

Natália de Sousa Corrêa

ESTUDO DAS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS DO PAVIMENTO ASFÁLTICO NA  
BR-153, NO PERÍMETRO URBANO DE ALVORADA-TO.

Palmas-TO

2020

Natália de Sousa Corrêa

ESTUDO DAS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS DO PAVIMENTO ASFÁLTICO NA  
BR-153, NO PERÍMETRO URBANO DE ALVORADA-TO.

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) II elaborado e apresentado como requisito parcial para obtenção do título de bacharel em Engenharia Civil pelo centro Universitário Luterano de Palmas (CEULP/ULBRA).

Orientador: Prof. M.e Fernando Moreno Suarte Junior.

Palmas-TO

2020

Natália de Sousa Corrêa

ESTUDO DAS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS DO PAVIMENTO ASFÁLTICO NA  
BR-153, NO PERÍMETRO URBANO DE ALVORADA-TO.

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) II elaborado e  
apresentado como requisito parcial para obtenção do  
título de bacharel em Engenharia Civil pelo centro  
Universitário Luterano de Palmas (CEULP/ULBRA).

Orientador: Prof. M.e Fernando Moreno Suarte Junior.

Aprovado em: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

BANCA EXAMINADORA

---

Prof. M.e Fernando Moreno Suarte Júnior

Orientador

Centro Universitário Luterano de Palmas – CEULP

---

Prof. Esp.

Centro Universitário Luterano de Palmas – CEULP

---

Prof. Esp.

Centro Universitário Luterano de Palmas – CEULP

Palmas-TO

2020

Dedico este trabalho a Deus, sem ele nada seria possível. Aos meus pais Raimundo e Floriana, por toda luta e suporte para realizar o nosso sonho. Ao meu irmão Gláucio, por ser meu amparo e inspiração. A minha vó Perolina, por ser a minha eterna melhor amiga e torcedora. A toda minha família e amigos.

## AGRADECIMENTOS

Começo este agradecimento ressaltando que esse trabalho não é apenas resultado de alguns meses de dedicação, é o reflexo de uma vida inteira. Chegar até aqui foi sem dúvidas uma vitória conjunta. Portanto, agradeço a todos que passaram pela minha vida durante todos esses anos, contribuindo diretamente ou indiretamente para que eu chegasse até aqui. Obrigada!

Contudo, existem pessoas que foram muito importantes para mim e para a conclusão deste curso, a elas gostaria de dedicar minhas próximas palavras:

A Deus, obrigada por não desistir de mim e das minhas lutas, mesmo quando eu mesma cogitei desistir, o Senhor foi minha força e fortaleza.

Aos meus pais, Raimundo Eclério de Sousa Corrêa e Floriana de Souza Rodrigues Corrêa por terem sido minha base, incentivo e suporte diário em todos esses anos. Obrigado por estarem sempre presentes apesar da distância, por abdicarem dos seus sonhos em prol dos meus, minha gratidão será eterna. Ao meu irmão Gláucio por sempre me escutar, proteger e amparar, você é o melhor!

A minha vó Perolina, por ser modelo de mulher, amiga, mãe e vó. Agradeço a Deus por ter tido a sorte de ser sua neta, desfrutar da sua companhia e te ter ao meu lado no momento desta conquista.

Aos meus familiares: padrinhos, tios, tias e primos pelo apoio, incentivo, carinho e bons momentos.

Aos amigos, por estarem comigo dividindo as lutas e vitórias.

A todos os professores que passaram na minha vida ao longo desses anos, por todos os conselhos, pela ajuda e pela paciência com a qual guiaram o meu aprendizado.

## RESUMO

CORRÊA, Natália de Sousa. **ESTUDO DAS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS DO PAVIMENTO ASFÁLTICO NA BR-153, NO PERÍMETRO URBANO DE ALVORADA-TO. 2020.** 91 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Curso de Engenharia Civil, Centro Universitário Luterano de Palmas, Palmas/TO, 2020. Professor Orientador Mestre Fernando Moreno Suarte Júnior.

O presente trabalho tem o objetivo principal de avaliar, classificar e propor possíveis soluções as patologias superficiais do pavimento flexível asfáltico da BR-153, no perímetro urbano de Alvorada-TO. A rodovia federal é responsável por umas das principais ligações do meio-norte do Brasil, com a região geoeconômica centro-sul do país, sua criação deu-se na década 50 e conta em todo seu percurso, com revestimento em concreto betuminoso usinado a quente (CBUQ). Durante a realização do projeto foi realizado uma inspeção em campo, onde foi feito a inspeção tátil-visual e diagnóstico com intuito de detectar as patologias e classificá-las. Em seguida realizou o levantamento visual contínuo (LVC) a fim de identificar as manifestações patologias presentes na via e assim determinar o nível da condição atual do pavimento. Posteriormente realizou a avaliação da flecha na trilha de roda a fim de coletar valores das flechas contidas no trecho, principalmente próximo as rótulas. Disposto a aprofundar nas possíveis causas das patologias, houve a coleta de dados do volume médio diário (VMD) para saber se o VMD de projeto estava apto para o uso atual da rodovia. Através do LVC foi possível conhecer o estado de superfície dos trechos, assim, do ‘Ponto 1 ao Ponto 6’, 11% estão com o estado atual em conceito ótimo, 67% como bom e 22% classificados como regular. No trecho ‘Ponto 6 ao Ponto 1’, apresentou 33% em ótimo estado, 56% estão em bom estado e 11% com conceito regular. Por meio dos ensaios, observou-se que o perfil existente atende aos requisitos mínimos estabelecidos pelo DNIT. Ao realizar a avaliação das deflexões na trilha de roda, notou-se que as flechas coletadas no primeiro sentido do Ponto 1 ao Ponto 6, apresentaram as maiores frequências e maiores valores de deflexões ao longo do percurso. Constatou-se que este trecho é o mais solicitado, em virtude do maior fluxo usual Sul-Norte. Ao comparar o VMD de projeto fornecido pelo DNIT-TO, com dados de coletas reais, obtidos no site do próprio DNIT, concluiu-se que o VMD de projeto atende a atual solicitação de fluxo da via.

Palavras-chave: Pavimento asfáltico, Patologias, Levantamento Visual Contínuo.

## ABSTRACT

CORRÊA, Natália de Sousa. **STUDY OF PATHOLOGICAL MANIFESTATIONS OF ASPHALT FLOORING ON BR-153, IN THE URBAN PERIMETER OF ALVORADA-TO. 2020.** 91 f. Course Conclusion Paper (Graduation) - Civil Engineering Course, Centro Universitário Luterano de Palmas, Palmas / TO, 2020. Advisor Professor Fernando Moreno Suarte Júnior.

The present work has the main objective of evaluating, classifying and proposing possible solutions to the superficial pathologies of the flexible asphalt pavement of BR-153, in the urban perimeter of Alvorada-TO. The federal highway it's one of main connections in the mid-north of Brazil, with the geoeconomic region in the south-central part of the country, its creation occurred in the 50's and counts throughout its route, with hot-machined bituminous concrete. (CBUQ). During the realization of the project, a field inspection was carried out, where the tactile-visual inspection and diagnosis was made in order to detect the pathologies and classify them. Then that performed a continuous visual survey (LVC) in order to identify the pathological manifestations present on the road and thus determine a level of the current condition of the pavement. Subsequently, it's performed the arrow assessment on the wheel track in order to collect values of the arrows contained in the section, especially near the kneecaps. Willing to delve into the possible causes of the pathologies, there was the collection of data from the average daily volume (VMD) to know if that project VMD was fit for the current use of the highway. Through the LVC it was possible to know the surface state of the stretches, thus, from 'Point 1 to Point 6', 11% are in the current state in optimal concept, 67% as good and 22% classified as regular. In the section 'Point 6 to Point 1', it presented 33% in excellent condition, 56% was in good condition and 11% with regular concept. Through the tests, it was observed that the existing profile come across the minimum requirements established by DNIT. When evaluating deflections in the wheel track, it was noted that the arrows collected in the first direction from Point 1 to Point 6, presented the highest frequencies and the highest deflection values along the route. It was found that this section is the most requested, due to the greater usual South-North flow. When comparing the project VMD provided by DNIT-TO, with data from real collections, obtained on the DNIT's own website, it was concluded that the project VMD come across the current flow request of the track.

Keywords: Asphalt pavement, Pathologies, Continuous Visual Survey.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Classificação dos revestimentos .....	18
Figura 2- Disposição das camadas de pavimento tipo flexível .....	19
Figura 3: Pavimento asfáltico flexível (corte transversal).....	19
Figura 4: Terminologia dos revestimentos. ....	21
Figura 5: Representação do sistema de várias camadas .....	23
Figura 6: Distribuição dos esforços .....	24
Figura 7: Trinca Transversal.....	25
Figura 8: Trinca Isolada Longitudinal.....	26
Figura 9: Trinca tipo Couro de Jacaré. ....	26
Figura 10: Trinca tipo bloco. ....	27
Figura 11: Afundamento Local. ....	28
Figura 12: Afundamento de Trilha de Roda.....	28
Figura 13: ondulação. ....	29
Figura 14: Escorregamento de massa. ....	29
Figura 15: Exsudação. ....	30
Figura 16: Desgaste. ....	30
Figura 17: Panela ou Buraco. ....	31
Figura 18: Remendo. ....	31
Figura 19: Exemplos de interseções em nível, rótulas. ....	33
Figura 20: Trecho da BR-153 estudado.....	36
Figura 21: Fluxograma das etapas do estudo. ....	37
Figura 22: Treliça para medição das flechas da trilha de roda .....	40
Figura 23: Mapa de Alvorada-TO. ....	42
Figura 24: Panela no trecho de estudo na BR-153. ....	43
Figura 25: Trinca Couro de Jacaré. ....	44
Figura 26: Conjunto de Trincas Couro de Jacaré. ....	44
Figura 27: Afundamento Plástico por Trilho de roda.....	45
Figura 28: Afundamento Plástico Local.....	46
Figura 29: Afundamento por Consolidação de Trilho de Roda. ....	46
Figura 30: Ondulações.....	47
Figura 31: Ondulações.....	48
Figura 32: Escorregamento na Saída da Rótula.....	49

Figura 33: Escorregamento somado a erosão e trinca. ....	49
Figura 34: Exsudação na Rótula 3. ....	50
Figura 35: Exsudação na Saída da Rótula 3. ....	50
Figura 36: Desgaste Superficial. ....	51
Figura 37: Desgaste Superficial na Saída da Rótula 1. ....	51
Figura 38: Remendo. ....	52
Figura 39: Remendos Executados com Concreto Ciclópico. ....	53
Figura 40: Mapa do Objeto de Estudo. ....	54
Figura 41: Trinca, Desgaste, Remendo e Erosão. ....	56
Figura 42: Demarcação para posicionamento da régua e coleta de dados. ....	60
Figura 43: Régua posicionada para coleta de dados, saída rótula 3, sentido P.1 ao P.6. ....	61
Figura 44: Coleta das deflexões. ....	61
Figura 45: Coleta da deflexão da flecha, no ponto 1. ....	62
Figura 46: Deflexão visível da flecha na trilha de roda. ....	62
Figura 47: Representação das Flechas, Início Rótula 4. ....	63
Figura 48: Representação do Ponto 6. ....	64
Figura 49: Representação das Flechas, Final Rótula 3. ....	64

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Quantitativo de Manifestações Patológicas, P1 ao P6 .....	55
Gráfico 2: Quantitativo das Manifestações Patológicas, P.6 ao P.1.....	56
Gráfico 3:Quantitativo Total das Patologias Encontradas.....	57
Gráfico 4: Quantitativo de Manifestações Presentes nas Rótulas. ....	59
Gráfico 5: Volume Total Diário de 2016.....	67
Gráfico 6:Volume Total Diário de 2019.....	67
Gráfico 7: Volume Médio Diário por Dia da Semana 2016.....	68
Gráfico 8: Volume Médio Diário por Dia da Semana 2019.....	68
Gráfico 9: Variação do Volume Médio Mensal de 2016.....	69
Gráfico 10: Variação do Volume Médio Mensal de 2019.....	69
Gráfico 11: Distribuição por Categoria no Ano de 2017. ....	70
Gráfico 12: Estado de Superfície, P.1 ao P6.....	71
Gráfico 13: Estado de Superfície, P.6 ao P1.....	72

## **LISTA DE TABELAS**

Tabela 1: Resultados do LVC.....	58
Tabela 2: Valores das Flechas Encontradas do Segmento do Ponto 1 ao Ponto 6.....	63
Tabela 3: Valores das Flechas Encontradas do Segmento do Ponto 6 ao Ponto 1.....	65
Tabela 4: Cálculo do Número N, através dos valores de VMD. ....	66

## LISTA DE ABREVIATURAS

CAP	Cimento Asfáltico de Petróleo
CBUQ	Concreto Betuminoso Usinado a Quente
CEULP	Centro Universitário Luterano de Palmas
CNT	Confederação Nacional do Transporte
DNIT	Departamento Nacional de infraestrutura de Transportes
EAP	Emulsão Asfáltica de Petróleo
ICPF	Índice De Condição Dos Pavimentos
IES	Índice Do Estado Da Superfície
IGGE	Índice de Gravidade Global Expedido
LVC	Levantamento Visual Contínuo
ULBRA	Universidade Luterana do Brasil
VMD	Volume Médio Diário

## LISTA DE FÓRMULAS

Fórmula 1- Índice de Gravidade Global Expedido.....	39
Fórmula 2- Índice de Condição dos Pavimentos .....	39
Fórmula 3- Média Aritmética do IGG .....	39

## SUMÁRIO

### 1. INTRODUÇÃO

1.1. OBJETIVO .....	17
1.1.1. Objetivo Geral: .....	17
1.1.2. Objetivos Específicos: .....	‘

### 2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1. PAVIMENTO .....	18
2.1.1. Definição e Classificações .....	18
2.1.2. Pavimento Flexível .....	18
2.2. MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS NA SUPERFÍCIE .....	24
2.2.1. Definição .....	24
2.2.2. Classificação .....	25
2.2.3. Fendas .....	25
2.2.4. Afundamento .....	27
2.2.5. Ondulações/Corrugações .....	28
2.2.6. Escorregamento .....	29
2.2.7. Exsudação .....	29
2.2.8. Desgaste .....	30
2.2.9. Panela ou Buraco .....	30
2.2.10. Remendo .....	31
2.3. AVALIAÇÃO DAS SOLICITAÇÕES DE TRÁFEGO .....	32
2.3.1. Número N .....	32
2.3.2. Volume Médio Diário .....	32
2.4. INTERSEÇÃO .....	32
2.4.1. Rótula (Rotatória) .....	33
2.4.2. Patologias em Locais de Frenagem .....	34
2.4.3. Flecha na Trilha de Roda .....	34

### **3. METODOLOGIA**

3.1. DESENHO DE ESTUDO .....	35
3.2. OBJETO DE ESTUDO .....	35
3.3. ETAPAS DO PROJETO .....	36
3.3.1. Inspeção Visual da Rodovia .....	37
3.3.2. Identificação das Manifestações Patológicas e Possíveis Causas .....	38
3.3.3. Avaliação Objetiva Da Superfície De Pavimentos Flexíveis .....	39
3.3.4. Avaliação das Solicitações de Tráfego.....	40
3.3.5. Sugestão de Recuperação do Pavimento .....	41

### **4. RESULTADOS E DISCUSSÕES**

4.1. Inspeção visual e diagnóstico .....	42
4.2. Levantamento Visual Contínuo .....	53
4.3. Avaliação da Flecha na Trilha de Roda .....	59
4.4. Análise do VMD .....	65
4.5. Restauração do Pavimento flexível.....	70

### **5. CONCLUSÃO E SUGESTÕES PARA FUTUROS TRABALHOS .....73**

#### **REFERÊNCIAS**

#### **APÊNDICES A**

#### **APÊNDICES B**

#### **ANEXO**

## 1. INTRODUÇÃO

Para que ocorra o desenvolvimento amplo e sustentável de um país, é necessário que a infraestrutura de transporte tenha a capacidade de mover uma nação, conectar pessoas, lugares e estimular a economia. Além disso, é um fator de competitividade, visto que uma infraestrutura moderna e apropriada possibilita a contenção dos custos de transporte, ocasionando possíveis reduções nos valores das mercadorias e serviços para a população.

No Brasil, alguns dos problemas referentes à estrutura dos pavimentos flexíveis são ocasionados devido ao não cumprimento das exigências técnicas de projeto e executivas, ao excesso de carregamento, somado a ausência das manutenções periódicas em vias. De acordo com o CNT (2019), entre 2009 e 2019, houve um crescimento de 80,8% da frota no país, com uma maior incidência nas regiões Norte e Nordeste. Esses fatores resultam no surgimento de diversas patologias. A CNT (2019), acrescenta ainda que 59,0% do total das rodovias avaliadas no país apresentam condições inadequadas. Desta porcentagem, 34,6% da extensão é classificada como regular, 17,5% em ruim e 6,9% como péssimo.

Dentre as rodovias brasileiras, encontra-se a BR-153, responsável por umas das principais ligações do meio-norte do Brasil, com a região geoeconômica centro-sul do país, realizando uma integração nacional. A sua criação deu-se na década 50, durante o governo de Juscelino Kubitschek, com o intuito de facilitar e atender a demanda de transporte exigida. Devido ao seu uso constante e excessivo, a mesma possui alguns trechos com diversas manifestações patológicas, que resultam no desconforto, insegurança e prejuízo a quem necessita usá-la.

Para avaliar e solucionar as patologias asfálticas foi essencial uma sequência de procedimentos: realizar uma avaliação e identificação das sintomatologias apresentadas no local; classificá-las conforme rege as normas em vigor; mapear as falhas eventuais e apresentar alternativas de restauração. Assim, as imperfeições do pavimento foram identificadas da forma correta, a fim de que ocorra o devido reparo, garantindo o perfeito funcionamento da via.

Diante do exposto, o presente trabalho firmou-se em avaliar, classificar e propor possíveis soluções as patologias superficiais do pavimento flexível asfáltico da BR-153, no perímetro urbano de Alvorada-TO. Neste seguimento, priorizando atingir os objetivos específicos, enfatizando os pontos de frenagem e realizando a correta avaliação da qualidade da via em geral.

## 1.1. OBJETIVO

### 1.1.1. Objetivo Geral:

O presente trabalho tem como objetivo geral, avaliar as condições atuais do pavimento flexível e verificar as patologias existentes na BR-153 nos 4 km do perímetro urbano de Alvorada-TO.

### 1.1.2. Objetivos Específicos:

-Realizar o levantamento visual contínuo e a coleta de dados no pavimento flexível, obedecendo a norma do DNIT 008/2003-PRO;

-Caracterizar as patologias existentes, conforme a norma do DNIT 005/2003 – TER e determinar o estado de conservação do trecho;

-Avaliar as condições dos pontos de frenagem, verificando o trilho de roda a partir da análise da flecha do pavimento, através da norma DNIT 006/2003-PRO;

-Elaborar um estudo comparativo dos perfis transversais nos seguimentos do trecho, a partir de tabelas, gráficos e representações esquemáticas.

-Realizar a análise da aptidão do VMD de projeto para o tráfego atual.

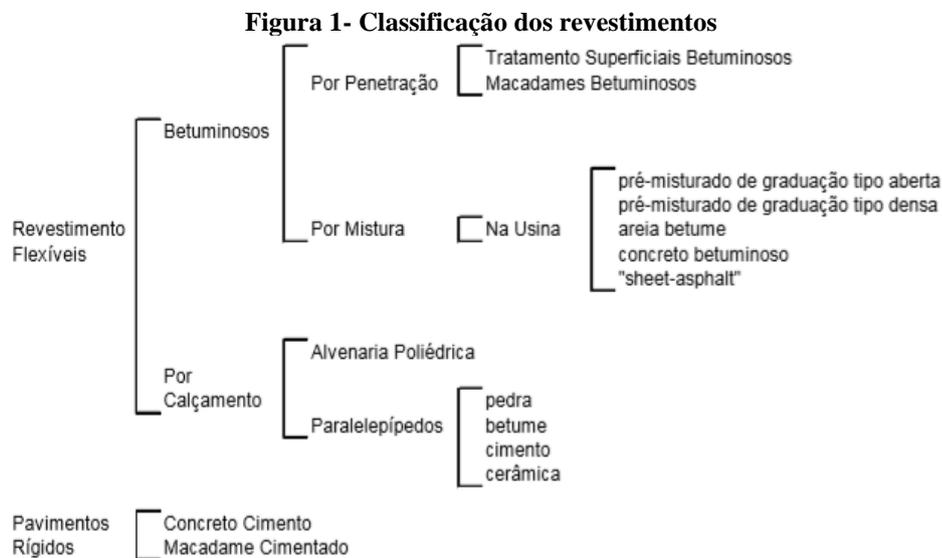
## 2. REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1. PAVIMENTO

#### 2.1.1. Definição e Classificações

Bernucci *et al* (2006) afirma que, pavimento é constituído por uma estrutura de múltiplas camadas de espessuras finitas, estabelecida sobre a superfície final de terraplenagem, com finalidade técnica e econômica de resistir aos esforços provenientes do tráfego de veículos e do clima, propiciando aos usuários melhorias nas condições de rolamento, com conforto e segurança.

Segundo o DNIT (2006a), os pavimentos podem ser classificados de uma forma geral em flexíveis, rígidos e semirrígidos. A figura 1, representa a classificação dos revestimentos.



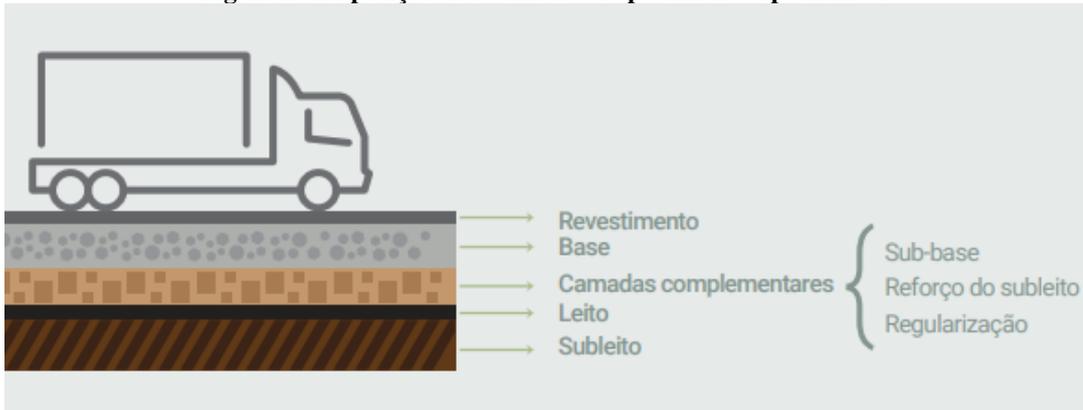
Fonte: DNIT, 2006.

DNIT (2006a) acrescenta ainda, que a escolha do pavimento resulta em materiais de diversas resistências e deformabilidade devido aos fatores técnicos e econômicos que devem ser, o que faz com que resulta em um elevado grau de complexidade.

#### 2.1.2. Pavimento Flexível

O DNIT (2006a), define como pavimento flexível aquele em que suas camadas sofrem deformações elásticas consideráveis após aplicação de carregamentos, pois a carga se distribui em proporções equivalentes entre as camadas. Exemplo típico: pavimento constituído sobre uma base de brita (brita graduada, macadame) ou por uma base de solo pedregulhoso, revestida por uma camada asfáltica.

**Figura 2- Disposição das camadas de pavimento tipo flexível**



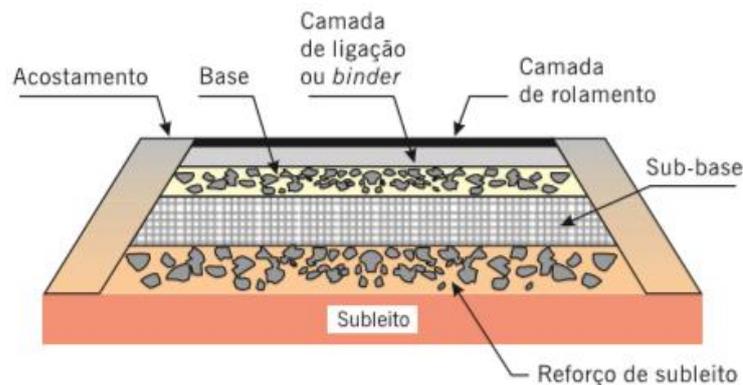
Fonte: CNT (2019).

Balbo (2007) acrescenta que os pavimentos flexíveis se fracionam em camadas para diminuir a espessura e os gastos com materiais mais nobres e mais caros, como por exemplo, a camada de revestimento. Assim sendo, o pavimento poderá não possuir a camada de sub-base ou de reforço; com isso, a existência de revestimento e fundação (subleito) são exigências mínimas para que estrutura seja chamada de pavimento.

#### 2.1.2.1. Camadas

O pavimento asfáltico flexível de acordo com Bernucci *et al* (2006), é composto por quatro camadas principais: revestimento asfáltico, base, sub-base e reforço do subleito. O revestimento asfáltico pode ser constituído por camada de rolamento. Dependendo do tráfego e dos materiais disponíveis, há possibilidade de se retirar uma ou mais camadas. As camadas da estrutura repousam sobre o subleito, plataforma da estrada terminada após a conclusão dos cortes e aterros. A figura 3 representa o corte transversal de um perfil de pavimento flexível.

**Figura 3: Pavimento asfáltico flexível (corte transversal)**



Fonte: BERNUCCI, *et al.*, 2006.

- Subleito

Segundo DNIT (2006a), subleito é a própria fundação dita (terreno), que possui o objetivo de resistir os esforços oriundos transmitidos pelas camadas superiores.

- Reforço de subleito

Conforme é dito por Senço (2008), o reforço do subleito trata-se de uma camada de espessura constante, construída, se necessário, acima da regularização, com características tecnológicas superiores às da regularização e inferiores às da camada imediatamente superior, tem funções de complemento da sub-base que, por sua vez, tem funções de complemento da base. Desta forma, o reforço do subleito poderia ser considerado indistintamente camada suplementar do subleito ou camada complementar da sub-base.

- Sub-base

Senço (2008) afirma que a sub-base, trata-se de uma camada complementar à base, quando não for indicado construir a base diretamente sobre a regularização ou reforço do subleito. Conforme a regra geral – exceto os pavimentos de estrutura invertida – o material componente da sub-base terá que apresentar propriedades tecnológicas melhores que as do reforço; do que se trata o material da base, terá de ser de qualidade superior à do material da sub-base.

- Base

Segundo Senço (2008, p. 20), a camada de base:

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

- Revestimento

Bernucci *et al* (2006) define que revestimento asfáltico é a camada superior designada a resistir diretamente às ações do tráfego e disseminá-las de forma atenuada às camadas inferiores, impermeabilizar o pavimento, além de melhorar as condições de rolamento (conforto e segurança).

Balbo (2007) completa dizendo que o revestimento possui como função, receber as cargas, estáticas ou dinâmicas, sem sofrer grandes deformações elásticas ou plásticas, desagregação de componentes ou, ainda, perda de compactação; desta forma, necessita ser composto de materiais bem aglutinados ou ordenado de maneira a evitar sua movimentação horizontal.

De acordo com Bernucci *et al* (2006) os revestimentos asfálticos são constituídos pela combinação de agregados e de materiais asfálticos, dividindo-os em duas maneiras principais,

por penetração ou por mistura. Por penetração trata-se dos que são executados através de uma ou mais aplicações de material asfáltico e de idêntico número de operações de espalhamento e compressão de camadas de agregados com granulometrias apropriadas. No revestimento por mistura, o agregado é pré-envolvido com o material asfáltico, antes da compressão. Quando o pré-envolvimento é feito na usina denomina-se pré-misturado propriamente dito. Quando o pré-envolvimento é feito na pista denomina-se pré-misturado na pista.

Bernucci *et al* (2006) acrescenta ainda que o material de revestimento pode ser fabricado em usina específica (misturas usinadas), fixa ou móvel, ou preparado na própria pista (tratamentos superficiais). Os revestimentos são também identificados quanto ao tipo de ligante: a quente com o uso de CAP, ou a frio com o uso de EAP. A figura 4 retrata as classificações usadas.

**Figura 4: Terminologia dos revestimentos.**

Revestimentos	Rígidos	Concreto de cimento			
		Macadame de cimento			
		Paralelepípedos rejuntados com cimento			
	Flexíveis	Betuminosos	Concreto betuminoso		Usinados
			Pré-misturado a quente		
			Pré-misturado a frio		
		Calçamentos articulados	Tratamento superficial	Penetração direta	Simplex Duplo
				Penetração invertida	
			Alvenaria poliédrica		
		Paralelepípedos			
Blocos de concreto pré-moldados e					

Fonte: SENÇO, 2008.

Os revestimentos flexíveis betuminosos se caracterizam em várias terminologias, de acordo com DNIT (2006a): Usinados – concreto betuminoso, pré-misturado a quente e pré-misturado a frio; Tratamento Superficial – por penetração direta e por penetração invertida, podendo ser, simples, duplo, triplo e quádruplo.

- Concreto Betuminoso Usinado a Quente (CBUQ)

Conforme Bernucci *et al* (2006), um dos tipos mais usados no Brasil é o concreto asfáltico (CA) também chamado de concreto betuminoso usinado a quente (CBUQ). Trata-se do produto da combinação proporcionada de agregados de vários tamanhos e cimento asfáltico,

ambos aquecidos em temperaturas específicas e pré-determinada, em função da característica do ligante.

Segundo Oliveira (2017), os usos do CBUQ alteram de acordo com o padrão granulométrico dos agregados (A, B e C), sendo capaz de ser utilizado como camada de ligação ou camada de rolamento.

Bonet (2002), acrescenta que misturas para concreto asfáltico, não podem apresentar variações na granulometria maiores que as impostas no projeto, e o teor de cimento asfáltico, poderá variar até mais ou menos 0,3 % em relação a massa total.

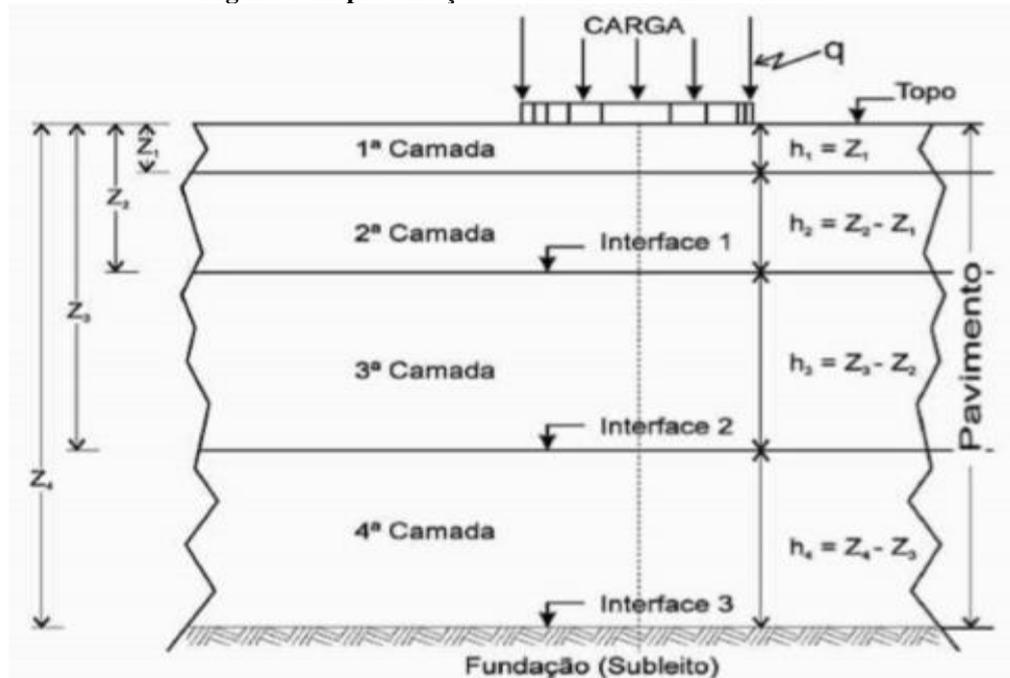
Bernucci *et al* (2006) diz que a mistura de agregados e ligante, é realizada em usina fixa e levada por caminhão para a pista, em seguida é lançada por equipamento adequado, denominado vibro acabadora. Posteriormente é compactada, até atingir uma resistência a compressão, que proporcione uma estrutura estável e resistente a deformações permanentes e elásticas, oriunda das repetitivas passagens do tráfego.

DNIT (2006c), ressalta que a fim de que o ligante possa envolver os agregados, é preciso que ambos sejam aquecidos, atingindo aos valores de viscosidade especificados em norma. Para isso, as temperaturas variam entre 107°C e 177°C, conforme o tipo de ligante usado.

#### 2.1.2.2. Distribuição de Tensões

Conforme é dito por Senço (2008) o pavimento tem como uma das suas principais funções resistir aos esforços horizontais (desgaste), tornando mais durável a superfície de rolamento. O mesmo acrescenta que se trata de um sistema de várias camadas de espessuras finitas que se assenta sobre um semiespaço infinito e exerce a função de fundação da estrutura, chamada de subleito. A figura 5 representa o sistema de camadas e suas distribuições de carga.

Figura 5: Representação do sistema de várias camadas



Fonte: SENÇO, 2008.

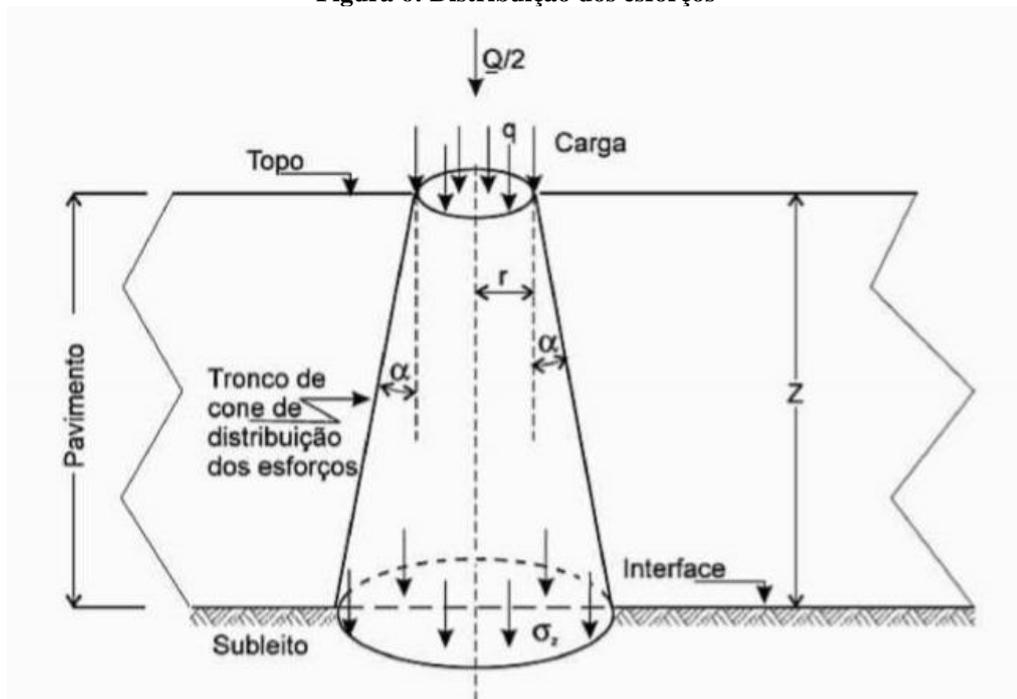
Senço (2008) explica que para melhor entender as definições das camadas que compõem um pavimento, é preciso considerar que a distribuição dos esforços através do mesmo deve ser tal que as pressões que agem na interface entre o pavimento e a fundação, ou subleito, sejam compatíveis com a capacidade de suporte desse subleito. As cargas que solicitam um pavimento são transmitidas através das rodas pneumáticas dos veículos. A área de contato entre os pneus e o pavimento tem a forma similar a elítica, e a pressão exercida, dada a reativa rigidez dos pneus, havendo uma distribuição aproximadamente parabólica, com a pressão máxima exercida no centro da área carregada.

O mesmo autor ressalta que:

Como a pressão aplicada é reduzida com a profundidade, as camadas superiores estão submetidas a maiores pressões, exigindo na sua construção materiais de melhor qualidade. Para a mesma carga aplicada, a espessura do pavimento deverá ser tanto maior quanto pior forem as condições do material de subleito.

A figura 6 esquematiza a distribuição da carga no pavimento.

Figura 6: Distribuição dos esforços



Fonte: SENÇO, 2008.

## 2.2. MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS NA SUPERFÍCIE

### 2.2.1. Definição

Segundo DNIT (2003a) as falhas de superfície são os danos ou deteriorações na superfície dos pavimentos asfálticos que podem ser identificados a olho nu e classificados segundo uma terminologia normatizada.

Bernucci *et al* (2006, p. 414) diz que:

os defeitos de superfície podem aparecer precocemente (devido a erros ou inadequações) ou a médio ou longo prazo (devido à utilização pelo tráfego e efeitos das intempéries). Entre os erros ou inadequações que levam à redução da vida de projeto, destacam-se os seguintes fatores, agindo separada ou conjuntamente: erros de projeto; erros ou inadequações na seleção, na dosagem ou na produção de materiais; erros ou inadequações construtivas; erros ou inadequações nas alternativas de conservação e manutenção.

Maia (2012) diz que a sequência dos comportamentos de um pavimento é relativa, pois cada ação provoca uma alteração específica sobre as propriedades dos materiais constituintes dos pavimentos. O mesmo acrescenta que as degradações funcionam como uma cadeia de acontecimentos, em que cada uma originará novos tipos de degradações e assim sucessivamente, aumentando a percentagem de patologias existentes, tanto em extensão como em potencial evolutivo.

## 2.2.2. Classificação

### 2.2.3. Fendas

O DNIT (2003a) define fenda como qualquer descontinuidade na superfície do pavimento, que direcione a aberturas de menor ou maior porte, apresentando-se sob diversas formas.

#### 2.2.3.1. Fissuras

Segundo DNIT (2003a) a fissura trata-se de uma fenda de abertura estreita, presente no revestimento, posicionada longitudinal, transversal ou obliquamente ao eixo da via, somente perceptível a uma distância inferior a 1,50 m.

#### 2.2.3.2. Trinças

DNIT (2003a) afirma que trinca se trata de uma fenda existente no revestimento, facilmente visível a olho nu, com dimensão superior à da fissura, podendo apresentar-se sob a forma de trinca isolada ou trinca interligada.

- Trinca Isolada

-Trinca Transversal: apresenta direção predominantemente perpendicular ao eixo da via. Quando apresentar dimensão de até 100 cm é denominada trinca transversal curta. Quando a dimensão for superior a 100 cm denomina-se trinca transversal longa (DNIT 2003a).

**Figura 7: Trinca Transversal.**



Fonte: DNIT 2003a.

-Trinca Longitudinal: tem a direção predominantemente paralela ao eixo da via. Quando apresentar extensão de até 100 cm é classificada trinca longitudinal curta. Quando a extensão for superior a 100 cm classifica-se como trinca longitudinal longa (DNIT 2003a).

**Figura 8: Trinca Isolada Longitudinal.**



Fonte: BERNUCCI *et al.*, 2006.

-Trinca de Retração: atribuída aos fenômenos de retração térmica ou do material do revestimento ou do material de base rígida ou semirrígida subjacentes ao revestimento trincado (DNIT 2003a).

- Trinca Interligada

-Trinca Tipo Couro de Jacaré: trata-se da combinação de trincas interligadas sem direções preferenciais, comparado ao aspecto de couro de jacaré. Essas trincas podem apresentar, ou não, erosão acentuada nas bordas (DNIT 2003a).

**Figura 9: Trinca tipo Couro de Jacaré.**



Fonte: DNIT 2003a.

-Trinca tipo Bloco: são trincas interligadas caracterizadas pela configuração de blocos formados por lados bem definidos, podendo, ou não, apresentar erosão acentuada nas bordas (DNIT 2003a).

**Figura 10: Trinca tipo bloco.**



Fonte: BERNUCCI *et al.*, 2006.

#### **2.2.4. Afundamento**

Bernucci *et al* (2006) define afundamento como uma consolidação que ocorre por densificação diferencial, sendo ele localizado, possuindo comprimento inferior a 6m ou longitudinal comprimento superior a 6m. O afundamento plástico ocorre quando a depressão for causada pela fluência do revestimento asfáltico, podendo ser chamada de localizada ou longitudinal nas trilhas de rodas.

O DNIT (2003a) descreve afundamento como uma deformação permanente caracterizada por depressão da superfície do pavimento, acompanhada, ou não, de levantamento, podendo apresentar-se sob a forma de afundamento plástico ou de consolidação.

- Afundamento plástico

Conforme DNIT (2003a), afundamento plástico é causado pela fluência plástica de uma ou mais camadas do pavimento ou do subleito, acrescentado de levantamento. Quando ocorre em extensão de até 6 m é qualificada como afundamento plástico local, exemplificado na figura 11; quando a extensão for superior a 6 m e estiver localizado ao longo da trilha de roda é chamado de afundamento plástico da trilha de roda, conforme está na figura 12.

**Figura 11: Afundamento Local.**



Fonte: DNIT 2003a.

**Figura 12: Afundamento de Trilha de Roda.**



Fonte: DNIT 2003a.

- Afundamento de Consolidação

O DNIT (2003a) diz que afundamento de consolidação é causado pela consolidação diferencial de uma ou mais camadas do pavimento ou subleito sem estar adicionado de solevamento. Quando ocorre em extensão de até 6 m é chamado de afundamento de consolidação local; quando a extensão for superior a 6m e estiver localizado ao longo da trilha de roda é intitulado como afundamento de consolidação da trilha de roda.

### **2.2.5. Ondulações/Corrugações**

Conforme é descrito por DNIT (2003a), ondulação/ corrugação é a deformação caracterizada por ondulações ou corrugações transversais na superfície do pavimento.

Bernucci *et al* (2006) complementa dizendo que as corrugações são deformações transversais ao eixo da pista, com depressões intercaladas. As ondulações também são

deformações transversais ao eixo da pista, porém ocorrem pela consolidação diferencial do subleito. A figura 13 apresenta um exemplo.

**Figura 13: ondulação.**



Fonte: DNIT 2003a.

#### **2.2.6. Escorregamento**

O escorregamento é caracterizado pelo deslocamento do revestimento em relação à camada subjacente do pavimento, com aparecimento de fendas em forma de meia-lua (DNIT 2003a). Conforme figura 14.

**Figura 14: Escorregamento de massa.**



Fonte: BERNUCCI *et al.*, 2006.

#### **2.2.7. Exsudação**

Segundo Bernucci *et al* (2006), a exsudação é reconhecida pelo surgimento de ligante em abundância na superfície, surgindo manchas escurecidas, em virtude do excesso de ligante. Conforme figura 15.

**Figura 15: Exsudação.**



Fonte: DNIT 2003a.

### **2.2.8. Desgaste**

O DNIT (2003a) diz que desgaste é ocasionado pelo arrancamento gradativo do agregado do pavimento, apresentando aspereza na superfície, provocado por esforços tangenciais causados pelo tráfego das vias.

**Figura 16: Desgaste.**



Fonte: DNIT 2003a.

### **2.2.9. Panela ou Buraco**

Bernucci *et al* (2006) descreve panela/buraco como uma depressão na superfície do revestimento asfáltico, podendo ou não atingir camadas inferiores. Contudo, DNIT (2003a) afirma que buraco ou panela é uma depressão que se forma no revestimento por falta de aderência entre camadas sobrepostas, ocasionando o deslocamento das camadas, podendo alcançar as camadas inferiores do pavimento.

**Figura 17: Panela ou Buraco.**



Fonte: BERNUCCI *et al.*, 2006.

### **2.2.10. Remendo**

Segundo DNIT (2003a) o remendo é o preenchimento com uma ou mais camadas de pavimento para eliminar os buracos/panelas. O mesmo é subdividido em duas classes, que são, remendo profundo e remendo superficial.

- Remendo profundo

De acordo com DNIT (2003a), acontece quando é realizado a substituição do revestimento e, possivelmente, de uma ou mais camadas inferiores do pavimento. Usualmente, apresenta formato retangular.

- Remendo superficial

DNIT (2003a) define como a correção, em área localizada, da superfície do revestimento, pela aplicação de uma camada de betume.

**Figura 18: Remendo realizado corretamente.**



Fonte: BERNUCCI *et al.*, 2006.

Operações tapa buraco, tem sido, de modo geral, considerada como de importância secundária ou relativa, e algumas vezes realizadas sem esmero e qualidade necessária de execução, fazendo com que a recuperação se torne patologia (DNIT 2006a).

### 2.3. AVALIAÇÃO DAS SOLICITAÇÕES DE TRÁFEGO

Conforme DNIT (2006b), avaliar as solicitações que o pavimento sofreu pelo tráfego é necessário para a determinação de um diagnóstico preciso do pavimento atual. Para o dimensionamento do reforço ou a definição de outras intervenções é necessária a determinação do tráfego futuro. Em qualquer caso, o desejável é que sejam definidos os seguintes elementos relativos ao tráfego: projeção do VMD; carregamento da frota e cálculo do número N.

#### 2.3.1. Número N

Senço (2008) diz que o pavimento flexível é dimensionado em função do “N” de passagens do eixo padrão por um período previsto pelo projetista, que significa o fim da vida útil do pavimento. O mesmo autor acrescenta que:

O número N pode ser também associado ao estoque de um supermercado, representando agora, cada embalagem, a passagem de um eixo padrão de 18,000 libras. Sendo todas as embalagens iguais, cada veículo que passar pelo pavimento, corresponderá à retirada do estoque, de um número de embalagens equivalente. O esgotamento do estoque significará que se atingiu ao número N de passagens do eixo padrão, ou seja, o fim da vida útil do pavimento.

#### 2.3.2. Volume Médio Diário

Segundo DNIT (2006b) as avaliações dos volumes de tráfego têm que se fundamentar em séries históricas reais e em contagens volumétricas classificatórias realizadas no trecho em análise. É necessário definir o trânsito que atuou sobre o pavimento através das contagens efetuadas no passado, e em estudos e projetos precedentemente elaborados. As taxas de aumento do tráfego poderão ser avaliadas por intermédio das séries históricas existentes ou na junção de dados socioeconômicos regionais.

Para obtenção do volume médio diário (VMD) é necessário conhecer ou adotar como projetista um volume médio de tráfego no ano da abertura da via (VMD1) admitindo também uma taxa de crescimento anual em porcentagem (t), onde sua progressão é de forma aritmética (DNIT 2006b).

### 2.4. INTERSEÇÃO

Pimenta e Oliveira (2001) explica que as interseções são áreas onde sucedem o cruzamento ou entroncamento de duas ou mais vias. As características adotadas para cada uma das interseções têm grande importância no projeto de uma estrada, pois podem afetar a segurança, capacidade de tráfego, velocidade de operação, além do mais, são obras de custos superiores em relação ao custo total da estrada.

Os mesmos autores (2001), também afirmam que as interseções podem ser classificadas em três grupos: cruzamento, que é quando uma via é cortada por outra; entroncamento, que é quando a via começa ou termina em outra; e rotatória, que é quando duas ou mais vias cruzam-se em um ponto comum e a opção escolhida trata-se no uso de uma praça central de distribuição do tráfego.

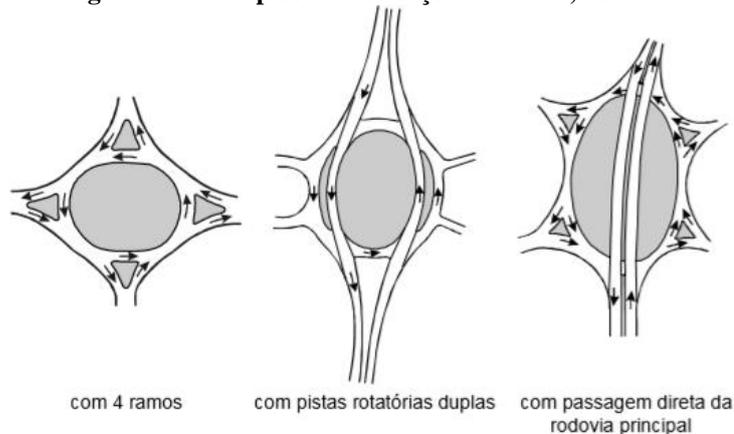
Segundo DNIT (2005a), para que haja a elaboração de um projeto de interseção, deve-se considerar uma série de condicionantes, como os fatores de tráfego, fatores físicos, econômicos e ambientais. A escolha do tipo de interseção resultará principalmente da relação entre a topografia do terreno, os volumes de tráfego e sua composição, a capacidade das vias, a segurança e os custos de implantação e de operação.

#### 2.4.1. Rótula (Rotatória)

DNIT (2005a), define rótula (rotatória) trata-se de uma solução usada para que o tráfego se mova no sentido anti-horário ao redor de uma ilha central.

O projeto da rótula envolve o atendimento de um determinado volume de tráfego, de veículos de projeto selecionados, com grau de segurança adequada. A segurança é obtida quando a geometria força o tráfego a entrar na rótula e circular com velocidades baixas, o que se consegue com raios de giro pequenos e faixas estreitas de circulação. Por outro lado, a capacidade da rótula é negativamente afetada por estas características, ou seja, a capacidade para atender à demanda do tráfego diminui quando se reduzem os raios e larguras. Além disso, o atendimento do maior veículo de projeto fixa limites mínimos de largura e curvatura. O projeto da rótula moderna é então um processo de procura de um equilíbrio entre segurança e capacidade, a partir das condições mínimas exigidas pelo maior veículo de projeto.

**Figura 19: Exemplos de interseções em nível, rótulas.**



Fonte: PIMENTA E OLIVEIRA (2001).

#### **2.4.2. Patologias em Locais de Frenagem**

DNIT (2005a) evidencia que a frequência da aceleração e desaceleração dos veículos são parâmetros fundamentais para a elaboração dos projetos das rodovias e interseções. Portanto, são essenciais para a definição dos comprimentos das vias de acessos, faixas de subida e de ultrapassagem, faixas de mudança de velocidade e acessos de ônibus.

O mesmo autor (2005a) acrescenta que a desaceleração e frenagens são necessárias para efetuar giros à esquerda/direita, em geral, para aqueles que entram em uma interseção, a fim de evitar divergências. Essas mudanças de velocidade causam oportunidades de erros e conflitos, já que obrigam que outros motoristas reajam a eles. Muitos problemas de solicitação de uso das interseções resultam na concentração de atividades e patologias em uma área muito pequena.

Segundo Peña (2011), não é esporádico que os acidentes se acumulem nas interseções, pois, são pontos da rodovia onde os movimentos de tráfego ocorrem mais intensamente, desta forma, gerando conflito entre si. Portanto, as interseções são de extrema importância nos programas de melhoria das condições de segurança nas rodovias, seja pela concentração de acidentes ou por suas anomalias e frequências.

#### **2.4.3. Flecha na Trilha de Roda**

Conforme Bernucci *et al.* (2006), a análise estrutural está vinculada a resistência de carga do pavimento, que condiz ao projeto do pavimento e ao seu dimensionamento. As falhas estruturais são consequências das repetições das cargas, ocasionando deformações elásticas ou plásticas. As deformações plásticas, são acumulativas durante a existência do pavimento, ocasionando assim, defeitos como afundamento localizado ou trilhas de rodas, sendo dimensionada através da treliça, já as deformações elásticas, são avaliadas pelas deformações verticais (deflexão do pavimento), medidas por deflectômetros.

Segundo DNIT (2003c) a flecha na trilha de roda é medida em milímetros, pela deformação constante na fenda formada nas trilhas de roda interna (TRI) e de roda externa (TRE), equivalente ao ponto de máxima depressão.

### 3. METODOLOGIA

#### 3.1. DESENHO DE ESTUDO

O trabalho vigente tem como finalidade metodológica a pesquisa aplicada, para a qual foi necessário a coleta em campo de todas as informações possíveis, a fim de alcançar um resultado satisfatório. A pesquisa possui abordagem qualitativa, pois foi realizado levantamentos visuais, a fim de avaliar o estado atual e as particularidades do pavimento instalado na via em estudo.

No que diz respeito ao objetivo metodológico, realizou-se uma pesquisa descritiva, com a execução dos levantamentos de dados por meio de técnicas de coleta para análise, descrição e interpretação da situação do pavimento através do estudo de campo. O procedimento metodológico teve como suporte a pesquisa bibliográfica, baseando-se em livros, normas que regulamentam a realização do estudo e que regem a correta realização dos ensaios, a fim de obter os melhores resultados no campo estudado. Posteriormente, foi realizado o procedimento metodológico de levantamento, a fim de concluir o estudo de caso e aplicar os estudos bibliográficos já realizados.

Portanto, a pesquisa foi realizada em duas partes, constituindo-se de pesquisa bibliográfica e a pesquisa de campo (estudo de caso).

#### 3.2. OBJETO DE ESTUDO

A pesquisa ocorreu em forma de estudo de caso. A mesma ocorreu no trecho da BR-153, rodovia que liga o Brasil de norte a sul e passa pelo perímetro urbano de Alvorada-TO. O trecho teve início a 600m que antecedem a primeira rótula e percorreu até aproximadamente os 600m posteriores a última rótula. O objeto de estudo, iniciou-se no ponto 1 que se encontra na coordenada  $12^{\circ}29'54.33''\text{S}/49^{\circ}6'55.99''$ , encerrando-se na coordenada  $12^{\circ}27'39.03''\text{S}/49^{\circ}7'5.45''\text{O}$ , correspondente ao Ponto 6, possuindo uma extensão total de aproximadamente 4 km.

A BR-153 liga a cidade de Marabá (PA) ao município de Aceguá (RS), é uma das maiores rodovias do Brasil e umas das principais de integração nacional, pois realiza a ligação do Meio-Norte do Brasil com regiões do Centro-Sul. A implantação da mesma ocorreu na década de 50 e possui como revestimento o concreto betuminoso usinado a quente. A via já passou por algumas operações de manutenção e reparo ao longo dos anos. A figura 20 representa o trecho da BR-153 em estudo, que percorre do Ponto 1 ao Ponto 6, sendo dividido por outros trechos internos.

Figura 20: Trecho da BR-153 estudado.



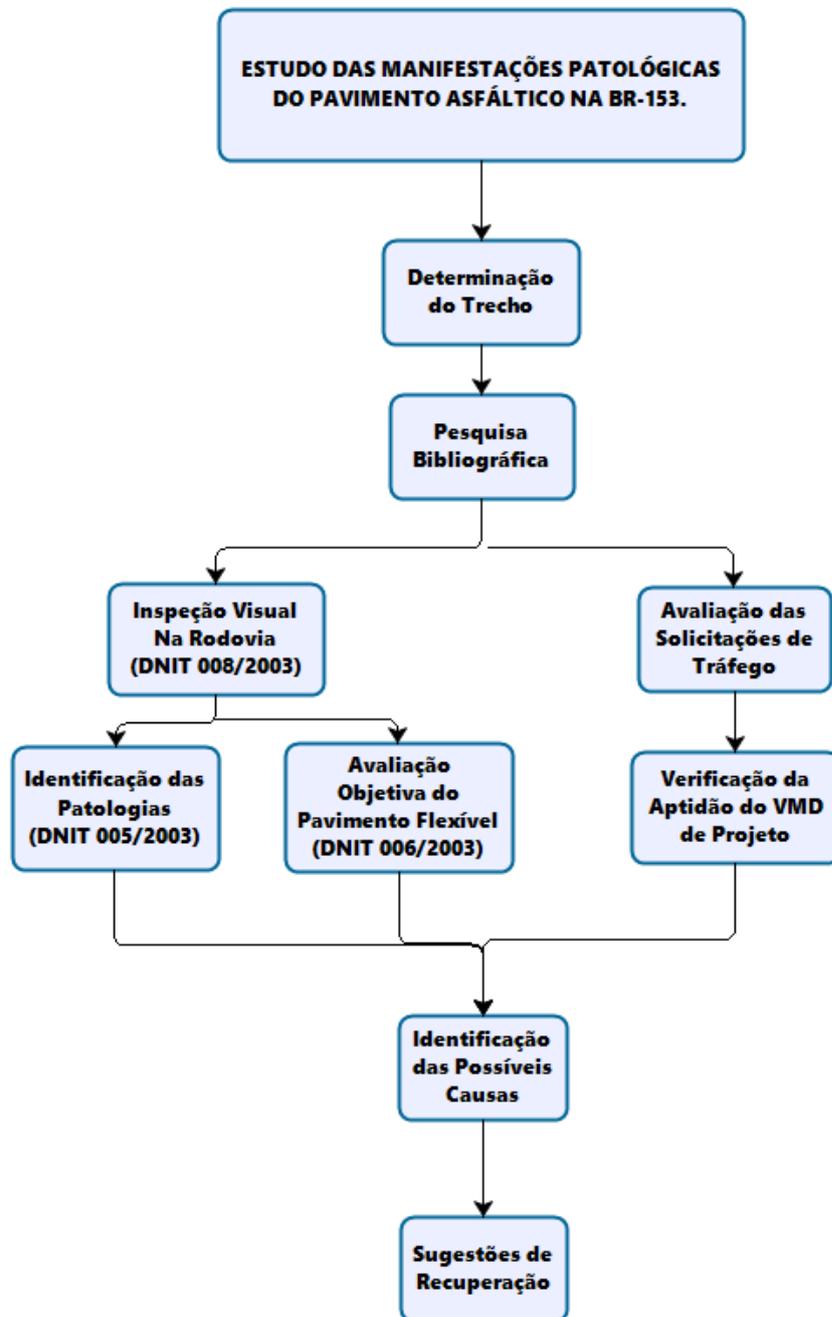
Fonte: Google Earth, adaptado pelo autor, 2020.

### 3.3. ETAPAS DO PROJETO

A pesquisa foi realizada com a finalidade de avaliar as condições atuais da superfície em estudo e propor sugestões para recuperar o trecho danificado. Para atingir os objetivos apresentados, foi indispensável seguir uma sequência de etapas. Os procedimentos que foram utilizados no estudo, são norteados pelo DNIT 2006, DNIT 005/2003, DNIT 006/2003, DNIT 008/2003 e alguns livros específicos da área que contribuem para a identificação das patologias e suas causas, que estão infracitados e detalhados conforme a cada etapa.

Para melhor exemplificar os procedimentos foi concebido um fluxograma ilustrado na figura 21, de forma a facilitar a compreensão.

Figura 21: Fluxograma das etapas do estudo.



Fonte: Autor, 2020.

### 3.3.1. Inspeção Visual da Rodovia

A inspeção visual do trecho estudado, foi executada mediante orientações da norma DNIT 008/2003- PRO, na qual determina os procedimentos exigíveis do levantamento visual contínuo para avaliação da superfície de pavimentos flexíveis e semirrígidos. A execução realizou-se no período matutino, através de observação visual, visando detectar possíveis patologias ao longo do trecho da rodovia. A inspeção dispôs do auxílio de algumas ferramentas,

tais como, veículo equipado com velocímetro, câmera fotográfica, régua, caneta, prancheta e trena, que possibilitou a avaliação do revestimento betuminoso e a profundidade de algumas panelas em pontos críticos, seguindo os processos metodológicos do DNIT (005/2003), DNIT (008/2003) e DNIT (006/2003) detalhados nos itens 3.3.2 e 3.3.3.

### **3.3.2. Identificação das Manifestações Patológicas e Possíveis Causas**

Esta etapa corresponde ao estudo e identificação das manifestações patológicas, a fim de obter dados necessários para a correta avaliação do trecho de estudo.

A análise superficial, baseou-se por meio de procedimentos e inspeções padronizados pela norma do DNIT 008/2003. Este processo de avaliação trata-se do levantamento visual contínuo, que compreende o preenchimento do formulário por meio do LVC, que proporciona o controle das variações das diversas manifestações ao longo do trecho estudado, especificado e classificado pela norma do DNIT 005/2003. Este regulamento estabelece os termos utilizados em falhas que ocorrem nos pavimentos flexíveis e semirrígidos.

O levantamento visual contínuo foi realizado em conformidade com a norma do DNIT (008/2003), contando com o auxílio de três pessoas, sendo um motorista e dois técnicos, onde um dos técnicos foi responsável pela identificação e quantificação das repetições patológicas durante o trecho e outro técnico esteve responsável pelo preenchimento do anexo B. O levantamento ocorreu no período da manhã, em um dia seco e sem possibilidade de chuva, para que assim, pudesse garantir a melhor visibilidade e total qualidade da pesquisa.

O percurso estudado foi particionado em trechos com extensão de no máximo 1 km, havendo uma adaptação para o trecho. Foi realizado o preenchimento dos anexos da melhor forma, contribuindo com os resultados referentes ao índice de condição dos pavimentos (ICPF) e índice do estado da superfície (IES).

O cálculo do ICPF foi realizado por intermédio do cálculo da média dos índices, contidos no Formulário do Levantamento, avaliados pelos avaliadores. A norma do DNIT 008/2003 fornece parâmetros de avaliação, onde o avaliador deve fazer uso do seu senso crítico, conforme tabela de conceitos do ICPF, a fim de estabelecer valores ao respectivo trecho. Em seguida, realizou-se o cálculo do índice de gravidade global expedido (IGGE), obtido pela fórmula 1.

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

Onde:

Ft e Pt: Frequência e Peso do conjunto de trincas;

Foap e Poap: Frequência e Peso do conjunto de deformações;

Fpr e Ppr: Frequência (quantidade por km) e peso do conjunto de painéis e remendos.

Foram utilizadas as tabelas inclusas na norma, para que pudesse determinar a gravidade de cada sigla. O cálculo do ICPF se baseia na média aritmética dos índices obtidos no formulário de levantamento (Anexo B) conforme a fórmula 2, os resultados dos índices foram lançados no Quadro Resumo (Anexo D) apresentado pela norma do DNIT 008/2003.

$$\text{ICPF} = \frac{\sum \text{ICPF quantidade de segmentos}}{\text{Quantidade de segmentos}}$$

Após obter o ICPF, calculou-se a média aritmética do IGGE, igual a fórmula 3.

$$\text{IGGE} = \frac{\sum \text{IGGE}}{\text{Quantidade de segmentos}}$$

Em seguida, obteve-se o IES (Índice do Estado da Superfície), alcançado através do ICPF e do IGGE. O IES determina o grau de degradação do pavimento.

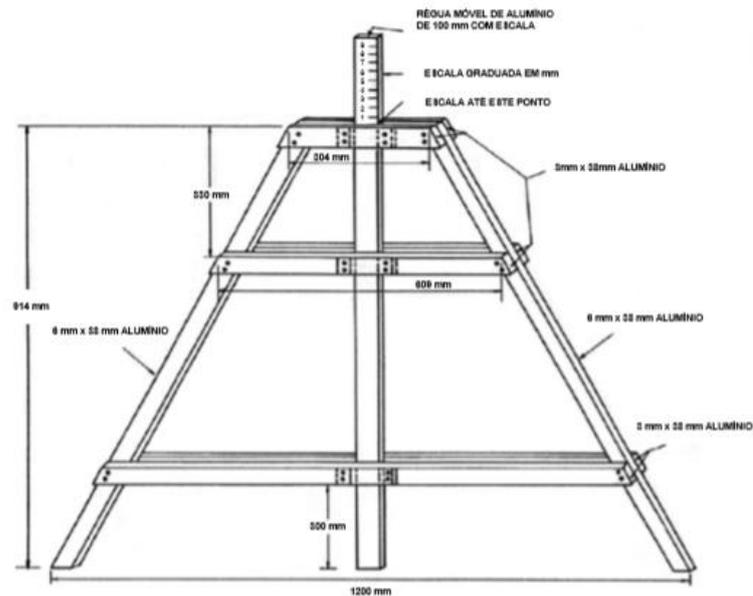
A caracterização dos defeitos depende de três condições, são elas: a espécie do defeito, a gravidade e a dimensão da patologia. Para o diagnóstico das patologias, foi necessário a visita in loco, e estudos em cima dos resultados obtidos pelo LVC, indicando as possíveis causas das manifestações patológicas e seguindo as sugestões do Manual de Restauração de Pavimentos Asfálticos do DNIT (2006b), do livro Pavimentação Básica- Formação Básica Para Engenheiros (BERNUCCI *et al.*, 2006) e do livro Pavimentação Asfáltica- Materiais, Projeto e Restauração (BALBO, 2007).

### 3.3.3. Avaliação Objetiva Da Superfície De Pavimentos Flexíveis

Essa etapa corresponde ao estudo aprofundado, ao qual foi realizado a avaliação objetiva, através da adaptação da Norma DNIT 006/2003 – PRO, onde suas condições exigíveis é a contagem e classificação de ocorrências aparentes e da medida das deformações fixas nas trilhas de roda.

A avaliação da superfície, foi realizada através do auxílio de uma régua de alumínio, de base retangular, com 3,0 m de comprimento e pintada a cada 0,20m, a fim de facilitar a identificação das dimensões. A norma especifica que deve ser instalada uma régua móvel em seu ponto médio, para possível medição das flechas da trilha de roda (figura 22), utilizando como material de auxílio uma caneta e formulário.

**Figura 22: Treliça para medição das flechas da trilha de roda**



Fonte: DNIT, 2003.

Avaliou-se as superfícies, identificando flechas como as do trilhas de roda interna (TRI) e externa (TRE). Desta maneira, foi realizado a coleta das medidas em milímetros de alguns trechos, principalmente nas entradas e saídas das rótulas, devido a sua maior solicitação de frenagem e aceleração. Posteriormente, os valores obtidos foram lançados no Anexo C.

### 3.3.4. Avaliação das Solicitações de Tráfego

Para verificar e garantir com confiabilidade, as reais causas e consequências dos surgimentos das patologias existentes no trecho, foi necessário verificar o VMD de projeto. O VMD determina o valor do fluxo para o qual a rodovia foi projetada, de forma que atenda as solicitações do tráfego atual e o futuro.

O DNIT é o órgão fiscalizador que detém todas as informações estruturais, de projeto e de tráfegos das vias brasileiras. Após solicitar esses dados junto ao órgão responsável, o mesmo disponibilizou as informações referentes ao tráfego de veículos e VMD, tanto do período de

implantação da via, quanto do período atual. Desta forma, realizou-se análises globais, a fim de confrontar tais informações e verificar se a via suporta ou não a situação do tráfego atual.

### **3.3.5. Sugestão de Recuperação do Pavimento**

A sugestão de recuperação do pavimento foi possível após as análises dos resultados obtidos em campo, como por exemplo, LVC e a avaliação objetiva da superfície do pavimento. Após identificar quais os tipos de patologias presentes, classificou-se a via como ótima, boa, regular, ruim ou péssima, posteriormente, foi realizado a análise dos possíveis problemas e causas, em seguida foram definidas as necessidades de manutenção e reabilitação.

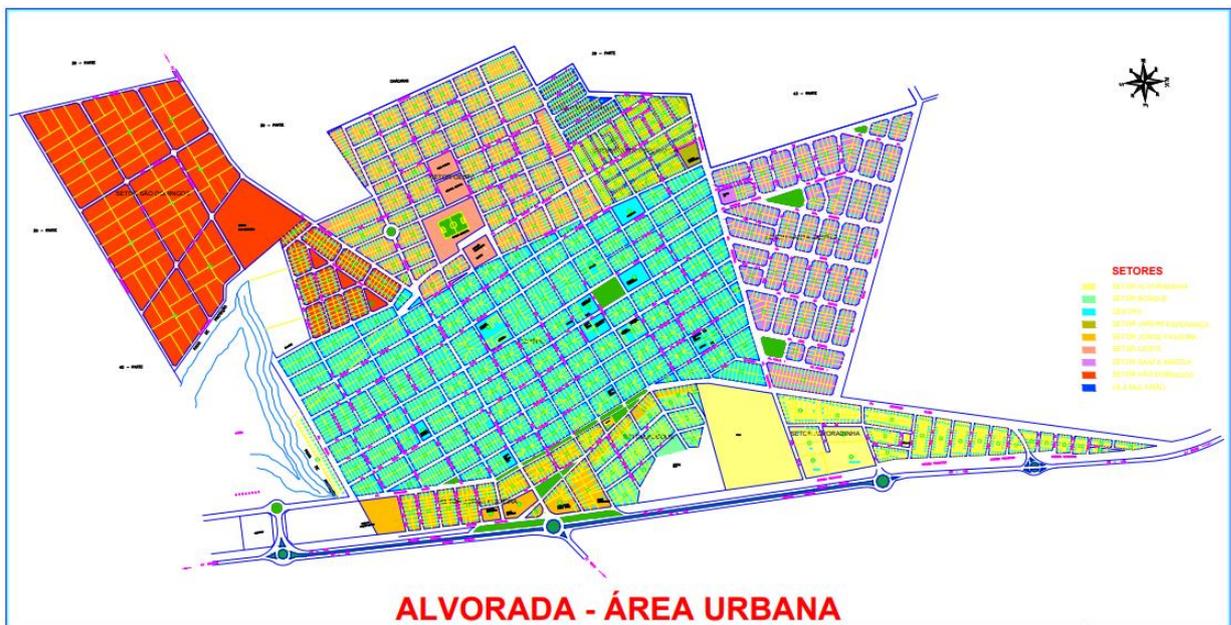
As causas das patologias encontradas foram paramentadas pelo DNIT 005/2003 e por pesquisas bibliográficas realizados em livros, já citados. A restauração do pavimento foi baseada e normalizada pelo DNIT 008/2003 e o Manual de Restauração de Pavimentos Asfálticos-DNIT (2006b).

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 4.1. INSPEÇÃO VISUAL E DIAGNÓSTICO

A visita in loco para a realização da inspeção visual, ocorreu no sábado, dia 29 de agosto, no período da manhã a partir das 7h30min, a fim de identificar as manifestações patológicas contidas ao longo do trecho da rodovia e reconhecer as possíveis causas que contribuem para o surgimento destas. No decorrer da inspeção foi possível identificar com detalhes, as diversas patologias contidas no trecho.

Figura 23: Mapa de Alvorada-TO.



Fonte: Prefeitura Municipal de Alvorada, 2012.

A identificação e classificação das manifestações patológicas contidas na rodovia, baseou-se na norma do DNIT 005/2003, e para a determinação das possíveis causas das patologias encontradas usou-se como base o Manual de Restauração de Pavimentos Asfálticos-DNIT (2006b) e o livro Pavimentação Básica- Formação Básica Para Engenheiros (BERNUCCI *et al.*, 2006)

Por meio da visita in loco, foi possível a identificação das manifestações patológicas e suas respectivas localidades. São elas: panela, trincas interligadas tipo couro de jacaré, afundamento, ondulações, escorregamento, exsudação, desgaste superficial e remedo.

- Painéis

As painéis constatadas no percurso do trecho estudado, em sua maioria não atingiram a base do pavimento, permanecendo somente na camada do revestimento presente. A incidência de painéis profundos resumiu a uma ocorrência, apresentada na figura 24. É importante salientar que a baixa frequência desta patologia, dá-se em consequência de uma recente manutenção da via, ocorrida anteriormente a execução da vistoria.

A presença dessa patologia, possivelmente é devido ao surgimento de trincas de fadiga (processo que ocorre devido ao acúmulo das solicitações do tráfego ao longo do tempo) no pavimento e pela má execução do revestimento betuminoso, como uma deficiência na compactação, falha na imprimação, que aliado ao tráfego de veículos acelera o processo evolutivo da patologia, causando a desintegração localizada na superfície do pavimento.

**Figura 24: Painel no trecho de estudo na BR-153.**



Fonte: Autor, 2020.

- Trinca Interligada: Couro de Jacaré

A trinca couro de jacaré, foi uma das patologias com os maiores índices de recorrências. Trata-se de um defeito na superfície que pode ser causado por fadiga, grandes mudanças de temperatura que causam contrações no revestimento, uma possível oxidação do cimento asfáltico de petróleo (CAP), ou tráfego além do considerado em projeto, exemplificado pela figura 25 e 26. Esses fatores enfraquecem o revestimento e permite a entrada da água,

provocando um enfraquecimento adicional da estrutura. Uma vez iniciado, tende a aumentar sua extensão e severidade levando a desintegração do revestimento.

Portanto, um considerável fator da via, que colabora para o surgimento desta patologia, é grande frequência de uso do trecho, pois trata-se de uma rodovia federal, utilizada para transportar cargas para o norte e sul do país, além da escoação da produção de grãos e animais da região, somada a frequente alternância na mudança de temperatura característica do Estado.

**Figura 25: Trinca Couro de Jacaré.**



Fonte: Autor, 2020.

**Figura 26: Conjunto de Trincas Couro de Jacaré.**



Fonte: Autor, 2020.

- Afundamento

O afundamento é classificado como uma deformação permanente, presente na superfície do pavimento. No trecho inspecionado foi possível identificar tanto o afundamento por consolidação, quanto o plástico. As maiores frequências desta patologia foram identificadas próximas ou nos locais de maiores incidências de frenagens, como por exemplo as rótulas.

Nas figuras 27 e 28 é possível identifica o afundamento plástico, este, ocorre geralmente quando há a ruptura por cisalhamento de uma ou mais camadas do pavimento, em função da consequência de falhas na execução da obra, principalmente, por compactação mal realizada, sobrecarga, ou perda da capacidade de suporte das camadas em função de saturação das camadas de solo ou calor excessivo incidindo sobre a camada betuminosa, fator frequente no Estado.

**Figura 27: Afundamento Plástico por Trilho de roda.**



Fonte: Autor, 2020.

**Figura 28: Afundamento Plástico Local.**



Fonte: Autor, 2020.

Os afundamentos de consolidação são causados por consolidação diferencial de uma ou mais camadas de base do pavimento ou do subleito. Na figura 29, observa-se essa patologia, identificada nas saídas das rótulas, locais que possuem grandes índices de aceleração. As possíveis causas podem ser a densificação de uma ou mais camadas do pavimento em função do tráfego severo e/ou compactação insuficiente das camadas.

**Figura 29: Afundamento por Consolidação de Trilho de Roda.**



Fonte: Autor, 2020.

- Ondulações

As ondulações estão associadas as tensões cisalhantes geradas pelo efeito do tráfego com alternância de direção, como a aceleração ou frenagem dos veículos, ocorrendo normalmente em cruzamentos e rotatórias. As principais causas são a compactação inadequada das camadas do pavimento ou acabamento deficiente, sobrecarga provocada pelo tráfego ou a instabilidade da mistura betuminosa constituinte do revestimento ou da base.

Durante a visita in loco, observou-se que suas maiores ocorrências normalmente apresentam-se nas regiões de aceleração ou de frenagem dos veículos conforme está nas figuras 30 e 31. As ondulações podem ocorrer em qualquer região da superfície, porém, apresentou maior incidência próximo as rótulas presentes no trecho.

**Figura 30: Ondulações.**



Fonte: Autor, 2020.

**Figura 31: Ondulações.**



Fonte: Autor, 2020.

- Escorregamento

Esta patologia ocorre com maiores incidências em pavimentos submetidos a calor excessivo, o que provoca a fluência do CBUQ. Também pode ser causado pelo emprego de massas asfálticas com excesso de CAP e escassez de vazios, ou em situações em que o CAP empregado era muito fluido em função do tráfego e do tipo de carregamento, além disso, uma pintura de ligação inadequada também colabora para o surgimento dos escorregamentos.

Essa manifestação patológica, foi uma das predominantes nos trechos das regiões de aceleração e desaceleração como pode-se notar nas figuras 32 e 33.

**Figura 32: Escorregamento na Saída da Rótula.**



Fonte: Autor, 2020.

**Figura 33: Escorregamento somado a erosão e trinca.**



Fonte: Autor, 2020.

- Exsudação

O excesso de ligante na superfície do pavimento, calor excessivo que provoca fluência do CBUQ, o emprego de massas com excesso de CAP e escassez de vazios, uso de CAP muito fluido e ainda em função da granulometria inadequada do CBUQ podem ter sido fatores que contribuíram para o surgimento de exsudação no trecho.

Ao inspecionar o objeto de estudo, notou-se que a presença de exsudação se tornou mais frequente nas chegadas e saídas e nas rótulas conforme as figuras 34 e 35. Algumas locais possuem uma associação de patologias, como escorregamentos, exsudação e afundamentos.

**Figura 34: Exsudação na Rótula 3.**



Fonte: Autor, 2020.

**Figura 35: Exsudação na Saída da Rótula 3.**

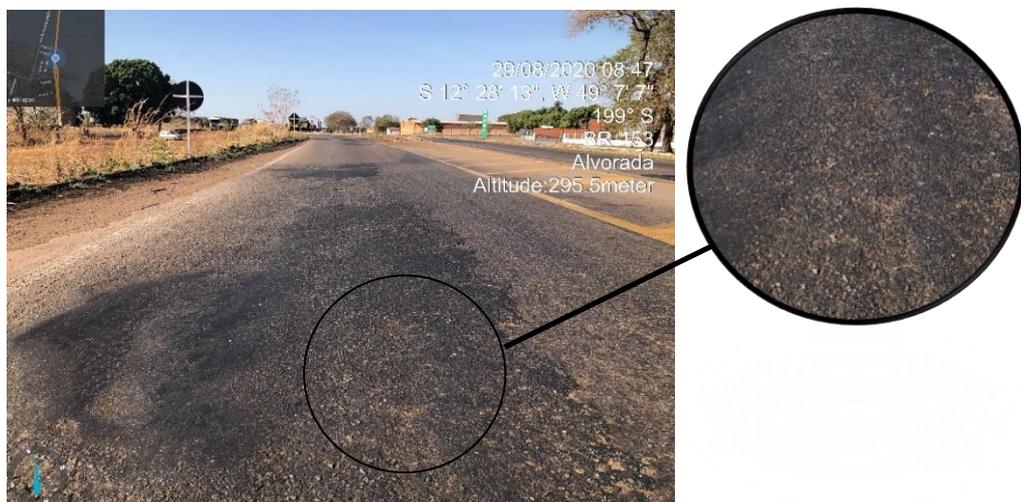


Fonte: Autor, 2020.

- Desgaste Superficial

O desgaste superficial pode ter surgido por uma série de falhas executivas, como a falha na aderência entre o ligante asfáltico e o agregado, ou tendo material sujeito a ação de poeira ou qualquer tipo de sujeira, o que afeta a coesão do mesmo. Também é possível que seja consequência de falha pela má execução com o bico espargidor, associado com os fatores climáticos, variação de temperatura, chuvas e as próprias combinações físicas, como o atrito pneu-pavimento, aceleração e frenagem. As figuras 36 e 37 mostram o desgaste superficial em dois trechos da via.

**Figura 36: Desgaste Superficial.**



Fonte: Autor, 2020.

**Figura 37: Desgaste Superficial na Saída da Rótula 1.**



Fonte: Autor, 2020.

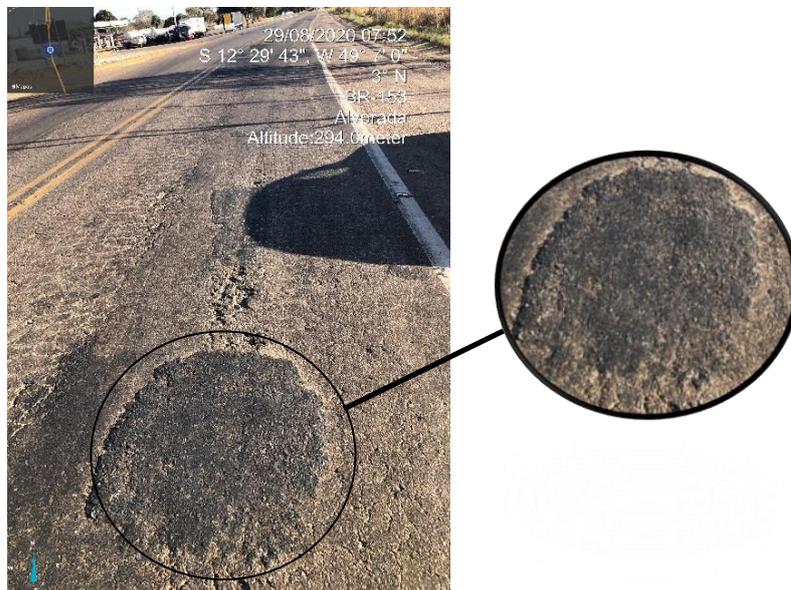
- Remedo

Os remedos só podem ser considerados como patologias, caso sejam executados de forma inadequada, assim, causando desconforto aos usuários e podendo comprometer a segurança.

Patologias como o remedo, são falhas que surgem após algum reparo mal realizado devido a outras patologias, ocasionando desta forma, desconforto aos usuários da rodovia. Algumas das suas causas são devido a uma intensa solicitação do tráfego, uso de material de má qualidade, condições ambientais adversas ou problemas construtivos.

Essa manifestação patológica, foi uma das mais recorrentes devido à recente manutenção realizada no local para solucionar panelas e outras patologias, conforme mostra a figura 38. Outro detalhe observado foi que a maioria dos reparos realizados, ocorreram de forma errada, pois deveriam ter sido feitos recortes de 90° com afastamento das bordas do buraco, para que as manifestações não pudessem retornar.

**Figura 38: Remedo.**



Fonte: Autor, 2020.

Outra característica errônea observada, foi o uso de materiais não compatíveis com o pavimento flexível CBUQ, como por exemplo o concreto ciclópico. A figura 39 representa reparos realizados em um dos acessos da rodovia ao centro da cidade de Alvorada.

**Figura 39: Remendos Executados com Concreto Ciclópico.**



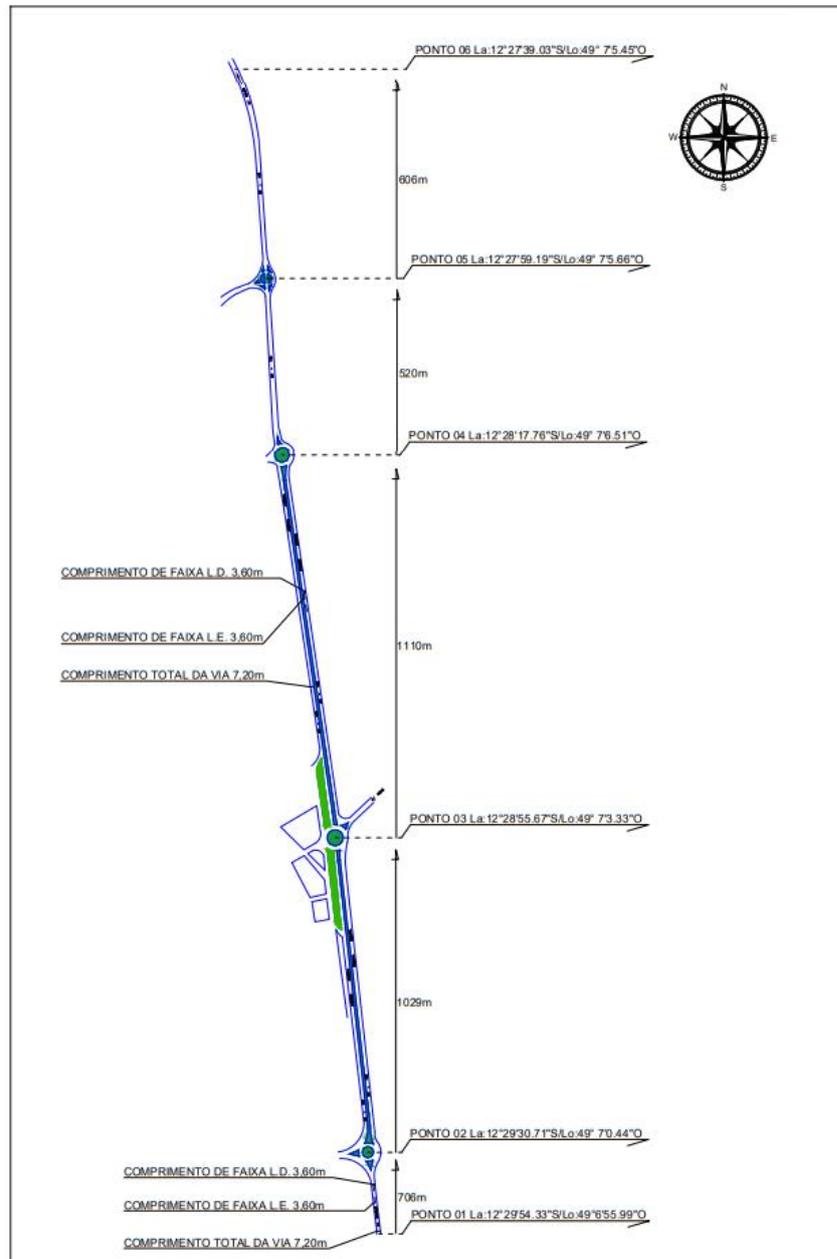
Fonte: Autor, 2020.

Em suma, no trecho avaliado foi observado que as faixas mais danificadas e com maiores índices de patologias, encontram-se no sentido de Talismã a Gurupi. Esse fator é devido ao grande fluxo de veículos que abastecem o norte do país. Normalmente esses veículos passam carregados com mercadorias e quando retornam, estão com menor peso de cargas ou vazios. Nos trechos onde há a duplicação da faixa, nota-se que a faixa mais solicitada é a da direita, devido ao maior fluxo normalmente permanecer na mesma.

#### 4.2. LEVANTAMENTO VISUAL CONTÍNUO

O levantamento visual contínuo também foi realizado no sábado pela manhã, dia 29 de agosto, conforme as orientações da norma do DNIT 008/2003, para avaliar superfície de pavimento flexíveis e semirrígidos. Para realizar o procedimento houve uma adaptação da norma, quanto as distancias dos trechos observados. Os percursos ficaram divididos por rótulas, permanecendo os trechos respectivamente com 706m, 1029m, 1110m, 520m e 606 m, conforme a figura 40. É importante salientar que as rótulas foram avaliadas separadamente, como um trecho isolado, para assim melhor detectar as patologias presentes.

**Figura 40: Mapa do Objeto de Estudo.**

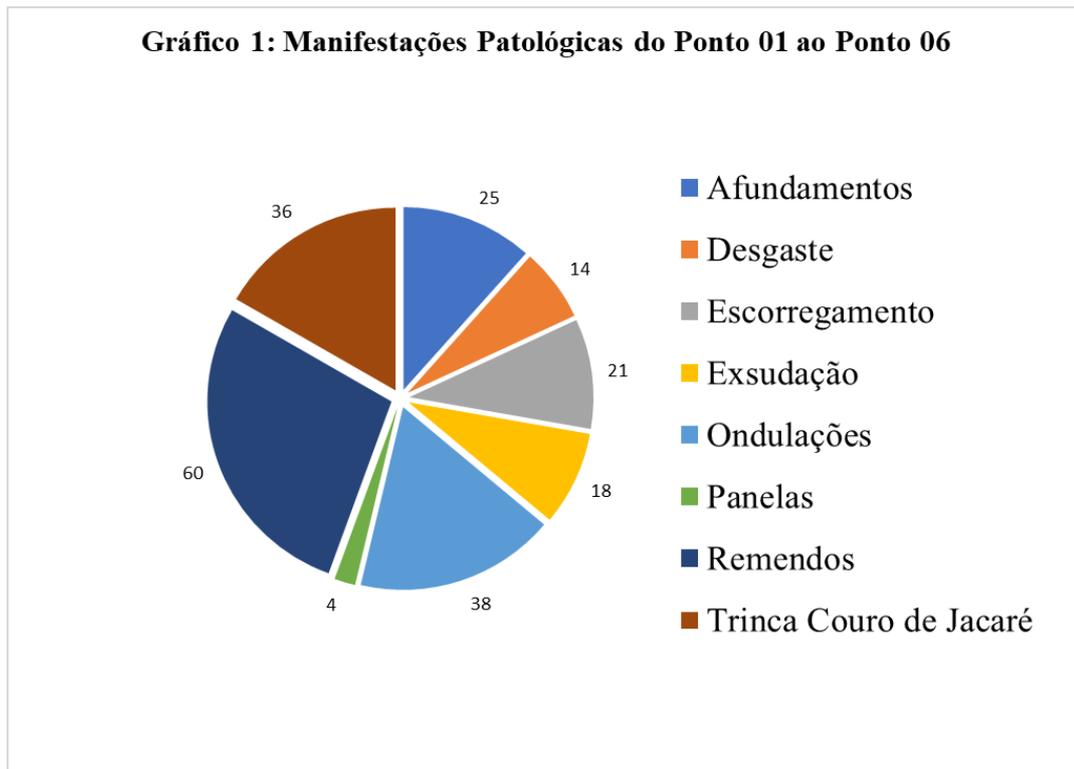


Fonte: Autor, 2020.

Foram coletados os dados nos 2 sentidos de rodagem, pois alguns trechos possuem pista duplicada. Após preencher os anexos B, C E D presentes em norma, obteve-se o número de repetições das patologias.

O gráfico 1 representa o quantitativo de repetições das manifestações no seguimento de sul a norte do trecho.

**Gráfico 1: Quantitativo de Manifestações Patológicas, P1 ao P6**



Fonte: Autor, 2020.

Conforme o gráfico apresentado, notou-se que os remendos, ondulações, trinca couro de jacaré e afundamentos, foram as quatro patologias com os maiores índices de repetições ao longo do percurso, entre o ponto 1 e ponto 6.

O trecho 'P4 ao P5', possuíram a maior incidência de remendos, totalizando 43,33% das ocorrências totais. Esse mesmo trecho, também possuiu a maior quantidade de trincas couro de jacaré, sendo 41,67%. É importante salientar que nos trechos duplicados, as maiores frequências das patologias encontradas, estavam localizadas na faixa da direita, devido ao maior fluxo, recorrente do sentido sul ao norte do país, perímetro bastante solicitado por caminhões carregados.

Observa-se que todas as rótulas detiveram a presença de ondulações, apresentando juntas um total de 39, 47% das ocorrências. Outro fator visto, é que panelas foram observadas somente neste primeiro percurso de avaliação, tratando-se de poucas repetições. Já em alguns trechos, foram notadas algumas patologias mistas, conforme figura 41.

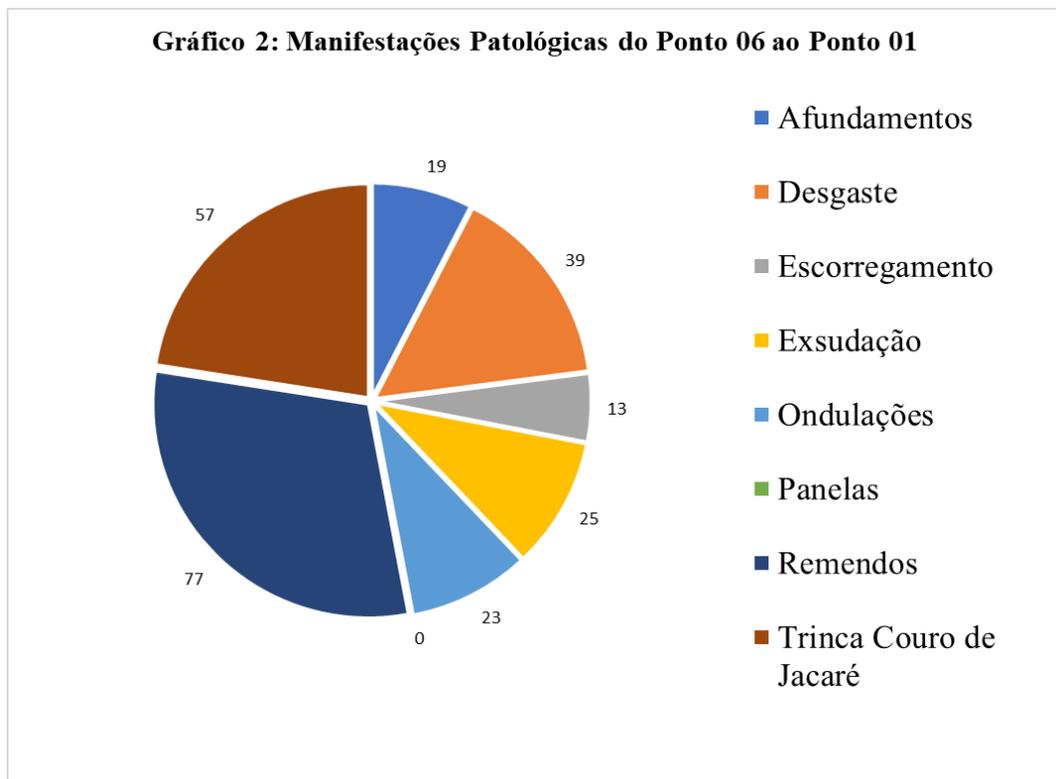
**Figura 41: Trinca, Desgaste, Remendo e Erosão.**



Fonte: Autor, 2020.

O número de repetições das manifestações patológicas avaliadas de norte a sul, está resumido pelo gráfico 2.

**Gráfico 2: Quantitativo das Manifestações Patológicas, P.6 ao P.1.**



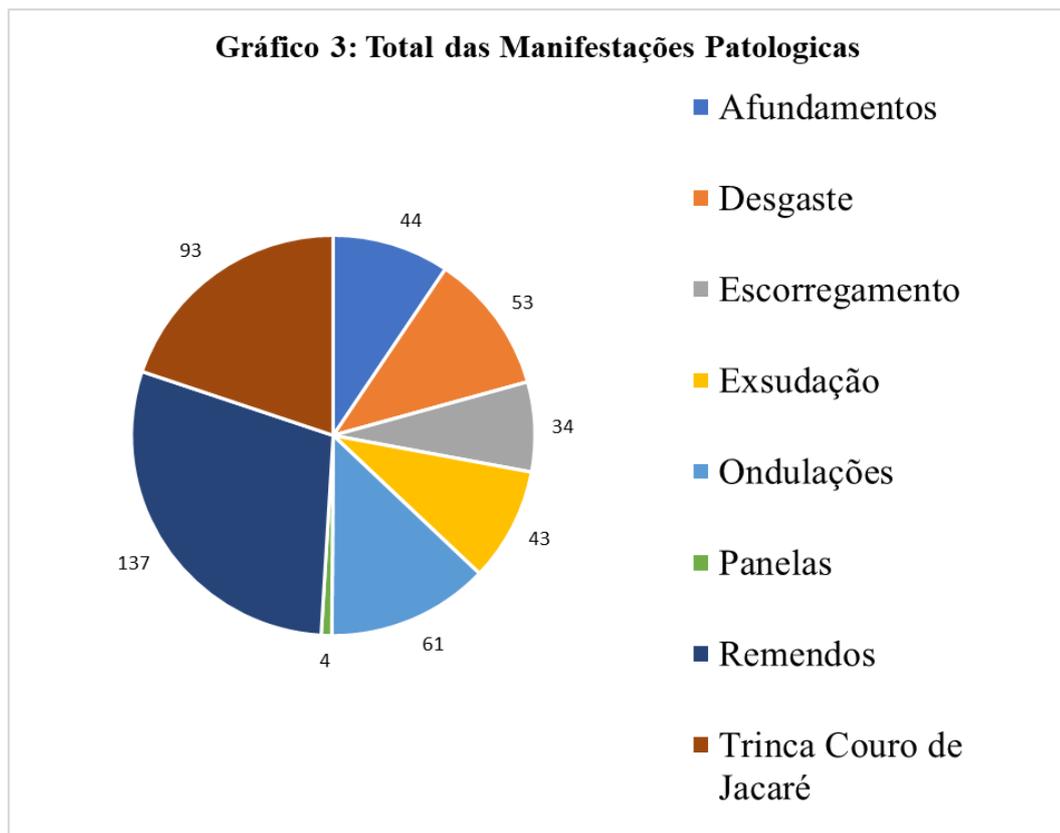
Fonte: Autor, 2020.

Assim como a avaliação do ‘ponto 1 ao 6’, também foi observado que do ‘ponto 6 ao 1’, as patologias que mais se repetiram foram, remendo e trinca couro de jacaré, somado a grande presença de desgaste e exsudação.

Os trechos ‘P5 ao P4’ e ‘P4 ao P3’, possuíram juntos 42,86% das ocorrências de remendos e 40,35% das trincas couro de jacaré encontradas. Ao avaliar esse percurso, notou-se que o desgaste esteve presente em todos os seguimentos. Também foi constatado um aumento na presença de desgaste e uma redução no quantitativo de escorregamento e exsudação, em relação a avaliação do levantamento anterior citado.

O total das patologias encontradas nos dois levantamentos obteve um total de 469 repetições, estando representado pelo gráfico 3 a seguir.

**Gráfico 3: Quantitativo Total das Patologias Encontradas**



Fonte: Autor, 2020.

Após avaliar as faixas da rodovia e preencher o anexo B, apresentado no apêndice A1 e A2, foi determinado o Índice de Condição do Pavimento Flexível (ICPF), seguido do Índice de

Gravidade Global Expedido (IGGE) contido no apêndice A3 e A4. Por fim, avaliou-se o Índice do Estado da Superfície do Pavimento (IES) conforme o apêndice A5 e A6.

Após obter todos os dados, pode-se classificar o estado da superfície do pavimento flexível para cada trecho avaliado, conforme a tabela 1 a seguir.

**Tabela 1: Resultados do LVC.**

<b>BR-153, ALVORADA-TO, sentido Ponto 1 (Talismã) a Ponto 6 (Gurupi)</b>				<b>Resultados</b>				
<b>Nº do Seg.</b>	<b>Km Início</b>	<b>Km Final</b>	<b>Ext (km)</b>	<b>ICPF</b>	<b>IGGE</b>	<b>IES</b>		
						<b>Valor</b>	<b>Cód</b>	<b>Conceito</b>
P1 ao P2	0,000	0,706	0,706	3,50	21,30	3	C	REGULAR
Rótula (P2)	-	-	-	3,40	2,46	1	B	BOM
P2 ao P3	0,706	1,735	1,029	4,20	4,65	0	A	ÓTIMO
Rótula (P3)	-	-	-	3,30	4,23	1	B	BOM
P3 ao P4	1,735	2,845	1,110	3,50	6,10	1	B	BOM
Rótula (P4)	-	-	-	3,80	3,00	1	B	BOM
P4 ao P5	2,845	3,365	0,520	2,00	41,06	4	C	REGULAR
Rótula (P5)	-	-	-	3,00	13,60	1	B	BOM
P5 ao P6	3,365	3,971	0,606	3,50	19,35	1	B	BOM
<b>BR-153, ALVORADA-TO, sentido Ponto 6 (Gurupi) a Ponto 1 (Talismã)</b>				<b>Resultados</b>				
<b>Nº do Seg.</b>	<b>Km Início</b>	<b>Km Final</b>	<b>Ext (km)</b>	<b>ICPF</b>	<b>IGGE</b>	<b>IES</b>		
						<b>Valor</b>	<b>Cód</b>	<b>Conceito</b>
P6 ao P5	0	0,606	0,606	4,30	11,75	0	A	ÓTIMO
Rótula (P5)	-	-	-	3,00	13,05	1	B	BOM
P5 ao P4	0,606	1,126	0,52	3,70	23,90	2	B	BOM
Rótula (P4)	-	-	-	3,50	4,20	1	B	BOM
P4 ao P3	1,126	2,236	1,11	4,00	27,55	2	B	BOM
Rótula (P3)	-	-	-	3,80	5,80	0	A	ÓTIMO
P3 ao P2	2,236	3,265	1,029	3,50	12,95	1	B	BOM
Rótula (P2)	-	-	-	4,20	2,85	0	A	ÓTIMO
P2 ao P1	3,265	3,971	0,706	4,00	30,80	4	C	REGULAR

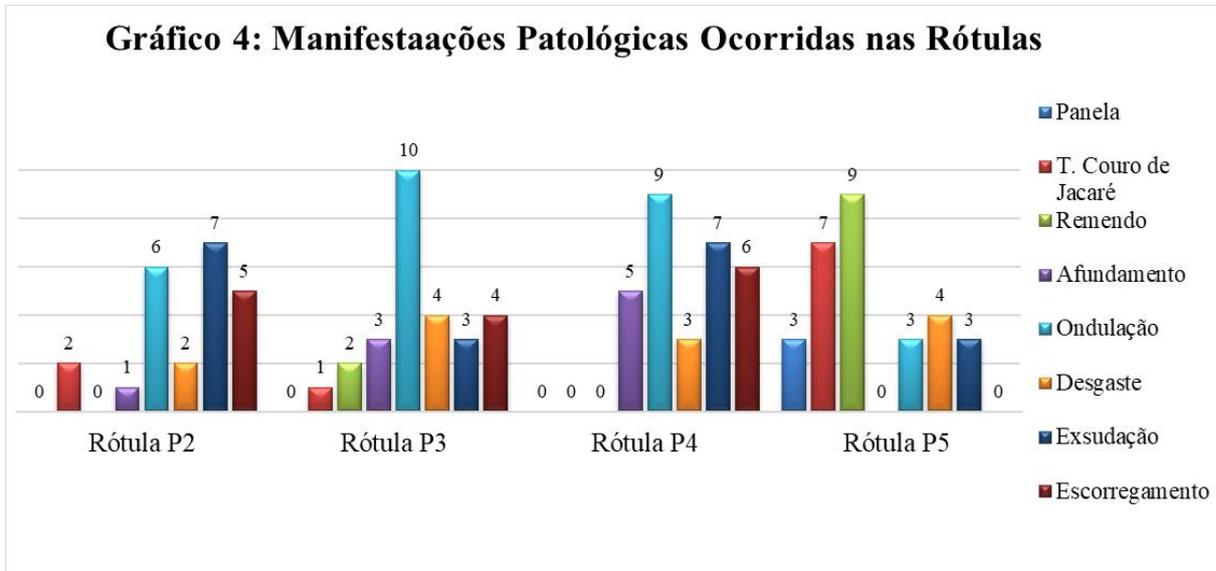
Fonte: Autor, 2020.

Como observado na tabela acima, a maioria dos seguimentos avaliados pelo método LVC foram classificados em boas condições de uso, possuindo uma frequência de trechos com conceitos entre ótimo, bom e regular.

A fim de concentrar com maior atenção a avaliação das patologias existentes nas rótulas, foi realizado a adaptação da norma DNIT 008/2003, de forma que elas fossem analisadas como

um trecho isolado, para cada sentido percorrido. O total de patologias encontradas está demonstrada no gráfico 4 a seguir.

**Gráfico 4: Quantitativo de Manifestações Presentes nas Rótulas.**



Fonte: Autor, 2020.

A patologia com maior número de repetição foi a ondulação, que esteve presente em todas as rótulas. Possivelmente foi causada devido a alternância de direção e sequência de aceleração ou frenagem dos veículos na mesma.

A rótula P4 foi a que obteve o maior número de patologias, totalizando 30 repetições ao total. A patologia com menor incidência foram as painéis, que totalizaram 3 casos, presentes na rótula P5. Em suma, também se notou que os semicírculos das rótulas, que constituem o lado do trecho que liga o sul ao norte do país (do ponto 1 ou ponto 6) apresentaram maiores quantidades de manifestações patológicas.

#### 4.3. AVALIAÇÃO DA FLECHA NA TRILHA DE RODA

A avaliação das flechas na trilha de roda, pela Norma DNIT 006/2003 – PRO, determina condições exigíveis para a contagem e classificação de ocorrências aparentes e das medidas das deformações fixas nas trilhas de roda.

Como a avaliação e classificação de ocorrências aparentes no objeto de estudo, já havia sido realizada pelo método avaliativo da Norma DNIT 008/2003, não se fez necessário o uso

de todas os mecanismos da Norma DNIT 006/2003. Desta forma, adaptou-a para que abordasse somente o método avaliativo das flechas.

Portanto, fez-se essencial o uso de uma régua de alumínio com 3,5 m, prancheta, caneta, e uma régua milimetrada. Desta forma, no sábado, dia 29 de agosto, no período da manhã a partir das 10h30min. Os dados foram coletados no ponto 1 e ponto 6, nos inícios e finais de cada rótula, conforme o sentido da via. A ordem de execução acompanhou outros métodos avaliativos já citados.

Primeiramente foi demarcado com um giz a projeção, na qual a régua deveria ser posicionada, conforme a figura 42. Posteriormente, colocou-a no local indicado, e realizou-se a coleta de dados com a régua milimetrada, como está na figura 43.

**Figura 42: Demarcação para posicionamento da régua e coleta de dados.**



Fonte: Autor, 2020.

**Figura 43: Régua posicionada para coleta de dados, saída rótula 3, sentido P.1 ao P.6.**



Fonte: Autor, 2020.

Desta forma, foi realizado a mesma sequência de execução para todos os trechos citados conforme a figura 44. As deformações por afundamento tornam-se de fácil identificação nos pontos analisados, ao serem confrontados com a régua, que possui face linear, como nas imagens 45 e 46.

**Figura 44: Coleta das Deflexões.**



Fonte: Autor, 2020.

**Figura 45: Coleta da Deflexão da Flecha, no Ponto 1.**



Fonte: Autor, 2020.

**Figura 46: Deflexão Visível da Flecha na Trilha de Roda.**



Fonte: Autor, 2020.

Os resultados obtidos estão resumidos nas tabelas 2 e 3 a seguir.

Constatou-se que as flechas coletadas no primeiro sentido do trecho (Ponto 1 ao Ponto 6), apresentaram as maiores frequências e maiores deflexões ao longo do percurso. Este caminho avaliado é o mais solicitado, em virtude do maior fluxo de mercadoria e pessoas que fazem uso da BR-153, pois é uns principais meios de ligações do meio-norte do Brasil.

Portanto, a maioria das vezes, os caminhões saem do sul para abastecer o norte do país, passando pelo trecho estudado (Ponto 1 ao Ponto 6) carregado com mercadorias, e quando retornam (Ponto 6 ao Ponto 1), muitas vezes estão vazios ou com poucas cargas.

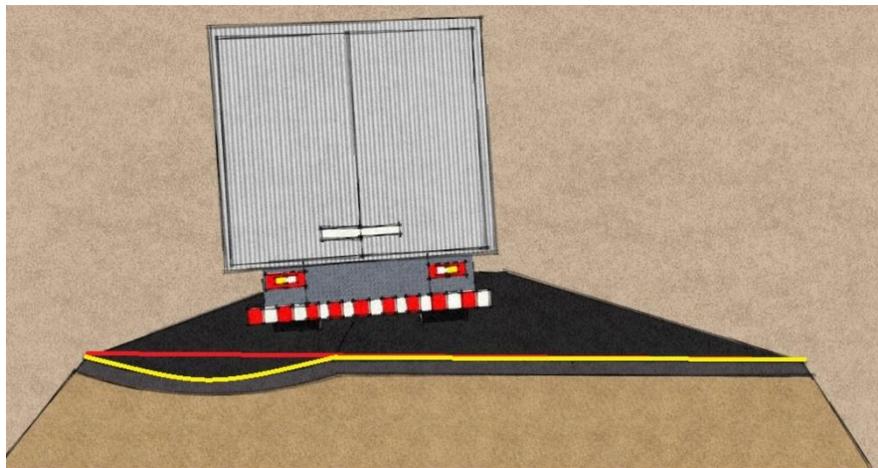
Tabela 2: Valores das Flechas Encontradas do Segmento do Ponto 1 ao Ponto 6.

<b>Trecho: BR-153 em Alvorada-TO, sentido Talismã-Gurupi</b>			
<b>Rodovia: BR-153</b>			
<b>Início: Saída de Ponto 1</b>			
<b>Fim: Chegada em Ponto 6</b>			
<b>VMD:</b>			
<b>Largura da faixa de rolamento: 3,6 m</b>			
<b>BR-153, ALVORADA-TO, sentido Ponto 1 (Talismã) a Ponto 6 (Gurupi)</b>			
N° DO SEG	FLECHA NO TRILHO DE RODA (mm)		
	ESQUERDO (mm)	CENTRAL (mm)	DIREITO (mm)
Ponto 1	20,0	10,0	30,0
Início Rótula 1 (P2)	20,0	1,9	24,0
Final Rótula 1 (P2)	15,0	9,0	34,0
Início Rótula 2 (P3)	24,0	9,0	10,0
Final Rótula 2 (P3)	12,0	2,0	6,0
Início Rótula 3 (P4)	8,0	4,0	9,0
Final Rótula 3 (P4)	12,0	33,0	6,0
Início Rótula 4 (P5)	53,0	0,0	0,0
Final Rótula 4 (P5)	0,0	27,0	28,0
Ponto 6	0,0	0,0	0,0

Fonte: Autor, 2020.

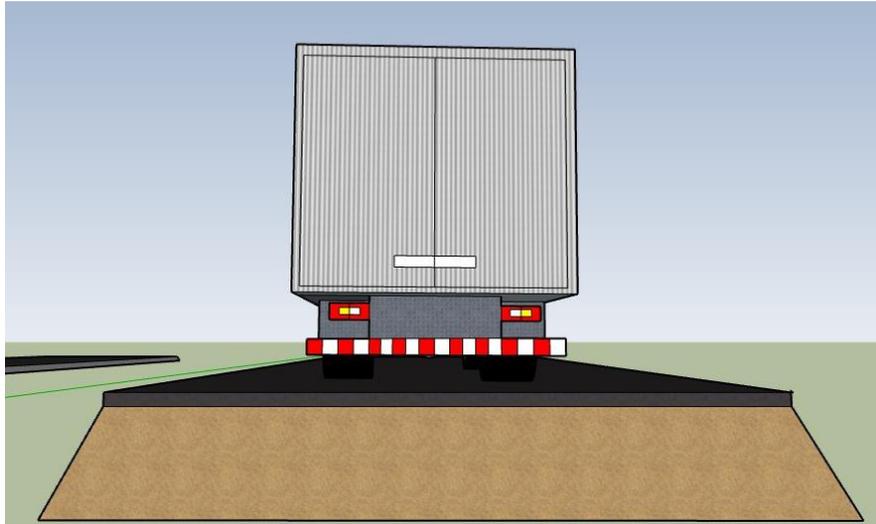
Na tabela 2, observa-se que a maior flecha encontrada foi de 53mm, estando presente no início da rótula 4 e na flecha da esquerda, não possuindo deflexões nos outros pontos avaliados, conforme a figura 47. O 'Ponto 6' está representado pela figura 48 e não apresentou nenhuma flecha. A flecha central maior coletada está no final da rótula 3, possuindo 33 mm de deflexão, conforme a figura 49. A maior deflexão coletada das flechas da direita encontra-se no final da rótula 1, registrando 34mm.

**Figura 47: Representação das Flechas, Início Rótula 4.**



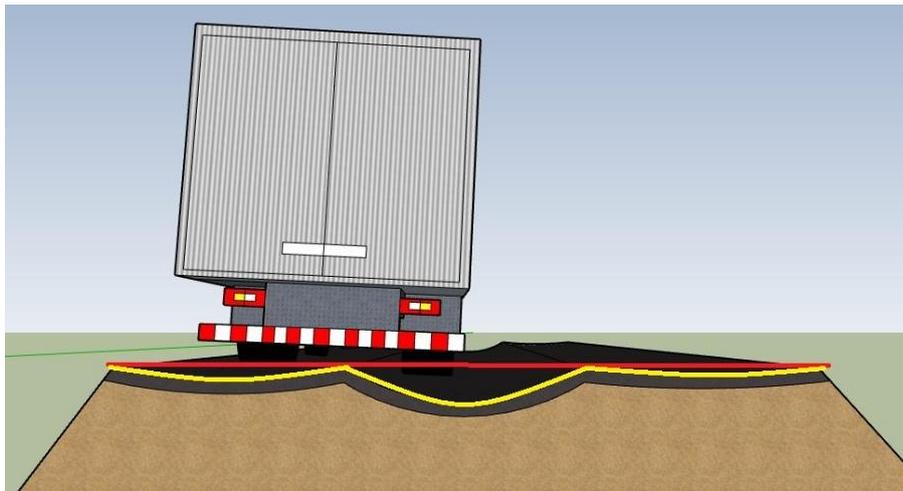
Fonte: Autor, 2020.

**Figura 48: Representação do Ponto 6.**



Fonte: Autor, 2020.

**Figura 49: Representação das Flechas, Final Rótula 3.**



Fonte: Autor, 2020.

Tabela 3: Valores das Flechas Encontradas do Segmento do Ponto 6 ao Ponto 1.

<b>Trecho: BR-153 em Alvorada-TO, sentido Gurupi-Talismã</b>			
<b>Rodovia: BR-153</b>			
<b>Início: Saída de Ponto 1</b>			
<b>Fim: Chegada em Ponto 6</b>			
<b>VMD:</b>			
<b>Largura da faixa de rolamento: 3,6 m</b>			
<b>BR-153, ALVORADA-TO, sentido Ponto 6 (Gurupi) a Ponto 1 (Talismã)</b>			
N° DO SEG	FLECHA NO TRILHO DE RODA (mm)		
	ESQUERDO (mm)	CENTRAL (mm)	DIREITO (mm)
Ponto 6	0,0	0,0	0,0
Início Rótula 4 (P5)	7,0	2,0	10,0
Final Rótula 4 (P5)	7,0	2,0	5,0
Início Rótula 3 (P4)	13,0	5,0	7,0
Final Rótula 3 (P4)	9,0	17,0	27,0
Início Rótula 2 (P3)	0,0	19,0	12,0
Final Rótula 2 (P3)	3,0	13,0	2,0
Início Rótula 1 (P2)	3,0	8,0	5,0
Final Rótula 1 (P2)	6,0	4,0	3,0
Ponto 1	17,0	5,0	11,0

Fonte: Autor, 2020.

Já na tabela 3, obteve-se deflexões menores, pois o maior número coletado foi de 27mm, localizado no final da rótula 3, na flecha da direita. A média aritmética das flechas coletadas no primeiro trecho avaliado foi de 13,6mm, enquanto o segundo trecho avaliado, apresentou 7,4 mm de deflexão.

#### 4.4. ANÁLISE DO VMD

O Volume Médio Diário (VMD) é o volume do tráfego registrado em um dia (24 horas). Essa taxa é utilizada para avaliar a distribuição de tráfego, medir a demanda de uma via, programar melhorias básicas e garantir a qualidade da rodovia ao longo do tempo.

Para obter os dados de VMD da BR-153 do trecho estudado, foi preciso solicitar através de um ofício (apêndice B1) ao DNIT-TO, o fornecimento de algumas das informações necessárias. Com a finalidade de aprimorar essa avaliação, também foi realizado uma pesquisa através do site do DNIT para a obtenção de alguns dados de tráfego que estão abertos para acesso geral.

Os dados cedidos pelo órgão DNIT do Tocantins, são fontes de um estudo para o Projeto Executivo de Engenharia das obras do Programa CREMA na rodovia BR-153/TO em 2016. O estudo de tráfego foi realizado no período de 7 dias, durante 24 horas em setembro, pelo método USACE.

A partir deste projeto citado, fazendo uso da IS 06/2016, com taxa de crescimento de 3%, horizonte de projeto de 5 anos e abertura prevista para o ano de 2020, a projeção foi feita até o ano de 2024. Contudo, para cálculo do número “N” utilizaram fatores dobrados para pista simples de FP=1,0, pista dupla FP= 0,95 e pista lateral FP= 0,10, assim, considerando a aplicação no sentido de maior fluxo (Sul-Norte). O VMD obtido foi de 2318 veículos, representado na tabela 4.

**Tabela 4: Cálculo do Número N, Através dos Valores de VMD.**

Cálculo Número "N"			
Ano	VMDcom	anual	acumulado
2016	2318	8,13E+06	
2017	2387	8,37E+06	
2018	2458	8,62E+06	
2019	2531	8,87E+06	
2020	2607	9,14E+06	9,14E+06
2021	2685	9,42E+06	1,86E+07
2022	2766	9,70E+06	2,83E+07
2023	2849	9,99E+06	3,83E+07
2024	2935	1,03E+07	4,86E+07

Pista Simples	4,86E+07
Pista Dupla (95%)	4,61E+07
Via Lateral (10%)	4,86E+06

Base de Dados: Projeto Executivo Contrato 0360/2016

Fonte: Programa CREMA/DNIT, 2016.

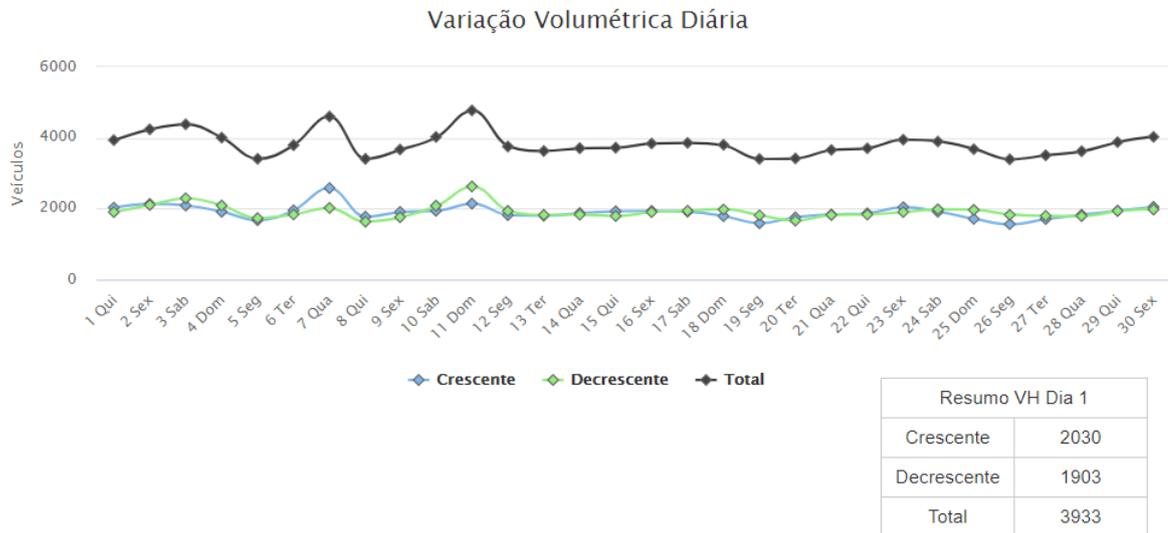
A projeção do VMD para a BR-153 no ano de 2024 é de 2935 veículos para cada sentido da pista, aumentando em média 617 veículos por dia, em relação ao ano de 2016.

No site do DNIT encontra-se uma vasta diversidade de dados de tráfego coletados pelo órgão. Desta forma, foi retirada algumas informações pertinentes ao trecho do objeto de estudo. Os elementos da contagem contínua, foram coletados com três diferentes temas e em dois anos diferentes, 2016 e 2019. É importante salientar que esses dados são oriundos de contagens reais, sem adição de nenhuma projeção futura.

Os gráficos 5 e 6 representam o volume total diário de transporte coletado nos meses de setembro, nos distintos períodos. O mesmo contém a frota crescente e decrescente,

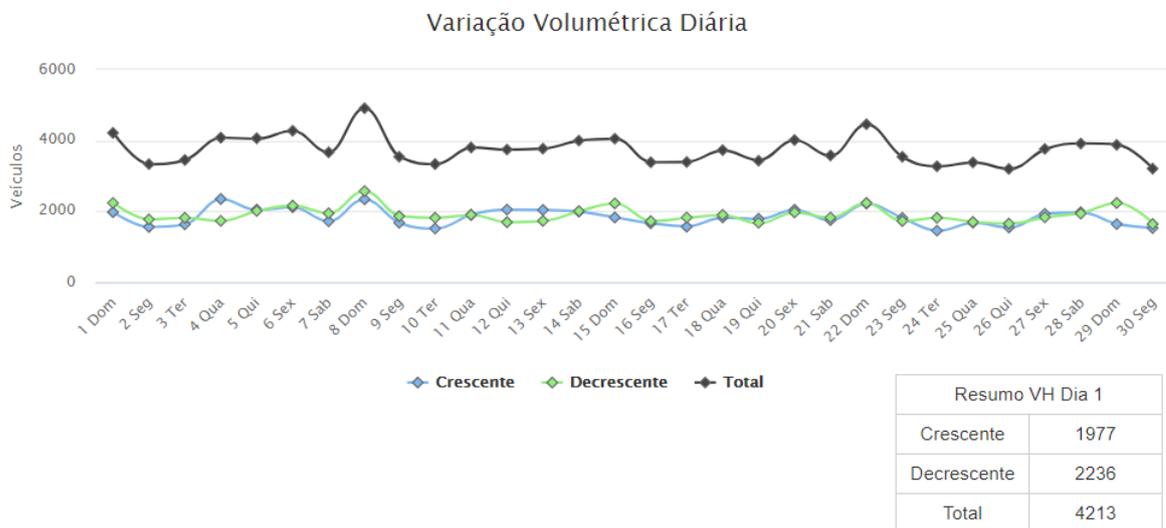
denominados conforme o crescimento ou decréscimo da fração de marcação dos km, conforme o sentido de circulação da pista.

**Gráfico 5: Volume Total Diário de 2016.**



Fonte: DNIT, Contagem Contínua, 2016.

**Gráfico 6: Volume Total Diário de 2019.**

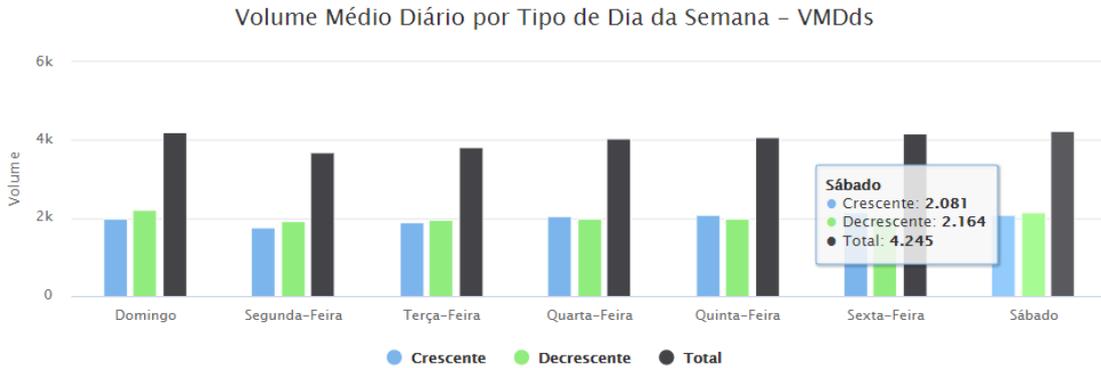


Fonte: DNIT, Contagem Contínua, 2019.

Ao comparar os dois gráficos fornecidos, notou-se que houve um aumento na frota de 2019, em relação ao ano de 2016. A frota crescente de 2016 mostrou-se 2,61% maior que a de 2019, contudo na frota decrescente de 2019 houve um aumento de 15,89% em relação ao ano de 2016.

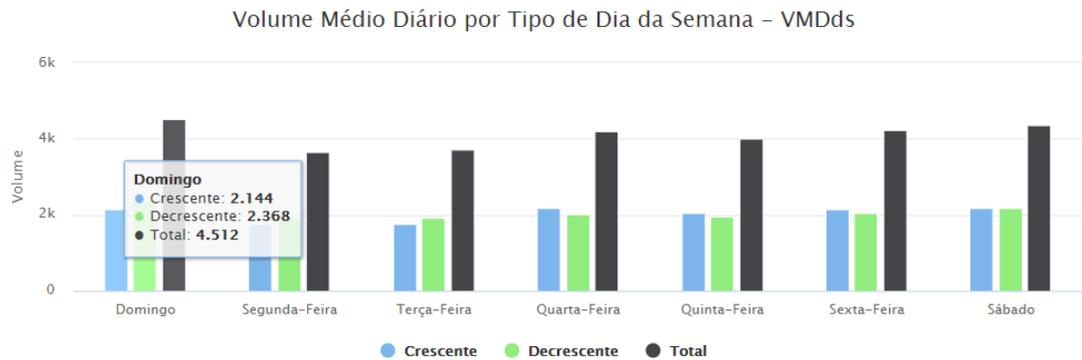
O volume médio diário do trecho estudado está representado pelos gráficos 7 e o 8.

**Gráfico 7: Volume Médio Diário por Dia da Semana 2016.**



Fonte: DNIT, Contagem Contínua, 2016.

**Gráfico 8: Volume Médio Diário por Dia da Semana 2019.**



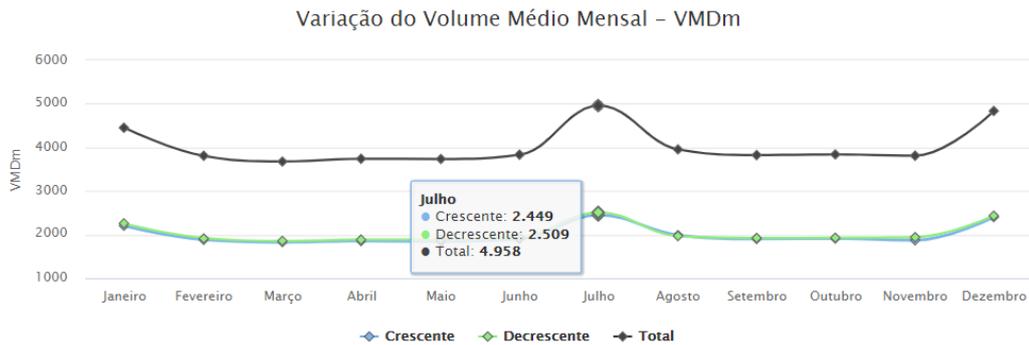
Fonte: DNIT, Contagem Contínua, 2019.

Observando os dois gráficos, constatou-se que no ano de 2016, a maior média de volume de transporte foi no sábado, contabilizando 4245 veículos ao total, enquanto em 2019 o dia em destaque foi o domingo, com 4512 veículos.

Comparando os valores fornecidos pelo DNIT-TO (tabela 4) e os dados coletados no site, nota-se que a projeção de VMD proposta pelo Programa CREMA na rodovia BR-153/TO para o ano de 2019, atende as necessidades de volume de tráfego se for comparado as contagens realizadas do mesmo ano, exposta no gráfico 8.

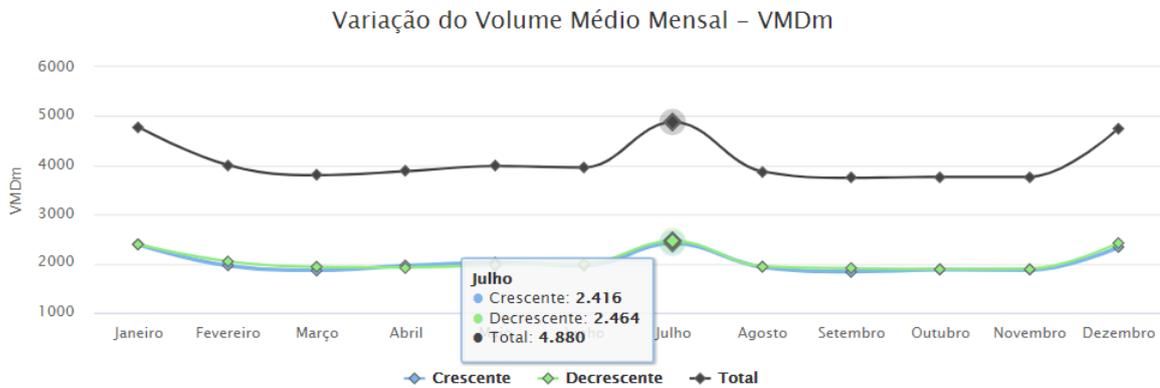
Um importante fator a ser notado, para que se possa avaliar a aptidão de uma rodovia é que alguns meses do ano, possuem uma maior solicitação de tráfego que outros. Entretanto, tanto no ano de 2016, quanto no ano de 2019, julho foi o mês com maior variação de volume médio de tráfego, conforme gráficos 9 e 10.

**Gráfico 9: Variação do Volume Médio Mensal de 2016.**



Fonte: DNIT, Contagem Contínua, 2016

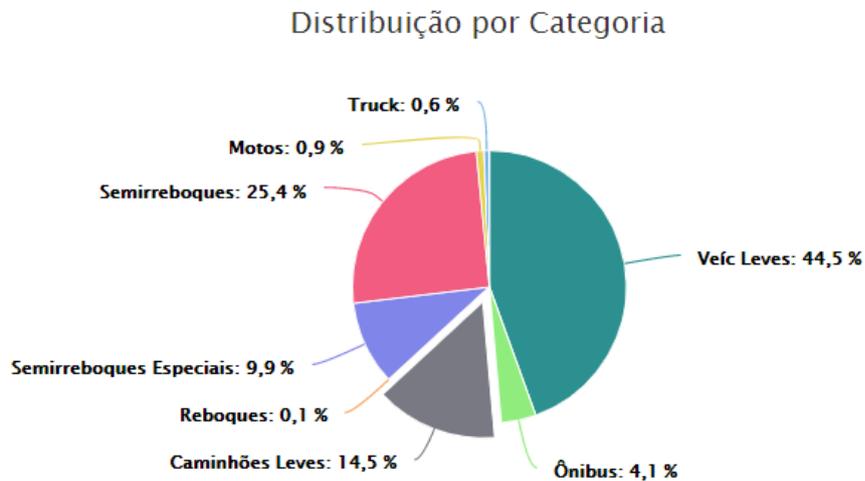
**Gráfico 10: Variação do Volume Médio Mensal de 2019.**



Fonte: DNIT, Contagem Contínua, 2019.

O DNIT também fornece dados da Pesquisa Nacional de Tráfego, do ano de 2017, aplicado ao trecho da BR-153 estudado. O gráfico 11 representa a porcentagem de distribuição da frota dos veículos, conforme as suas categorias.

**Gráfico 11: Distribuição por Categoria no Ano de 2017.**



Fonte: DNIT, Pesquisa Nacional de Tráfego, 2017.

Uma grande porção dos veículos é representado por veículos leves, sendo 44,5% dos usuários. Caminhões, ônibus e semirreboques totalizam 53,9% do total de usuários, possuindo mais da metade, portanto são os veículos que mais contribuem para o desgaste da via, em virtude do seu grande peso. Já os trucks, motos e reboques, somam 1,6% de toda distribuição da frota.

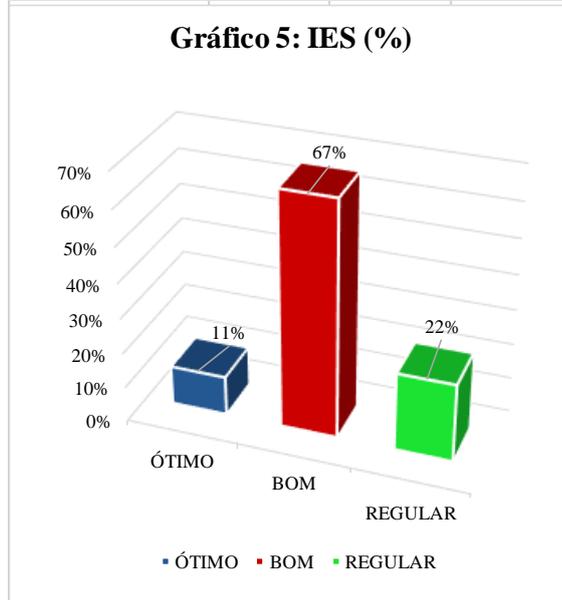
#### 4.5. RESTAURAÇÃO DO PAVIMENTO FLEXÍVEL

Após realizar os métodos de avaliação para pavimento flexível asfáltico e verificar a aptidão do VMD, foi possível analisar e comentar todos os dados obtidos. Por meio do LVC, pode-se conhecer e classificar a qualidade e conceito dos trechos situados no objeto de estudo.

Para melhor observar os resultados encontrados, foi realizado o comparativo das classificações encontradas, entre os dois trechos percorridos e avaliados. No trecho avaliado do 'Ponto 1 ao Ponto 6', 11% estão com o estado atual em conceito ótimo, 67% como bom e 22% classificados como regular. O gráfico 12 representa os dados citados. Não houve nenhum trecho classificado como ruim ou péssimo.

**Gráfico 12: Estado de Superfície, P.1 ao P6.**

BR-153 em Alvorada-TO, sentido Talismã-Gurupi			
IES	ÓTIMO	BOM	REGULAR
QTDD DE TRECHO	1	6	2
IES (%)	11%	67%	22%

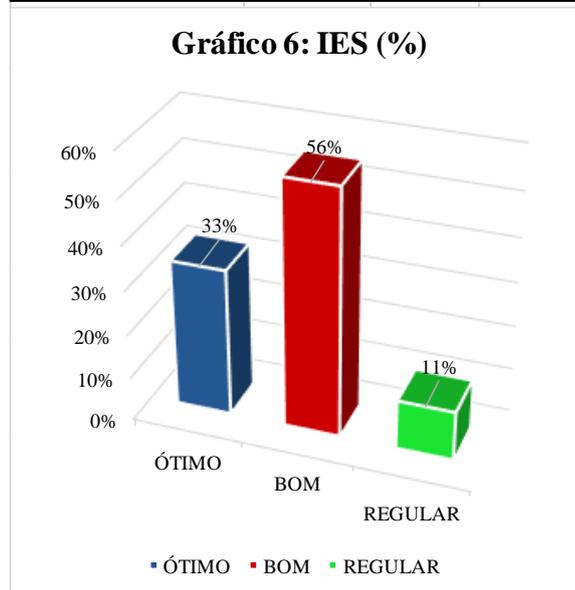


Fonte: Autor, 2020.

O outro percurso apresentou 33% dos trechos em ótimo estado, 56% estão em bom estado e 11% com conceito regular, conforme o gráfico 13. Comparando o segundo percurso avaliado, constata-se que o mesmo possuiu mais trechos classificados como ótimo e uma menor sequência de trechos classificados como regulares. Esses resultados podem ser consequência das obras de recuperação realizadas recentemente.

**Gráfico 13: Estado de Superfície, P.6 ao P1.**

BR-153 em Alvorada-TO, sentido Gurupi-Talismã			
IES	ÓTIMO	BOM	REGULAR
QTDD DE TRECHO	3	5	1
IES (%)	33%	56%	11%



Fonte: Autor, 2020.

Os trechos que apresentaram o conceito ótimo, será preciso realizar apenas uma conservação rotineira e periódica.

Os trechos com estado classificado como bom, conforme o resultado do levantamento visual contínuo, deve ser realizado uma aplicação de lama asfáltica ou de micro revestimento.

Já os trechos com estado regular devem ser realizados correções de pontos localizados com pré-misturado a quente com aplicação posterior de uma lama asfáltica ou micro revestimento nos pontos localizados ou recapeamento.

## 5. CONCLUSÃO E SUGESTÕES PARA FUTUROS TRABALHOS

Após a realização do LVC na BR-153, no perímetro urbano de Alvorada-TO, constatou-se que apesar da existência de patologias no local, todos os trechos avaliados possuem condições aceitáveis de uso. Durante a visita in loco, foi constatado que a via recebeu diversas manutenções e até recapeamento completo do trecho, o que explica a grande ocorrência de remendos.

O remendo foi a patologia dominante detectada, apresentando 29,21% das repetições. Em segundo lugar está a trinca couro de jacaré com 19,83%, seguido de ondulação com 13,01% e o desgaste com 11,30% de frequência. A somatória dos afundamentos, exsudações e escorregamentos totalizam 25,80%, já os remendos somente 0,85%.

Algumas causas comuns para o surgimento dessas deficiências no pavimento, são o surgimento de trincas de fadiga devido ao acúmulo das solicitações do tráfego ao longo do tempo, má execução do revestimento betuminoso, grande mudança de temperatura, tráfego além do considerado em projeto, somado a alternância de direção em locais com aceleração ou frenagem dos veículos.

Por fim, ao finalizar todos os passos do LVC, obteve-se o resultado para todos os 19 trechos do objeto de estudo, destes, 22,22% foram classificados em ótimo estado de conservação, 61,11% como bom e 16,67% sendo regular. Como método de recuperação, trechos com conceito ótimo, precisarão realizar apenas uma conservação rotineira e periódica. Nos trechos bons, devem ser realizadas aplicações de lama asfáltica ou de micro revestimento, e nos regulares é preciso correções de pontos localizados com pré-misturado a quente com aplicação posterior de uma lama asfáltica ou micro revestimento nos pontos localizados ou recapeamento.

Ao realizar a avaliação das deflexões na trilha de roda, notou-se que as flechas coletadas no primeiro sentido do Ponto 1 ao Ponto 6, apresentaram as maiores frequências e maiores valores de deflexões ao longo do percurso. Constatou-se que este trecho é o mais solicitado, em virtude do maior fluxo usual Sul-Norte. A maior flecha encontrada foi de 53mm, estando presente no início da rótula 4 e na flecha da esquerda. Alguns dos pontos observados não apresentaram nenhuma deflexão notável.

A fim de aprofundar o estudo das causas das patologias, foi verificado a aptidão do VMD de projeto. Foi analisado dois dados distintos do DNIT, sendo um de projeto com projeção de valores de VMD e outro de coleta de dado real na pista. Ao comparar os dados concluiu-se que o VMD de projeto atende a atual solicitação de fluxo da via.

Portanto, apesar de ter sido identificado algumas patologias no objeto de estudo, o mesmo se encontra apto para uso.

Para possíveis futuros trabalhos, recomenda-se a realização do levantamento de quantitativo e análise orçamentária de materiais necessários para restauração da via; estudo da eficácia da estrutura do pavimento e execução de dimensionamento para VMD atual com projeção de 10 anos; métodos de solução para as patologias contidas nas rótulas e suas extremidades.

## REFERÊNCIAS

- ARRAIS, Tadeu Alencar *et al.* Integração nacional e fragmentação regional: o sentido territorial da br-153 no centro-norte brasileiro.: o sentido territorial da BR-153 no centro-norte brasileiro. **Geographia**, Niteroi, v. 18, n. 36, p. 62-85, 31 maio 2016. Quadrimestral. Pro Reitoria de Pesquisa, Pos Graduacao e Inovacao - UFF.  
<http://dx.doi.org/10.22409/geographia2016.v18i36.a13743>. Disponível em:  
<https://periodicos.uff.br/geographia/article/view/13743>. Acesso em: 08 abr. 2020.
- BALBO, Jose Tadeu. **Pavimentação asfáltica: materiais projetos e restauração**. São Paulo: Oficina de Texto, 2007.
- BERNUCCI, Liedi Bariani *et al.* **PAVIMENTAÇÃO ASFÁLTICA: formação básica para engenheiros**. Formação Básica para Engenheiros. 3. ed. Rio de Janeiro- Rj: Gráfica Imprinta, 2006. 496 p. Disponível em: <http://www.ufjf.br/pavimentacao/files/2018/03/Cap-1-Introdu%C3%A7%C3%A3o.pdf>. Acesso em: 12 mar. 2020.
- BONET, Ivan Ideraldo. **VALORIZAÇÃO DO RESÍDUO AREIA DE FUNDIÇÃO (RAF). INCORPORAÇÃO NAS MASSAS ASFÁLTICAS DO TIPO C.B.U.Q.** 2002. 131 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2002. Disponível em:  
<https://repositorio.ufsc.br/xmlui/handle/123456789/83629>. Acesso em: 14 abr. 2020.
- CONFEDERAÇÃO NACIONAL DO TRANSPORTE. **Pesquisa CNT de Rodovias 2019**. 1 ed. Brasília: Sest Senat, 2019. 238 p. Disponível em:  
<https://pesquisarodovias.cnt.org.br/downloads/ultimaversao/gerencial.pdf>. Acesso em: 08 abr. 2020.
- DEPARTAMENTO NACIONAL DE TRÂNSITO (Brasil). Pesquisa Nacional de Tráfego. **PESQUISA NACIONAL DE TRÁFEGO**. 2017. Disponível em:  
<http://servicos.dnit.gov.br/dadospnct/Pnt>. Acesso em: 29 out. 2020.
- DEPARTAMENTO NACIONAL DE TRÂNSITO (Brasil). Pesquisa Nacional de Tráfego. **CONTAGEM CONTÍNUA**. 2019. Disponível em:  
<http://servicos.dnit.gov.br/dadospnct/Contagemcontinua>. Acesso em: 29 out. 2020.
- DNIT. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. Diretoria de Planejamento e Pesquisa. Coordenação Geral de Estudos e Pesquisa. Instituto de Pesquisas Rodoviárias. DNIT - IPR 719. **Manual de Pavimentação** – Rio de Janeiro, 2006a.
- DNIT. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. Diretoria de Planejamento e Pesquisa. Coordenação Geral de Estudos e Pesquisa. Instituto de Pesquisas Rodoviárias. DNIT – 005/2003: TER - **Defeitos nos Pavimentos Flexíveis e Semirrígidos** – Rio de Janeiro, 2003a.
- DNIT. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. Diretoria de Planejamento e Pesquisa. Coordenação Geral de Estudos e Pesquisa. Instituto de Pesquisas Rodoviárias. DNIT - IPR 720. **Manual de Restauração de Pavimentos Asfálticos**– Rio de Janeiro, 2006b.

DNIT. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. Diretoria de Planejamento e Pesquisa. Coordenação Geral de Estudos e Pesquisa. Instituto de Pesquisas Rodoviárias. DNIT 031/2006 – ES. **Pavimentação: Concreto Asfáltico** – Rio de Janeiro, 2006c.

DNIT. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. Diretoria de Planejamento e Pesquisa. Coordenação Geral de Estudos e Pesquisa. Instituto de Pesquisas Rodoviárias. DNIT – 006/2003: PRO – **Avaliação Objetiva da Superfície de Pavimentos flexíveis e Semirrígidos - Procedimento** – Rio de Janeiro, 2003b.

DNIT. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. Diretoria de Planejamento e Pesquisa. Coordenação Geral de Estudos e Pesquisa. Instituto de Pesquisas Rodoviárias. DNIT – 008/2003: PRO – **Levantamento Visual Contínuo para Avaliação da Superfície de Pavimentos flexíveis e Semirrígidos - Procedimento** – Rio de Janeiro, 2003c.

DNIT. Departamento Nacional de Infraestrutura De Transportes. Diretoria de Planejamento e Pesquisa. Coordenação Geral de Estudos e Pesquisa. Instituto de Pesquisas Rodoviárias. DNIT - IPR – 718 - **Manual de Projeto de Interseções**. 2 ed. Rio de Janeiro, 2005a.

MAIA, Iva Marlene Cardoso. **CARACTERIZAÇÃO DE PATOLOGIAS EM PAVIMENTOS RODOVIÁRIOS**. 2012. 77 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Engenharia Civil, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto- Portugal, 2012. Disponível em: <https://repositorio-aberto.up.pt/bitstream/10216/68091/1/000154859.pdf>. Acesso em: 30 mar. 2020.

OLIVEIRA, Aléxia Grassuri Barreto de. **ESTUDOS PRELIMINARES DE MISTURA ASFÁLTICA DO TIPO CBUQ ESTOCÁVEL PRA USO EM PAVIMENTAÇÃO NO ESTADO DE GOIÁS**. 2017. 64 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal de Goiás, Goiania, 2017. Disponível em: [https://files.cercomp.ufg.br/weby/up/140/o/ESTUDOS\\_PRELIMINARES\\_DE\\_MISTURA\\_ASF%C3%81LTICA\\_DO\\_TIPO\\_CBUQ\\_ESTOC%C3%81VEL\\_PRA\\_USO\\_EM\\_PAVIMENTA%C3%87%C3%83O\\_NO\\_ESTADO\\_DE\\_GOI%C3%81S.pdf](https://files.cercomp.ufg.br/weby/up/140/o/ESTUDOS_PRELIMINARES_DE_MISTURA_ASF%C3%81LTICA_DO_TIPO_CBUQ_ESTOC%C3%81VEL_PRA_USO_EM_PAVIMENTA%C3%87%C3%83O_NO_ESTADO_DE_GOI%C3%81S.pdf). Acesso em: 14 abr. 2020.

PEÑA, Carolina Cannella. **ANÁLISE DA SEGURANÇA VIÁRIA EM INTERSEÇÕES NAS RODOVIAS FEDERAIS DE SANTA CATARINA**. 2011. 250 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil., Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2012.

PIMENTA, Carlos Reinaldo T.; OLIVEIRA, Márcio Pires de. **INTRODUÇÃO AO PROJETO GEOMÉTRICO DE INTERSEÇÕES RODOVIÁRIAS**. 2001. 104 f. Monografia (Especialização) - Curso de Engenharia Civil, Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2001. Disponível em: [https://www.academia.edu/36822471/INTRODU%C3%87%C3%83O\\_AO\\_PROJETO\\_GEOM%C3%89TRICO\\_DE\\_INTERSE%C3%87%C3%95ES\\_RODOVI%C3%81RIAS](https://www.academia.edu/36822471/INTRODU%C3%87%C3%83O_AO_PROJETO_GEOM%C3%89TRICO_DE_INTERSE%C3%87%C3%95ES_RODOVI%C3%81RIAS). Acesso em: 23 abr. 2020.

SCHMIDT, Melissa. **Estudo de Patologias em Pavimentos Asfálticos na Cidade de Santa Maria – RS**. (Monografia). Rio Grande do Sul: Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), 2016.

SENÇO, Wlastermiler. **Manual de técnicas de pavimentação**. Volume I, 2. ed. São Paulo: Pini, 2008.

**APÊNDICES A**  
**Resultados do LVC**

## APÊNDICES A1

<b>Trecho: BR-153 em Alvorada-TO, sentido Talismã-Gurupi</b>														
<b>Rodovia: BR-153</b>														
<b>Início: Saida de Ponto 1</b>														
<b>Fim: Chegada em Ponto 6</b>														
<b>VMD:</b>														
<b>Largura da faixa de rolamento: 3,6 m</b>														
<b>BR-153, ALVORADA-TO, sentido Ponto 1 (Talismã) a Ponto 6 (Gurupi)</b>														
SEGMENTO				FREQUÊNCIA DE DEFEITOS (A, M, B, OU S)										I C P F
Nº DO SEG	ODÔMETRO/KM		Ext. (km)	P	TRINCAS			R	DEFORMAÇÕE S		OUTROS DEFEITOS			
	INICIO	FIM			TR	TJ	TB		AF	O	D	EX	E	
P1 ao P2	0,000	0,706	0,706	B	S	B	S	A	B	B	B	B	B	3,50
Rótula (P2)	-	-	-	S	S	S	S	S	B	B	S	B	B	3,40
P2 ao P3	0,706	1,735	1,029	S	S	B	S	S	B	B	B	B	B	4,20
Rótula (P3)	-	-	-	S	S	B	S	S	B	B	B	S	B	3,30
P3 ao P4	1,735	2,845	1,110	S	S	S	S	B	B	B	B	S	B	3,50
Rótula (P4)	-	-	-	S	S	S	S	S	B	B	S	B	B	3,80
P4 ao P5	2,845	3,365	0,520	S	S	M	S	A	S	B	B	B	B	2,00
Rótula (P5)	-	-	-	M	S	B	S	A	S	B	B	B	S	3,00
P5 ao P6	3,365	3,971	0,606	S	S	B	S	A	B	B	B	B	B	3,50

## APÊNDICES A2

<b>Trecho: BR-153 em Alvorada-TO, sentido Gurupi-Talismã</b>														
<b>Rodovia: BR-153</b>														
<b>Início: Saida de Ponto 6</b>														
<b>Fim: Chegada em Ponto 1</b>														
<b>VMD:</b>														
<b>Largura da faixa de rolamento: 3,6 m</b>														
<b>BR-153, ALVORADA-TO, sentido Ponto 6 (Gurupi) a Ponto 1 (Talismã)</b>														
SEGMENTO				FREQUÊNCIA DE DEFEITOS (A, M, B, OU S)										I C P F
Nº DO SEG	ODÔMETRO/KM		Ext. (km)	P	TRINCAS			R	DEFORMAÇÕE S		OUTROS DEFEITOS			
	INICIO	FIM			TR	TJ	TB		AF	O	D	EX	E	
P6 ao P5	0	0,606	0,606	S	S	B	S	A	S	B	B	B	S	4,30
Rótula (P5)	-	-	-	S	S	B	S	A	S	S	B	B	S	3,00
P5 ao P4	0,606	1,126	0,52	S	S	M	S	A	S	B	B	S	S	3,70
Rótula (P4)	-	-	-	S	S	S	S	S	B	B	B	B	B	3,50
P4 ao P3	1,126	2,236	1,11	S	S	M	S	A	B	B	B	B	B	4,00
Rótula (P3)	-	-	-	S	S	S	S	B	B	B	B	B	B	3,80
P3 ao P2	2,236	3,265	1,029	S	S	B	S	A	B	S	B	B	B	3,50
Rótula (P2)	-	-	-	S	S	B	S	S	S	B	B	B	B	4,20
P2 ao P1	3,265	3,971	0,706	S	S	M	S	A	B	B	B	B	B	4,00

### APÊNDICE A3

<b>BR-153, ALVORADA-TO, sentido Ponto 1 (Talismã) a Ponto 6 (Gurupi)</b>													
<b>Índice de Gravidade Global Expedito</b>													
Segmento			Trincas			Deformações			Panela + Remendo			IGGE = (Ft x Pt) + (Foap x Poap) + (fpr + Ppr)	
Nº do Seg.	Km Início	Km Final	Ext (km)	Ft %	Pt	Ft x Pt	Foap %	Poap	Foap x Poap	Fpr n°	Ppr		Fpr x Ppr
P1 ao P2	0,000	0,706	0,706	8,00	0,30	2,40	6,50	0,60	3,90	15,00	1,00	15,00	21,30
Rótula (P2)	-	-	-	0,00	0,30	0,00	4,10	0,60	2,46	0,00	0,70	0,00	2,46
P2 ao P3	0,706	1,735	1,029	2,50	0,30	0,75	6,50	0,60	3,90	0,00	0,70	0,00	4,65
Rótula (P3)	-	-	-	1,10	0,30	0,33	6,50	0,60	3,90	0,00	0,70	0,00	4,23
P3 ao P4	1,735	2,845	1,110	0,00	0,30	0,00	9,00	0,60	5,40	1,00	0,70	0,70	6,10
Rótula (P4)	-	-	-	0,00	0,30	0,00	5,00	0,60	3,00	0,00	0,70	0,00	3,00
P4 ao P5	2,845	3,365	0,520	28,00	0,45	12,60	4,10	0,60	2,46	26,00	1,00	26,00	41,06
Rótula (P5)	-	-	-	5,00	0,30	1,50	3,50	0,60	2,10	10,00	1,00	10,00	13,60
P5 ao P6	3,365	3,971	0,606	6,50	0,30	1,95	9,00	0,60	5,40	12,00	1,00	12,00	19,35

## APÊNDICE A4

<b>BR-153, ALVORADA-TO, sentido Ponto 6 (Gurupi) a Ponto 1 (Talismã)</b>													
<b>Índice de Gravidade Global Expedito</b>													
Segmento			Trincas				Deformações			Panela + Remendo			IGGE = (Ft x Pt) + (Foap x Poap) + (fpr + Ppr)
Nº do Seg.	Km Início	Km Final	Ext (km)	Ft %	Pt	Ft x Pt	Foap %	Poap	Foap x Poap	Fpr n°	Ppr	Fpr x Ppr	
P6 ao P5	0,000	0,606	0,606	7,50	0,30	2,25	2,50	0,60	1,50	8,00	1,00	8,00	11,75
Rótula (P5)	-	-	-	3,50	0,30	1,05	0,00	0,60	0,00	12,00	1,00	12,00	13,05
P5 ao P4	0,606	1,126	0,520	12,00	0,45	5,40	2,50	0,60	1,50	17,00	1,00	17,00	23,90
Rótula (P4)	-	-	-	0,00	0,30	0,00	7,00	0,60	4,20	0,00	0,70	0,00	4,20
P4 ao P3	1,126	2,236	1,110	13,00	0,45	5,85	9,50	0,60	5,70	16,00	1,00	16,00	27,55
Rótula (P3)	-	-	-	0,00	0,30	0,00	7,00	0,60	4,20	2,00	0,80	1,60	5,80
P3 ao P2	2,236	3,265	1,029	7,50	0,30	2,25	4,50	0,60	2,70	8,00	1,00	8,00	12,95
Rótula (P2)	-	-	-	2,50	0,30	0,75	3,50	0,60	2,10	0,00	0,70	0,00	2,85
P2 ao P1	3,265	3,971	0,706	28,00	0,45	12,60	7,00	0,60	4,20	14,00	1,00	14,00	30,80

**APÊNDICE A5**

<b>BR-153, ALVORADA-TO, sentido Ponto 1 (Talismã) a Ponto 6 (Gurupi)</b>				<b>Resultados</b>				
<b>Nº do Seg.</b>	<b>Km Início</b>	<b>Km Final</b>	<b>Ext (km)</b>	<b>ICPF</b>	<b>IGGE</b>	<b>IES</b>		
						<b>Valor</b>	<b>Cód</b>	<b>Conceito</b>
P1 ao P2	0,000	0,706	0,706	3,50	21,30	3	C	REGULAR
Rótula (P2)	-	-	-	3,40	2,46	1	B	BOM
P2 ao P3	0,706	1,735	1,029	4,20	4,65	0	A	ÓTIMO
Rótula (P3)	-	-	-	3,30	4,23	1	B	BOM
P3 ao P4	1,735	2,845	1,110	3,50	6,10	1	B	BOM
Rótula (P4)	-	-	-	3,80	3,00	1	B	BOM
P4 ao P5	2,845	3,365	0,520	2,00	41,06	4	C	REGULAR
Rótula (P5)	-	-	-	3,00	13,60	1	B	BOM
P5 ao P6	3,365	3,971	0,606	3,50	19,35	1	B	BOM

**APÊNDICE A6**

<b>BR-153, ALVORADA-TO, sentido Ponto 6 (Gurupi) a Ponto 1 (Talismã)</b>				<b>Resultados</b>				
<b>Nº do Seg.</b>	<b>Km Início</b>	<b>Km Final</b>	<b>Ext (km)</b>	<b>ICPF</b>	<b>IGGE</b>	<b>IES</b>		
						<b>Valor</b>	<b>Cód</b>	<b>Conceito</b>
P6 ao P5	0	0,606	0,606	4,30	11,75	0	A	ÓTIMO
Rótula (P5)	-	-	-	3,00	13,05	1	B	BOM
P5 ao P4	0,606	1,126	0,52	3,70	23,90	2	B	BOM
Rótula (P4)	-	-	-	3,50	4,20	1	B	BOM
P4 ao P3	1,126	2,236	1,11	4,00	27,55	2	B	BOM
Rótula (P3)	-	-	-	3,80	5,80	0	A	ÓTIMO
P3 ao P2	2,236	3,265	1,029	3,50	12,95	1	B	BOM
Rótula (P2)	-	-	-	4,20	2,85	0	A	ÓTIMO
P2 ao P1	3,265	3,971	0,706	4,00	30,80	4	C	REGULAR

**APÊNDICES B**  
**VMD**

## APÊNDICE B1

**Ofício 001/2020**

Excelentíssimo Senhor  
Cezar Augusto Matos e Souza  
Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes  
Palmas/TO

Prezado senhor,

Após meus cordiais cumprimentos, venho a presença de vossa senhoria solicitar os dados de VMD de projeto da época da execução de pavimentação do trecho da BR 153 que corta Alvorada/TO, bem como o VMD atual, para o tráfego usual da via. As informações ora solicitadas serão utilizadas com fim de elaboração de Trabalho de Conclusão de Curso do curso de Engenharia Civil da universidade ULBRA/TO, sobre a orientação do Professor Me. Fernando Moreno Suarte Junior.

Certa de que serei atendida, elevo os votos de estima e consideração.

**Natália de Sousa Corrêa**  
Acadêmica de Engenharia Civil

**ANEXO**

## 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		

## ANEXO B

Formulário para o levantamento visual contínuo

MT															Folha																																																																																																																																																																																																																																															
DNT															de																																																																																																																																																																																																																																															
Código PNV	Ext. PNV _____		Ext. EXEC _____		UNIT _____		Nº PISTALADO _____			MÊS/ANO _____																																																																																																																																																																																																																																																				
	Largura da Pista: _____																																																																																																																																																																																																																																																													
Trecho do PNV	Largura do Acostamento: _____																																																																																																																																																																																																																																																													
	Início _____						MR Nº _____																																																																																																																																																																																																																																																							
	Fim _____						VMD _____			MR Nº _____																																																																																																																																																																																																																																																				
SEGMENTO			FREQÜÊNCIA DE DEFEITOS (A, M, B, ou S)											INF.COMPLEMENTARES	OBSERVAÇÕES																																																																																																																																																																																																																																															
Nº DO SEG	ODÔMETRO/KM	Ext	P	TRINCAS			R	DEFOR- MAÇÕES			OUTROS DEFEITOS					I C P F	IDADE																																																																																																																																																																																																																																													
				INÍCIO	FIM	TR		TJ	TB	AF	O	D	EX				E	REV	ESP	ORIG	REST																																																																																																																																																																																																																																									
<table border="1"> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> </table>																																																																																																																																																																																																																																																														
P – Panela		AF – Afundamento		D – Desgaste do Pavimento			REST – Idade da última restauração				Avaliadores _____ _____																																																																																																																																																																																																																																																			
TR – Trinca Isolada		O – Ondulações		EX – Exsudação			REV – Tipo de Revestimento																																																																																																																																																																																																																																																							
TJ – Trinca Couro de Jacaré		E – Escorregamento do revestimento betuminoso		R – Remendo			ESP – Espessura do Revestimento																																																																																																																																																																																																																																																							
TB – Trinca em Bloco		ICPF – Índice de Condições		MR – Marco Rodoviário			ORIG – Idade do Pav. Original																																																																																																																																																																																																																																																							



## ANEXO D

Quadro resumo

MT DNIT	PAVIMENTOS FLEXÍVEIS E SEMI-RÍGIDOS								Folha
	RESULTADOS DO LEVANTAMENTO VISUAL CONTÍNUO								de
Código PNV _____		Ext. PNV _____		UNIT _____		Nº PISTA/LADO _____		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 Expedido

IES - Índice do Estado da Superfície