



**Centro Universitário de Brasília - UniCEUB**  
**Faculdade de Tecnologia e Ciências Sociais**  
**Aplicadas – FATECS**  
**Curso: Engenharia Civil**

ANGELA MARIA ANES PEREIRA

**AVALIAÇÃO DE QUALIDADE DA SUPERFÍCIE DO PAVIMENTO EM TRECHO DA**  
**DF – 002 SEGUNDO CRITÉRIO DNIT006/2003**

Brasília – DF  
2019

ANGELA MARIA ANES PEREIRA

**AVALIAÇÃO DE QUALIDADE DA SUPERFÍCIE DO PAVIMENTO EM TRECHO DA  
DF – 002 SEGUNDO CRITÉRIO DNIT006/2003**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Faculdade de Tecnologia e Ciências Sociais Aplicadas – FATECS do Centro Universitário de Brasília – UniCEUB como parte dos requisitos para a obtenção de título de Bacharel em Engenharia Civil.

Orientadora: Profa. MSc Gabriela de A. D. Bahia

Brasília - DF  
2019

ANGELA MARIA ANES PEREIRA

**AVALIAÇÃO DE QUALIDADE DA SUPERFÍCIE DO PAVIMENTO EM TRECHO DA  
DF – 002 SEGUNDO CRITÉRIO DNIT006/2003**

Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentado à Faculdade de Tecnologia e  
Ciências Sociais Aplicadas – FATECS do  
Centro Universitário de Brasília - UniCEUB  
como parte dos requisitos para a obtenção  
de título de Bacharel em Engenharia Civil.

**Brasília, 01 de Julho de 2019**

**Banca Examinadora**

---

**Prof.<sup>a</sup> MSc Gabriela de A. D. Bahia**  
**Orientadora**  
**Centro Universitário de Brasília - UniCEUB**

---

**Prof.<sup>a</sup> MSc Erika Regina Castro**  
**Examinador interno**  
**Centro Universitário de Brasília - UniCEUB**

---

**Prof.<sup>o</sup> MSc Vinícius Resende Domingues**  
**Examinador externo**  
**Engenheiro Civil**

## **AGRADECIMENTOS**

Primeiramente agradeço a Deus que me permitiu que tudo isso acontecesse, ao longo da minha vida, e não somente nestes anos como universitária, mas que em todos os momentos é o maior mestre que alguém pode conhecer.

Estendo meus agradecimentos a todos aqueles que de alguma maneira contribuíram para a realização deste trabalho, dentre os quais destaco:

Minha mãe Laide Anes, meu pai Geraldo Pereira, minhas irmãs Dalva Anes e Juliana Anes que sempre me incentivaram a ir à busca dos meus sonhos.

A minha professora orientadora Gabriela de Athayde Duboc eu agradeço por aceitar meu convite e me auxiliar sempre que precisei.

“Nossa maior tragédia e não saber o que fazer com a vida.”

José Saramago

## RESUMO

As rodovias brasileiras são o principal sistema logístico do país e contribuem de forma direta para o crescimento da economia nacional, sendo o maior responsável pelo transporte de cargas e passageiros. No Brasil os pavimentos são projetados para durarem entre 8 e 12 anos, no entanto, em alguns casos os problemas ocorrem pouco tempo após a finalização da obra, afetando a segurança e o conforto dos usuários. Levando em conta que mais de 90% das rodovias brasileiras são compostas de pavimentos flexíveis, o presente trabalho visa analisar as manifestações patológicas em um trecho da DF - 002, situada no Eixo Rodoviário de Brasília, localizada entre as quadras 102 sul e 108 sul. A metodologia empregada neste trabalho compreendeu a norma DNIT 005/2003 - TER que define os termos técnicos empregados em defeitos que ocorrem nos pavimentos flexíveis e a norma DNIT 006/2003 – PRO que fixa as condições exigíveis para avaliação objetiva da superfície, além de determinar o grau de degradação do pavimento.

**Palavras-chave:** rodovias brasileiras, manifestações patológicas, avaliação objetiva.

## ABSTRACT

The Brazilian highways are the main logistics system of the country and contribute directly to the growth of the national economy, being the largest responsible for the transportation of cargo and passengers. In Brazil the road pavements are designed to last between 8 and 12 years, however, in some cases problems occur shortly after the completion of the work, affecting the safety and comfort of users. Taking into account that more than 90% of Brazilian highways are composed of flexible pavements, this work aims to analyze the pathological manifestations in a part of DF - 002 highway, located in the Highway Axis of Brasília (Eixo Rodoviário de Brasília), between 102 South and 108 South Superquadras. The methodology used in this work comprised the standard of National Transportation Infrastructure Department, DNIT 005/2003 - TER, which defines the technical terms employed in defects occurring in flexible pavements, and the standard DNIT 006/2003 - PRO that establishes the conditions required for objective evaluation of the surface, besides determining the degree of degradation of the pavement.

**Keywords:** Brazilian highways, pathological manifestations, objective evaluation.

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1- Seção transversal de pavimento rígido .....	22
Figura 2 – Seção transversal de pavimento flexível .....	23
Figura 3 – Ranking de qualidade das rodovias dos países da América do Sul 2018 ....	26
Figura 4 – Representação esquemática dos defeitos ocorrentes na superfície de pavimentos flexíveis .....	29
Figura 5 – Fissura .....	30
Figura 6 – Trinca isolada transversal .....	31
Figura 7 – Trinca isolada longitudinal.....	31
Figura 8 – Trinca de retração .....	32
Figura 9 – Trinca interligada – tipo jacaré .....	33
Figura 10 - Trinca interligada – tipo bloco .....	33
Figura 11 – Afundamento plástico nas trilhas de roda .....	34
Figura 12 – Afundamento plástico local .....	35
Figura 13 – Afundamento plástico nas trilhas de roda .....	35
Figura 14 – Afundamento por consolidação nas trilhas de roda.....	36
Figura 15 – Afundamento por consolidação local.....	36
Figura 16 – Afundamento por consolidação em trilha de roda .....	36
Figura 17 - Ondulação.....	37
Figura 18 - Escorregamento.....	37
Figura 19 - Exsudação .....	38
Figura 20 - Desgaste.....	38
Figura 21 – Panela / buraco .....	39
Figura 22 – Remendo profundo.....	40
Figura 23 – Remendo profundo.....	40
Figura 24 – Localização de Brasília no mapa do Brasil .....	44
Figura 25 – Mapa de Brasília .....	44
Figura 26 – Trecho avaliado da DF - 002 .....	45
Figura 27 – Delimitação da área avaliada .....	47
Figura 28 – Manifestações patológicas visualizadas na 1ª estação .....	61
Figura 29 – Manifestações patológicas encontradas na 1ª estação.....	61
Figura 30 – Ocorrências visualizadas na 2ª estação .....	61
Figura 31 – Ocorrências fotografadas na 2ª estação .....	62
Figura 32 – Manifestações patológicas vistas na 3ª estação .....	62
Figura 33 – Manifestações patológicas encontradas na 4ª estação .....	62

Figura 34 – Ocorrência fotografada na 4ª estação.....	63
Figura 35 – Manifestações patológicas observadas na 5ª estação .....	63
Figura 36 – Manifestações patológicas visualizadas na 6ª estação .....	63
Figura 37 – Manifestações patológicas visualizadas na 6ª estação .....	64
Figura 38 – Manifestações patológicas vistas na 7ª estação .....	64
Figura 39 – Ocorrências visualizadas na 8ª estação .....	64
Figura 40 – Defeitos observados na 8ª estação .....	65
Figura 41 – Manifestações patológicas visualizadas na 9ª estação .....	65
Figura 42 – Ocorrências fotografadas na 10ª estação .....	65
Figura 43 – Manifestações patológicas vistas na 11ª estação .....	66
Figura 44 – Ocorrências visualizadas na 12ª estação .....	66
Figura 45 – Ocorrências vistas na 13ª estação .....	66
Figura 46 – Defeitos visualizadas na 13ª estação.....	67
Figura 47 – Manifestações patológicas visualizadas na 14ª estação.....	67
Figura 48 – Manifestações patológicas encontradas na 15ª estação .....	67
Figura 49 – Ocorrências visualizadas na 16ª estação .....	68
Figura 50 – Ocorrências fotografadas na 17ª estação .....	68
Figura 51 – Defeitos visualizados na 18ª estação.....	68
Figura 52 – Defeitos encontrados na 19ª estação .....	69
Figura 53 – Manifestações patológicas visualizadas na 20ª estação.....	69
Figura 54 – Manifestações patológicas fotografadas na 21ª estação .....	69
Figura 55 – Ocorrências visualizadas na 22ª estação .....	70
Figura 56 – Ocorrências fotografadas na 23ª estação .....	70
Figura 57 – Manifestações patológicas visualizadas na 24ª estação.....	70
Figura 58 – Manifestações patológicas vistas na 25ª estação .....	71
Figura 59 – Defeitos visualizados na 26ª estação.....	71
Figura 60 – Defeitos fotografados na 27ª estação .....	71
Figura 61 – Ocorrências visualizadas na 28ª estação .....	72
Figura 62 – Manifestações patológicas visualizadas na 29ª estação.....	72
Figura 63 – Manifestações patológicas encontradas na 30ª estação .....	72
Figura 64 – Ocorrências visualizadas na 31ª estação .....	73
Figura 65 – Ocorrências observadas na 32ª estação .....	73
Figura 66 – Manifestações patológicas fotografadas na 33ª estação .....	73
Figura 67 – Manifestações patológicas visualizadas na 34ª estação.....	74
Figura 68 – Ocorrências visualizadas na 35ª estação .....	74

Figura 69 – Manifestações patológicas fotografadas na 36ª estação .....	74
Figura 70 – Defeitos visualizados na 37ª estação.....	75
Figura 71 – Ocorrências fotografadas na 38ª estação .....	75
Figura 72 – Manifestações patológicas visualizadas na 39ª estação.....	75
Figura 73 – Ocorrências visualizadas na 40ª estação .....	76
Figura 74 – Manifestações patológicas visualizadas na 41ª estação.....	76
Figura 75 – Manifestações patológicas fotografadas na 42ª estação .....	76
Figura 76 – Defeitos fotografados na 43ª estação .....	77
Figura 77 – Manifestações patológicas visualizadas na 43ª estação.....	77
Figura 78 – Manifestações patológicas observadas na 44ª estação .....	77
Figura 79 – Ocorrências visualizadas na 45ª estação .....	78
Figura 80 – Ocorrências fotografadas na 46ª estação .....	78
Figura 81 – Manifestações patológicas fotografadas na 47ª estação .....	78
Figura 82 – Manifestações patológicas visualizadas na 48ª estação.....	79
Figura 83 – Defeitos visualizados na 49ª estação.....	79
Figura 84 – Manifestações patológicas fotografadas na 50ª estação .....	79
Figura 85 – Manifestações patológicas visualizadas na 51ª estação.....	80
Figura 86 – Ocorrências visualizadas na 52ª estação .....	80
Figura 87 – Ocorrências fotografadas na 53ª estação .....	80
Figura 88 – Manifestações patológicas visualizadas na 54ª estação.....	81
Figura 89 – Manifestações patológicas observadas na 55ª estação .....	81
Figura 90 – Ocorrências visualizadas na 56ª estação .....	81
Figura 91 – Manifestações patológicas visualizadas na 57ª estação.....	82
Figura 92 – Manifestações patológicas fotografadas na 58ª estação .....	82
Figura 93 – Defeitos encontrados na 59ª estação .....	82
Figura 94 – Defeitos visualizados na 60ª estação.....	83
Figura 95 – Manifestações patológicas visualizadas na 61ª estação.....	83
Figura 96 – Manifestações patológicas fotografadas na 62ª estação .....	83
Figura 97 – Ocorrências visualizadas na 63ª estação .....	84
Figura 98 – Manifestações patológicas visualizadas na 64ª estação.....	84
Figura 99 – Manifestações patológicas fotografadas na 65ª estação .....	84
Figura 100 – Defeitos visualizados na 66ª estação.....	85
Figura 101 – Ocorrências visualizadas na 67ª estação .....	85
Figura 102 – Manifestações patológicas visualizadas na 68ª estação.....	85
Figura 103 – Manifestações patológicas fotografadas na 69ª estação .....	86

Figura 104 – Ocorrências visualizadas na 70ª estação .....	86
Figura 105 – Manifestações patológicas fotografadas na 71ª estação .....	86
Figura 106 – Manifestações patológicas visualizadas na 72ª estação.....	87
Figura 107 – Defeitos fotografados na 73ª estação .....	87
Figura 108 – Manifestações patológicas encontradas na 74ª estação .....	87
Figura 109 – Ocorrências visualizadas na 75ª estação .....	88
Figura 110 – Manifestações patológicas visualizadas na 76ª estação.....	88
Figura 111 – Manifestações patológicas fotografadas na 77ª estação .....	88
Figura 112 – Defeitos visualizados na 78ª estação.....	89
Figura 113 – Manifestações patológicas visualizadas na 79ª estação.....	89
Figura 114 – Ocorrências visualizadas na 80ª estação .....	89
Figura 115 – Manifestações patológicas visualizadas na 81ª estação.....	90
Figura 116 – Manifestações patológicas observadas na 82ª estação .....	90
Figura 117 – Defeitos visualizados na 83ª estação.....	90
Figura 118 – Manifestações patológicas visualizadas na 84ª estação.....	91
Figura 119 – Ocorrências visualizadas na 85ª estação .....	91
Figura 120 – Defeitos fotografados na 86ª estação .....	91
Figura 121 – Manifestações patológicas visualizadas na 87ª estação.....	92
Figura 122 – Manifestações patológicas observadas na 88ª estação .....	92
Figura 123 – Defeitos visualizados na 89ª estação.....	92
Figura 124 – Ocorrências fotografadas na 90ª estação .....	93
Figura 125 – Manifestações patológicas visualizadas na 91ª estação.....	93
Figura 126 – Manifestações patológicas observadas na 92ª estação .....	93
Figura 127 – Defeitos fotografados na 93ª estação .....	94
Figura 128 – Manifestações patológicas encontradas na 94ª estação .....	94
Figura 129 – Defeitos visualizados na 95ª estação.....	94
Figura 130 – Manifestações patológicas visualizadas na 96ª estação.....	95
Figura 131 – Ocorrências fotografadas na 97ª estação .....	95
Figura 132 – Manifestações patológicas observadas na 98ª estação .....	95
Figura 133 – Ocorrências visualizadas na 99ª estação.....	96
Figura 134 – Defeitos fotografados na 100ª estação .....	96

## ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 – Valor do fator de ponderação .....	41
Tabela 2 – Conceito de degradação do pavimento em função do IGG .....	42
Tabela 3 - Manifestações patológicas encontradas nas estações de levantamento do estudo .....	48
Tabela 4 - Cálculo do Índice de Gravidade Global (IGG) .....	53
Tabela 5 – Possíveis causas para as anomalias encontradas .....	55
Tabela 6 – Planilha de anotações das ocorrências encontradas .....	98

## ÍNDICE DE QUADROS

Quadro 1 – Defeitos e códigos da Norma DNIT 005/2003 - TER.....	28
---	----

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Percentual de estações com e sem defeitos .....	53
Gráfico 2 – Frequência relativa .....	54

## ÍNDICE DE SIGLAS

CA	Concreto Asfáltico
CBUQ	Concreto Betuminoso Usinado a Quente
Cm	Centímetro
CNT	Confederação Nacional dos Transportes
DER	Departamento de Estradas e Rodagens
DF	Distrito Federal
DNIT	Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes
$f_a$	Frequência Absoluta
$f_r$	Frequência Relativa
IGG	Índice de Gravidade Global
IGI	Índice de Gravidade Global
Km	Quilômetro
PRO	Procedimento
SNV	Sistema Nacional de Viação
TCU	Tribunal de Contas da União
TER	Terminologia

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>17</b>
<b>2 OBJETIVOS</b> .....	<b>19</b>
<b>2.1 Objetivo Geral</b> .....	<b>19</b>
<b>2.2 Objetivos Específicos</b> .....	<b>19</b>
<b>3 JUSTIFICATIVA</b> .....	<b>20</b>
<b>4 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....	<b>21</b>
<b>4.1 Pavimento</b> .....	<b>21</b>
<b>4.2 Estrutura do pavimento</b> .....	<b>21</b>
<b>4.3 Camadas constituintes</b> .....	<b>23</b>
<b>4.3.1 Subleito</b> .....	<b>23</b>
<b>4.3.2 Regularização do subleito</b> .....	<b>24</b>
<b>4.3.3 Reforço do subleito</b> .....	<b>24</b>
<b>4.3.4 Sub-base</b> .....	<b>24</b>
<b>4.3.5 Base</b> .....	<b>25</b>
<b>4.3.6 Revestimento</b> .....	<b>25</b>
<b>4.4 Patologia em pavimentos asfálticos flexíveis</b> .....	<b>26</b>
<b>4.4.1 Fenda</b> .....	<b>29</b>
4.4.1.1 <i>Fissura</i> .....	30
4.4.1.2 <i>Trinca</i> .....	30
<b>4.4.2 Afundamento</b> .....	<b>34</b>
4.4.2.1 <i>Afundamento plástico</i> .....	34
4.4.2.2 <i>Afundamento de consolidação</i> .....	35
<b>4.4.3 Ondulação ou Corrugação</b> .....	<b>37</b>
<b>4.4.4 Escorregamento</b> .....	<b>37</b>
<b>4.4.5 Exsudação</b> .....	<b>38</b>
<b>4.4.6 Desgaste</b> .....	<b>38</b>
<b>4.4.7 Panela ou buraco</b> .....	<b>39</b>
<b>4.4.8 Remendo</b> .....	<b>39</b>
4.4.8.1 <i>Remendo profundo</i> .....	39
4.4.8.2 <i>Remendo superficial</i> .....	40

<b>4.5</b>	<b>Cálculo do índice de Gravidade Global (IGG)</b> .....	<b>40</b>
<b>5</b>	<b>CARACTERIZAÇÃO DO LOCAL DE ESTUDO</b> .....	<b>43</b>
<b>6</b>	<b>METODOLOGIA</b> .....	<b>46</b>
<b>7</b>	<b>APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DAS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS</b> .....	<b>48</b>
<b>7.1</b>	<b>Avaliação das estações</b> .....	<b>48</b>
<b>7.2</b>	<b>Análise das manifestações patológicas</b> .....	<b>53</b>
<b>8</b>	<b>CONCLUSÃO</b> .....	<b>57</b>
<b>9</b>	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	<b>58</b>

## 1 INTRODUÇÃO

As rodovias brasileiras são de grande importância para as atividades econômicas e sociais do país, visto que o transporte rodoviário é responsável pelo tráfego de aproximadamente 95% dos passageiros e de mais de 61% das cargas, de acordo com a Confederação Nacional dos transportes (CNT, 2018).

Segundo dados de 2018 do Sistema Nacional de Viação (SNV), há no país 213.453 km de rodovias pavimentadas e 1.507.248 km de rodovias não pavimentadas, que correspondem, respectivamente, a 12,4% e 87,6% da extensão total de rodovias brasileiras. Tal distribuição tem impacto não apenas na segurança e no conforto dos condutores e passageiros, mas também no desgaste dos veículos, nas velocidades desenvolvidas e nos tempos de viagem, entre outros.

De acordo com os dados apresentados pela CNT (2018) a malha rodoviária não pavimentada ainda é dividida em 1.349.939 km de rodovias não planejadas e 157.309 km de rodovias planejadas. Dessa forma, do total de rodovias não pavimentadas do país (pavimentadas e não pavimentadas), existem 78,5% de rodovias não planejadas e 9,1% de rodovias planejadas. Das rodovias pavimentadas, 65.615 km são federais, correspondendo a 30,7% e 147.838 são rodovias estaduais transitórias, estaduais e municipais, correspondendo a 69,3% do total. Das rodovias federais, 6.407 km são de pistas duplicadas (9,8%), 1.396 km são de pistas em duplicação (2,1%) e 57.812 km pista simples (88,1%).

A última pesquisa da CNT (2018) mostra que, nos últimos dez anos, a extensão das rodovias federais pavimentadas cresceu 8,4%, com uma expansão média de quase 1,0% ao ano. Ainda de acordo com a pesquisa, dos 107.161 km de rodovias avaliadas em todo o país, 57% possuem algum tipo de deficiência, 35,2% encontram-se em estado regular, 15,3% ruim e 6,5% péssimo, seja no pavimento, na sinalização ou na geometria da via.

No ano de 2018 foram avaliados 87.563 km (81,7%) de rodovias sob gestão pública e 19.598 km (18,3%) de rodovias concedidas. Desse total, 65,8% (57.553 km) das rodovias sob gestão pública avaliadas, foram identificados problemas,

sendo classificadas como regular, ruim ou péssimo no estado geral. As rodovias sob concessão da iniciativa privada apresentaram percentual de 18,1% (3.527 km).

Dessa forma, este estudo tem o intuito de apontar as principais manifestações patológicas identificadas em um trecho da DF – 002, com o intuito de contribuir para os serviços de reabilitação e conservação do pavimento, de forma a garantir maior durabilidade e funcionalidade da rodovia analisada.

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo Geral**

O presente trabalho tem por objetivo geral verificar a qualidade da superfície do pavimento em um trecho da DF – 002, de forma a avaliar as manifestações patológicas na superfície do pavimento.

### **2.2 Objetivos Específicos**

- Estudar o procedimento para a avaliação objetiva do pavimento contido na instrução DNIT006/2003 – PRO;
- Estudar os tipos de manifestações patológicas existentes em pavimentos flexíveis por meio da instrução DNIT005/2003 – TER;
- Avaliar um trecho do pavimento da DF – 002 utilizando as instruções do DNIT, por meio da determinação do IGG de forma a determinar o grau de degradação do pavimento.

### 3 JUSTIFICATIVA

O transporte rodoviário brasileiro é o principal sistema logístico do país e conta com uma malha rodoviária de 1.720.701 km de estradas e rodovias, sendo responsável pelo transporte de mais de 61% das cargas produzidas pelo país. Tal demanda, se deve ao fato da capacidade de coletar as mercadorias no local de origem e conduzi-las ao ponto final sem a utilização de outros modais existentes.

Dada a grande importância desse modal para o bom desempenho das atividades econômicas do país é imprescindível que a logística rodoviária brasileira apresente condições mínimas de qualidade para atender aos seus usuários. A experiência dos usuários nas rodovias é influenciada, em grande parte, pela existência de pavimentos bem como a qualidade da execução e manutenção do mesmo.

Os problemas verificados nas rodovias brasileiras pavimentadas decorrem, na grande maioria das vezes, de erros de execução, má qualidade dos materiais, manutenção insuficiente e devido ao crescente número de veículos em circulação, que contribui cada vez mais para a depreciação da malha. Nesse sentido, é necessário um grande investimento em projetos de infraestrutura rodoviária, nos quais se incluem pavimentação, recuperação e ampliação de vias para que se tenha um melhor desempenho no setor de transportes, impulsionando assim o crescimento econômico.

No Brasil, a principal forma de pavimentação utilizada é o pavimento flexível (asfalto), compondo mais de 90% da malha rodoviária. Esse tipo de pavimento é caracterizado por um custo inicial relativamente baixo, menores prazos de execução quando comparado a outros tipos de concepção estrutural.

Dessa forma, este trabalho visa descrever, através de análises de campo, as principais manifestações patológicas encontradas em pavimentos flexíveis de um trecho da DF – 002 segundo critério DNIT006/2003.

## **4 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

### **4.1 Pavimento**

O conceito de pavimento é bastante diversificado, de acordo Souza (1980) pavimento é uma estrutura construída após a terraplanagem composto de camadas de diferentes tipos de materiais.

Para Bernucci et al. (2008, pag. 09):

Pavimento é uma estrutura de múltiplas camadas de espessuras finitas, construída sobre a superfície final de terraplanagem, destinada técnica e economicamente a resistir aos esforços oriundos do tráfego de veículos e do clima, e a propiciar aos usuários melhoria nas condições de rolamento, com conforto, economia e segurança.

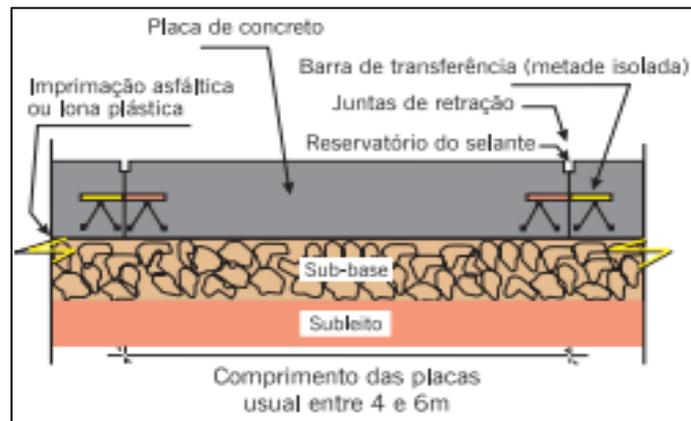
Portanto, pode-se caracterizar o pavimento como sendo uma estrutura construída após a terraplanagem com múltiplas camadas de espessuras finitas, destinada a resistir aos esforços provenientes do tráfego de veículos e proporcionar melhoria nas condições de rolamento da pista.

### **4.2 Estrutura do pavimento**

Segundo pesquisa CNT (2018), a estrutura do pavimento tem a função de receber os esforços oriundos do tráfego e transmiti-los para as camadas inferiores de forma aliviada, uma vez que essas são geralmente menos resistentes.

Quanto a classificação do tipo de pavimento, Bernucci et al. (2008) divide-o em dois tipos básicos: pavimentos flexíveis e pavimentos rígidos.

De acordo com Bernucci et al. (2008) os pavimentos rígidos são aqueles em que o revestimento é uma placa de concreto de cimento Portland, sua espessura é fixada em função da resistência à flexão das placas de concreto e das resistências das camadas subjacentes. As placas de concreto podem ser armadas ou não com barras de aço. É comum designar-se a subcamada desse pavimento de sub-base, já que a qualidade do material dessa camada equivale a sub-base dos pavimentos asfálticos. A Figura 1 apresenta um esquema desse tipo de pavimento.

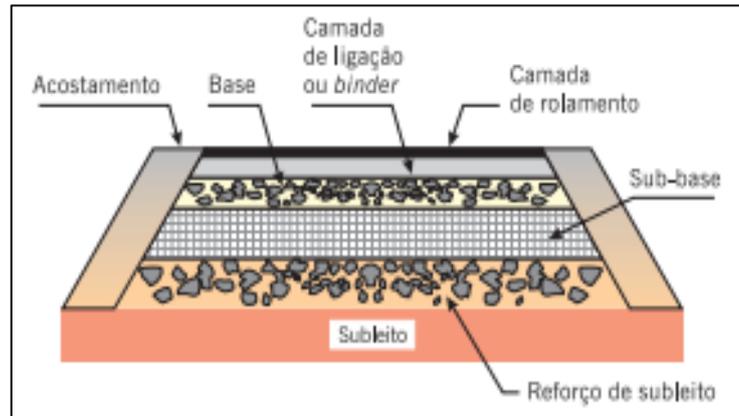
**Figura 1** - Seção transversal de pavimento rígido

Fonte: BERNUCCI, et al. (2008)

Para Bernucci et al. (2008) os pavimentos flexíveis são compostos por uma mistura constituída basicamente de agregados e ligantes asfálticos. É formado por quatro camadas principais, sendo elas: revestimento asfáltico, base, sub-base e reforço do subleito. O revestimento asfáltico pode ser composto por camada de rolamento, em contato direto com as rodas dos veículos e por camadas intermediárias ou de ligação, denominada de blinder. Dependendo do tráfego e dos materiais disponíveis, pode-se ter ausência de algumas camadas. As camadas da estrutura repousam sobre o subleito, a plataforma da estrada terminada após a conclusão dos cortes e aterros.

O revestimento asfáltico é a camada superior destinada a resistir diretamente às ações do tráfego e transmiti-las de forma atenuada as camadas inferiores, impermeabilizar o pavimento, além de melhorar as condições de rolamento. A Figura 2 apresenta um esquema desse tipo de pavimento.

**Figura 2** - Seção transversal de pavimento flexível



Fonte: BERNUCCI, et al. (2008)

### 4.3 Camadas constituintes

A estrutura do pavimento é construída após a superfície de terraplenagem e é composta de algumas camadas que variam de acordo com a solicitação do tráfego local. Toda a estrutura do pavimento é construída em cima do subleito que funciona como uma base recebendo os esforços absorvidos pelo pavimento.

É necessário um estudo prévio para se conhecer o solo que servirá de apoio para a estrutura a ser construída. O subleito determina a espessura do pavimento assim como os tipos de materiais a serem empregados na pavimentação. Acima do subleito é construída a regularização do subleito, reforço do subleito, se houver necessidade, sub-base, base e por fim o revestimento.

No entanto para Bernucci et al. (2008) são consideradas apenas quatro camadas: revestimento, base, sub-base e reforço do subleito. Nessa percepção o subleito é um extrato natural que receberá o asfalto, ou seja, não é uma camada da estrutura do pavimento.

#### 4.3.1 Subleito

De acordo a pesquisa CNT (2017) subleito é o terreno de fundação onde o pavimento asfáltico é apoiado. Sendo a camada responsável por absorver os esforços verticais oriundos do tráfego de veículos e é constituída de material natural consolidado e compactado.

Os materiais a serem empregados na pavimentação e a espessura final do pavimento dependerá das condições do subleito, podendo até vir a necessitar da substituição parcial do mesmo por outro de melhores condições.

#### 4.3.2 *Regularização do subleito*

De acordo com a norma DNIT137 (2010) a regularização do subleito é destinada a conformar o leito estradal, transversal e longitudinalmente, obedecendo às larguras e cotas constantes das notas constantes das notas de serviço de regularização de terraplenagem do projeto, compreendendo cortes ou aterros com espessura de até 20 cm.

#### 4.3.3 *Reforço do subleito*

Segundo a norma DNIT138 (2010), reforço do subleito é a camada estabilizada granulometricamente, executada sobre o subleito devidamente compactado e regularizado, utilizada quando se torna necessário reduzir espessuras elevadas da camada de sub-base, originadas pela baixa capacidade de suporte do subleito.

Para Balbo (2007) o emprego dessa camada pode ser substituído por maiores espessuras nas camadas superiores, porém se utilizada onera menos o custo da obra, uma vez que, possibilita faixas menos espessas de base e sub-base, que geralmente têm custos mais elevados.

#### 4.3.4 *Sub-base*

De norma DNIT139 (2010), a sub-base é a camada de pavimentação complementar à base e com as mesmas funções desta, executada sobre o subleito ou reforço do subleito devidamente compactado e regularizado.

Utilizada quando não for aconselhável construir a base diretamente sobre o subleito ou reforço do subleito, por questões técnicas e econômicas.

#### 4.3.5 Base

Segundo pesquisa DNIT (2017) base é a camada da pavimentação destinada a resistir e distribuir os esforços verticais provenientes do tráfego de veículos distribuindo-os adequadamente as camadas inferiores. É sobre a base que é construído o revestimento.

A base poderá se ser complementada pela sub-base e pelo reforço do subleito. A capacidade estrutural da base está associada as propriedades de resistência e rigidez dos materiais utilizados em sua composição, que podem ser os mesmos usados para a sub-base, mas de qualidade melhor.

#### 4.3.6 Revestimento

Para Bernucci et. al (2008) revestimento é a camada que recebe diretamente a ação do tráfego rolamento dos veículos transmitindo-as de forma atenuada as camadas inferiores, destinada a melhorar as condições do tráfego da via quanto a comodidade e segurança, resistir aos esforços horizontais que nele atuam em decorrência do movimento dos veículos, além de ser resistente ao desgaste e reduzir a penetração de água superficial no pavimento.

Ainda segundo Bernucci et al. (2008, pag. 8):

A maioria dos pavimentos brasileiros usa-se como revestimento uma mistura de agregados minerais, de vários tamanhos, podendo também variar quanto à fonte, com ligantes asfálticos que, de forma adequadamente proporcionada e processada, garanta ao serviço executado os requisitos de impermeabilidade, flexibilidade, estabilidade, durabilidade, resistência à derrapagem, resistência à fadiga e ao trincamento térmico, de acordo com o clima e o tráfego previstos para o local.

O revestimento mais empregado no Brasil é o concreto asfáltico (CA) também denominado concreto betuminoso usinado a quente (CBUQ). Trata-se do produto da mistura convenientemente proporcionada de agregados de vários tamanhos e cimento asfáltico, ambos aquecidos em temperaturas previamente escolhidas, em função da característica viscosidade-temperatura do ligante.

O segundo grupo de misturas, feitas em usinas estacionárias próprias, são os pré-misturados a frio em que se empregam as emulsões asfálticas como ligante para envolver os agregados. Também proporcionados de forma conveniente para atender certos requisitos de arranjo do esqueleto mineral, características volumétricas e de resistência mecânica especificadas, são nesse caso realizadas

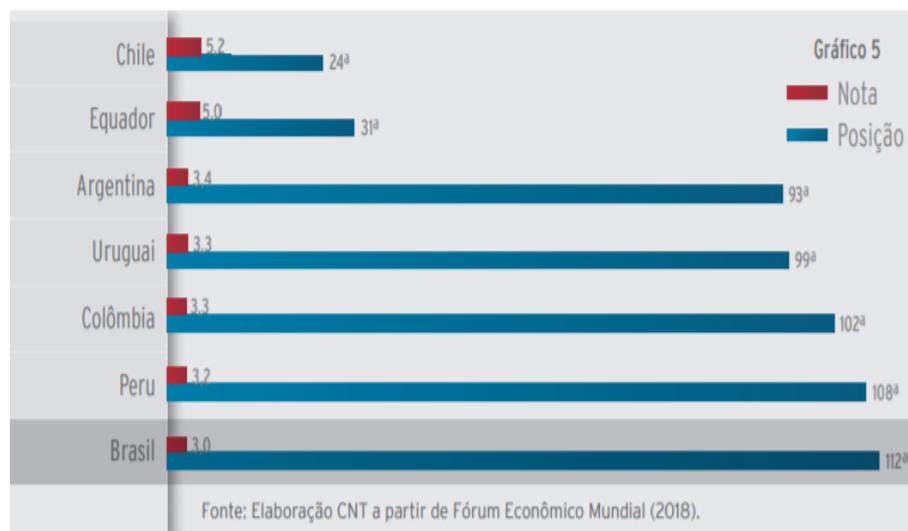
sem aquecimento dos agregados. O ligante eventualmente pode sofrer um pequeno aquecimento, mas em geral é também usado na temperatura ambiente, Bernucci et al. (2008).

#### 4.4 Patologia em pavimentos asfálticos flexíveis

Segundo a CNT (2017), no Brasil os pavimentos rodoviários são projetados para durarem entre 8 e 12 anos. Em geral os pavimentos de rodovias sob gestão pública apresentam problemas estruturais precocemente. De acordo com os relatórios do TCU (Tribunal de Contas da União), de 2013, em alguns casos, os problemas começam a surgir após sete meses depois da entrega da obra.

Segundo pesquisa CNT (2018), de acordo com o Fórum Econômico Mundial<sup>1</sup>, em uma comparação com 140 países, o Brasil encontra-se na 112ª posição no quesito qualidade de infraestrutura rodoviária, ficando atrás de países situados na América do Sul, conforme Figura 3.

**Figura 3** – Ranking de qualidade das rodovias dos países da América do Sul - 2018



Fonte: CNT (2018)

Vários são os fatores que contribuem para a pouca durabilidade do pavimento das rodovias brasileiras, dentre as quais se podem destacar:

<sup>1</sup> Ranking divulgado anualmente, sendo a versão mais recente divulgada em 2018.

- Destinação insuficiente de recursos para obras de construção, fiscalização e manutenção de rodovias;
- Problemas na manutenção preventiva dos pavimentos;
- Gastos excessivos com correções decorrentes da má execução de obras (até 24% do valor da obra), além de falhas técnicas na execução e ausência de controle de qualidade de matérias-primas;
- Falta de fiscalização e controle de pesagem nas rodovias. Número insuficiente de postos de pesagem;
- Ausência de políticas públicas consistentes e de longo prazo para o setor rodoviário;
- Setor rodoviário sobrecarregado por falta de uma política multimodal e integrada, que garanta o equilíbrio da matriz de transporte no Brasil.

Para classificar os tipos de defeitos que ocorrem em pavimentos flexíveis, o DNIT Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes criou a norma 005/2003 – TER que define os termos técnicos empregados na avaliação de qualidade de pavimentos no Brasil. No Quadro 1 consta a relação dos defeitos e códigos utilizados pelo DNIT.

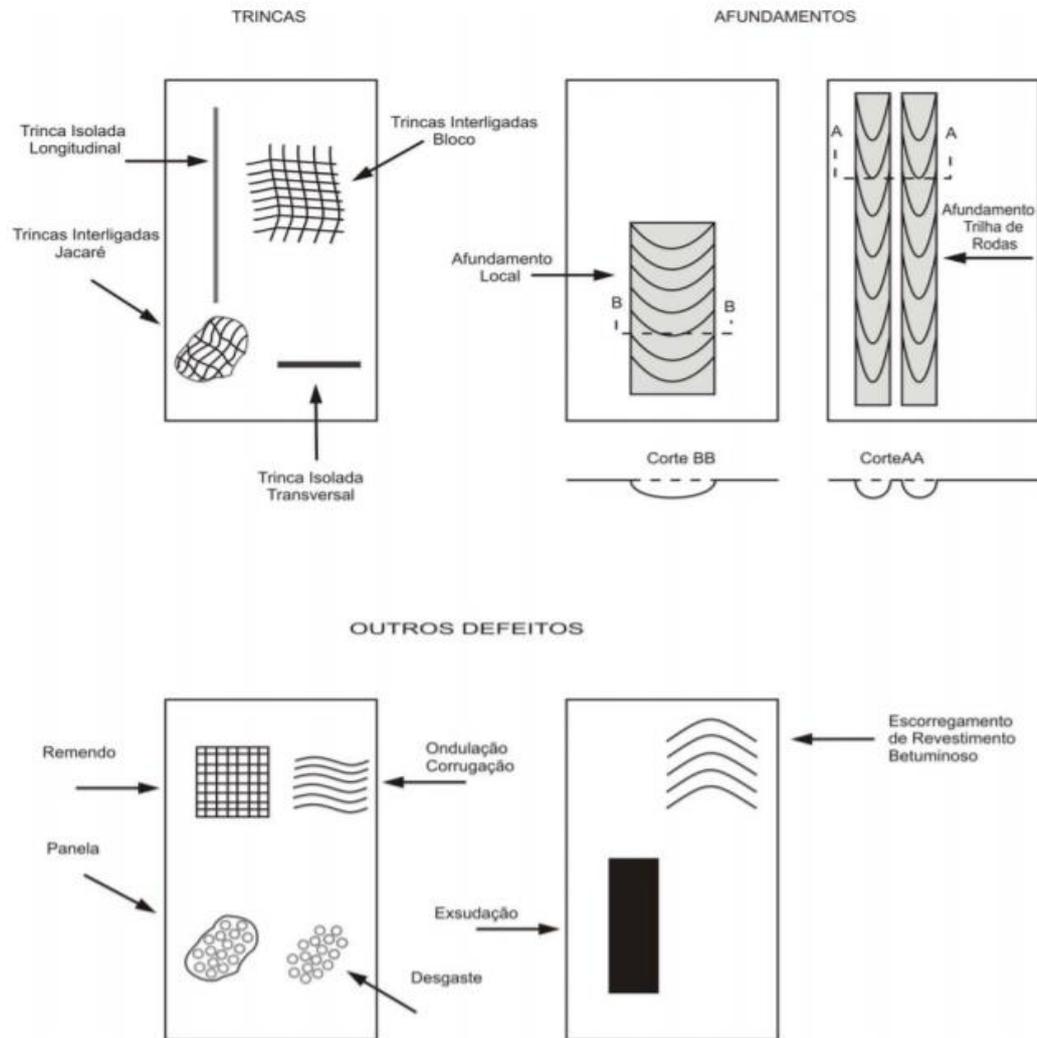
**Quadro 1 – Defeitos e códigos da Norma DNIT 005/2003 - TER**

<b>Tipo de defeito</b>	<b>Código DNIT</b>
<b>FENDAS</b>	
Fissura	FI
Trinca isolada transversal curta	TTC
Trinca isolada transversal longa	TTL
Trinca isolada longitudinal curta	TLC
Trinca isolada longitudinal longa	TLL
Trinca interligada "jacaré" sem erosão	J
Trinca interligada "jacaré" com erosão	JE
Trinca de retração	TRR
Trinca interligada "bloco" sem erosão	TB
Trinca interligada "bloco" com erosão	TBE
<b>OUTROS DEFEITOS</b>	
Afundamento plástico local	ALP
Afundamento plástico da trilha	ATP
Afundamento de consolidação local	ALC
Afundamento de consolidação da trilha	ATC
Ondulação/Corrugação	O
Escorregamento	E
Exsudação	EX
Desgaste	D
Panelas	P
Remendo superficial	RS
Remendo profundo	RP

**Fonte:** Adaptado com base na Norma DNIT 005/2003

Na Figura 4 é possível verificar uma representação esquemática dos defeitos ocorrentes na superfície de pavimentos flexíveis.

**Figura 4** – Representação esquemática dos defeitos ocorrentes na superfície de pavimentos flexíveis



Fonte: DNIT 005/2003 – TER

A norma DNIT 005/2003 – TER fornece definições para estes defeitos encontrados em pavimentos asfálticos flexíveis, seguem abaixo.

#### 4.4.1 Fenda

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

#### 4.4.1.1 Fissura

Fissura é uma fenda de largura capilar existente no revestimento, posicionada longitudinal, transversal ou obliquamente ao eixo da via, somente perceptível à vista desarmada de uma distância inferior a 1,50 m, conforme Figura 5.

**Figura 5 – Fissura**



Fonte: SINTRALOG, disponível em: < <http://www.sintralog.com.br/noticias/conheca-os-13-principais-defeitos-do-pavimento-das-rodovias>>. Acessado em: 24 de Maio de 2019.

#### 4.4.1.2 Trinca

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

- *Trinca isolada*
- *Trinca isolada transversal*

Trinca isolada transversal que apresenta direção predominantemente ortogonal ao eixo da via, conforme Figura 6. 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 6 – Trinca isolada transversal**



Fonte: Norma DNIT 005/2003 – TER

- *Trinca isolada longitudinal*

Trinca isolada longitudinal que apresenta direção predominantemente paralela ao eixo da via, conforme Figura 7. 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 7 – Trinca isolada longitudinal**



Fonte: Norma DNIT 005/2003 - TER

- *Trinca isolada de retração*

Trinca isolada de retração 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 semirrígida subjacentes ao revestimento trincado, como pode ser observado na Figura 8.

**Figura 8** – Trinca de retração



Fonte: Bernucci et al. (20018)

- *Trinca interligada*
- *Trinca interligada tipo “couro de jacaré”*

Trinca couro tipo de jacaré é o conjunto de trincas interligadas sem direções preferenciais, assemelhando-se ao aspecto de couro de jacaré, como mostra a Figura 9. Essas trincas podem apresentar, ou não, erosão acentuada nas bordas.

**Figura 9** – Trinca interligada – tipo jacaré



Fonte: Norma DNIT 005/2003 – TER

- *Trinca interligada tipo “bloco”*

Trinca interligada tipo bloco é o conjunto de trincas interligadas caracterizadas pela configuração de blocos formados por lados bem definidos, podendo, ou não, apresentar erosão acentuada nas bordas, de acordo com a Figura 10.

**Figura 10** – Trinca interligada – tipo jacaré



Fonte: Norma DNIT 005/2003 – TER

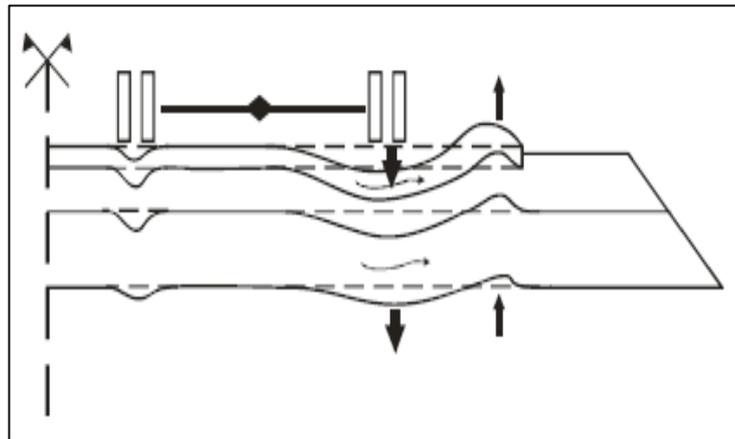
#### 4.4.2 Afundamento

Afundamento é uma 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.

##### 4.4.2.1 Afundamento plástico

Afundamento plástico é 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, conforme mostram as Figuras 11, 12 e 13.

**Figura 11** – Afundamento plástico nas trilhas de roda



Fonte: Manual de restauração de pavimentos asfálticos (DNIT, 2006)

**Figura 12 – Afundamento plástico local**



Fonte: Manzato (2018)

**Figura 13 – Afundamento plástico nas trilhas de roda**

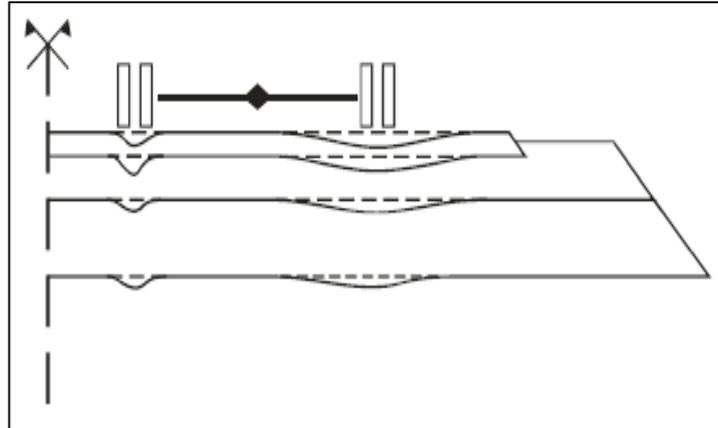


Fonte: Bernucci et al. (2008)

#### *4.4.2.2 Afundamento de consolidação*

Afundamento de consolidação é causado pela consolidação diferencial de uma ou mais camadas do pavimento ou subleito sem estar acompanhado de solevamento. 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, conforme mostram as Figuras 14, 15 e 16.

**Figura 14** – Afundamento por consolidação nas trilhas de roda



Fonte: Manual de restauração de pavimento asfálticos (DNIT, 2006)

**Figura 15** – Afundamento por consolidação local



Fonte: Bernucci et al. (2008)

**Figura 16** – Afundamento por consolidação em trilha de roda



Fonte: Bernucci et al. (2008)

#### 4.4.3 Ondulação ou Corrugação

Ondulação é a deformação caracterizada por ondulações ou corrugações transversais na superfície do pavimento. A Figura 17 apresenta esse defeito.

**Figura 17 – Ondulação**



Fonte: Norma DNIT 005/2003 - TER

#### 4.4.4 Escorregamento

Escorregamento é o deslocamento do revestimento em relação à camada subjacente do pavimento, com aparecimento de fendas em forma de meia-lua, conforme Figura 18.

**Figura 18 – Escorregamento**



Fonte: Norma DNIT 005/2003 – TER

#### 4.4.5 Exsudação

Exsudação é o excesso de ligante betuminoso na superfície do pavimento, causado pela migração do ligante através do revestimento, de acordo com a Figura 19.

**Figura 19 – Exsudação**



Fonte: Norma DNIT 005/2003 – TER

#### 4.4.6 Desgaste

Desgaste é o efeito do arrancamento progressivo do agregado do pavimento, caracterizado por aspereza superficial do revestimento e provocado por esforços tangenciais causados pelo tráfego, conforme mostrado na Figura 20.

**Figura 20 - Desgaste**



Fonte: Norma DNIT 005/2003 - TER

#### 4.4.7 *Panela ou buraco*

Panela/buraco é uma 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, a Figura 21 mostra esse tipo de defeito.

**Figura 21 –** Panela / buraco



Fonte: Norma DNIT 005/2003 – TER

#### 4.4.8 *Remendo*

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

##### 4.4.8.1 *Remendo profundo*

Aquele em que há substituição do revestimento e, eventualmente, de uma ou mais camadas inferiores do pavimento. Usualmente, apresenta forma retangular, assim como mostra a Figura 22.

**Figura 22 – Remendo profundo**



Fonte: ARTERIS, disponível em: <<http://www.arteris.com.br/wp-content/uploads/2018/07/ARTERIS-ES-013.Remendos-de-Pavimento-REM-PAV-REV-8.pdf>>. Acessado em: 24 de maio de 2019.

#### 4.4.8.2 Remendo superficial

Correção, em área localizada, da superfície do revestimento, pela aplicação de uma camada betuminosa, de acordo com a Figura 23.

**Figura 23 – Remendo superficial**



Fonte: Bernucci et al. (2008)

## 4.5 Cálculo do índice de Gravidade Global (IGG)

Segundo o Manual de Restauração de Pavimentos Asfálticos (2005), o Índice de Gravidade Global (IGG) é um parâmetro adotado pelo DNIT através da norma 006/2003-PRO, com o principal objetivo de classificar o estado geral de

determinados trechos homogêneos em pavimentos flexíveis em relação aos defeitos de superfície, podendo ser indicador para importantes decisões quanto às intervenções necessárias no pavimento.

No cálculo do IGG são atribuídos fatores de ponderação a cada ocorrência mensurada da superfície, que caracterizam a sua influência quanto à serventia, ou seja, o seu grau de gravidade em relação às demais manifestações patológicas, conforme apresentado na Tabela 1.

**Tabela 1 – Valor do fator de ponderação**

Ocorrência Tipo	Codificação de ocorrências de acordo com a terminologia Norma DNIT 005/2002-TER	Fator de Ponderação fp
1	Fissuras e Trincas Isoladas (FI, TTC, TTL, TLC, TLL e TRR)	0,2
2	FC-2 (J e TB)	0,5
3	FC-3 (JE e TBE)	0,8
4	ALP, ATP e ALC, ATC	0,9
5	O, P, E	1
6	EX	0,5
7	D	0,3
8	R	0,6

Fonte: Norma DNIT 006/2003 – PRO

De acordo com norma DNIT 006/2003-PRO, para cada falha detectada, deve ser calculado o Índice de Gravidade Individual (IGI) através do produto da frequência relativa de cada defeito pelo seu fator de ponderação resultando na fração do IGG afetado pelo evento.

O cálculo do IGI se inicia pela frequência relativa que depende da frequência absoluta ( $f_a$ ) correspondente ao número de vezes em que a ocorrência foi verificada. A frequência relativa ( $f_r$ ) é obtida através da Equação 1:

$$f_r = \frac{f_a \times 100}{n} \quad (1)$$

Onde:

fr = frequência relativa;

fa = frequência absoluta;

n = número de estações inventariadas.

Em seguida, calcula-se o IGI para cada ocorrência inventariada pela Equação 2:

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

Onde:

fr = frequência relativa;

fp = fator de ponderação obtido pela Tabela 1.

Por fim, realiza-se o cálculo do IGG obtido através da somatória de todos os valores de IGI, conforme mostrado pela equação 3:

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

Onde:

$\sum$  IGI - somatório dos Índices de Gravidade Individuais.

A partir dos resultados obtidos pelos cálculos do IGG, é possível classificar o pavimento quanto à sua condição de qualidade da superfície, conforme os valores da Tabela 2.

**Tabela 2 – Conceito de degradação do pavimento em função do IGG**

<b>Conceitos</b>	<b>Limites</b>
<b>Ótimo</b>	0 < IGG ≤ 20
<b>Bom</b>	20 < IGG ≤ 40
<b>Regular</b>	40 < IGG ≤ 80
<b>Ruim</b>	80 < IGG ≤ 160
<b>Péssimo</b>	IGG > 160

Fonte: Norma DNIT 006/2003 - PRO

## 5 CARACTERIZAÇÃO DO LOCAL DE ESTUDO

O presente trabalho consiste na análise da qualidade da superfície do pavimento de um trecho da DF – 002, situada no Eixo rodoviário de Brasília, mais conhecido como Eixão.

Projetado junto com Brasília o eixo rodoviário foi inaugurado em 21 de abril 1960. Construído em forma de arco, ao longo de toda a sua extensão encontram-se os setores residenciais compostos pelas quadras residenciais com seus blocos de comércio e serviços. No sentido leste/oeste o eixo varia na casa das centenas e no sentido norte/sul varia na casa das unidades, as centenas são divididas em pares e ímpares, as de começo par (200, 400, 600, 800) estão localizadas do lado leste (abaixo do Eixão) e as ímpares (100, 300, 500, 700, 900) estão do lado oeste (acima do Eixão), as unidades variam entre 01 e 16, sendo 01 as primeiras quadras (a partir do centro).

O Eixo Rodoviário de Brasília é a principal via de acesso à cidade, planejada para oferecer rapidez aos motoristas e ao mesmo tempo harmonizar-se com os setores residenciais.

Transpassando a Asa Sul e a Asa Norte, o Eixão possui 14 km de extensão e três faixas de rolamento com 3.30 m de largura em cada sentido de tráfego, sem semáforos ou faixas de pedestres, com limite de velocidade fixado em 80 Km/h, além de uma faixa central com 3.60 m de largura, dividindo os sentidos da via.

O tráfego de veículos no Eixo Rodoviário é intenso, de acordo com os últimos dados apresentados pelo Departamento de Estradas e Rodagem do Distrito Federal (DER-DF), circula no trecho norte em média 37.260 veículos por dia, para tanto existem passagens subterrâneas para que os pedestres não atravessem na via, são 16 passagens subterrâneas distribuídas a cada duas quadras, sendo oito localizadas na Asa Norte e oito na Asa Sul.

Em janeiro de 2019 teve início a obra de revitalização do Eixão, sob responsabilidade do DER-DF a obra com duração de 180 dias efetuou reparos no microvestimento asfáltico das pistas e na sinalização horizontal. As intervenções ocorreram entre o trevo de triagem norte e o trevo de triagem sul, além da faixa de pavimento de concreto entre o túnel do aeroporto e o viaduto da DF – 051/DF – 002.

O trecho selecionado para avaliação tem uma extensão de 2 km e três faixas de rolamento em cada sentido do tráfego. Foram utilizadas as duas faixas mais solicitadas (faixa do centro e faixa da direita) por serem as que se encontram em estado mais crítico e somente em um sentido da rodovia, localizadas na altura da 102 sul e 108 sul. As Figuras 24, 25, 26 especificam o local selecionado para estudo.

**Figura 24 – Localização de Brasília no mapa do Brasil**



Fonte: LECONCIERGEDUBRASIL. Disponível em:

<<https://leconciergedubrasil.wordpress.com/2012/03/22/traveling-in-brazil/>>. Acesso em: 22/06/19.

**Figura 25 – Mapa de Brasília**



Fonte: MAPASBLOG. Disponível em: <<https://mapasblog.blogspot.com/2012/04/mapas-de-brasilia-df.html>>. Acesso em 22/06/19.



## 6 METODOLOGIA

Para a elaboração deste trabalho empregou-se o método de avaliação de superfície elaborado pelo DNIT por meio da Norma DNIT 006/2003 – PRO. Vale ressaltar que esse método fixa as condições exigíveis para avaliação de pavimentos flexíveis e semirrígidos mediante contagem e classificação de ocorrências aparentes com base em cálculos de frequências absolutas e relativas e fixação de Índice de Gravidade Global (IGG).

Primeiramente para elaboração dessa pesquisa foi realizado um estudo das manifestações patológicas de pavimentos flexíveis com base na norma DNIT 005/2003 – TER que define os termos técnicos empregados em defeitos que ocorrem em pavimentos, padronizando a linguagem adotada em estudo.

Após estudo das manifestações patológicas foi escolhido o percurso para a fase de levantamento do estado atual da superfície do pavimento asfáltico, bem como as faixas de tráfego mais solicitadas da pista de rolamento. Sendo assim, foram consideradas as faixas da direita e do centro para realização desse estudo.

Para realização da inspeção foram utilizados apenas os seguintes equipamentos: trena, máquina fotográfica, prancheta e papel, pelo fato de a classificação das manifestações serem realizadas apenas no aspecto visual.

O levantamento *in loco* foi realizado percorrendo um trecho de 2 km de extensão (situado entre as quadras 102 sul e 108 sul) e identificando as estações, afastadas uma da outra a cada vinte metros, conforme estabelece a norma DNIT 006/2003 - PRO para rodovias com pista dupla. No total foram contabilizadas 100 estações.

As superfícies de avaliação foram delimitadas pela borda das faixas de tráfego e por duas seções transversais situadas 3 metros antes e 3 metros após a estação considerada, totalizando 6 metros de extensão. A Figura 25 mostra um exemplo de delimitação de estações para demarcação de áreas para inventário de defeito.

**Figura 27 – Delimitação da área analisada**

Fonte: Adaptada pela autora com base no Google Maps (2019)

Cabe ressaltar que, o método utilizado não leva em consideração a área atingida pela manifestação patológica e nem a quantidade de defeitos em cada estação, apenas a sua identificação no trecho analisado.

Após o levantamento dos defeitos foram realizadas as análises da condição da superfície do pavimento asfáltico com o objetivo de atribuir o IGG. Dessa forma procedeu-se com a subdivisão da via em seguimentos que possuíam mesmas características ou defeitos, de forma a contabilizar as frequências absolutas ( $f_a$ ), somatório da quantidade de estações que apresentam o mesmo tipo de defeito, a frequência relativa ( $f_r$ ) e frequência absoluta multiplicada pela porcentagem de estações onde ocorria esse determinado tipo de defeito. Sendo assim, o valor de 100% a porcentagem correspondente à totalidade das estações de um determinado seguimento.

## 7 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DAS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS

O presente trabalho consistiu em analisar as condições da superfície do pavimento no trecho escolhido para estudo por meio do método de avaliação objetiva da superfície conforme norma DNIT 006/2003 – PRO, identificando e registrando as ocorrências encontradas em planilha, localizada no apêndice B deste trabalho.

### 7.1 Avaliação das estações

O levantamento *in loco* das condições do trecho avaliado apresentou várias manifestações patológicas, algumas em maiores frequências e outras em menores números.

A Tabela 3 apresenta as manifestações patológicas encontradas em cada estação do trecho em estudo e a sua identificação pode ser verificada no relatório fotográfico do Apêndice A.

**Tabela 3a** - Manifestações patológicas encontradas nas estações de levantamento do estudo (1 – 11)

ESTAÇÃO	MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS	IMAGENS – APÊNDICE A
1	Primeira estação: trinca isolada longitudinal longa (TLL), desgaste (D), remendo profundo (RP) e remendo superficial (RS).	Figuras 28 e 29
2	Segunda estação: trinca isolada transversal longa (TTL) e desgaste (D).	Figuras 30 e 31
3	Terceira estação: trinca interligada tipo jacaré com erosão (JE), exsudação (EX) e desgaste (D).	Figura 32
4	Quarta estação: trinca interligada tipo jacaré com erosão (JE) e desgaste (D).	Figuras 33 e 34
5	Quinta estação: trinca interligada tipo jacaré com erosão (JE) e remendo profundo (RP).	Figura 35
6	Sexta estação: remendo superficial (RS), trinca longitudinal curta (TLC), trinca longitudinal longa (TLL) e desgaste (D).	Figura 36
7	Sétima estação: remendo profundo (RP), trinca interligada tipo jacaré sem erosão (J), trinca longitudinal curta (TLC) e desgaste (D).	Figuras 37, 38
8	Oitava estação: remendo profundo (RP), trinca longitudinal longa (TLL), fissura (FI) e desgaste (D).	Figuras 39 e 40
9	Nona estação: desgaste (D), trinca isolada longitudinal longa (TLL) e remendo profundo (RP).	Figura 41
10	Décima estação: remendo profundo (RP), trinca isolada longitudinal longa (TLL) e desgaste (D).	Figura 42
11	Décima primeira estação: trincas longitudinais curtas (TLC) e desgaste (D).	Figura 43

**Tabela 3b** - Manifestações patológicas encontradas nas estações de levantamento do estudo (12-34)

12	Décima segunda estação: remendo superficial (RS) e desgaste.	Figura 44
13	Décima terceira estação: trinca interligada tipo jacaré sem erosão (J), remendo superficial (RS) e desgaste (D).	Figuras 45 e 46
14	Décima quarta estação: remendo profundo (RP), trinca interligada tipo jacaré com erosão (JE), buraco/panela (P) e desgaste (D).	Figura 47
15	Décima quinta estação: trinca interligada tipo jacaré com erosão (JE), remendo superficial (RS), trinca isolada longitudinal curta (TLC) e desgaste (D).	Figura 48
16	Décima sexta estação: trinca interligada tipo jacaré com erosão (JE), remendo profundo (RP) e desgaste (D).	Figura 49
17	Décima sétima estação: trinca interligada tipo jacaré com erosão (JE), afundamento de consolidação local e desgaste (D).	Figura 50
18	Décima oitava estação: apenas a presença de desgaste (D).	Figura 51
19	Décima nona estação: trinca isolada transversal curta (TTC) e remendo superficial (RS).	Figura 52
20	Vigésima estação: apenas a presença de desgaste (D).	Figura 53
21	Vigésima primeira estação: trinca isolada longitudinal curta (TLC) e desgaste (D).	Figura 54
22	Vigésima segunda estação: remendo profundo (RP).	Figura 55
23	Vigésima terceira estação: trinca interligada tipo jacaré com erosão (JE).	Figura 56
24	Vigésima quarta estação: remendo profundo (RP) e desgaste (D).	Figura 57
25	Vigésima quinta estação: apenas a presença de desgaste (D).	Figura 58
26	Vigésima sexta estação: remendo superficial e desgaste (D).	Figura 59
27	Vigésima sétima estação: trinca interligada tipo jacaré (J), remendo profundo (RP) e desgaste (D)_	Figura 60
28	Vigésima oitava estação: remendo superficial (RS).	Figura 61
29	Vigésima nona estação: remendo superficial (RS).	Figura 62
30	Trigésima estação: remendo profundo (RP) e desgaste (D).	Figura 63
31	Trigésima primeira estação: trinca isolada longitudinal curta (TLC), trinca interligada tipo jacaré sem erosão (J) e desgaste (D).	Figura 64
32	Trigésima segunda estação: remendo profundo (RP), trinca longitudinal longa (TLL) e desgaste (D).	Figura 65
33	Trigésima terceira estação: trinca interligada tipo jacaré com erosão (JE), afundamento de consolidação local e desgaste (D).	Figura 66
34	Trigésima quarta estação: trinca isolada transversal curta (TTC).	Figura 67

**Tabela 3c** - Manifestações patológicas encontradas nas estações de levantamento do estudo (35-57)

35	Trigésima quinta estação: remendo superficial (RS).	Figura 68
36	Trigésima sexta estação: remendo profundo (RP), trinca interligada tipo jacaré sem erosão (J) e desgaste (D)	Figura 69
37	Trigésima sétima estação: remendo profundo (RP) e desgaste (D).	Figura 70
38	Trigésima oitava estação: remendo profundo (RP) e desgaste (D).	Figura 71
39	Trigésima nona estação: apresentou apenas a presença de desgaste (D).	Figura 72
40	Quadragésima estação: trinca interligada tipo jacaré com erosão (JE), afundamento de consolidação local e desgaste (D)	Figura 73
41	Quadragésima primeira estação: remendo profundo (RP) e desgaste (D).	Figura 74
42	Quadragésima segunda estação: apresentou apenas a presença de desgaste (D).	Figura 75
43	Quadragésima terceira estação: trinca isolada transversal curta (TTC) e desgaste (D).	Figuras 76 e 77
44	Quadragésima quarta estação: remendo superficial (RS).	Figura 78
45	Quadragésima quinta estação: trinca isolada transversal longa (TTL).	Figura 79
46	Quadragésima sexta estação: trinca isolada longitudinal curta (TLC), remendo profundo (RP) e desgaste (D)	Figura 80
47	Quadragésima sétima: remendo superficial (RS), remendo profundo (RP) e trinca longitudinal curta (TLC).	Figura 81
48	Quadragésima oitava: apresentou apenas a presença de desgaste (D).	Figura 82
49	Quadragésima nona estação: não apresentou ocorrências.	Figura 83
50	Quinquagésima estação: remendo superficial (RS).	Figura 84
51	Quinquagésima primeira estação: remendo superficial (RS) e desgaste (D)	Figura 85
52	Quinquagésima segunda estação: trinca isolada longitudinal curta (TLC) e remendo superficial (RS).	Figura 86
53	Quinquagésima terceira estação: apresentou apenas desgaste (D)	Figura 87
54	Quinquagésima quarta estação: apresentou apenas desgaste (D)	Figura 88
55	Quinquagésima quinta estação: remendo superficial (RS) e desgaste (D)	Figura 89
56	Quinquagésima sexta estação: remendo superficial e desgaste (D)	Figura 90
57	Quinquagésima sétima estação: remendo superficial e desgaste (D).	Figura 91

**Tabela 3d** - Manifestações patológicas encontradas nas estações de levantamento do estudo (58-81)

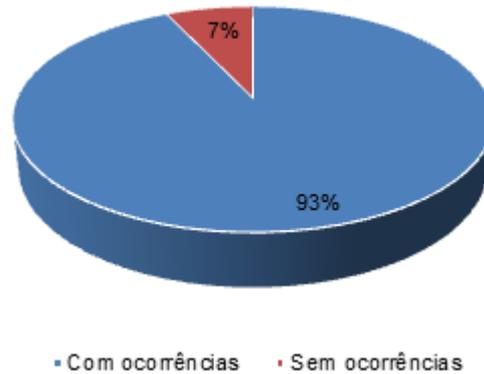
58	Quinquagésima oitava estação: trinca transversal curta (TTC) e remendo superficial (RS).	Figura 92
59	Quinquagésima nona estação: não apresentou ocorrências.	Figura 93
60	Sexagésima estação: trinca transversal curta (TTC) e desgaste (D).	Figura 94
61	Sexagésima primeira estação: não apresentou ocorrências.	Figura 95
62	Sexagésima segunda estação: não apresentou ocorrências.	Figura 96
63	Sexagésima terceira estação: não apresentou ocorrências.	Figura 97
64	Sexagésima quarta estação: remendo profundo (RP).	Figura 98
65	Sexagésima quinta estação: remendo superficial (RS), trinca isolada transversal curta (TTC)	Figura 99
66	Sexagésima sexta estação: trinca longitudinal curta (TLC).	Figura 100
67	Sexagésima sétima estação: trinca transversal curta (TTC) e desgaste (D).	Figura 101
68	Sexagésima oitava estação: trinca longitudinal curta (TLC), trinca interligada tipo jacaré sem erosão (J).	Figura 102
69	Sexagésima nona estação: trinca interligada tipo jacaré com erosão (JE), exsudação (EX) e desgaste (D).	Figura 103
70	Septuagésima estação: trinca interligada tipo jacaré com erosão (JE), remendo profundo (RP) e desgaste (D).	Figura 104
71	Septuagésima primeira estação: trinca longitudinal longa (TLL).	Figura 105
72	Septuagésima segunda estação: trinca isolada transversal curta (TTC) e desgaste (D)	Figura 106
73	Septuagésima terceira estação: apresentou apenas desgaste (D).	Figura 107
74	Septuagésima quarta estação: não apresentou ocorrências.	Figura 108
75	Septuagésima quinta estação: trinca interligada tipo jacaré com erosão (JE)	Figura 109
76	Septuagésima sexta estação: trinca interligada tipo jacaré com erosão (JE) e desgaste (D)	Figura 110
77	Septuagésima sétima estação: trinca isolada transversal curta (TTC) e desgaste (D)	Figura 111
78	Septuagésima oitava estação: apresentou apenas desgaste (D)	Figura 112
79	Septuagésima nona estação: trinca interligada tipo jacaré com erosão (JE) e desgaste (D)	Figura 113
80	Octogésima estação: apresentou apenas desgaste (D)	Figura 114
81	Octogésima primeira estação: trinca isolada transversal curta (TTC) e desgaste (D).	Figura 115

**Tabela 3e** - Manifestações patológicas encontradas nas estações de levantamento do estudo (82-100)

82	Octogésima segunda estação: remendo superficial (RS).	Figura 116
83	Octogésima terceira estação: não apresentou ocorrências.	Figura 117
84	Octogésima quarta estação: trinca isolada longitudinal curta (TLC).	Figura 118
85	Octogésima quinta estação: remendo superficial (RS)	Figura 119
86	Octogésima sexta estação: remendo superficial (RS)	Figura 120
87	Octogésima sétima estação: trina interligada tipo jacaré sem erosão (J) e desgaste (D)	Figura 121
88	Octogésima oitava estação: apresentou apenas desgaste (D)	Figura 122
89	Octogésima nona estação: trinca longitudinal longa (TLL).	Figura 123
90	Nonagésima estação: trinca isolada longitudinal curta (TLC).	Figura 124
91	Nonagésima primeira estação: trinca interligada tipo jacaré com erosão (JE) e desgaste (D)	Figura 125
92	Nonagésima segunda estação: apresentou apenas desgaste (D)	Figura 126
93	Nonagésima terceira estação: :apresentou apenas desgaste (D)	Figura 127
94	Nonagésima quarta estação: trinca interligada tipo jacaré sem erosão (J) e desgaste (D).	Figura 128
95	Nonagésima quinta estação: trinca isolada longitudinal longa (TLL).	Figura 129
96	Nonagésima sexta estação: remendo superficial (RS) e desgaste (D)	Figura 130
97	Nonagésima sétima estação: trinca interligada tipo jacaré sem erosão (J) e desgaste (D)	Figura 131
98	Nonagésima oitava estação: trinca isolada longitudinal curta (TLC) e desgaste (D)	Figura 132
99	Nonagésima nona estação: trinca interliga tipo jacaré com erosão (JE) e desgaste (D).	Figura 133
100	Centésima estação: trinca interligada tipo jacaré com erosão (JE) e desgaste (D)	Figura 134

Fonte: Autor (2019)

Conforme observado na Tabela 3, 93% das estações apresentaram algum tipo de anomalia enquanto o restante, 7%, não apresentaram nenhuma ocorrência. Isso pode ser observado no Gráfico 1.

**Gráfico 1** – Percentual de estações com e sem defeitos

Fonte: Autor (2019)

## 7.2 Análise das manifestações patológicas

A Tabela 4 apresenta os valores encontrados para cada tipo de defeito, bem como os valores para se obter o IGG.

**Tabela 4a** - Cálculo do Índice de Gravidade Global (IGG)

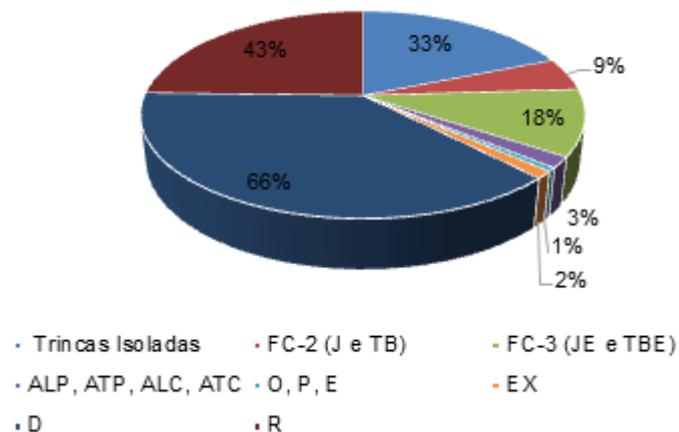
Item	Natureza do Defeito	Frequência absoluta	Frequência relativa (%)	Fator de ponderação	Índice de gravidade individual (IGI)
1	Fissuras e Trincas Isoladas (FI, TTC, TTL, TLC, TLL e TRR)	33	33	0,2	6,6
2	FC-2 (J e TB)	9	9	0,5	4,5
3	FC-3 (JE e TBE)	18	18	0,8	14,4
4	ALP, ATP, ALC, ATC	3	3	0,9	2,7
5	O, P, E	1	1	1	1
6	EX	2	2	0,5	1
7	D	66	66	0,3	19,8
8	R	43	43	0,6	25,8

**Tabela 4b** - Cálculo do Índice de Gravidade Global (IGG) (Continuação)

<b>NÚMERO TOTAL DE ESTAÇÕES INVENTARIADAS</b>	100
<b>ÍNDICE DE GRAVIDADE GLOBAL (IGG)</b>	75,8
<b>CONCEITO DO PAVIMENTO EM FUNÇÃO DO IGG</b>	40 < 75,8 > 80 – REGULAR

Fonte: Adaptado com base na Norma DNIT 006/2003 – PRO

A Tabela 4 traz a porcentagem de todas as ocorrências encontradas no percurso, sendo que o desgaste foi encontrado em 66% do trecho, remendos em 43%, trincas isoladas em 33%, trinca interligada com erosão em 18% e trinca interliga sem erosão em 9%, as ocorrências em menores números foram afundamento de consolidação 3%, exsudação 2% e panela/buraco em 1% do trecho analisado. O Gráfico 2 traz os valores apresentados.

**Gráfico 2** – Frequência relativa

Fonte: Autor (2019)

De acordo com os valores expressos na Tabela 2 do item 4.5, o valor encontrado para o trecho analisado foi de 75,8, que se enquadra na condição  $40 < 75,8 \leq 80$ , considerando o pavimento como regular.

A classificação atribuída ao pavimento pode ser explicada pela grande presença de remendos que são verificados em 43% do trecho avaliado, trincas

isoladas em 33%, trincas interligadas com erosão em 18% e desgaste em grande parte do trecho analisado, 66%.

Diversos são os fatores que contribuem para a degradação do pavimento, considerando as anomalias levantadas em estudo. A Tabela 5 traz as principais causas possíveis para os problemas encontrados.

**Tabela 5a - Possíveis causas para as anomalias encontradas**

<b>PATOLOGIAS</b>	<b>POSSIVEIS CAUSAS</b>
Trincas isoladas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Falhas na execução, na temperatura de compactação ou mesmo na dosagem da mistura asfáltica;</li> <li>• Falhas executivas;</li> <li>• Falhas de juntas longitudinais de diferentes frentes de compactação;</li> <li>• Recalques diferenciais;</li> <li>• Envelhecimento do ligante asfáltico.</li> </ul>
Trinca couro de jacaré com erosão e sem erosão	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ação da repetição de cargas do tráfego;</li> <li>• Ação climática - gradientes térmicos;</li> <li>• Envelhecimento do ligante e perda de flexibilidade seja pelo tempo de exposição seja pelo excesso de temperatura de usinagem;</li> <li>• Falhar de execução;</li> <li>• Compactação deficiente do revestimento;</li> <li>• Deficiência no teor de ligante asfáltico;</li> <li>• Rigidez excessiva do revestimento em estrutura com elevada deflexão;</li> <li>• Recalques diferenciais.</li> </ul>
Afundamento de consolidação local	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Deficiências construtivas - falhas de compactação;</li> <li>• Problema de drenagem;</li> <li>• Rupturas por cisalhamento localizadas;</li> <li>• Misturas betuminosas de estabilidade reduzida;</li> <li>• Ação da repetição de cargas do tráfego.</li> </ul>
Panela ou buraco	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Existência de trincas interligadas;</li> <li>• Ação do tráfego;</li> <li>• Fatores climáticos;</li> <li>• Falhas construtivas;</li> <li>• Deficiência na compactação;</li> <li>• Umidade excessiva em camadas de solo;</li> <li>• Desagregação por falha na dosagem ou segregação;</li> <li>• Falha de aderência entre as camadas sobrepostas.</li> </ul>
Exsudação	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dosagem inadequada da mistura asfáltica;</li> <li>• Temperatura do ligante acima da especificada.</li> </ul>

**Tabela 5b** - Possíveis causas para as anomalias encontradas (continuação)

Desgaste	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Diminuição da interação de liga do agregado com o material asfáltico;</li> <li>• Oxidação do ligante;</li> <li>• Ação intemperica;</li> <li>• Ação do tráfego;</li> <li>• Pouca aglutinação entre agregado e ligante devido a presença de poeira ou sujeira no período de obra;</li> <li>• Execução do pavimento em condições meteorológicas inadequadas;</li> <li>• Existência de água no interior do revestimento;</li> <li>• Carência de ligante asfáltico.</li> </ul>
Remendos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ação intensa de tráfego;</li> <li>• Agressividade das condições ambientais;</li> <li>• Má qualidade dos materiais;</li> <li>• Erros de execução.</li> </ul>

Fonte: Bernucci et al. (2008)

Vale ressaltar que para a correta determinação do diagnóstico dessas manifestações patológicas, seria necessário um estudo mais aprofundado das anomalias diagnosticadas, por meio de ensaios e da análise dos projetos.

Deve-se levar em consideração, além dos fatores citados acima, as rotinas de manutenção, uma vez que a inauguração dessa rodovia ocorreu em meados de 1960.

## 8 CONCLUSÃO

Este trabalho teve como objetivo principal realizar uma avaliação objetiva da superfície do pavimento em trecho da DF – 002, caracterizando as principais manifestações patológicas encontradas, mediante a contagem e classificação das ocorrências visualizadas no trecho analisado.

A norma DNIT 005/2003 – TER serviu de embasamento para este estudo, com base neste normativo foi possível revisar a bibliografia sobre os principais defeitos encontrados em pavimentos flexíveis e padronizar a linguagem adotada neste trabalho. A norma DNIT 006/2003 – PRO estabelece os procedimentos para a avaliação objetiva da superfície do pavimento, através da qual foi possível mensurar as manifestações patológicas encontradas no pavimento, atribuir o indicador de Índice de Gravidade Global (IGG) e classificar o pavimento quanto à qualidade.

Verificou-se no trecho analisado uma grande quantidade de defeitos dentre os quais se podem destacar o desgaste da rodovia, que estava presente em mais da metade do trecho (66%), os remendos (43%) e as trincas isoladas que também foram encontradas em grande número (33%). Apesar das diversas anomalias encontradas, o trecho estudado apresenta-se em estado regular. Atualmente no país dos 57% de rodovias que apresentam alguma deficiência, apenas 35,2% encontram-se em estado regular.

Por fim, pode-se destacar a importância de realizar a avaliação objetiva da superfície de pavimentos rodoviários para identificação de problemas e a aplicação de melhores alternativas para revitalização do pavimento. Deve-se levar em conta também a necessidade de se implantar um sistema de gestão de manutenção preventiva eficiente, evitando ao máximo a degradação dos pavimentos asfálticos, visto que este é o modal mais utilizado no país.

## 9 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BALBO, José Tadeu. **Pavimentação asfáltica: Materiais, projeto e restauração**. São Paulo: Oficina de Textos, 2007.

BERNUCCI, Liedi Bariani et al. **Pavimentação asfáltica: formação básica para engenheiros**. Rio de Janeiro: PETROBRAS: ABEDA, 2008.

BLOGSPOT, **Eixo Rodoviário de Brasília: Eixão da Morte?** Disponível em <<http://marciocc2.blogspot.com/2012/02/eixo-rodoviario-de-brasilia-eixao-da.html>>. Acesso em 22/06/19.

Brasil. Confederação Nacional do Transporte. **Pesquisa CNT de rodovias 2017: relatório gerencial**. – Brasília: CNT: SEST SENAT, 2017. Disponível em <<http://www.sistemacnt.org.br/pesquisacntrodovias/2010/>>, Acesso em: 17 nov. 2017.

BRAZILIA, **Calçada, ruas e avenidas de Brasília - Eixo Rodoviário**. Disponível em: <<http://doc.brazilia.jor.br/Vias/Eixo-Rodoviario.shtml>>. Acesso em 22/06/19.

CODEPLAN – COMPANHIA DE PLANEJAMENTO DO DISTRITO FEDERAL – **Brasília uma cidade centenária**. Disponível em <[http://www.codeplan.df.gov.br/wp-content/uploads/2018/02/TD\\_13\\_Bras%C3%ADlia\\_uma\\_cidade\\_centen%C3%A1ria.pdf](http://www.codeplan.df.gov.br/wp-content/uploads/2018/02/TD_13_Bras%C3%ADlia_uma_cidade_centen%C3%A1ria.pdf)> Acesso em 21/06/2019.

CORREIO BRAZILIENSE, **Obras de revitalização do Eixão começam nesta segunda (21)**. Disponível em: <[https://www.correiobraziliense.com.br/app/noticia/cidades/2019/01/21/interna\\_cidad\\_esdf,731972/obras-de-revitalizacao-do-eixao-comecam-nesta-segunda-21.shtml](https://www.correiobraziliense.com.br/app/noticia/cidades/2019/01/21/interna_cidad_esdf,731972/obras-de-revitalizacao-do-eixao-comecam-nesta-segunda-21.shtml)>. Acesso em 26/06/19.

CNT – CONFEDERAÇÃO NACIONAL DE TRANSPORTES – **Pesquisa CNT de rodovias 2018: relatório gerencial**. – Brasília: CNT: SEST SENAT, 2018. Disponível em <http://cms.pesquisarodovias.cnt.org.br/> Acesso em 01/04/2019.

CNT – CONFEDERAÇÃO NACIONAL DE TRANSPORTES – **Transporte rodoviário: por que os pavimentos das rodovias do Brasil não duram?** – Brasília : CNT, 2017. Disponível em: <http://cms.cnt.org.br> Acesso em 04/04/2019.

MARQUES, Gabriele Born. **Análise de Pavimento Flexível**: Estudo de um trecho crítico na rodovia ERS-421. Monografia apresentada como Trabalho de Conclusão de Curso, do Curso de Engenharia Civil, do Centro Universitário UNIVATES, Lajeado, 2014. Disponível em: <<https://www.univates.br/bdu/bitstream/10737/578/1/2014GabrieleBornMarques.pdf>>. Acesso em 25 mai. 2017.

MARQUES, Geraldo Luciano De Oliveira. **Notas de aula de disciplina**: Pavimentação TRN 032. Juiz de Fora: UFJF, 2012.

MELHORES DESTINOS, **Para entender o Plano Piloto**. Disponível em <<https://guia.melhoresdestinos.com.br/brasil-entenda-plano-piloto-57-665-p.html>>. Acesso em 22/06/19.

DNIT. Ministério dos Transportes. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. Diretoria de Planejamento e Pesquisa. Instituto de Pesquisas Rodoviárias. **DNIT 006/2003 PRO**: Avaliação objetiva da superfície de pavimentos flexíveis e semi-rígidos – procedimento. Disponível em: <[http://ipr.dnit.gov.br/normas-e-manuais/normas/procedimento-pro/dnit006\\_2003\\_pro.pdf](http://ipr.dnit.gov.br/normas-e-manuais/normas/procedimento-pro/dnit006_2003_pro.pdf)>. Acesso em: 01 de março de 2019.

\_\_\_\_\_. Ministério dos Transportes. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. Diretoria de Planejamento e Pesquisa. Instituto de Pesquisas Rodoviárias. **DNIT 005/2003 TER**: defeitos nos pavimentos flexíveis e semirrígidos terminologia. Disponível em: <[http://ipr.dnit.gov.br/normas/DNIT005\\_2003\\_TER.pdf](http://ipr.dnit.gov.br/normas/DNIT005_2003_TER.pdf)>. Acesso em: 01 de março 2019.

\_\_\_\_\_. Ministério dos Transportes. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. Diretoria de Planejamento e Pesquisa. Instituto de Pesquisas Rodoviárias. **DNIT 137/2010- ES**: Pavimentação – Regularização do subleito - Especificação de serviço. Disponível em: <[http://ipr.dnit.gov.br/normas-e-manuais/normas/especificacao-de-servicos-es/dnit137\\_2010\\_es.pdf](http://ipr.dnit.gov.br/normas-e-manuais/normas/especificacao-de-servicos-es/dnit137_2010_es.pdf)>. Acesso em: 20 de abril 2019.

\_\_\_\_\_. Ministério dos Transportes. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. Diretoria de Planejamento e Pesquisa. Instituto de Pesquisas Rodoviárias. **DNIT 138/2010- ES**: Pavimentação – Reforço do subleito - Especificação de serviço. Disponível em: <[http://ipr.dnit.gov.br/normas-e-manuais/normas/especificacao-de-servicos-es/dnit138\\_2010\\_es.pdf](http://ipr.dnit.gov.br/normas-e-manuais/normas/especificacao-de-servicos-es/dnit138_2010_es.pdf)>. Acesso em: 20 de abril 2019.

\_\_\_\_\_. Ministério dos Transportes. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. Diretoria de Planejamento e Pesquisa. Instituto de Pesquisas Rodoviárias. **DNIT 139/2010- ES**: Pavimentação – Sub-base estabilizada granulometricamente - Especificação de serviço. Disponível em: <[http://ipr.dnit.gov.br/normas-e-manuais/normas/especificacao-de-servicos-es/dnit139\\_2010\\_es.pdf](http://ipr.dnit.gov.br/normas-e-manuais/normas/especificacao-de-servicos-es/dnit139_2010_es.pdf)>. Acesso em: 20 de abril 2019.

NUCLEO DO CONHECIMENTO, **Pavimento flexível**. Disponível em: <<https://www.nucleodoconhecimento.com.br/engenharia-civil/pavimento-flexivel>>. Acesso em: 20 de abril 2019.

SOUZA, Murillo Lopes. **Pavimentação Rodoviária**. Rio de Janeiro, 2ª. ed., vol. 1. Livros Técnicos e Científicos S/A, 1980.

UNIESP, **ESTUDO E ABORDAGEM DA ORIGEM E DESENVOLVIMENTO DAS PATOLOGIAS EM PAVIMENTO**. Disponível em: <[http://uniesp.edu.br/sites/\\_biblioteca/revistas/20170420170858.pdf](http://uniesp.edu.br/sites/_biblioteca/revistas/20170420170858.pdf)>. Acesso em 20 de abril de 2019.

## APÊNDICE A

## APÊNDICE A – RELATÓRIO FOTOGRÁFICO

**Figura 28** – Manifestações patológicas visualizadas na 1ª estação



**Figura 29** - Manifestações patológicas encontradas na 1ª estação



**Figura 30** - Ocorrências visualizadas na 2ª estação



**Figura 31** – Ocorrências fotografadas na 2ª estação



**Figura 32** - Manifestações patológicas vistas na 3ª estação



**Figura 33** - Manifestações patológicas encontradas na 4ª estação



**Figura 34 – Ocorrência fotografada na 4ª estação**



**Figura 35 - Manifestações patológicas observadas na 5ª estação**



**Figura 36 - Manifestações patológicas visualizadas na 6ª estação**



**Figura 37 -** Manifestações patológicas observadas na 7ª estação



**Figura 38 -** Manifestações patológicas vistas na 7ª estação



**Figura 39 -** Ocorrências visualizadas na 8ª estação



**Figura 40** – Defeitos observados na 8ª estação



**Figura 41** - Manifestações patológicas visualizadas na 9ª estação



**Figura 42** – Ocorrências fotografadas na 10ª estação



**Figura 43 - Manifestações patológicas vistas na 11ª estação**



**Figura 44 - Ocorrências visualizadas na 12ª estação**



**Figura 45 – Ocorrências vistas na 13ª estação**



**Figura 46** - Defeitos visualizadas na 13ª estação



**Figura 47** - Manifestações patológicas visualizadas na 14ª estação



**Figura 48** - Manifestações patológicas encontradas na 15ª estação



**Figura 49** - Ocorrências visualizadas na 16ª estação



**Figura 50** – Ocorrências fotografadas na 17ª estação



**Figura 51** - Defeitos visualizados na 18ª estação



**Figura 52 – Defeitos encontrados na 19ª estação**



**Figura 53 - Manifestações patológicas visualizadas na 20ª estação**



**Figura 54 - Manifestações patológicas fotografadas na 21ª estação**



**Figura 55 - Ocorrências visualizadas na 22ª estação**



**Figura 56 – Ocorrências fotografadas na 23ª estação**



**Figura 57 - Manifestações patológicas visualizadas na 24ª estação**



**Figura 58** - Manifestações patológicas vistas na 25ª estação



**Figura 59** - Defeitos visualizados na 26ª estação



**Figura 60** – Defeitos fotografados na 27ª estação



**Figura 61 – Ocorrências visualizadas na 28ª estação**



**Figura 62 - Manifestações patológicas visualizadas na 29ª estação**



**Figura 63 - Manifestações patológicas encontradas na 30ª estação**



**Figura 64** - Ocorrências visualizadas na 31ª estação



**Figura 65** – Ocorrências observadas na 32ª estação



**Figura 66** - Manifestações patológicas fotografadas na 33ª estação



**Figura 67 -** Manifestações patológicas visualizadas na 34ª estação



**Figura 68 -** Ocorrências visualizadas na 35ª estação



**Figura 69 -** Manifestações patológicas fotografadas na 36ª estação



**Figura 70 - Defeitos visualizados na 37ª estação**



**Figura 71 – Ocorrências fotografadas na 38ª estação**



**Figura 72 - Manifestações patológicas visualizadas na 39ª estação**



**Figura 73 - Ocorrências visualizadas na 40ª estação**



**Figura 74 - Manifestações patológicas visualizadas na 41ª estação**



**Figura 75 - Manifestações patológicas fotografadas na 42ª estação**



**Figura 76 – Defeitos fotografados na 43ª estação**



**Figura 77 - Manifestações patológicas visualizadas na 43ª estação**



**Figura 78 - Manifestações patológicas observadas na 44ª estação**



**Figura 79 - Ocorrências visualizadas na 45ª estação**



**Figura 80 – Ocorrências fotografadas na 46ª estação**



**Figura 81 - Manifestações patológicas fotografadas na 47ª estação**



**Figura 82** - Manifestações patológicas visualizadas na 48ª estação



**Figura 83** - Defeitos visualizados na 49ª estação



**Figura 84** - Manifestações patológicas fotografadas na 50ª estação



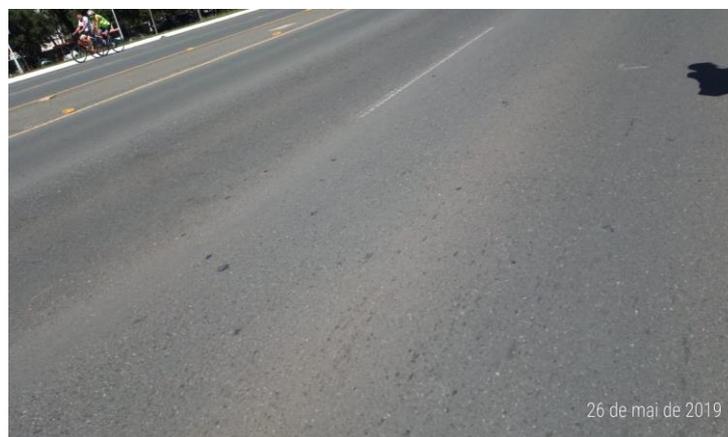
**Figura 85 -** Manifestações patológicas visualizadas na 51ª estação



**Figura 86 -** Ocorrências visualizadas na 52ª estação



**Figura 87 -** Ocorrências fotografadas na 53ª estação



**Figura 88** - Manifestações patológicas visualizadas na 54ª estação



**Figura 89** - Manifestações patológicas observadas na 55ª estação



**Figura 90** - Ocorrências visualizadas na 56ª estação



**Figura 91 -** Manifestações patológicas visualizadas na 57ª estação



**Figura 92 -** Manifestações patológicas fotografadas na 58ª estação



**Figura 93 -** Defeitos encontrados na 59ª estação



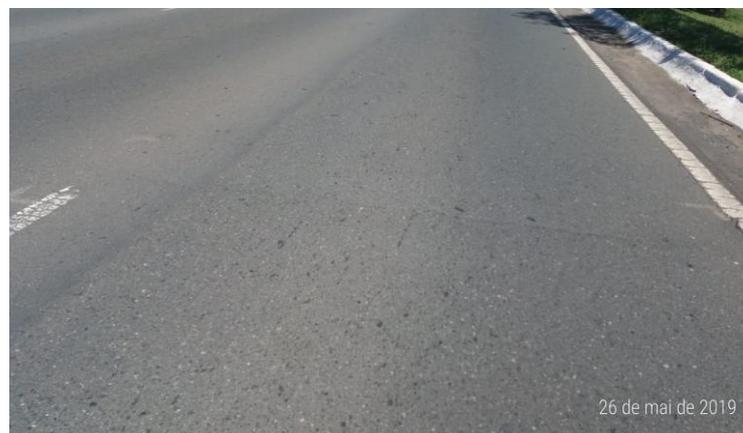
**Figura 94** - Defeitos visualizados na 60ª estação



**Figura 95** - Manifestações patológicas visualizadas na 61ª estação



**Figura 96** - Manifestações patológicas fotografadas na 62ª estação



**Figura 97** – Ocorrências visualizadas na 63ª estação



**Figura 98** - Manifestações patológicas visualizadas na 64ª estação



**Figura 99** - Manifestações patológicas fotografadas na 65ª estação



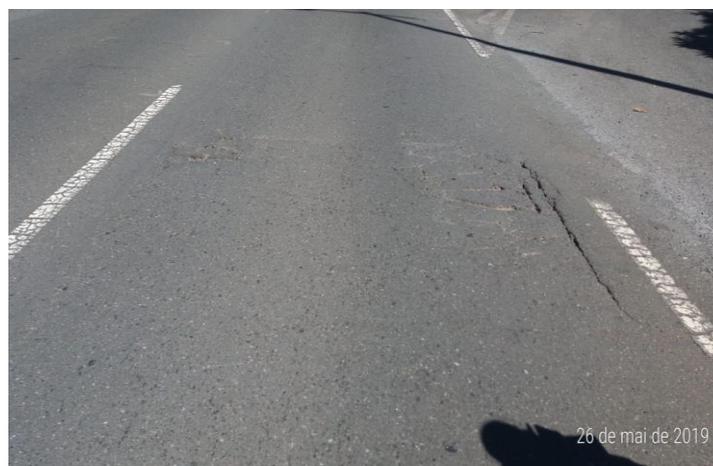
**Figura 100 - Defeitos visualizados na 66ª estação**



**Figura 101 – Ocorrências visualizadas na 67ª estação**



**Figura 102 - Manifestações patológicas visualizadas na 68ª estação**



**Figura 103 - Manifestações patológicas fotografadas na 69ª estação**



**Figura 104 - Ocorrências visualizadas na 70ª estação**



**Figura 105 - Manifestações patológicas fotografadas na 71ª estação**



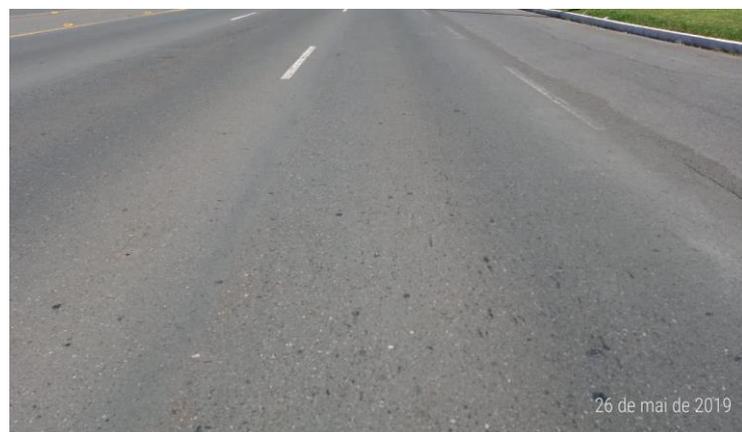
**Figura 106 -** Manifestações patológicas visualizadas na 72ª estação



**Figura 107 –** Defeitos fotografados na 73ª estação



**Figura 108 -** Manifestações patológicas encontradas na 74ª estação



**Figura 109** - Ocorrências visualizadas na 75ª estação



**Figura 110** - Manifestações patológicas visualizadas na 76ª estação



**Figura 111** - Manifestações patológicas fotografadas na 77ª estação



**Figura 112 - Defeitos visualizados na 78ª estação**



**Figura 113 - Manifestações patológicas visualizadas na 79ª estação**



**Figura 114 - Ocorrências visualizadas na 80ª estação**



**Figura 115** - Manifestações patológicas visualizadas na 81ª estação



**Figura 116** - Manifestações patológicas observadas na 82ª estação



**Figura 117** - Defeitos visualizados na 83ª estação



**Figura 118 - Manifestações patológicas visualizadas na 84ª estação**



**Figura 119 - Ocorrências visualizadas na 85ª estação**



**Figura 120 – Defeitos fotografados na 86ª estação**



**Figura 121** - Manifestações patológicas visualizadas na 87ª estação



**Figura 122** - Manifestações patológicas observadas na 88ª estação



**Figura 123** - Defeitos visualizados na 89ª estação



**Figura 124 –** Ocorrências fotografadas na 90ª estação



**Figura 125 -** Manifestações patológicas visualizadas na 91ª estação



**Figura 126 -** Manifestações patológicas observadas na 92ª estação



**Figura 127 – Defeitos fotografados na 93ª estação**



**Figura 128 - Manifestações patológicas encontradas na 94ª estação**



**Figura 129 – Defeitos visualizados na 95ª estação**



**Figura 130 -** Manifestações patológicas visualizadas na 96ª estação



**Figura 131 –** Ocorrências fotografadas na 97ª estação



**Figura 132 -** Manifestações patológicas observadas na 98ª estação



**Figura 133 – Ocorrências visualizadas na 99 estação**



**Figura 134 – Defeitos fotografados na 100ª estação**



**APÊNDICE B**

## APÊNDICE B – PLANILHA DE INVENTÁRIO DO ESTADO DA SUPERFÍCIE DO PAVIMENTO

**Tabela 6a** – Planilha de anotações das ocorrências encontradas (1 – 20)

RODOVIA: DF - 002 (Eixão Sul)			OPERADOR: Angela Maria								FOLHA:					1/5						
TRECHO: 2 km			REVESTIMENTO TIPO: Asfáltico								ESTACA INICIAL					ESTACA FINAL						
SUBTRECHO: a cada 20 m			DATA: 26/05/2019								1					20						
ESTAÇÃO			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
TIPO	OK	Sem defeito																				
1 (FC - 1)	FI	Fissuras								X												
	TTC	Trinca isolada transversal curta																				X
	TTL	Trinca isolada transversal longa		X																		
	TLC	Trinca isolada longitudinal curta						X	X	X			X				X					
	TLL	Trinca isolada longitudinal longa	X					X		X	X	X										
	TRR	Trinca isolada de retração																				
	2 (FC - 2)	J	Trinca interligada jacaré							X						X						
TB		Trinca interligada bloco																				
3 (FC - 3)	JE	Trinca interligada jacaré com erosão			X	X	X								X	X	X	X				
		Trinca interligada bloco com erosão																				
4	ALP	Afundamento plástico local																				
	ATP	Afundamento plástico em trilha de roda																				
	ALC	Afundamento de consolidação local																	X			
	ATC	Afundamento de consolidação em trilha de roda																				
5	O	Corrugação ou ondulação																				
	P	Panela ou buraco														X						
	E	Escorregamento																				
6	EX	Exsudação			X																	
7	D	Desgaste	X	X	X	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
8	RS	Remendo superficial	X										X	X		X				X	X	
	RP	Remendo profundo	X				X		X	X	X	X			X		X					

Fonte: Adaptado com base na norma DNIT 006/2003

**Tabela 6b – Planilha de anotações das ocorrências encontradas (21 – 40)**

RODOVIA: DF - 002 (Eixão Sul)			OPERADOR: Angela Maria										FOLHA:					2/5				
TRECHO: 2 km			REVESTIMENTO TIPO: Asfáltico										ESTACA INICIAL					ESTACA FINAL				
SUBTRECHO: a cada 20 m			DATA: 26/05/2019										21					40				
ESTAÇÃO			21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
TIPO	OK	Sem defeito																				
1 (FC - 1)	FI	Fissuras																				
	TTC	Trinca isolada transversal curta														X						
	TTL	Trinca isolada transversal longa																				
	TLC	Trinca isolada longitudinal curta	X										X	X								
	TLL	Trinca isolada longitudinal longa																				
	TRR	Trinca isolada de retração																				
2 (FC - 2)	J	Trinca interligada jacaré							X				X					X				
	TB	Trinca interligada bloco																				
3 (FC - 3)	JE	Trinca interligada jacaré com erosão													X							X
		Trinca interligada bloco com erosão			X																	
4	ALP	Afundamento plástico local																				
	ATP	Afundamento plástico em trilha de roda																				
	ALC	Afundamento de consolidação local													X							X
	ATC	Afundamento de consolidação em trilha de roda																				
5	O	Corugação ou ondulação																				
	P	Panela ou buraco																				
	E	Escorregamento																				
6	EX	Exsudação																				
7	D	Desgaste	X			X	X	X	X			X	X	X	X			X	X	X	X	X
8	RS	Remendo superficial						X		X	X						X					
	RP	Remendo profundo		X		X			X			X		X				X	X	X		

Fonte: Adaptado com base na norma DNIT 006/2003

Tabela 6c - Planilha de anotações das ocorrências encontradas (41 – 60)

RODOVIA: DF - 002 (Eixão Sul)			OPERADOR: Angela Maria								FOLHA:					3/5						
TRECHO: 2 km			REVESTIMENTO TIPO: Asfáltico								ESTACA INICIAL					ESTACA FINAL						
SUBTRECHO: a cada 20 m			DATA: 26/05/2019								41					60						
ESTAÇÃO			41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
TIPO	OK	Sem defeito								X											X	
1 (FC - 1)	FI	Fissuras																				
	TTC	Trinca isolada transversal curta			X																X	
	TTL	Trinca isolada transversal longa					X															
	TLC	Trinca isolada longitudinal curta						X	X					X								
	TLL	Trinca isolada longitudinal longa																				
	TRR	Trinca isolada de retração																				
	2 (FC - 2)	J	Trinca interligada jacaré																			
TB		Trinca interligada bloco																				
3 (FC - 3)	JE	Trinca interligada jacaré com erosão																				
		Trinca interligada bloco com erosão																				
4	ALP	Afundamento plástico local																				
	ATP	Afundamento plástico em trilha de roda																				
	ALC	Afundamento de consolidação local																				
	ATC	Afundamento de consolidação em trilha de roda																				
5	O	Corrugação ou ondulação																				
	P	Panela ou buraco																				
	E	Escorregamento																				
6	EX	Exsudação																				
7	D	Desgaste	X	X	X			X		X			X		X	X	X	X	X			X
8	RS	Remendo superficial				X			X			X	X	X			X	X	X	X		
	RP	Remendo profundo	X					X	X													

Fonte: Adaptado com base na norma DNIT 006/2003

Tabela 6d - Planilha de anotações das ocorrências encontradas (61 – 80)

RODOVIA: DF - 002 (Eixo Sul)			OPERADOR: Angela Maria										FOLHA:					4/5				
TRECHO: 2 km			REVESTIMENTO TIPO: Asfáltico										ESTACA INICIAL					ESTACA FINAL				
SUBTRECHO: a cada 20 m			DATA: 26/05/2019										61					80				
ESTAÇÃO			61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80
TIPO	OK	Sem defeito	X	X	X											X						
1 (FC - 1)	FI	Fissuras																				
	TTC	Trinca isolada transversal curta					X		X				X						X			
	TTL	Trinca isolada transversal longa																				
	TLC	Trinca isolada longitudinal curta						X		X												
	TLL	Trinca isolada longitudinal longa											X									
	TRR	Trinca isolada de retração																				
	2 (FC - 2)	J	Trinca interligada jacaré								X											
TB		Trinca interligada bloco																				
3 (FC - 3)	JE	Trinca interligada jacaré com erosão									X	X				X	X				X	
		Trinca interligada bloco com erosão																				
4	ALP	Afundamento plástico local																				
	ATP	Afundamento plástico em trilha de roda																				
	ALC	Afundamento de consolidação local																				
	ATC	Afundamento de consolidação em trilha de roda																				
5	O	Corrugação ou ondulação																				
	P	Panela ou buraco																				
	E	Escorregamento																				
6	EX	Exsudação									X											
7	D	Desgaste							X		X	X		X	X			X	X	X	X	X
8	RS	Remendo superficial					X															
	RP	Remendo profundo				X						X										

Fonte: Adaptado com base na norma DNIT 006/2003

Tabela 6e - Planilha de anotações das ocorrências encontradas (81 – 100)

RODOVIA: DF - 002 (Eixão Sul)			OPERADOR: Angela Maria										FOLHA:					5/5				
TRECHO: 2 km			REVESTIMENTO TIPO: Asfáltico										ESTACA INICIAL					ESTACA FINAL				
SUBTRECHO: a cada 20 m			DATA: 26/05/2019										81					100				
ESTAÇÃO			81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100
TIPO	OK	Sem defeito			X																	
1 (FC - 1)	FI	Fissuras																				
	TTC	Trinca isolada transversal curta	X																			
	TTL	Trinca isolada transversal longa																				
	TLC	Trinca isolada longitudinal curta				X					X									X		
	TLL	Trinca isolada longitudinal longa								X						X						
	TRR	Trinca isolada de retração																				
	2 (FC - 2)	J	Trinca interligada jacaré						X							X			X			
TB		Trinca interligada bloco																				
3 (FC - 3)	JE	Trinca interligada jacaré com erosão										X									X	X
		Trinca interligada bloco com erosão																				
4	ALP	Afundamento plástico local																				
	ATP	Afundamento plástico em trilha de roda																				
	ALC	Afundamento de consolidação local																				
	ATC	Afundamento de consolidação em trilha de roda																				
5	O	Corrugação ou ondulação																				
	P	Panela ou buraco																				
	E	Escorregamento																				
6	EX	Exsudação																				
7	D	Desgaste	X					X	X			X	X	X	X		X	X	X	X	X	X
8	RS	Remendo superficial		X		X	X										X					
	RP	Remendo profundo																				

Fonte: Adaptado com base na norma DNIT 006/2003