTÕES PARA FUTUROS TRABALHOS

Com os resultados atingidos, é possível destacar que as condições do Pavimento Asfáltico do seguimento estudado não são ideais para trafegabilidade de seus usuários. Uma vez, que seus problemas vem se agravando com o passar dos anos, gerando desconforto para os usuários, ocasionando acidentes e comprometendo a segurança do tráfego.

O LVC realizado na rodovia, encontrou sérios problemas em todos os trechos, mostrou que de 20 quilômetros analisados, 12 estão em estado péssimo, 4 em estado ruim, e 4 em estado regular, ou seja 60% péssimo, 20% ruim, e 20% regular.

Pôde-se constatar que as manifestações patológicas mais frequentes foram os Remendos com 81,74% do total de defeitos, logo em seguida o Desgaste com 12,55%. Representando juntos cerca de 94,29% da totalidade de defeitos, o que influenciou totalmente no resultado.

Observando o segmento estudado, e seus respectivos resultados, seus defeitos estão por toda a extensão de maneira generalizada. No qual impossibilita intervenções pontuais, sendo necessário uma reconstrução do segmento. Deve-se elaborar primeiramente um Projeto de Engenharia específico de restauração, no qual o pavimento asfáltico deve ser dimensionado atendendo as solicitações atuais do segmento.

Para trabalhos futuros recomenda-se o Levantamento visual contínuo por toda extensão até a cidade de Aparecida do Rio Negro – TO, elaboração de um orçamento para medidas de manutenção e recuperação da via redimensionamento do trecho, e avaliar se o pavimento atual atende as solicitações atuais de tráfego.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

DNIT – DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES. (2006). **Manual de pavimentação**. IPR, Rio de Janeiro, Brasil.

QUIRINO, M. E. P. **Recuperação de pavimentos flexíveis em áreas de taxiamento de aeronaves: um estudo de caso da pista FOX-2 do Aeroporto Internacional Tancredo Neves – MG**. 2013. 79 p. Monografia (Especialização em Construção Civil) – Escola de Engenharia da Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2013.

SILVA, J. E. M.; CARNEIRO, L. A. V. **Pavimentos de concreto: histórico, tipos e modelos de fadiga**. Revista Militar de Ciência e Tecnologia, v. 31, p. 14- 3, 2014. Disponível em: < [http://rmct.ime.eb.br/arquivos/revistas/RMCT\\_3\\_tri\\_2014.pdf](http://rmct.ime.eb.br/arquivos/revistas/RMCT_3_tri_2014.pdf) > Acesso em maio/ 2020.

DNIT – DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES. (2004). Pavimento Rígido – **Avaliação Objetiva – Procedimento**. IPR, Rio de Janeiro, Brasil.

BALBO, José Tadeu. **Pavimentação Asfáltica: materiais, projeto e restauração**. São Paulo: Oficina de Texto, 2007.

BALBO, T. J. **Pavimentos Asfálticos – Patologias e Manutenção**, São Paulo: Plêiade, 1997.

SENÇO, Wlastermiller de. **Manual de Técnicas de Pavimentação: Volume I**. 2. ed. São Paulo: Pini Ltda, 2007. 758 p.

CUNHA, Roberto Carlos. **Determinação de Modelo de Deterioração dos Pavimentos para a Malha Rodoviária do Ceará**. Dissertação (Mestrado em

Engenharia de Transportes). Programa de Mestrado em Engenharia de Transportes, Centro de Tecnologia, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2008.

**Análise de pavimento flexível: estudo de um trecho crítico na rodovia ERS-421.** 2014. 83 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) – Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas, Centro Universitário UNIVATES, Lajeado, 2014.

DNIT 005/2003 – TER. **Defeitos nos pavimentos flexíveis e semi-rígidos.** MT – Departamento Nacional de Infra-estrutura de Transportes, Instituto de Pesquisas Rodoviárias, Brasília – DF, 2003.

Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. **Levantamento Visual Contínuo para Avaliação da Superfície de Pavimentos Flexíveis e Semi-rígidos – PRO 008/2003.** Rio de Janeiro, RJ: 2003.

**Pesquisa CNT de rodovias 2019.** – Brasília: CNT: SEST SENAT, 2019. Disponível em: :  
<<https://pesquisarodovias.cnt.org.br/downloads/ultimaversao/gerencial.pdf>.>  
acesso em maio/ 2020.

**DNIT-Condições das Rodovias -Estado: Tocantins/BR 0-10:** DNIT, 2017. Disponível em:  
<[servicos.dnit.gov.br/condicoes/condicoesdrf.asp?BR=010&Estado=Tocantins&drf=23](http://servicos.dnit.gov.br/condicoes/condicoesdrf.asp?BR=010&Estado=Tocantins&drf=23)> acesso em maio/2020.

MARQUES, G. B. **Análise de pavimento flexível: estudo de um trecho crítico na rodovia ERS-421.** 2014. 83 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) – Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas, Centro Universitário UNIVATES, Lajeado, 2014.

## ANEXOS

## NORMA DNIT 008/2003 – PRO.

## ANEXO A- Quadro resumo dos defeitos – codificação e classificação

FENDAS				CODIFICAÇÃO	CLASSE DAS FENDAS		
Fissuras				FI	-	-	-
Trincas no revestimento geradas por deformação permanente excessiva e/ou decorrentes do fenômeno de fadiga	Trincas Isoladas	Transversais	Curtas	TTC	FC-1	FC-2	FC-3
			Longas	TTL	FC-1	FC-2	FC-3
		Longitudinais	Curtas	TLC	FC-1	FC-2	FC-3
			Longas	TLL	FC-1	FC-2	FC-3
	Trincas Interligadas	"Jacaré"	Sem erosão acentuada nas bordas das trincas	J	-	FC-2	-
			Com erosão acentuada nas bordas das trincas	JE	-	-	FC-3
Trincas no revestimento não atribuídas ao fenômeno de fadiga	Trincas Isoladas	Devido à retração térmica ou dissecação da base (solo-cimento) ou do revestimento		TRR	FC-1	FC-2	FC-3
	Trincas Interligadas	"Bloco"	Sem erosão acentuada nas bordas das trincas	TB	-	FC-2	-
			Com erosão acentuada nas bordas das trincas	TBE	-	-	FC-3
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		

Fonte: Norma DNIT 008/2003 – PRO.

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.







## ANEXO D- Quadro resumo

MT DNIT	PAVIMENTOS FLEXÍVEIS E SEMI-RÍGIDOS							Folha	
	RESULTADOS DO LEVANTAMENTO VISUAL CONTÍNUO							de	
Código PNV _____		Ext. PNV _____		UNIT _____	Nº PISTALADO _____		MÊS/ANO _____		
		Início _____					MR Nº _____		
Trecho do PNV		Fim _____		VMD _____		MR Nº _____			
Nº do Seg	SEGMENTO			RESULTADOS					
	Km Início	Km Fim	Extensão	ICPF	IGGE	IES			OBSERVAÇÕES
						Valor	Cód.	Conceito	

ICPF - Índice de Condição de Pavimentos Flexíveis

IGGE - Índice de Gravidade Global Expedito

IES - Índice do Estado da Superfície

Fonte: Norma DNIT 008/2003 – PRO.

