



CENTRO UNIVERSITÁRIO LUTERANO DE PALMAS

*Recredenciado pela Portaria Ministerial nº 1.162, de 13/10/16, D.O.U nº 198, de 14/10/2016
ASSOCIAÇÃO EDUCACIONAL LUTERANA DO BRASIL*

José Guilherme Mendonça Júnior

**AVALIAÇÃO DAS CONDIÇÕES DA RODOVIA TO-020, ENTRE AS
CIDADES DE PALMAS-TO E APARECIDA DO RIO NEGRO-TO,
UTILIZANDO LEVANTAMENTO VISUAL CONTÍNUO**

**Palmas
2016**



CENTRO UNIVERSITÁRIO LUTERANO DE PALMAS

Recredenciado pela Portaria Ministerial nº 1.162, de 13/10/16, D.O.U nº 198, de 14/10/2016
ASSOCIAÇÃO EDUCACIONAL LUTERANA DO BRASIL

José Guilherme Mendonça Júnior

AVALIAÇÃO DAS CONDIÇÕES DA RODOVIA TO-020, ENTRE AS CIDADES DE PALMAS-TO E APARECIDA DO RIO NEGRO-TO, UTILIZANDO LEVANTAMENTO VISUAL CONTÍNUO

Projeto apresentado como requisito parcial da disciplina Trabalho de Conclusão de Curso II, do curso de Engenharia Civil, orientado pelo Professor Especialista Fernando Moreno Suarte Junior.

**Palmas
2016**



CENTRO UNIVERSITÁRIO LUTERANO DE PALMAS

Recredenciado pela Portaria Ministerial nº 1.162, de 13/10/16, D.O.U nº 198, de 14/10/2016
ASSOCIAÇÃO EDUCACIONAL LUTERANA DO BRASIL

José Guilherme Mendonça Júnior

AVALIAÇÃO DAS CONDIÇÕES DA RODOVIA TO-020, ENTRE AS CIDADES DE PALMAS-TO E APARECIDA DO RIO NEGRO-TO, UTILIZANDO LEVANTAMENTO VISUAL CONTÍNUO

Projeto apresentado como requisito parcial da disciplina Trabalho de Conclusão de Curso II, do Curso de Engenharia Civil, orientado pelo Professor Especialista Fernando Moreno Suarte Júnior.

Aprovada em 16 de 11 de 2016.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Esp. Fernando Moreno Suarte Júnior.
Centro Universitário Luterano de Palmas

Prof. Esp. Euzir Pinto Chagas
Centro Universitário Luterano de Palmas

Prof. M.Sc. Edivaldo Alves dos Santos
Centro Universitário Luterano de Palmas

AGRADECIMENTOS

A Deus, meu guia, proporcionando força, saúde e sabedoria para lidar com todas as adversidades encontradas até aqui.

Aos meus pais, José Guilherme Mendonça e Gilma Ferreira Lima, meus exemplos, por tudo que fizeram e continuam fazendo por mim. A gratidão por vocês é infinita.

Aos meus avós, Rainelice Ferreira Lima, Maria Augusta Coelho Mendonça e Amador Mendonça, pelo apoio e incentivo a continuar sempre, sem abaixar a cabeça.

A minha namorada, Larissa da Silva Gualberto, por todo amor e carinho transmitidos, estando sempre ao meu lado nas vezes que por alguma razão pensei em fraquejar.

Aos amigos que a engenharia civil me deu, Tassio Carvalho Canjão, Sindy Nepomuceno Lima e Vanessa Lima Parrião, por todas as madrugadas de estudo, pela reciprocidade, amizade, sinceridade, enfim, por toda união construída durante esses cinco anos de curso. Vocês serão sempre “minhas pedras”.

Ao meu orientador, professor Esp. Fernando Moreno Suarte Júnior, por todo comprometimento, incentivo e principalmente pelos conhecimentos repassados ao longo desse ano de orientação.

Por fim, não poderia deixar de agradecer a todos, que de alguma forma contribuíram para que eu pudesse concluir essa etapa da minha vida.

Muito obrigado!

RESUMO

MENDONÇA JÚNIOR, José Guilherme. **AVALIAÇÃO DAS CONDIÇÕES DA RODOVIA TO-020, ENTRE AS CIDADES DE PALMAS-TO E APARECIDA DO RIO NEGRO-TO, UTILIZANDO LEVANTAMENTO VISUAL CONTÍNUO.** 2016. 80 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Ulbra - Centro Universitário Luterano de Palmas, Palmas - TO, 2016.

Neste Trabalho de Conclusão de Curso faz-se um estudo do trecho da TO-020, identificando, contabilizando e classificando as manifestações patológicas presentes no decorrer de 61km do trecho da rodovia que liga as cidades de Palmas - TO e Aparecida do Rio Negro – TO, por meio de Levantamento Visual Contínuo (LVC), regido pela norma DNIT 008/2003 – PRO. Com a realização deste estudo foi possível verificar a presença de diversas manifestações patológicas, tais como, Panelas, Trincas Longitudinais, Remendos, Afundamentos, Desgastes, Exsudação e Escorregamentos, sendo que estes acabam afetando na segurança e no conforto dos usuários da rodovia. Após a conclusão do estudo e apresentação dos conceitos (ÓTIMO, BOM, REGULAR, RUIM e PÉSSIMO) para cada trecho de 1km em que a rodovia foi segmentada, foram dadas sugestões de correções e manutenção a serem feitas, baseadas nas normas DNIT 154/2010 - ES, DNIT 008/2003 - PRO e em literaturas que abordam o assunto, possibilitando assim, se efetuadas as correções e manutenções, proporcionar boas condições de trafegabilidade e segurança para os usuários da rodovia avaliada.

Palavras chave: Pavimentação Rodoviária, Levantamento, Manifestações Patológicas.

ABSTRACT

MENDONÇA JÚNIOR., José Guilherme. **ASSESSMENT OF THE CONDITIONS OF THE HIGHWAY TO-020, BETWEEN THE CITIES OF PALMAS-TO AND APARECIDA DO RIO NEGRO-TO, USING VISUAL CONTINUOUS SURVEY.** 2016. 80 f. TCC (graduation) - Civil Engineering course, Ulbra - Lutheran University Center of Palmas, Palmas - TO, 2016.

In this final project a study of excerpt from TO-020, identifying, counting and classifying the pathological manifestations present in the course of 61km of the stretch of highway that connects the cities of Palmas-TO and Aparecida do Rio Negro-TO, by means of Continuous Visual Survey (LVC), governed by the standard DNIT 008/2003 – PRO. With the completion of this study it was possible to check for the presence of several pathological manifestations, such as Pots, Longitudinal Cracks, patches, Sags, Wear, Exudation and Landsliding, and these end up affecting the safety and comfort of users of the highway. Upon completion of the study and presentation of concepts (GREAT, GOOD, TOLERABLE, BAD and REALLY BAD) for each excerpt of 1 km on the highway was targeted, were given suggestions of fixes and maintenance to be made based on standards DNIT 154/2010 – ES, DNIT 008/2003 – PRO, and in literature that discuss the subject, thus enabling, if made the corrections and maintenance, provide good trafegabilidade conditions and security for users of highway evaluated.

Key words: Road Paving, lifting, Pathological Manifestations.

LISTA DE FIGURAS

| | | |
|--|---|----|
| Figura 1 - Extensão da malha rodoviária brasileira..... | 19 | |
| Figura 2 - Ilustração do sistema de tensões solicitantes | 21 | |
| Figura 3 - Seção transversal de um pavimento flexível..... | 21 | |
| Figura 4 - Seção transversal de um pavimento rígido | 22 | |
| Figura 5 - Trinca transversal isolada | 24 | |
| Figura 6 - Trinca longitudinal isolada | 25 | |
| Figura 7 - Trinca de retração | 25 | |
| Figura 8 - Trinca interligada tipo “Couro de Jacaré” | 26 | |
| Figura 9 - Trinca interligada tipo bloco..... | 26 | |
| Figura 10 - Afundamento plástico da trilha de roda..... | 27 | |
| Figura 11 - Afundamento plástico da trilha de roda..... | 28 | |
| Figura 12 - Corrugação..... | 29 | |
| Figura 13 - Escorregamento | 29 | |
| Figura 14 - Exsudação | 30 | |
| Figura 15 - Desgaste | 31 | |
| Figura 16 - Panela ou Buraco | 31 | |
| Figura 17 - Remendo | 32 | |
| Figura 18 - Ficha de avaliação de serventia | 35 | |
| Figura 19 - Treliça para aferição de flechas em trilhos de roda | 36 | |
| Figura 20 - Escolha do momento de se restaurar um pavimento..... | 45 | |
| Figura 21 - Exemplo de selagem de trincas..... | 46 | |
| Figura 22 - Aplicação de capa selante | 47 | |
| Figura 23 - Aplicação de lama asfáltica | 48 | |
| Figura 24 - Trecho onde foi realizado o LVC | 50 | |
| Figura 25 - Representação da disposição dos conceitos ao longo da rodovia..... | 69 | |
| Figura 26 - Remendo mal executado | Figura 27 - Remendo bem executado | 70 |
| Figura 28 – Aplicação de lama asfáltica..... | 70 | |
| Figura 29 - Recapeamento..... | 71 | |

LISTA DE GRÁFICOS

| | |
|--|----|
| Gráfico 1 - Manifestações patológicas | 61 |
| Gráfico 2 - Manifestações patológicas por trecho | 62 |
| Gráfico 3 - Resultados do LVC | 68 |

LISTA DE IMAGENS

| | |
|--|----|
| Imagens 1 e 2 - Pannels | 55 |
| Imagens 3 e 4 - Trincas longitudinais..... | 56 |
| Imagens 5 e 6 - Remendos..... | 57 |
| Imagens 7 e 8 - Remendos..... | 57 |
| Imagem 9 - Afundamento..... | 58 |
| Imagens 10 e 11 - Desgaste | 59 |
| Imagens 12 e 13 - Exsudação | 59 |
| Imagem 14 e 15 - Escorregamento | 60 |

LISTA DE TABELAS

| | |
|---|----|
| Tabela 1 - Evolução da rede rodoviária federal e estadual no Brasil | 19 |
| Tabela 2 - Valor do Fator de Ponderação | 38 |
| Tabela 3 - Conceitos de degradação do pavimento em função do IGG | 38 |
| Tabela 4 - Frequência de defeitos | 41 |
| Tabela 5 - Conceitos do ICPF | 42 |
| Tabela 6 - Determinação do Índice de Gravidade | 43 |
| Tabela 7 - Pesos para cálculo | 43 |
| Tabela 8 - Índice de Estado da Superfície do pavimento (IES) | 43 |
| Tabela 9 - Quantidade de manifestações patológicas por tipo | 61 |
| Tabela 10 - Formulário do IGGE | 64 |
| Tabela 11 - Quadro de resultados | 66 |
| Tabela 12 - Quantitativo do quadro de resultados | 68 |

LISTA DE ABREVEATURAS E SIGLAS

- CBUQ: Concreto Betuminoso Usinado a Quente
- CNT: Confederação Nacional dos Transportes
- DNIT: Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes
- ICPF: Índice de Condição dos Pavimentos Flexíveis
- IES: Índice do Estado da Superfície do Pavimento
- IGG: Índice de Gravidade Global
- IGGE: Índice de Gravidade Global Expedito
- IGI: Índice de Gravidade Individual
- LVC: Levantamento Visual Contínuo
- PNV: Plano Nacional de Viação
- TSD: Tratamento Superficial Duplo
- TSS: Tratamento Superficial Simples
- VSA: Valor de Serventia Atual

SUMÁRIO

| | |
|---|-----------|
| 1. INTRODUÇÃO | 13 |
| 1.1. Objetivos | 14 |
| 1.1.1 Objetivo Geral | 14 |
| 1.1.2 Objetivos Específicos | 14 |
| 1.2. Justificativa e Importância do Trabalho | 15 |
| 1.3. Estrutura do Trabalho | 16 |
| 2. REFERENCIAL TEÓRICO | 17 |
| 2.1 Breve Histórico da Pavimentação | 17 |
| 2.1.1 Pavimentação no Brasil | 18 |
| 2.2 Terminologias e Classificação dos Pavimentos | 20 |
| 2.2.1 Pavimentos Flexíveis..... | 20 |
| 2.2.2 Pavimentos Rígidos..... | 22 |
| 2.2.3 Pavimentos Semirrígidos..... | 22 |
| 2.3 Defeitos em Pavimentos Flexíveis | 23 |
| 2.3.1 Fenda | 23 |
| 2.3.2 Afundamento | 26 |
| 2.3.3 Ondulação ou Corrugação | 28 |
| 2.3.4 Escorregamento | 29 |
| 2.3.5 Exsudação..... | 30 |
| 2.3.6 Desgaste | 30 |
| 2.3.7 Panela ou Buraco..... | 31 |
| 2.3.8 Remendo..... | 32 |
| 2.3.9 Demais defeitos | 32 |
| 2.4 Avaliação dos Pavimentos Flexíveis | 33 |
| 2.4.1 Avaliação subjetiva do valor da serventia atual (VSA) DNIT 009/2003 – PRO | 34 |
| 2.4.2 Avaliação objetiva da superfície de pavimentos flexíveis. Índice de Gravidade Global (IGG) | 36 |
| 2.4.3 Avaliação de Defeitos da Superfície de Pavimentos por meio de Levantamento Visual Contínuo (LVC) DNIT 008/2003 – PRO..... | 38 |
| 2.5 Técnicas de Manutenção e Restauração | 44 |

| | |
|---|-----------|
| 2.5.1 Remendos | 45 |
| 2.5.2 Selagem de trincas..... | 46 |
| 2.5.3 Capa selante..... | 47 |
| 2.5.4 Lama asfáltica | 48 |
| 2.5.5 Camada porosa de atrito | 48 |
| 2.5.6 Micro - revestimento com mistura densa | 49 |
| 2.5.7 Camada de micro – revestimento asfáltico a frio com polímero..... | 49 |
| 3. METODOLOGIA..... | 50 |
| 3.1 Apresentação do Objeto de Estudo..... | 50 |
| 3.2 Levantamento das Manifestações | 51 |
| 3.3 Determinação da Condição da Via | 51 |
| 3.4 Reparos das Manifestações Patológicas | 53 |
| 4. RESULTADOS | 54 |
| 4.1 Procedimento Para Realização do LVC..... | 54 |
| 4.2 Tipos de Manifestações Patológicas Ocorrentes..... | 54 |
| 4.2.1 Painelas..... | 54 |
| 4.2.2 Trincas | 55 |
| 4.2.3 Remendos | 56 |
| 4.2.4 Afundamentos | 58 |
| 4.2.5 Desgaste | 58 |
| 4.2.6 Exsudação..... | 59 |
| 4.2.7 Escorregamento | 60 |
| 4.3 Quantidade de Manifestações Patológicas nos Trechos..... | 60 |
| 4.4 Determinação dos Resultados do LVC..... | 63 |
| 4.4.1 Índice de Gravidade Global Expedido (IGGE) | 63 |
| 4.4.2 Quadro de resultados do LVC | 66 |
| 4.5 Sugestões de Correção e Manutenção | 69 |
| 5. CONCLUSÃO E SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS..... | 72 |
| REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 73 |
| ANEXOS | 75 |

1. INTRODUÇÃO

Trafegar por vias pavimentadas com conforto e segurança é o desejo da maioria dos brasileiros, porém, nem sempre isso é possível. Sabemos o quanto as rodovias do nosso país se encontram em grande parte dos casos, em condições insatisfatórias no que diz respeito a trafegabilidade e segurança.

Conforme CNT (2015), as rodovias são o principal modal para o transporte de pessoas e bens no Brasil, sua participação é de 61% no transporte de cargas, e no transporte de passageiros tem 95% do total. A pesquisa CNT ainda revela que o transporte realizado nas rodovias brasileiras é o principal responsável pela interligação de todo o sistema de transporte e tem grande relevância para o desenvolvimento do país.

De acordo com CNT (2015), a ausência de boas condições de trafegabilidade nas rodovias eleva significativamente o custo dos serviços de transporte, levando em consideração os custos de manutenção dos veículos. Portanto, podemos afirmar que rodovias com má conservação, além de afetar na segurança dos usuários, afeta diretamente na economia a nível regional e nacional.

Conforme os objetivos desse trabalho, o autor estará realizando um Levantamento Visual Contínuo (LVC), estabelecido pela norma DNIT 008/2003 – PRO, possibilitando sugerir medidas que deverão ser tomadas para que todos possam trafegar na rodovia, com segurança e conforto, minimizando gastos com manutenção e consumo de seus veículos. O levantamento apontará os locais mais críticos que necessitam de manutenção, e apresentará sugestões de intervenções a serem realizadas.

1.1. Objetivos

1.1.1 Objetivo Geral

- Avaliar as condições da pista de rolamento do trecho da rodovia TO-020 que liga as cidades de Palmas – TO a Aparecida do Rio Negro – TO, utilizando LVC.

1.1.2 Objetivos Específicos

- Realizar visita “in loco” para levantamento visual contínuo, catalogando as manifestações patológicas;
- Classificar as patologias e identificar suas possíveis causas;
- Calcular os índices necessários para avaliação do trecho de acordo com a norma DNIT 008/2003 – PRO;
- Sugerir ações de correção e manutenção para as manifestações patológicas encontradas.

1.2. Justificativa e Importância do Trabalho

O trecho da rodovia TO-020 que liga a cidade de Palmas - TO a Aparecida do Rio Negro - TO é bastante solicitado por habitantes de ambas as cidades e também por pessoas de outros municípios vizinhos que utilizam a rodovia para escoamento de produção agrícola e agropecuária, além de ser o caminho usado para o deslocamento até a capital do estado, dentre uma série de outros usos da estrada. Observando a importância da conservação rodoviária e com intuito de beneficiar a população local, verificou-se a necessidade de realizar um Levantamento Visual Contínuo (LVC), para que possamos dar uma classificação para a rodovia e mostrar o que deve ser feito para sanar os defeitos encontrados, evitando assim uma série de transtornos aos usuários, tais como, acidentes e prejuízos financeiros gerados pelas más condições de tráfego em que se encontra a rodovia.

O método de LVC utilizado, possibilita chegar a um resultado satisfatório quanto ao estado de conservação em que se encontra o trecho em que é realizado, proporcionando avaliação detalhada e precisa do pavimento, dando embasamento técnico para as devidas providências a serem tomadas na correção das patologias encontradas ao longo do seguimento de estrada.

Com a realização deste levantamento o autor estará agregando conhecimento na área da engenharia que mais despertou curiosidade durante toda a graduação, a pavimentação, proporcionando um aprofundamento teórico e prático, e assim melhor se preparar para o setor em que pretende atuar. Observando esses aspectos, foi escolhida a realização deste LVC por ser uma atividade prática e que poderá dar resultados satisfatórios para a realização do TCC, propiciando a conclusão da graduação em engenharia civil.

1.3. Estrutura do Trabalho

Este trabalho foi organizado e dividido em cinco capítulos, sendo eles descritos a seguir.

No primeiro capítulo é apresentado o contexto do trabalho, englobando a introdução, os objetivos e a justificativa e importância do trabalho.

O segundo capítulo aborda o referencial teórico utilizado para elaboração deste trabalho, onde são citados, um breve histórico da pavimentação, terminologias e classificação dos pavimentos, defeitos em pavimentos flexíveis, avaliação dos pavimentos flexíveis, e técnicas de manutenção e restauração.

O terceiro capítulo descreve a metodologia necessária para realização do levantamento, suas análises e procedimentos para possibilitar chegar aos resultados alcançados.

O quarto capítulo aborda os resultados do trabalho, conforme a proposta apresentada na metodologia em que foi realizado.

No quinto e último capítulo, são apresentadas a conclusão e as sugestões para futuros trabalhos relacionados ao estudo presente no contexto deste trabalho.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Breve Histórico da Pavimentação

Conforme Balbo (2007) a carência por vias trafegáveis já era uma grande preocupação das civilizações antigas, causada por fatores de ordem econômica, integração regional e por motivos militares. A pavimentação das estradas desde a antiguidade tem grande importância, pois eram essenciais a adequação e a preservação dos caminhos mais estratégicos naquela época.

Segundo Bernucci et al. (2008) a história da pavimentação tem relação direta com a história da humanidade, pois as estradas foram necessárias para possibilitar o povoamento dos continentes, conquistar novos territórios, realização de comércio, inserção de cultura e religião nas comunidades, além de urbanização e desenvolvimento. Ainda conforme o autor, uma das estradas pavimentadas mais antigas foi construída para possibilitar a construção das pirâmides do Egito (2600-2400 a.C.), ela foi construída utilizando lajões de pedra sob base com boa capacidade de suportar as cargas a que era submetida. Essa estrada foi concebida para a circulação de trenos de carga, e para facilitar o transporte era umedecida com água, azeite e musgo, afim de diminuir o atrito.

De acordo com Balbo (2007), a Via Appia foi uma das primeiras vias pavimentadas a receber técnicas específicas de pavimentação. Seu início deu-se no ano de 312 a.C. e tinha como responsável pelo projeto o censor Claudio Appio Ciego. A estrada ligava Roma a Taranto, e foi construída para facilitar a comunicação entre a capital Roma e as províncias orientais. As técnicas de pavimentação ganhavam novas tecnologias a medida em que Roma criava novas estradas na busca de aumentar seu território, e devido à dificuldade logística da época os construtores de estradas eram obrigados a extrair o máximo possível dos materiais que estavam disponíveis na região em que se construía a estrada.

Ainda conforme Balbo (2007) as estradas romanas eram importantes para o escoamento da produção agrícola, e também para a locomoção de tropas em busca de conquistar novos territórios. Como exemplo de novos territórios conquistados por Roma, podem ser citadas as regiões de Gália e Dalmácia que puderam ser conquistados devido as estradas pavimentadas construídas.

De acordo com Bernucci et al. (2008), na América Latina as estradas pavimentadas construídas pela civilização inca merecem destaque, eles construíram um sistema viário que abrangia territórios onde hoje situa-se a Colômbia até a o Chile e a Argentina, envolvendo desde o litoral, passando por florestas e até mesmo em grandes altitudes na Cordilheira dos Andes. Duas estradas principais existiam no sentido longitudinal, fazendo ligação com essas duas vias existia um refinado sistema de estradas transversais. As larguras das vias variavam de 1,0 m até 16,0 m, sendo que as vias mais estreitas eram utilizadas por pedestres e lhamas e as mais largas eram utilizadas para movimentação de exércitos, tomando sempre o cuidado de construir as estradas sempre acima dos níveis dos cursos d'água, evitando assim, inundações em épocas de cheia.

2.1.1 Pavimentação no Brasil

Conforme Bernucci et al. (2008), no Brasil, em 1560, foi iniciado o primeiro caminho construído, que servia para ligar a cidade de São Vicente ao Planalto Piratininga. Mais tarde, já em 1661, este caminho foi recuperado, possibilitando o tráfego de veículos, e nessa mesma época recebeu o nome de Estrada do Mar. Só em 1789 o trecho de serra da estrada foi pavimentado, utilizando lajes de granito, dando origem Calçada de Lorena, que ainda tem trecho preservado até os dias atuais.

De acordo com Balbo (2007), a partir do ano de 1927 o governo federal começou a investir na malha viária do país. Foi criado naquele ano um fundo especial para criar e conservar rodovias, este fundo era presidido por Washington Luís pereira de Sousa. Após essa criação desencadeou a construção de várias rodovias pelo Brasil a fora, sendo elas de Concreto ou revestimento asfáltico, como exemplo podemos citar algumas rodovias, sendo elas: BR-232 que liga Recife a Caruaru; Vias Anhanguera e Anchieta em São Paulo, sendo as primeiras autoestradas do país, construídas em concreto de cimento Portland, seguindo o exemplo das autoestradas alemãs.

Tabela 1 - Evolução da rede rodoviária federal e estadual no Brasil

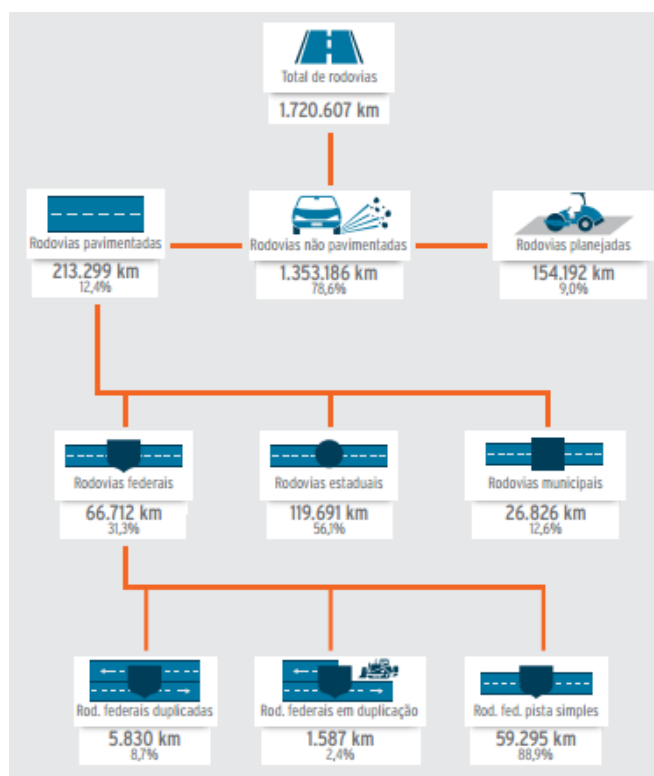
| Ano | FEDERAL | | | ESTADUAL | | |
|------|-------------|-----------------|--------|-------------|-----------------|---------|
| | Pavimentada | Não-pavimentada | Total | Pavimentada | Não-pavimentada | Total |
| 1960 | 8.675 | 23.727 | 32.402 | 4.028 | 71.847 | 75.875 |
| 1965 | 12.589 | 22.003 | 34.592 | 13.835 | 81.003 | 94.838 |
| 1970 | 24.146 | 27.394 | 51.540 | 24.431 | 105.040 | 129.471 |
| 1975 | 40.190 | 28.774 | 68.964 | 20.641 | 86.320 | 106.961 |
| 1980 | 39.685 | 19.480 | 59.165 | 41.612 | 105.756 | 147.368 |
| 1985 | 46.455 | 14.410 | 60.865 | 63.084 | 100.903 | 163.987 |
| 1990 | 50.310 | 13.417 | 63.727 | 78.284 | 110.769 | 189.053 |
| 1993 | 51.612 | 13.783 | 65.395 | 81.765 | 110.773 | 192.538 |

Fonte: Geipot 1970, 1976, 1981, 1986, 1992, 2001

Fonte: (CNT, 2015)

Conforme pesquisa da Confederação Nacional de Transportes CNT (2015) a malha viária brasileira tem 1.720.607,00 km, sendo eles divididos conforme figura 1.

Figura 1 - Extensão da malha rodoviária brasileira



Fonte: (CNT, 2015)

2.2 Terminologias e Classificação dos Pavimentos

De acordo com Bernucci et al. (2008) pavimento é uma estrutura constituída de diversas camadas de espessuras limitadas, construída sobre a superfície final de terraplenagem, que tem a função de resistir aos esforços provenientes do tráfego de veículos e da variação do clima, e a assegurar aos usuários trafegabilidade, com tranquilidade, economia e segurança. Todavia, esses parâmetros devem ser atingidos gerando o mínimo de gastos possível e com uma vida útil satisfatória. É estruturado por quatro camadas principais: Revestimento, base, sub-base e reforço de sub-leito, todavia o autor ainda defende que nem sempre o pavimento é constituído dessas quatro camadas, levando em consideração o volume de tráfego e a disponibilidade dos materiais.

Souza (1980) reza que pavimento é:

É a superestrutura, no caso de rodovias, aeroportos, ruas etc., constituída por um sistema de camadas de estruturas finitas, assentes sobre um semi-espaço considerado teoricamente como infinito a infraestrutura ou terreno de fundação. De um modo geral, essa infraestrutura é designada subleito.

Conforme o Manual de Projeto e Práticas Operacionais para Segurança nas Rodovias (DNIT, 2010), o pavimento deve permitir um rolamento agradável, não desgastar os pneus excessivamente e gerar o mínimo de barulho, resistir a deterioração, suportar as variações climáticas, ter boa drenagem e aderência evitando derrapagens. O nível de atendimento a essas condições, dão os parâmetros de segurança as rodovias. Dentre todos os itens, a segurança quanto a derrapagens é de suma importância.

Os pavimentos rodoviários são divididos em três tipos:

- Pavimento Rígido
- Pavimento Flexível
- Pavimento Semi - rígido

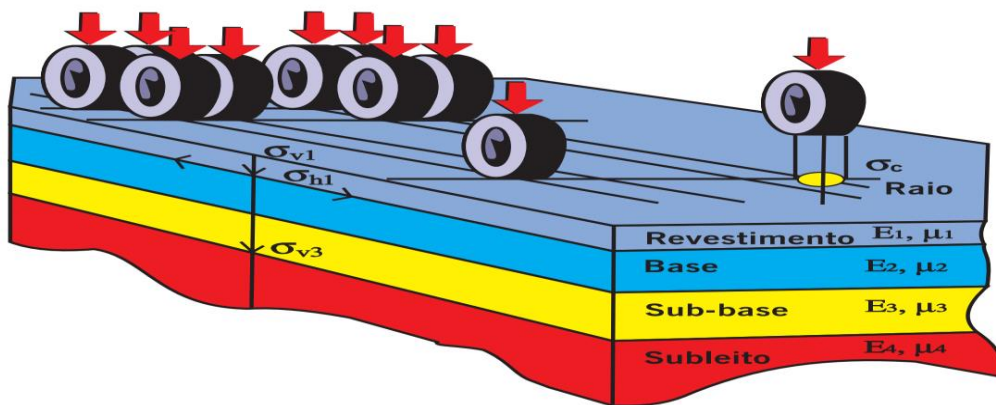
2.2.1 Pavimentos Flexíveis

São constituídos por camadas que não trabalham a tração. Como por exemplo típico, citam-se os pavimentos constituídos por um revestimento betuminoso sobre camadas puramente granulares. (SOUZA, 1980)

Conforme o Manual de Pavimentação DNIT (2006), pavimento flexível constitui-se de camadas que sofrem deformações elásticas provenientes das cargas exercidas sobre o pavimento, onde as mesmas são dissipadas em parcelas aproximadamente equivalentes entre as camadas. Um exemplo é o pavimento constituído por uma base de brita graduada ou solo pedregulho e revestido por uma camada de asfalto.

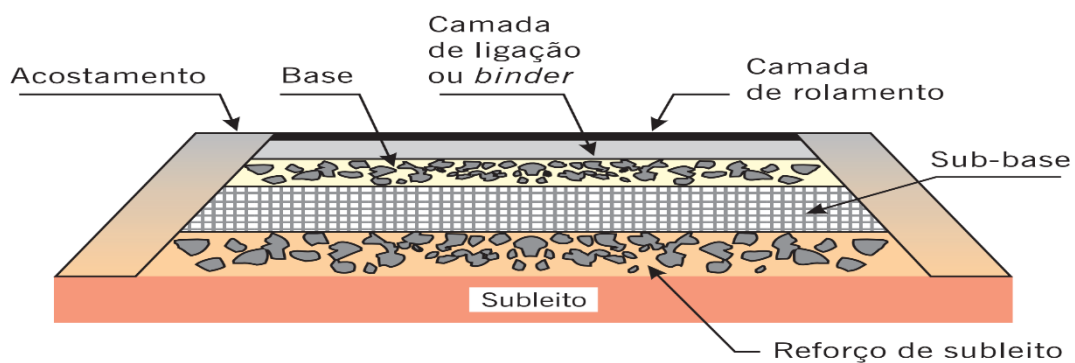
De acordo com DNIT (2006), o pavimento flexível é composto por camadas, porém quanto mais próxima do revestimento, a camada de solo deverá ter melhor qualidade, para que possa resistir as tensões solicitadas pelas cargas a que são submetidas e distribuir os esforços para as demais inferiores, ver figura 2. Em um pavimento flexível podem ser encontradas as seguintes camadas, conforme a figura 3.

Figura 2 - Ilustração do sistema de tensões solicitantes



Fonte: (BERNUCCI et al., 2008)

Figura 3 - Seção transversal de um pavimento flexível



Fonte: (BERNUCCI et al., 2008)

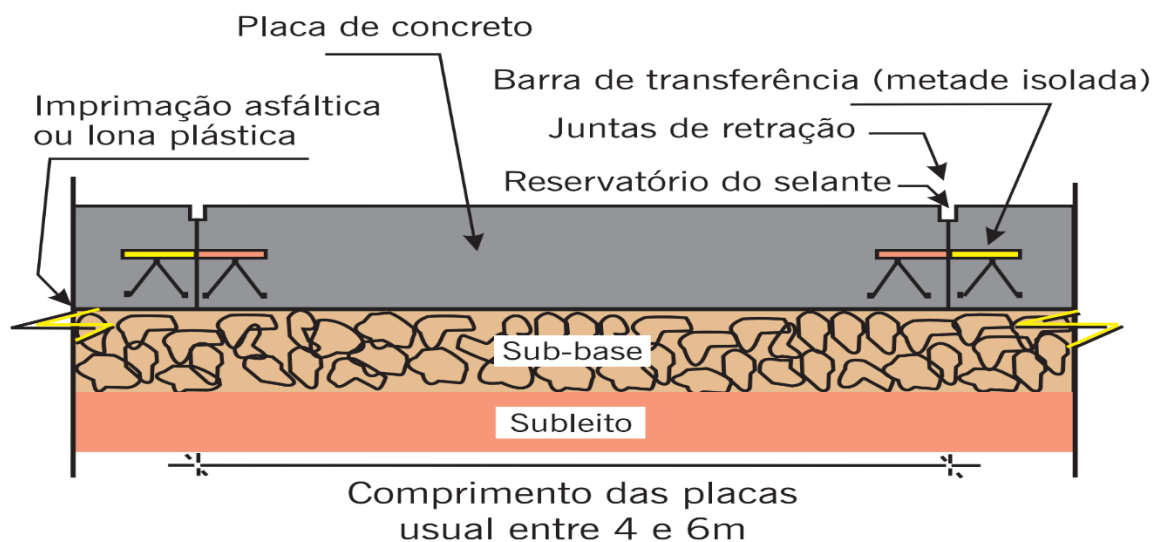
2.2.2 Pavimentos Rígidos

O Manual de Pavimentação (DNIT, 2006) reza que pavimento rígido é aquele que em sua camada superior (revestimento) é dotado de uma rigidez bastante elevada em relação as camadas inferiores, tendo em vista esse aspecto, ela é capaz de absorver quase que totalmente as tensões geradas pelo tráfego de veículos. Um exemplo desse tipo é o pavimento composto por lajes de concreto de cimento Portland.

Segundo Souza (1980) O pavimento rígido é constituído basicamente de:

- Placa de concreto de cimento – camada que desempenha ao mesmo tempo o papel de revestimento e de base.
- Sub-base – camada construída, algumas vezes, com o objetivo de evitar o bombeamento dos solos do subleito.

Figura 4 - Seção transversal de um pavimento rígido



Fonte: Bernucci et al. (2008)

2.2.3 Pavimentos Semirrígidos

De acordo com DNIT (2006) este tipo de pavimento é composto por uma base cimentada por algum tipo de aglutinante. Podemos citar como exemplo uma camada de solo cimento revestida por uma camada de asfalto.

Diversos autores empregam a terminologia de pavimentos semi-rígidos para aqueles com revestimentos asfálticos que possuam em sua base ou sub-base materiais cimentados, que também são solicitados à tração. (BERNUCCI et al., 2008)

2.3 Defeitos em Pavimentos Flexíveis

Antes de vermos os possíveis defeitos em pavimentos flexíveis, é necessário entender o significado de dois termos: Patologia e manifestação patológica. Para Comunitexto (2016), manifestação patológica consiste na resultante de um processo que ocasionou uma determinada degradação, e patologia é um conjunto de teorias que tem por objetivo esclarecer como ocorreu e porque ocorreu alguma manifestação patológica.

Conforme Bernucci et al. (2008) os defeitos superficiais nos pavimentos são todos aqueles que podem ser identificados a olho nu e que podem ser classificados pela norma de terminologias do DNIT 005/2003 – TER. Ainda segundo o autor, um levantamento de defeitos tem por finalidade, dar embasamento para avaliar o estado de conservação dos pavimentos asfálticos e seu grau de deterioração, garantindo assim, assegurar a escolha de medidas técnicas viáveis para que o pavimento possa ser restaurado, caso se faça necessário.

A norma do DNIT 005/2003 – TER tem por finalidade elencar todos os defeitos que ocorrem em pavimentos flexíveis e semi-rígidos, ela padroniza as terminologias para que possam ser utilizadas em normas, projetos, manuais e textos. A norma DNIT 008/2003 – PRO utiliza as terminologias para elencar seus oito tipos de defeitos, que são: Fendas, afundamento, ondulação ou corrugação, escorregamento, exsudação, desgaste, Panelas e remendos.

2.3.1 Fenda

DNIT (2003) diz que fenda é qualquer descontinuação na superfície do pavimento que leve a aberturas pequenas ou grandes. As fendas podem ser divididas em vários tipos, sendo eles:

O fendilhamento é uma das principais degradações dos pavimentos e é normalmente causada pelo excesso de tensões de tração nas camadas betuminosas. Conforme o mecanismo predominante no processo de evolução do fendilhamento, normalmente podem ocorrer diferentes tipos de fendilhamento: Fendilhamento por fadiga causado pelas cargas do tráfego; fendilhamento resultante da retração térmica; fendilhamento com origem na superfície (top-down); fendilhamento devido a movimentos do solo de

fundação e a defeitos de construção; fendilhamento por reflexão em pavimentos reforçados ou em pavimentos semi-rígidos. (MINHOTO, 2005)

- Fissura: Segundo DNIT (2003), fenda de dimensão transversal capilar existente no revestimento, podendo ser apresentadas de forma longitudinal, transversal ou oblíquas ao eixo da via, podendo ser visualizadas a olho nu, a distancias inferiores a 1,5m.
- Trinca: Para DNIT (2003), fenda encontrada no revestimento, podendo ser detectada a olho nu, e com dimensão de abertura maior que as fissuras, que possivelmente podem ser encontradas de modo isolada ou interligada.

De acordo com DNIT (2003), as trincas isoladas podem ser de três tipos:

- Trinca transversal: Conforme DNIT (2003), trinca isolada com direção prevalecte ortogonal ao eixo do pavimento, podendo ser classificada como curta, se apresentar comprimento menor que 1 metro, e longa, se o comprimento for maior que 1 metro, conforme figura 5.

Figura 5 - Trinca transversal isolada



Fonte: (DNIT, 2003)

- Trinca longitudinal: Segundo DNIT (2003), trinca isolada com direção prevalecte paralela ao eixo do pavimento, podendo ser classificada como curta, se apresentar comprimento menor que 1 metro, e longa, se o comprimento for maior que 1 metro. Ver figura 6.

Figura 6 - Trinca longitudinal isolada



Fonte: (DNIT, 2003)

- Trinca de retração: De acordo com DNIT (2003), trinca isolada não ocasionada por fadiga, porém é ocasionada por fenômenos de retração térmica ou do material do revestimento ou do material de base rígida ou semi-rígida localizadas abaixo do revestimento trincado. Ver figura 7.

Figura 7 - Trinca de retração



Fonte: (BERNUCCI et al., 2008)

- Trinca interligada: As trincas interligadas são de dois tipos, conforme DNIT (2003):
 - Trinca tipo “Couro de Jacaré”: Para DNIT (2003), é um aglomerado de trincas interligadas em todas as direções, que se são bastante parecidas com o couro do jacaré, podendo ser acompanhadas, ou não, de erosão intensa nas extremidades. Ver figura 8.

Figura 8 - Trinca interligada tipo “Couro de Jacaré”



Fonte: (DNIT, 2003)

- Trinca tipo “Bloco”: Conforme DNIT (2003), é um aglomerado de trincas que tem como característica a formação de blocos com lados bastante definidos, podendo ser acompanhadas, ou não, de erosão intensa nas extremidades, conforme figura 9.

Figura 9 - Trinca interligada tipo bloco



Fonte: (DNIT, 2003)

2.3.2 Afundamento

Conforme DNIT (2003), o afundamento é uma depressão na superfície do pavimento, podendo ser associada, ou não de solevamento, sendo apresentada na forma de afundamento plástico ou de consolidação.

Para Bernucci et al. (2008) afundamentos são:

Todos os defeitos que interferem na geometria da via, como afundamentos de trilhas de roda ou localizados, e que resultem no acúmulo de água na superfície do pavimento, são indesejáveis para a aderência, pois aumentam a espessura de película de água, aumentando o risco de hidroplanagem. (BERNUCCI et al., 2008)

Os afundamentos são classificados em duas variedades, conforme DNIT (2003):

- Afundamento plástico: Para DNIT (2003), afundamento ocasionado pelo escoamento plástico de uma ou mais camadas do pavimento ou do subleito, complementado de levantamento. Se ocorre com extensão menor ou igual a 6 metros denomina-se afundamento plástico local; quando ocorre em extensões superiores a 6 metros e estiver localizado no decorrer da trilha de roda, denomina-se afundamento plástico da trilha de roda. Conforme figura 10.

Figura 10 - Afundamento plástico da trilha de roda



Fonte: (BERNUCCI et al., 2008)

- Afundamento de consolidação: De acordo com DNIT (2003), afundamento ocasionado pela consolidação diferencial de uma ou mais camadas do pavimento ou subleito, sem estar complementado de levantamento. Se ocorre com extensão menor ou igual a 6 metros denomina-se afundamento de consolidação local; quando ocorre em extensões superiores a 6 metros e estiver localizado no decorrer da trilha de roda, denomina-se afundamento de consolidação da trilha de roda. Ver figura 11.

Figura 11 - Afundamento plástico da trilha de roda



Fonte: (BERNUCCI et al., 2008)

2.3.3 Ondulação ou Corrugação

Deformação caracterizada por ondulações ou corrugações transversais na superfície do pavimento. (DNIT, 2003). Ver figura 12.

Segundo Bernucci et al. (2008) as ondulações e corrugações são alterações que atravessam o eixo da pista, com concavidades alternadas de elevações. Todavia as corrugações tem extensão de onda entre uma crista e outra na casa dos centímetros ou de dezenas de centímetros, já as ondulações tem extensão de onda entre uma crista e outra na casa dos metros, e é causada por consolidação diferencial do subleito.

De acordo com Senço (2001) as ondulações e corrugamentos podem ser originados por diversas deficiências, porém, o mais comum entre as deficiências são o excesso de ligante asfáltico, agregados com granulometria desajustada, e compactação e imprimação deficientes. O autor ressalta ainda que essa patologia causa bastante desconforto para os usuários, aumentando gradativamente a medida em que se aumenta a velocidade do veículo, podendo ocasionar acidentes.

Figura 12 - Corrugação



Fonte: (BERNUCCI et al., 2008)

2.3.4 Escorregamento

Deslocamento do revestimento em relação a camada subjacente do pavimento, com aparecimento de fendas em formas de meia lua. (DNIT, 2003)

Esta patologia é encontrada principalmente em locais onde ocorrem frenagens constantes dos veículos, ocasionando a deslocamento da massa asfáltica ou deformação da mesma. Conforme figura 13.

Figura 13 - Escorregamento



Fonte: (BERNUCCI et al., 2008)

2.3.5 Exsudação

Bernucci et al. (2008) afirma que exsudação “é caracterizada pelo surgimento de ligante em abundância na superfície, como manchas escurecidas, decorrente em geral do excesso do mesmo na massa asfáltica”. Ver figura 14.

Conforme DNIT (2003) a exsudação é o excesso de material ligante na superfície do pavimento, ocasionado pela movimentação do betume através do revestimento. Esse fenômeno ocorre devido à ação da compactação gerada pela movimentação dos veículos ou por altas temperaturas ambientes.

Figura 14 - Exsudação



Fonte: (BERNUCCI et al., 2008)

2.3.6 Desgaste

Efeito do arrancamento progressivo do agregado do pavimento, caracterizado por aspereza superficial do revestimento e provocado por esforços tangenciais causados pelo tráfego. (DNIT, 2003). Ver figura 15.

Para Bernucci et al. (2008) o desgaste ocorre em função do desprendimento dos agregados da camada de revestimento e também em razão da perda da capacidade ligante do material betuminoso junto aos agregados.

Figura 15 - Desgaste



Fonte: (BERNUCCI et al., 2008)

2.3.7 Panela ou Buraco

Cavidade que se forma no revestimento por diversas causas (inclusive por falta de aderência entre camadas superpostas, causando o deslocamento das camadas), podendo alcançar as camadas inferiores do pavimento, provocando a desagregação dessas camadas. (DNIT, 2003). Ver figura 16.

Conforme Júnior (2014) o agregado graúdo da mistura deve estar devidamente envolvido por argamassa betuminosa, se isso não ocorrer a soltura da brita levará ao aparecimento de buracos no revestimento.

Figura 16 - Panela ou Buraco



Fonte: (BERNUCCI et al., 2008)

2.3.8 Remendo

Panela preenchida com uma ou mais camadas de pavimento na operação denominada de “tapa-buraco”. DNIT (2003). Os remendos podem ser profundos ou superficiais. Ver figura 17.

- Remendo profundo: Para DNIT (2003), correção em que substitui - se o revestimento asfáltico e possivelmente uma ou mais camadas inferiores do pavimento e que usualmente possui formato retangular.
- Remendo superficial: Para DNIT (2003), correção pontual da superfície do revestimento asfáltico, utilizando aplicação de uma camada betuminosa.

Figura 17 - Remendo



Fonte: (BERNUCCI et al., 2008)

2.3.9 Demais defeitos

Conforme Bernucci et al. (2008) existem mais alguns tipos de defeitos que apesar de não oferecer prejuízos aos indicadores do IGG, tem grande importância para uma tomada de decisão de solução de restauração, sendo eles os seguintes: Escorregamento do revestimento asfáltico; polimento de agregados; bombeamento de finos, trincas distintas das anteriores como trincas de borda próximas a acostamentos e parabólicas; falhas do bico espargidor; desnível entre pista e acostamento; marcas impressas na superfície – marcas de pneus; empolamento ou elevações por expansão ou raízes de árvores entre outros. Estes defeitos não estão elencados na norma DNIT 005/2003 – TER

2.4 Avaliação dos Pavimentos Flexíveis

Segundo Bernucci et al. (2008), um pavimento asfáltico deve conceder boas condições de rolamento em qualquer época do ano, independentemente das condições climáticas. O autor diz também que a performance do conjunto de camadas e do subleito depende da capacidade de carga e da durabilidade compatível com o padrão da obra e o tipo de tráfego para o qual foi projetada, além de garantir conforto e segurança aos usuários. Além dos quesitos citados acima, o pavimento deve ser projeto de modo a atender a quantidade de verba que se tem disponível para a obra, ou seja, tem que ser o mais econômico possível.

O Manual de Restauração de Pavimentos Asfálticos do DNIT, reza que:

A condição de um pavimento representa o nível de degradação resultante dos processos associados ao meio ambiente e ao seu uso continuado pelo tráfego. A avaliação desta condição é possível por meio do conhecimento de diversos parâmetros de referência, já normalizados, que permitem a determinação das condições de superfície; condições estruturais; condições de rugosidade longitudinais; avaliação das solicitações de tráfego; condições de aderência pneu/pavimento. (DNIT, 2006)

Conforme Danieleski (2004) a avaliação de pavimentos pode ser classificada em dois tipos: Avaliação funcional e avaliação estrutural. A autora ressalta que a avaliação funcional está ligada com o conforto e a qualidade do pavimento, ou seja, é uma verificação se o pavimento está oferecendo boas condições de rolamento para os veículos, sendo assim, está diretamente ligada ao ponto de vista dos usuários. A avaliação estrutural tem o objetivo de verificar a capacidade de carga do pavimento e avaliar sua condição estrutural.

Para Balbo (2007), avaliação estrutural, nada mais é que uma especificação dos elementos e variáveis da estrutura do pavimento, possibilitando estabelecer seu comportamento em relação as cargas do tráfego e ao ambiente, dando embasamento para a sua capacidade de suportar futuros aumentos na demanda de tráfego. Segundo o autor esse tipo de análise tem o objetivo de caracterizar os materiais existentes e suas respectivas espessuras em cada camada que constitui o pavimento, inclusive o solo do subleito, além de verificar a integridade dos materiais por meios e métodos de engenharia, e também a medida de suas deformações por parâmetros estruturais.

De acordo com Bernucci et al. (2008), a avaliação funcional de pavimentos está relacionada apenas a superfície do mesmo, ou seja, avalia as condições de conforto ao rolamento.

Danieleski (2004) diz que: “Enquanto o nível de serventia indica a condição presente do pavimento, a avaliação estrutural pode ser usada para estimar a resposta futura do pavimento ao tráfego a que estará sujeito”. Ainda conforme a autora uma baixa capacidade estrutural pode ocasionar uma queda repentina no nível de serventia da via, mesmo que o nível em que a mesma se encontra atualmente seja alto.

A seguir serão elencados alguns métodos de avaliação de pavimentos utilizados pelo DNIT.

2.4.1 Avaliação subjetiva do valor da serventia atual (VSA) DNIT 009/2003 – PRO

Conforme Bernucci et al. (2008), a avaliação funcional da superfície de um pavimento tem relação direta em como sua condição interfere no conforto ao rolamento do tráfego. O autor ainda diz que o VSA, logo após a conclusão da obra tende a ser elevado, desde que a pavimentação tenha sido bem executada, garantindo uma superfície suave e sem irregularidades, com o passar do tempo o VSA vai diminuindo, motivado por dois fatores cruciais: A ação do tráfego e as Intempéries.

A norma DNIT 009/2003 – PRO diz que o Valor de Serventia Atual (VSA) é:

Medida subjetiva das condições de superfície de um pavimento, feita por um grupo de avaliadores que percorrem o trecho sob análise, registrando suas opiniões sobre a capacidade do pavimento atender às exigências do tráfego que sobre ela atua, no momento da avaliação quanto a suavidade e ao conforto. (DNIT, 2003)

Ainda de acordo com a norma citada acima, para que seja feito a avaliação deverá ser formado um grupo de cinco pessoas conhecedoras dos propósitos da norma para a determinação do VSA, sendo que a avaliação é feita por trechos. Para avaliar o pavimento, o trecho deve ser percorrido em velocidade próxima ao limite permitido na rodovia. Os avaliadores atribuem subjetivamente uma nota que varia de 0 a 5 baseando-se e preenchendo uma ficha de avaliação, conforme figura 18.

Figura 18 - Ficha de avaliação de serventia

NORMA DNIT 009/2003-PRO 5

Anexo A (normativo)
Ficha de avaliação de serventia

| | |
|---|---------|
| 5 | ÓTIMO |
| 4 | BOM |
| 3 | REGULAR |
| 2 | RUIM |
| 1 | PÉSSIMO |
| 0 | |

Rodovia: _____

Observações: _____

Nº do Avaliador: _____

Data: ____/____/____

_____ /Índice geral

Fonte: (DNIT, 2003)

DNIT (2003) ressalta que para o preenchimento da ficha o avaliador deve levar em consideração alguns fatores, sendo eles:

- “Como se portaria este trecho de pavimento atendendo a finalidade para a qual foi construído, durante um período de 24 horas por dia, se ele estivesse localizado em uma rodovia principal”? Que nível de conforto este pavimento me proporciona se tivesse que dirigir por 8 horas seguidas? Como se sentiria após dirigir por 800 km neste pavimento?
- O avaliador deve atribuir a nota logo após o ter percorrido o trecho, marcando a na escala vertical em números decimais.

- Deverá ser marcada uma nota sem grande preocupação do número exato a ser assinalado, baseando-se em conceitos descritivos ou nos números divisórios.
- As avaliações devem ser feitas evitando de passar por trechos que já foram avaliados.
- Os trechos devem ser avaliados sempre no mesmo sentido, com velocidade próxima ao máximo permitido.

2.4.2 Avaliação objetiva da superfície de pavimentos flexíveis. Índice de Gravidade Global (IGG)

De acordo com a norma DNIT 006/2003 – PRO a mesma tem o objetivo de avaliar objetivamente a superfície dos pavimentos flexíveis e semirrígidos, contando e classificando os defeitos aparentes e medindo as deformações permanentes de trilha de roda. Para realizar a avaliação são necessários uma treliça de alumínio padronizada com 1,20m de comprimento na base (Figura 19), equipada com régua móvel no centro, permitindo medir as flechas das trilhas de roda com precisão de milímetros; além da treliça, são necessários: Trena de 20m, tinta, pincel, giz, formulários, dentre outros que serão usados para localizar e demarcar os locais de avaliação.

Figura 19 - Treliça para aferição de flechas em trilhos de roda



Fonte: (BERNUCCI et al., 2008)

Conforme Bernucci et al (2008), o levantamento não é realizado em toda área da pista de rolamento, e sim por trechos especificados pela norma do DNIT. Quanto ao critério para estabelecimento de demarcação das áreas a serem avaliadas, a norma DNIT 006/2003 – PRO diz que: “nas rodovias de pistas simples, a cada 20m alternados em relação ao eixo da pista de rolamento (40 m em 40 m em cada faixa de tráfego)”; e a cada 20 m nas rodovias com pista dupla, escolhendo a faixa de tráfego mais solicitada pelos usuários em cada uma das pistas. Ainda segundo a norma as estações de avaliação devem ser delimitadas com tinta, por meio de pintura; as estações recebem um número de identificação, que pode ser o da estaca correspondente ou da distância do marco quilométrico, sendo gravado junto à beira do revestimento.

As terminologias dos defeitos utilizados nesta norma para obtenção do IGG já foram elencadas neste trabalho conforme a norma DNIT 005/2003 – TER.

De acordo com a norma do DNIT 006/2003 – PRO nas áreas demarcadas deveram ser anotados todos os defeitos encontrados no pavimento, seguindo as instruções a seguir:

- Trincas isoladas serão contabilizadas como do Tipo I.
- Todos os remendos superficiais e profundos serão anotados como Remendos – R.
- A seção de terraplenagem deverá ser levada em consideração na estação de avaliação, sendo adotada as seguintes siglas: (A = Aterro, C = Corte, SMC = Seção mista, lado de aterro, CR = Corte em rocha, PP = Ponto de passagem).

A norma DNIT (2003) diz que para realização dos cálculos, deverão ser efetuadas as frequências absolutas e relativas de todos os defeitos anotados nas estações de avaliação.

Para o cálculo do IGI a norma DNIT 006/2003 – PRO estabelece que deverão ser consideradas todas as ocorrências listadas, e deverá ser feito o cálculo para cada trecho homogêneo.

O DNIT (2003) disponibiliza na norma uma tabela com todos os defeitos codificados e com seus respectivos fatores de ponderação (fp), conforme exibido a seguir na tabela 2:

Tabela 2 - Valor do Fator de Ponderação

| Ocorrência Tipo | Codificação de ocorrências de acordo com a Norma DNIT 005/2002-TER "Defeitos nos pavimentos flexíveis e semi-rígidos – Terminologia" (ver item 6.4 e Anexo D) | Fator de Ponderação fp |
|-----------------|---|------------------------|
| 1 | Fissuras e Trincas Isoladas (FI, TTC, TTL, TLC, TLL e TRR) | 0,2 |
| 2 | FC-2 (J e TB) | 0,5 |
| 3 | FC-3 (JE e TBE) NOTA: Para efeito de ponderação quando em uma mesma estação forem constatadas ocorrências tipos 1, 2 e 3, só considerar as do tipo 3 para o cálculo da frequência relativa em percentagem (fr) e Índice de Gravidade Individual (IGI); do mesmo modo, quando forem verificadas ocorrências tipos 1 e 2 em uma mesma estação, só considerar as do tipo 2. | 0,8 |
| 4 | ALP, ATP e ALC, ATC | 0,9 |
| 5 | O, P, E | 1,0 |
| 6 | EX | 0,5 |
| 7 | D | 0,3 |
| 8 | R | 0,6 |

Fonte: DNIT 006/2003-PRO

De acordo com a norma DNIT 006/2003-PRO, para o cálculo do IGG faz-se um somatório de todos os IGI encontrados, após esse somatório, é feita uma análise com base em uma tabela, que dará um conceito de degradação do pavimento, variando de péssimo a ótimo, conforme a tabela 3.

Tabela 3 - Conceitos de degradação do pavimento em função do IGG

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

Fonte: DNIT 006/2003 – PRO

2.4.3 Avaliação de Defeitos da Superfície de Pavimentos por meio de Levantamento Visual Contínuo (LVC) DNIT 008/2003 – PRO

A norma DNIT 008/2003 – PRO, tem por objetivo dar embasamento aos procedimentos necessários a realização do LVC nos pavimentos flexíveis e semirrígidos, dando base para a determinação do Índice de Condição de Pavimentos

Flexíveis e Semirrígidos (ICPF), propiciando também a coleta de informações essenciais para o cálculo do Índice de Gravidade Global Expedito (IGGE) e do Índice do Estado de Superfície (IES). A seguir, conforme a norma DNIT 008/2003 - PRO, serão apresentados os procedimentos que devem ser seguidos para possibilitar que LVC seja realizado.

Os defeitos elencados nas terminologias citadas nesse trabalho são representados com as seguintes siglas, conforme o DNIT (2003):

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

De acordo com DNIT (2003), para a realização do LVC é necessário a utilização de um veículo que seja provido de velocímetro para que sejam aferidas a velocidade de operação e as distancias percorridas. Devem ser evitados dias chuvosos e com pouca luminosidade, evitando também início e final do dia.

Segundo DNIT (2003) é necessário que se forme equipe de no mínimo dois técnicos, mais o motorista do veículo. O veículo deverá ser conduzido com velocidade média de 40 km/h num único sentido do trecho avaliado, se a mesma for de pista simples, considerando todas as faixas de tráfego; se tiver duas pistas de rolamento de cada lado, o levantamento será feito separadamente, ou seja, uma pista de cada vez, considerando todas as faixas de tráfego. Nas rodovias de pista simples deverá ser considerado o sentido PNV para realização do levantamento.

DNIT (2003) diz que para avaliação no LVC, é necessário o preenchimento de um formulário (ver anexo B), conforme instruções que serão dadas a seguir:

O trecho em que será realizado o LVC deverá ser dividido em segmentos de no mínimo 1 km e máximo de 6 km. Porém, preferivelmente devem ser estabelecidos seguimentos com 1 km de extensão, e só devem ser maiores que 1 km quando os avaliadores tiverem certeza de que os defeitos são homogêneos ao longo de todo o seguimento, característica comum aos pavimentos novos. Ao fim de cada seguimento

do trecho do PNV é feito o levantamento das informações, lembrando que o seguimento avaliado só poderá ser menor que 1 km quando ocorrer as seguintes situações: Estiver localizado no final do trecho do PNV; ocorrer mudanças bruscas no estado de conservação; mudança no tipo de revestimento; mudança de espessura; mudança de idade do pavimento; dentre outros.

Para preenchimento, o cabeçalho do formulário contará com os seguintes dados da rodovia, conforme DNIT (2003):

- **CÓDIGO DO PNV;**
- **EXTENSÃO DO PNV;**
- **EXTENSÃO EXECUTADA DO LEVANTAMENTO;**
- **UNIT;**
- **INÍCIO E FIM DO PNV;**
- **MARCOS DE REFERÊNCIA DO PNV SE HOVER – MR Nº** (início e fim);
- **VMD** - Volume médio diário do tráfego nos dois sentidos;
- **Nº PISTA/LADO** – Preencher com “1” para pista simples e “2” para pista dupla. Em pista simples se a ocorrência de defeitos for concentrada em apenas uma das faixas, o fato deve ser registrado no campo observações. No caso de pista dupla deve-se escolher a faixa da direita, a mais solicitada, em cada uma das pistas. O lado da pista deve ser registrado conforme seguinte critério:
 - **D** – Pista do lado direito (quilometragem crescente);
 - **E** – Pista do lado esquerdo (quilometragem decrescente);
- **MÊS/ANO** – Data do levantamento.

Dados observados do pavimento:

- **Nº DO SEG:** é o número sequencial do segmento dentro de um trecho determinado;
- **ODÔMETRO** (Início e Fim): quilometragens indicadas no odômetro do veículo no início e fim do segmento;
- **QUILÔMETRO** (Início e Fim): é a quilometragem da rodovia (com referência ao PNV) onde inicia e encerra o segmento, extraída a partir da equivalência entre o odômetro do veículo e o marco quilométrico do PNV anterior mais

próximo. Para fechar a amarração podem ser anotados também a quilometragem de pontos fixos de destaque, sendo eles: pontes, viadutos, entroncamentos, etc. outros esclarecimentos devem constar na coluna de observações.

- **EXTENSÃO:** é o comprimento do seguimento.
- **FREQUENCIA DE DEFEITOS:** são registrados os códigos “A”, “M” ou “B” de acordo com a qualidade estimada e a porcentagem em que o defeito ocorre, avaliada na tabela 4. Se não houver nenhum tipo de defeito, deixar em branco.

Tabela 4 - Frequência de defeitos

| Panelas (P) e Remendos (R) | | |
|-----------------------------------|-------------------|------------------|
| Código | Frequência | Quant./km |
| A | Alta | ≥ 5 |
| M | Média | 2 –5 |
| B | Baixa | ≤ 2 |
| Demais defeitos | | |
| Código | Frequência | % por km |
| A | Alta | ≥ 50 |
| M | Média | 50 – 10 |
| B | Baixa | ≤ 10 |

Fonte: DNIT 008/2003 – PRO

- **ICPF:** Índice da Condição do Pavimento Flexível; esse valor é embasado na avaliação visual do pavimento, classificando a superfície do segmento conforme os conceitos dispostos na tabela 4, visando a aplicação das providências de manutenção estipuladas pelo profissional avaliador. O valor do índice estimado terá precisão próxima a 0,5.
- **INF. COMPLEMENTARES:** Tipo de revestimento – REV; Espessura do revestimento – ESP; idade original do pavimento ORIG; e a avaliação de sua vida restante, quando possível – REST.

DNIT (2003) salienta que fatos relevantes que não estejam elencados no formulário devem ser anotados, tais como: obras de arte, trechos urbanos, obras em andamento, dentre outros. Ressalta também que a equipe deve fazer a determinação dos valores das deformações, trincas, panelas mais remendos, sem descer do veículo, fazendo a avaliação visual das dimensões e tipos dos mesmos, elencados no anexo A.

Para os cálculos, a norma DNIT 008/2003 – PRO estabelece os seguintes critérios:

ICPF - Índice de Condição dos Pavimentos Flexíveis e Semirrígidos: é encontrado através do cálculo de uma média dos índices englobados no formulário utilizado no levantamento (Ver anexo B). Os resultados encontrados são inseridos em um quadro resumo no anexo D, para cada quilometro ou para cada trecho homogêneo.

Com o cálculo do ICPF é possível observar em qual conceito se encontra o seguimento, além de descrever qual deve ser o procedimento realizado para sanar as possíveis patologias. Ver tabela 5.

Tabela 5 - Conceitos do ICPF

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

Fonte: DNIT 008/2003 – PRO

IGGE – Índice de Gravidade Global Expedito: Para cálculo do IGGE faz-se uma média dos dados elencados no formulário do levantamento. Ver anexo C

As tabelas 6 e 7 apresentadas a seguir dão os valores dos pesos para possibilitar o cálculo do IGGE, em função da frequência e da gravidade em que ocorrem.

Tabela 6 - Determinação do Índice de Gravidade

| Panelas (P) e Remendos (R) | | |
|---|------------------------------------|------------------|
| FREQÜÊNCIA | Fator Fpr Quantidade/Km | GRAVIDADE |
| A - ALTA | ≥ 5 | 3 |
| M - MÉDIA | 2 - 5 | 2 |
| B - BAIXA | ≤ 2 | 1 |
| Demais defeitos (trincas, deformações) | | |
| FREQÜÊNCIA | Fatores Ft e Foap (%) | GRAVIDADE |
| A - ALTA | ≥ 50 | 3 |
| M - MÉDIA | 50 - 10 | 2 |
| B - BAIXA | ≤ 10 | 1 |

Fonte: DNIT 008/2003 – PRO

Tabela 7 - Pesos para cálculo

| GRAVIDADE | Pt | Poap | Ppr |
|------------------|-----------|-------------|------------|
| 3 | 0,65 | 1,00 | 1,00 |
| 2 | 0,45 | 0,70 | 0,80 |
| 1 | 0,30 | 0,60 | 0,70 |

Fonte: DNIT 008/2003 – PRO

Para os cálculos utiliza-se o Anexo C, e os resultados encontrados são colocados no Anexo D, para cada Km avaliado ou subtrecho homogêneo selecionado.

IES – Índice do estado de superfície do pavimento: O IES da valores de 0 a 10, tem sua avaliação feita através de uma síntese do ICPF e do IGGE. A tabela 8 apresenta o valor do IES, o código e o conceito atribuídos ao estado superfície dos pavimentos. Os resultados encontrados são inseridos em um quadro resumo no anexo D, para cada quilometro ou para cada trecho homogêneo.

Tabela 8 - Índice de Estado da Superfície do pavimento (IES)

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

Fonte: DNIT 008/2003 – PRO

Os Resultados finais do levantamento incidem no preenchimento do Quadro Resumo (Ver anexo D). Na coluna observações deverão estar elencados os fatos relevantes que já foram citados no anexo B.

2.5 Técnicas de Manutenção e Restauração

De acordo com Senço (2001), a manutenção de rodovias é um conjunto de operações que tem o objetivo de garantir aos usuários da via, condições de segurança e conforto estabelecidas em projeto, ou seja, conservar é preservar as características iniciais, do início de operação da via.

Para Gonçalves (1999), a manutenção de rodovias se faz necessária para possibilitar que os veículos possam trafegar com segurança, conforto, rapidez e economia. O autor salienta ainda que é de suma importância a realização de manutenções, sejam elas para manter ou para reestabelecer as condições de trafegabilidade das vias, que por sinal devem ser iniciadas logo após a conclusão e liberação ao tráfego.

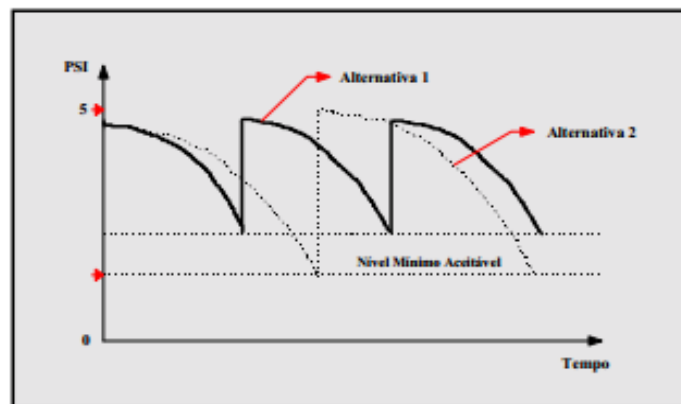
Conforme Senço (2001), conservação é um investimento que tem como objetivo preservar as características originais da via, evitando degradações, principalmente da plataforma do corpo estradal, já que a sua reconstrução e restauração é muito mais onerosa que os custos de manutenção. A falta de cuidado com as manutenções, gera um desperdício de dinheiro público e também favorece o acréscimo de riscos resultantes dos conflitos oriundos da operação. O autor ainda ressalta que mesmo as rodovias recém construídas devem ser submetidas a manutenções, que nessa fase são de custo mínimo, e funcionam como prevenção de futuros danos maiores.

Para DNIT (2006), conservação rotineira é um apanhado de operações realizadas que tem a finalidade de reparar ou sanar um defeito. Já a conservação periódica, são operações que tem a finalidade de evitar o aparecimento ou agravamento de defeitos, estas atividades comumente englobam aplicação de uma camada fina de mistura asfáltica ou aplicação de TSS (Tratamento Superficial Simples), com a intenção de agregar melhorias e proporcionar proteção a superfície do pavimento. Para o mesmo autor, conservação periódica é um apanhado de operações que tem por meta evitar o surgimento ou agravamento de defeitos. Os

principais serviços realizados na conservação periódica são: Capa selante; lama asfáltica; camadas porosas de atrito; e recapeamento esbelto com misturas densas.

Gonçalves (1999) relata que quando a manutenção envolver uma quantidade expressiva de capital, deve-se analisar o momento certo para estabelecer as intervenções necessárias, considerando a quantidade de capital disponível e identificando as possíveis consequências provocadas pelas diferentes alternativas de manutenção que possam ser executadas, tendo em vista custo e desempenho. Ver figura 20.

Figura 20 - Escolha do momento de se restaurar um pavimento



Fonte: (GONÇALVES, 1999)

Ainda devem ser levados em consideração alguns fatores, tais como: estrutura do pavimento, tráfego atuante, disponibilidade de capital e custos das obras.

De acordo com DNIT (2006), na conservação rotineira podem ser realizados os seguintes serviços:

2.5.1 Remendos

Conforme DNIT (2006) os remendos são executados para reparar alguns tipos de defeitos em pavimentos asfálticos, que são preenchidos por misturas betuminosas a quente ou a frio, introduzidas nos buracos ocasionados pela deterioração do pavimento ou em escavações previamente feitas por operários.

Segundo Gonçalves (1999), remendo superficial é aquele em que se retira e substitui uma ou mais camadas que fazem parte do revestimento do pavimento, sendo que a execução com misturas betuminosas a frio, não oferece bom desempenho, se comparada aos remendos feitos com CBUQ, devido a durabilidade.

Gonçalves (1999) diz que remendo profundo caracteriza-se por a origem do defeito apresentar danos as camadas inferiores ao revestimento, sendo que as origens dos problemas podem ser, trincamentos excessivos, afundamentos plásticos ou problemas de drenagem.

De acordo com DNIT (2006), faz-se remendos nas seguintes manifestações patológicas: Reparo de painelas; recomposição de segmentos com trincamento por fadiga; reperfilamento ou reparos localizados para que haja regularização da superfície, quando for executado recapeamento asfáltico.

2.5.2 Selagem de trincas

Conforme DNIT (2006), selagem de trincas é o processo no qual se faz o preenchimento de trincas e fissuras do revestimento, utilizando materiais fluidos, tais como cimentos asfálticos, asfaltos diluídos, emulsões ou selantes especiais. Este processo tem a finalidade de impedir que a água penetre nas camadas inferiores ao revestimento.

Segundo Bernucci et al. (2008), a selagem de trincas isoladas tem bastante eficiência, pois retarda a evolução da mesma e evita as intervenções de restauração de maior complexidade. Na figura 21 podemos ver a realização de selagem.

Figura 21 - Exemplo de selagem de trincas



Fonte: (BERNUCCI et al., 2008)

De acordo com DNIT (2006) os principais locais para aplicação de selagem de trincas para evitar a infiltração de água, e por consequência evitar a ruptura do

pavimento são: Na junta longitudinal de pavimentação entre a pista de rolamento e o acostamento; na junta longitudinal entre uma faixa de tráfego e outra; e também em todas trincas que ocorrerem no revestimento do pavimento.

De acordo com DNIT (2006), a selagem de trincas tem boa eficiência no âmbito técnico e econômico, porém seu funcionamento depende de a qualidade de construção seja boa.

Para DNIT (2006), na conservação periódica podem ser realizados os seguintes serviços:

2.5.3 Capa selante

DNIT (2006) diz que capa selante é um serviço que é realizado através de penetração invertida, fazendo uma aplicação de ligante asfáltico e uma aplicação de agregado miúdo. O objetivo principal da realização do serviço de capa selante é melhorar as condições de impermeabilidade do revestimento. O tratamento é realizado conforme figura 22.

Figura 22 - Aplicação de capa selante



Fonte: (BERNUCCI et al., 2008)

DNIT (2006) diz que a capa selante “é aplicada sobre tratamentos superficiais, macadames asfálticos, pré-misturados de textura aberta e misturas densas

desgastadas pela ação do tráfego e das intempéries”. O ligante comumente utilizado é a emulsão asfáltica, sendo possível de ser aplicada em taxas reduzidas e diluída com água, e a finalização da capa selante é executada usando pó de pedra ou areia.

2.5.4 Lama asfáltica

Conforme DNIT (2006), lama asfáltica é o resultado da mistura com característica fluída, de agregados, ou mistura de agregados miúdos, “filler” água e emulsão asfáltica. Devido a sua consistência e as dimensões dos agregados utilizados na mistura, a lama asfáltica é geralmente aplicada em espessuras finas, e sua aplicação é efetuada especialmente nos pavimentos com revestimentos porosos e/ou fissurados. Ver figura 23.

Figura 23 - Aplicação de lama asfáltica



Fonte: (BERNUCCI et al., 2008)

A lama asfáltica tem sua aplicação principal em manutenção de pavimentos, especialmente nos revestimentos com desgaste superficial e pequeno grau de trincamento, sendo nesse caso um elemento de impermeabilização e rejuvenescimento da condição funcional do pavimento. Aplica-se especialmente em ruas e vias secundárias. (BERNUCCI et al., 2008, p.185)

2.5.5 Camada porosa de atrito

Para DNIT (2006), camada porosa de atrito é uma mistura asfáltica a quente ou a frio, que tem uma grande quantidade de agregados de mesma granulometria, resultando em uma mistura com alto índice de vazios, variando de 15% a 25%, garantindo por consequência uma superfície de rolamento que proporciona mais aderência aos veículos, minimizando os riscos de hidroplanagem. Estas camadas de atrito, quando executadas com ligantes convencionais, apresentam durabilidade

menor que camadas de misturas densas, porém seus resultados quanto a aderência e a redução de película de água superficial é bastante satisfatório.

2.5.6 Micro - revestimento com mistura densa

Segundo DNIT (2006), o micro – revestimento com mistura densa nada mais é um recapeamento, ou seja, é executada uma camada delgada de revestimento betuminoso, que varia de 2,5 cm a 5,0 cm, que deve garantir impermeabilidade, resistência ao escorregamento e resistência a abrasão gerada pelo tráfego.

Conforme DNIT (2006) o recapeamento é utilizado para sanar os seguintes defeitos:

- Polimento da superfície das trilhas de roda, que gera a diminuição do atrito entre o revestimento e os pneus dos veículos.
- Pequenas irregularidades longitudinais que não tem o carregamento gerado pelo tráfego como causa.
- Locais com problema de drenagem, devido a falta de caimentos transversais.
- Defeitos originados a partir das condições ambientais, sendo eles, tricas em blocos, desagregação e intemperismo.

2.5.7 Camada de micro – revestimento asfáltico a frio com polímero

De acordo com DNIT (2006), o micro – revestimento a frio é similar a lama asfáltica, a diferença é que adicionado polímeros a mistura. É mais exigente devido as condicionantes de drenagem, e é mais durável que a lama asfáltica, em virtude de sua composição e tem a mesma facilidade de aplicação que a lama asfáltica.

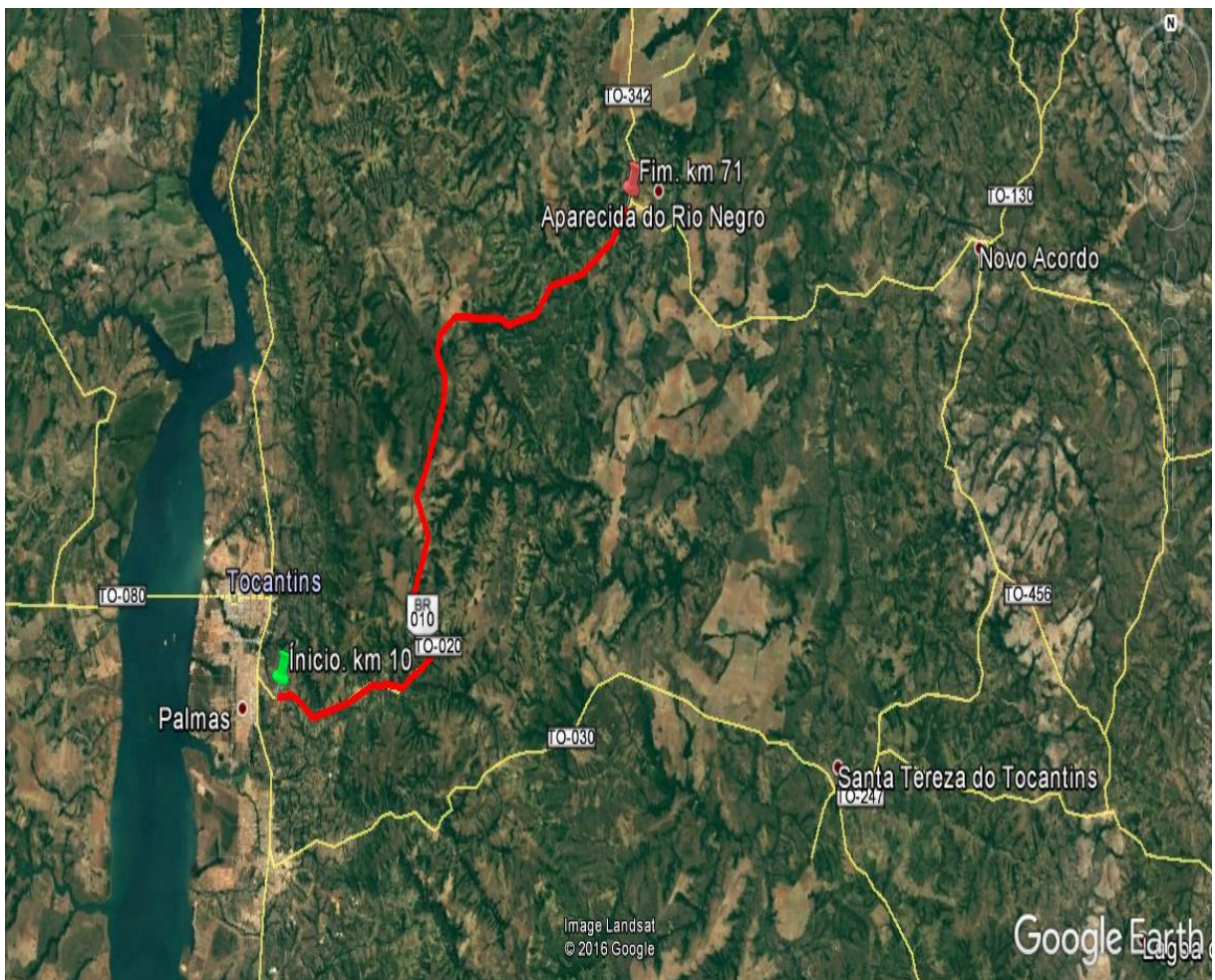
3. METODOLOGIA

Esta pesquisa é classificada como um estudo de caso, levando-se em consideração que foi avaliado um trecho de uma rodovia, e por meio dela foi possível agregar conhecimentos práticos, possibilitando gerar parâmetros para que os defeitos encontrados sejam solucionados. Para tanto, utilizou-se o referencial teórico presente nesse trabalho, que forneceu embasamento científico para alcançar os objetivos do estudo.

3.1 Apresentação do Objeto de Estudo

O objeto de estudo deste trabalho foi o trecho da rodovia TO-020 que liga as cidades de Palmas - TO a Aparecida do Rio Negro - TO. Na figura 24 é possível visualizar o trecho em que se realizou o LVC.

Figura 24 - Trecho onde foi realizado o LVC



Fonte: Google Earth

A rodovia em que foi realizado LVC é de classe III, possui trafego moderado, porém existe um acréscimo de movimentação de caminhões na época da colheita da safra de grãos, já que ao longo do trecho existem fazendas produtoras. Foi possível notar também, que ocorre uma maior solicitação da rodovia nos primeiros 15km em que se realizou o LVC, devido à grande quantidade de chácaras, comércios, e de um povoado as margens da rodovia, onde provavelmente os moradores usam a rodovia diariamente para vir a capital, Palmas -TO.

As cidades de Palmas - TO e Aparecida do Rio Negro - TO, estão localizadas no centro do estado do Tocantins. De acordo com Seplan (2012), os dois municípios estão localizados na bacia hidrográfica do rio Tocantins; a precipitação anual na região fica entre 1500mm e 1800mm anuais; a temperatura média é de 27°C; a altitude média é de aproximadamente 300m.

3.2 Levantamento das Manifestações

Para realização deste trabalho foram especificados quatro objetivos específicos, sendo eles os responsáveis pelos resultados da pesquisa. A seguir serão descritos os métodos que possibilitaram atingir os objetivos do trabalho.

Primeiro foi feita uma visita ao local, percorrendo todo o trecho objeto de estudo, para que fosse realizado o levantamento visual contínuo (LVC), e por meio dele todas as manifestações patológicas foram catalogadas.

Logo após a realização da catalogação das manifestações patológicas, foram feitas a classificação e identificação das possíveis causas que levaram o pavimento a apresentar tais manifestações patológicas.

Depois de catalogar e identificar os defeitos, que por sua vez estão elencados na norma DNIT 005/ 2003 – TER, foram obtidos todos os índices necessários para que o trecho de pavimento fosse avaliado, realizando cálculos que estão descritos na norma DNIT 008/2003 – PRO.

Por fim foram sugeridas quais as ações de manutenção e correção que melhor se adequarão as manifestações patológicas encontradas no LVC.

3.3 Determinação da Condição da Via

A realização do LVC foi feita mediante uma adaptação da norma DNIT 008/2003 – PRO, utilizando um veículo equipado com velocímetro para que pudessem

ser aferidas a velocidade e a distância percorrida para cada trecho de 1km; uma câmera foi utilizada para efetuar registros fotográficos dos tipos de manifestações patológicas encontradas.

O veículo utilizado no estudo foi operado a uma velocidade média de 40 km/h, em sentido único, e todos os defeitos da rodovia foram anotados em formulário.

Os defeitos encontrados foram analisados e comparados com auxílio de literaturas e da norma de terminologias DNIT 005/2003 – TER.

Na realização dos cálculos para alcançar os resultados da pesquisa foram encontrados três índices, sendo eles:

- **ICPF** - Índice de Condição dos Pavimentos Flexíveis. De acordo com a norma DNIT (2003), para encontrar o ICPF é necessário que se faça uma média dos índices contidos no formulário de levantamento do anexo B, e os resultados obtidos serão colocados no quadro resumo do anexo D.
- **IGGE** – Índice de Gravidade Global Expedito. Conforme a norma DNIT (2003), o IGGE é feito através do cálculo da média dos dados presentes no levantamento elencados no anexo C, para tanto utiliza-se a formula:

$$IGGE = (Pt \times Ft) + (Poap \times Foap) + (P_{pr} \times F_{pr})$$

Onde:

- Ft , Pt = Frequência e peso do conjunto de trincas t;
- Foap , Poap = Frequência e peso do conjunto de deformações;
- Ppr , Fpr = Frequência (quantidade por km) e peso do conjunto de panela e remendos.

Os resultados encontrados foram colocados no quadro resultados da tabela 11.

- **IES** – Índice do Estado da Superfície do Pavimento. Esse índice é encontrado utilizando o ICPF e o IGGE, analisando uma tabela presente na norma DNIT (2003), que atribui valores de 0 a 10, sendo que quanto maior o valor verificado, pior é o estado do pavimento.

Ao final dos cálculos dos índices, os resultados foram todos preenchidos no quadro de resultados apresentado na tabela 11.

3.4 Reparos das Manifestações Patológicas

Após a conclusão do LVC e obtenção de seus resultados, foram dadas sugestões de reparações que deverão ser feitas no trecho, para que as condições de trafegabilidade e conforto sejam garantidas aos usuários da via.

4. RESULTADOS

4.1 Procedimento Para Realização do LVC

Para realizar este LVC adaptado, o procedimento descrito na norma DNIT 008/2003 – PRO foi utilizado, sendo que os critérios e condições foram obedecidos para que se pudesse alcançar os resultados.

O levantamento foi realizado no dia 26 de agosto de 2016, iniciando-se as 9h da manhã, com as condições climáticas ideais para a realização do mesmo, já que o dia estava ensolarado e sem a presença de nuvens, possibilitando uma melhor visualização das manifestações patológicas da rodovia. Para tanto foi utilizado um veículo com velocímetro e odômetro calibrados, sendo possível assim medir as distâncias e a velocidade em que o mesmo percorria cada trecho.

O segmento de estrada onde foi realizado o LVC teve início no km 10 da rodovia TO 020, sentido Aparecida do Rio Negro (final do trecho com pista dupla), e encerrou no km 71, no trevo que acessa a zona urbana de Aparecida do Rio Negro. Os trechos foram divididos de 1 em 1 km, e percorridos na velocidade média de 40km/h estabelecida pela norma DNIT 008/2003 - PRO, sendo que o levantamento foi efetuado simultaneamente nas duas faixas da rodovia.

4.2 Tipos de Manifestações Patológicas Ocorrentes

Para identificar as manifestações patológicas ocorrentes na rodovia, foi utilizada como base a norma de terminologias, DNIT 005/2003 – TER.

As manifestações patológicas foram identificadas e caracterizadas mediante a realização do LVC, no dia 26 de agosto de 2016, sendo elas destacadas a seguir:

4.2.1 Painelas

A ocorrência de painelas foi relativamente baixa em todo o trecho avaliado, tendo em vista que as poucas encontradas estavam em sua fase inicial, ou seja, com dimensões pequenas. As painelas existentes possivelmente foram ocasionadas devido a desagregação da camada de revestimento, levando em consideração que se trata de um trecho onde o revestimento já tem idade avançada. Nas imagens 1 e 2 visualiza-se a ocorrência de painelas.

Imagem 1 - Painelas

Fonte: Autor, 2016

Imagem 2 - Painelas

Fonte: Autor, 2016

Pode ser visto nas imagens uma associação de defeitos, destacando o desgaste do revestimento, facilitando assim a formação das painelas.

4.2.2 Trincas

Durante o levantamento foi constatada a presença de trincas longitudinais em alguns trechos, podendo possivelmente ter sido causadas por falha de execução ou por recalques diferenciais das camadas de solo adjacentes, já que as mesmas foram detectadas em regiões de aterro. Nas imagens 3 e 4 as trincas podem ser visualizadas.

Imagem 3 - Trincas longitudinais

Fonte: Autor, 2016

Imagem 4 - Trincas longitudinais

Fonte: Autor, 2016

4.2.3 Remendos

Os remendos foram as manifestações patológicas mais frequentes no trecho avaliado. Foi possível observar que os remendos executados no trecho não foram realizados de forma correta, devido a geometria dos mesmos, tendo em vista que o procedimento utilizado não está em conformidade com Manual de Restauração de Pavimentos, DNIT (2006), que detalha todas as etapas a serem seguidas para a execução do serviço. Nas imagens 5, 6, 7 e 8 são mostrados como os remendos foram executados no trecho, além de possibilitar a visualização da grande quantidade de manifestações patológicas associadas, destacando-se o desgaste do revestimento.

Imagem 5 - Remendos



Fonte: Autor, 2016

Imagem 6 - Remendos



Fonte: Autor, 2016

Imagem 7 - Remendos



Fonte: Autor, 2016

Imagem 8 - Remendos

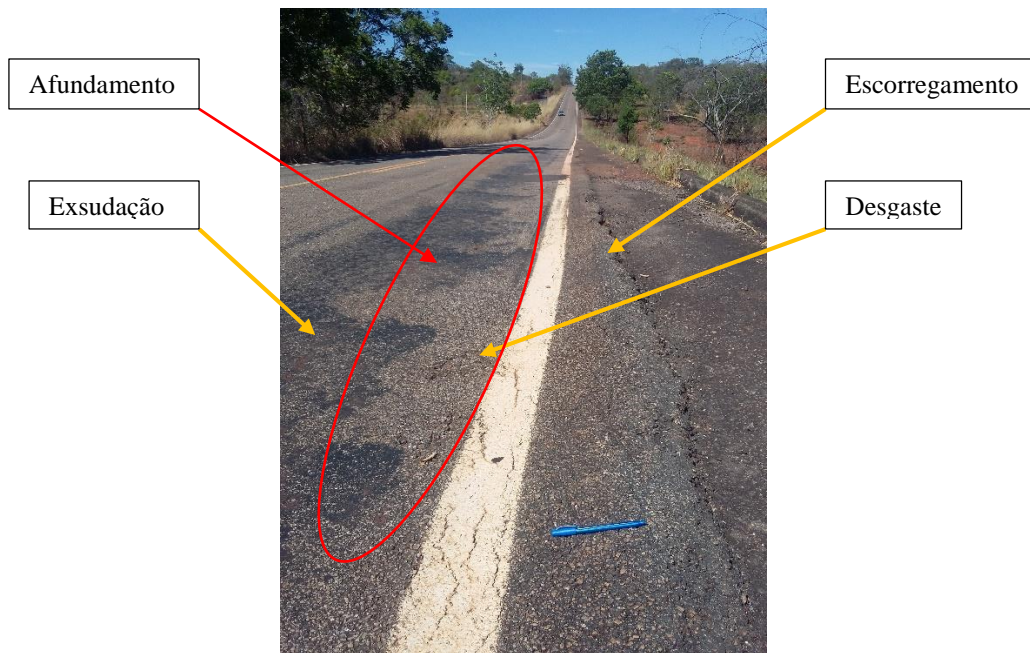


Fonte: Autor, 2016

4.2.4 Afundamentos

Os afundamentos tiveram baixa frequência no trecho avaliado. Na imagem 7 pode ser observado a ocorrência de afundamento, associado a escorregamento, desgaste e exsudação.

Imagem 9 - Afundamento



Fonte: Autor, 2016

4.2.5 Desgaste

O desgaste foi a segunda manifestação patológica mais encontrada no trecho avaliado, ocorrendo em grande parte de sua extensão. O desgaste possivelmente pode ter sua ocorrência relacionada a união de dois fatores, sendo eles a idade do revestimento e a ação do tráfego de veículos, fazendo com que aconteça a desagregação dos agregados do revestimento. Nas imagens 8 e 9 podem ser visualizadas a ocorrência de desgastes, além de mostrar também remendos mal executados de painelas que possivelmente começaram a surgir a partir dos desgastes do revestimento.

Imagem 10 - Desgaste

Fonte: Autor, 2016

Imagem 11 - Desgaste

Fonte: Autor, 2016

4.2.6 Exsudação

Durante a avaliação foram percebidas algumas poucas ocorrências de exsudação. A exsudação é ocasionada pelo excesso de ligante existente no revestimento. Nas imagens 10 e 11 pode-se visualizar ocorrências de exsudação.

Imagem 12 - Exsudação

Fonte: Autor, 2016

Imagem 13 - Exsudação

Fonte: Autor, 2016

4.2.7 Escorregamento

Essa manifestação patológica é pouco ocorrente no trecho avaliado. Nas imagens 12 e 13 pode-se visualizar a ocorrência de escorregamento.

Imagem 14 - Escorregamento



Fonte: Autor, 2016

Imagem 15 - Escorregamento



Fonte: Autor, 2016

4.3 Quantidade de Manifestações Patológicas nos Trechos

A realização LVC adaptado possibilitou a quantificação dos defeitos trecho a trecho, sendo possível assim saber quais as manifestações patológicas mais ocorrentes em todo o segmento de rodovia e também verificar quais trechos tem maior ocorrência de defeitos.

Conforme o LVC realizado, verificou - se que as manifestações patológicas mais ocorrentes foram os remendos, que alcançaram uma marca de 66,13% e os desgastes com 32,72% da totalidade dos defeitos. Os demais defeitos tiveram baixa ocorrência se comparados aos remendos e desgastes. O gráfico 1 possibilita visualizar em porcentagem as proporções das manifestações patológicas encontradas na rodovia analisada.

Para a construção do gráfico 1, foram utilizados os dados quantitativos da tabela 9.

Tabela 9 - Quantidade de manifestações patológicas por tipo

| P | TL | TJ | TB | R | AF | O | D | EX | E |
|---|----|----|----|------|----|---|-----|----|---|
| 4 | 10 | 0 | 0 | 1326 | 2 | 0 | 656 | 6 | 2 |

Fonte: Autor, 2016

Onde:

P: Painela

TL: Trinca Longitudinal

TJ: Trinca tipo "Couro de Jacaré"

TB: Trinca tipo Bloco

R: Remendo

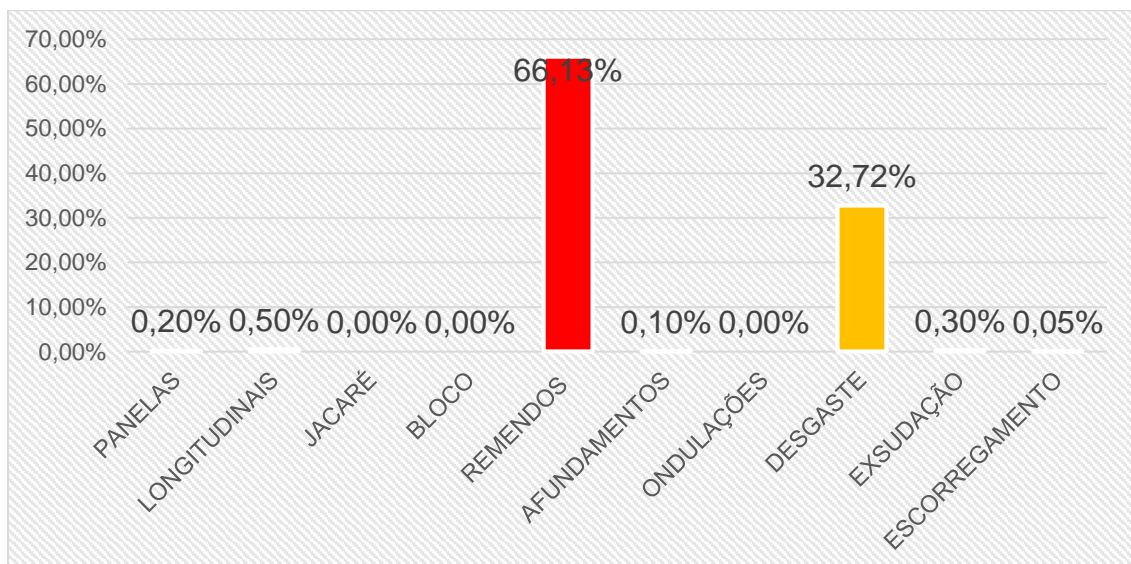
AF: Afundamento

O: Ondulação

D: Desgaste

EX: Exsudação

E: Escorregamento

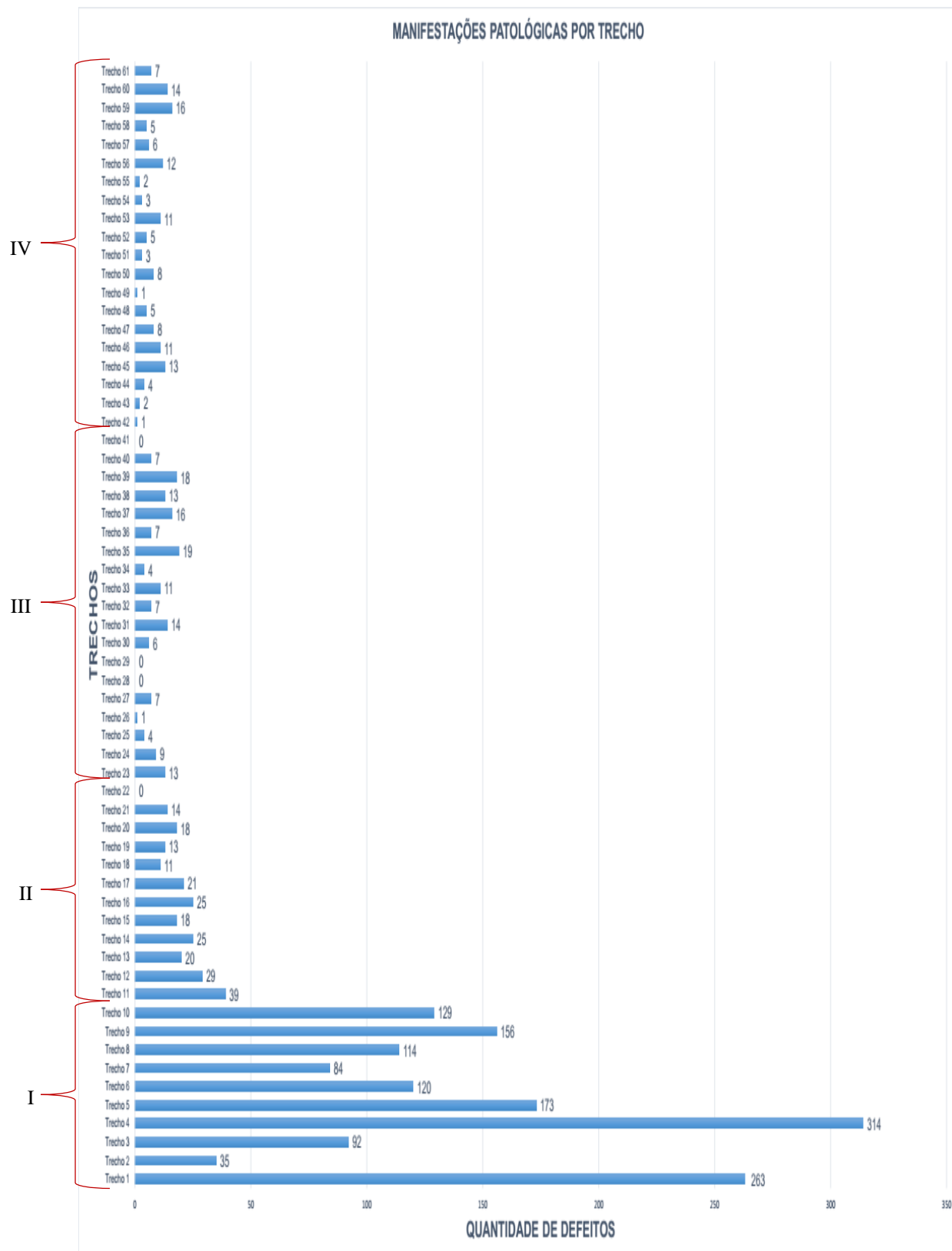
Gráfico 1 - Manifestações patológicas

Fonte: Autor, 2016

Em quantidade, temos os trechos 4, 1 e 5 como os que mais apresentam manifestações patológicas, sendo que estes totalizaram as quantidades de 314, 263 e 173 defeitos respectivamente, destacaram-se também os trechos 22, 28,29 e 41,

sem nenhuma ocorrência de defeitos. O gráfico 2 detalha as quantidades de manifestações patológicas em cada um dos trechos avaliados.

Gráfico 2 - Manifestações patológicas por trecho



Fonte: Autor, 2016

Para facilitar a execução de soluções técnicas para os trechos, os mesmos foram divididos em quatro segmentos homogêneos, sendo eles:

Segmento I: Trecho 1 ao trecho 10;

Segmento II: Trecho 11 ao trecho 22;

Segmento III: Trecho 23 ao trecho 41;

Segmento IV: Trecho 42 ao trecho 61.

4.4 Determinação dos Resultados do LVC

4.4.1 Índice de Gravidade Global Expedito (IGGE)

Usando o formulário com as quantidades de manifestações patológicas encontradas no LVC, possibilitou o cálculo do IGGE, utilizando a fórmula estabelecida pela norma DNIT 008/2003 – PRO, sendo ela:

$$IGGE = (P_t \times F_t) + (P_{oap} \times F_{oap}) + (P_{pr} \times F_{pr})$$

Para o cálculo do IGGE os pesos e frequências dos defeitos são levados em consideração. Na tabela 10 é possível visualizar como foram obtidos os valores do IGGE.

Tabela 10 - Formulário do IGGE

| IGGE - ÍNDICE DE GRAVIDADE GLOBAL EXPEDITO | | | | | | | | | | | | | |
|--|-------------|----------|-----------|-------|------|---------|--------|------|-------------|--------|------|-----------|---|
| Nº DO SEG. | INÍCIO (km) | FIM (km) | EXT. (km) | Ft % | Pt | Ft x Pt | Foap % | Poap | Foap x Poap | Fpr Nº | Ppr | Fpr x Ppr | $((Ft \times Pt) + (Foap \times Poap) + (Fpr \times Ppr)) = IGGE$ |
| 1 | 10 | 11 | 1 | 0,00 | 0,30 | 0,00 | 4,22 | 0,60 | 2,53 | 235 | 1,00 | 235,00 | 237,53 |
| 2 | 11 | 12 | 1 | 0,00 | 0,30 | 0,00 | 1,51 | 0,60 | 0,90 | 25 | 1,00 | 25,00 | 25,90 |
| 3 | 12 | 13 | 1 | 10,00 | 0,30 | 3,00 | 6,94 | 0,60 | 4,16 | 45 | 1,00 | 45,00 | 52,16 |
| 4 | 13 | 14 | 1 | 10,00 | 0,30 | 3,00 | 12,07 | 0,70 | 8,45 | 233 | 1,00 | 233,00 | 244,45 |
| 5 | 14 | 15 | 1 | 0,00 | 0,30 | 0,00 | 7,54 | 0,60 | 4,52 | 123 | 1,00 | 123,00 | 127,52 |
| 6 | 15 | 16 | 1 | 0,00 | 0,30 | 0,00 | 7,69 | 0,60 | 4,62 | 69 | 1,00 | 69,00 | 73,62 |
| 7 | 16 | 17 | 1 | 0,00 | 0,30 | 0,00 | 6,33 | 0,60 | 3,80 | 42 | 1,00 | 42,00 | 45,80 |
| 8 | 17 | 18 | 1 | 0,00 | 0,30 | 0,00 | 5,58 | 0,60 | 3,35 | 77 | 1,00 | 77,00 | 80,35 |
| 9 | 18 | 19 | 1 | 0,00 | 0,30 | 0,00 | 5,73 | 0,60 | 3,44 | 118 | 1,00 | 118,00 | 121,44 |
| 10 | 19 | 20 | 1 | 0,00 | 0,30 | 0,00 | 6,33 | 0,60 | 3,80 | 87 | 1,00 | 87,00 | 90,80 |
| 11 | 20 | 21 | 1 | 0,00 | 0,30 | 0,00 | 2,26 | 0,60 | 1,36 | 24 | 1,00 | 24,00 | 25,36 |
| 12 | 21 | 22 | 1 | 0,00 | 0,30 | 0,00 | 1,96 | 0,60 | 1,18 | 16 | 1,00 | 16,00 | 17,18 |
| 13 | 22 | 23 | 1 | 0,00 | 0,30 | 0,00 | 1,06 | 0,60 | 0,63 | 13 | 1,00 | 13,00 | 13,63 |
| 14 | 23 | 24 | 1 | 0,00 | 0,30 | 0,00 | 1,51 | 0,60 | 0,90 | 15 | 1,00 | 15,00 | 15,90 |
| 15 | 24 | 25 | 1 | 0,00 | 0,30 | 0,00 | 1,66 | 0,60 | 1,00 | 7 | 1,00 | 7,00 | 8,00 |
| 16 | 25 | 26 | 1 | 0,00 | 0,30 | 0,00 | 1,21 | 0,60 | 0,72 | 17 | 1,00 | 17,00 | 17,72 |
| 17 | 26 | 27 | 1 | 0,00 | 0,30 | 0,00 | 1,51 | 0,60 | 0,90 | 10 | 1,00 | 10,00 | 10,90 |
| 18 | 27 | 28 | 1 | 0,00 | 0,30 | 0,00 | 0,60 | 0,60 | 0,36 | 7 | 1,00 | 7,00 | 7,36 |
| 19 | 28 | 29 | 1 | 0,00 | 0,30 | 0,00 | 1,06 | 0,60 | 0,63 | 6 | 1,00 | 6,00 | 6,63 |
| 20 | 29 | 30 | 1 | 0,00 | 0,30 | 0,00 | 1,36 | 0,60 | 0,81 | 9 | 1,00 | 9,00 | 9,81 |
| 21 | 30 | 31 | 1 | 0,00 | 0,30 | 0,00 | 1,06 | 0,60 | 0,63 | 7 | 1,00 | 7,00 | 7,63 |
| 22 | 31 | 32 | 1 | 0,00 | 0,30 | 0,00 | 0,00 | 0,60 | 0,00 | 0 | 0,70 | 0,00 | 0,00 |
| 23 | 32 | 33 | 1 | 0,00 | 0,30 | 0,00 | 0,90 | 0,60 | 0,54 | 7 | 1,00 | 7,00 | 7,54 |
| 24 | 33 | 34 | 1 | 0,00 | 0,30 | 0,00 | 0,15 | 0,60 | 0,09 | 8 | 1,00 | 8,00 | 8,09 |
| 25 | 34 | 35 | 1 | 0,00 | 0,30 | 0,00 | 0,00 | 0,60 | 0,00 | 4 | 0,80 | 3,20 | 3,20 |
| 26 | 35 | 36 | 1 | 0,00 | 0,30 | 0,00 | 0,00 | 0,60 | 0,00 | 1 | 0,70 | 0,70 | 0,70 |
| 27 | 36 | 37 | 1 | 0,00 | 0,30 | 0,00 | 0,60 | 0,60 | 0,36 | 3 | 0,80 | 2,40 | 2,76 |
| 28 | 37 | 38 | 1 | 0,00 | 0,30 | 0,00 | 0,00 | 0,60 | 0,00 | 0 | 0,70 | 0,00 | 0,00 |
| 29 | 38 | 39 | 1 | 0,00 | 0,30 | 0,00 | 0,00 | 0,60 | 0,00 | 0 | 0,70 | 0,00 | 0,00 |
| 30 | 39 | 40 | 1 | 0,00 | 0,30 | 0,00 | 0,90 | 0,60 | 0,54 | 0 | 0,70 | 0,00 | 0,54 |
| 31 | 40 | 41 | 1 | 0,00 | 0,30 | 0,00 | 1,21 | 0,60 | 0,72 | 6 | 1,00 | 6,00 | 6,72 |

| IGGE - ÍNDICE DE GRAVIDADE GLOBAL EXPEDITO | | | | | | | | | | | | | |
|--|-------------|----------|-----------|-------|------|---------|--------|------|-------------|--------|------|-----------|---|
| Nº DO SEG. | INÍCIO (km) | FIM (km) | EXT. (km) | Ft % | Pt | Ft x Pt | Foap % | Poap | Foap x Poap | Fpr Nº | Ppr | Fpr x Ppr | $((Ft \times Pt) + (Foap \times Poap) + (Fpr \times Ppr)) = IGGE$ |
| 32 | 41 | 42 | 1 | 0,00 | 0,30 | 0,00 | 0,60 | 0,60 | 0,36 | 3 | 0,80 | 2,40 | 2,76 |
| 33 | 42 | 43 | 1 | 0,00 | 0,30 | 0,00 | 1,06 | 0,60 | 0,63 | 4 | 0,80 | 3,20 | 3,83 |
| 34 | 43 | 44 | 1 | 0,00 | 0,30 | 0,00 | 0,60 | 0,60 | 0,36 | 0 | 0,70 | 0,00 | 0,36 |
| 35 | 44 | 45 | 1 | 0,00 | 0,30 | 0,00 | 1,66 | 0,60 | 1,00 | 8 | 1,00 | 8,00 | 9,00 |
| 36 | 45 | 46 | 1 | 0,00 | 0,30 | 0,00 | 0,75 | 0,60 | 0,45 | 2 | 0,70 | 1,40 | 1,85 |
| 37 | 46 | 47 | 1 | 0,00 | 0,30 | 0,00 | 1,36 | 0,60 | 0,81 | 7 | 1,00 | 7,00 | 7,81 |
| 38 | 47 | 48 | 1 | 0,00 | 0,30 | 0,00 | 0,60 | 0,60 | 0,36 | 9 | 1,00 | 9,00 | 9,36 |
| 39 | 48 | 49 | 1 | 0,00 | 0,30 | 0,00 | 1,81 | 0,60 | 1,09 | 6 | 1,00 | 6,00 | 7,09 |
| 40 | 49 | 50 | 1 | 0,00 | 0,30 | 0,00 | 0,75 | 0,60 | 0,45 | 2 | 0,70 | 1,40 | 1,85 |
| 41 | 50 | 51 | 1 | 0,00 | 0,30 | 0,00 | 0,00 | 0,60 | 0,00 | 0 | 0,70 | 0,00 | 0,00 |
| 42 | 51 | 52 | 1 | 0,00 | 0,30 | 0,00 | 0,00 | 0,60 | 0,00 | 1 | 0,70 | 0,70 | 0,70 |
| 43 | 52 | 53 | 1 | 0,00 | 0,30 | 0,00 | 0,00 | 0,60 | 0,00 | 2 | 0,70 | 1,40 | 1,40 |
| 44 | 53 | 54 | 1 | 0,00 | 0,30 | 0,00 | 0,60 | 0,60 | 0,36 | 0 | 0,70 | 0,00 | 0,36 |
| 45 | 54 | 55 | 1 | 50,00 | 0,45 | 22,50 | 0,15 | 0,60 | 0,09 | 7 | 1,00 | 7,00 | 29,59 |
| 46 | 55 | 56 | 1 | 0,00 | 0,30 | 0,00 | 0,45 | 0,60 | 0,27 | 8 | 1,00 | 8,00 | 8,27 |
| 47 | 56 | 57 | 1 | 30,00 | 0,45 | 13,50 | 0,15 | 0,60 | 0,09 | 4 | 0,80 | 3,20 | 16,79 |
| 48 | 57 | 58 | 1 | 0,00 | 0,30 | 0,00 | 0,30 | 0,60 | 0,18 | 3 | 0,80 | 2,40 | 2,58 |
| 49 | 58 | 59 | 1 | 0,00 | 0,30 | 0,00 | 0,00 | 0,60 | 0,00 | 1 | 0,70 | 0,70 | 0,70 |
| 50 | 59 | 60 | 1 | 0,00 | 0,30 | 0,00 | 0,00 | 0,60 | 0,00 | 8 | 1,00 | 8,00 | 8,00 |
| 51 | 60 | 61 | 1 | 0,00 | 0,30 | 0,00 | 0,00 | 0,60 | 0,00 | 3 | 0,80 | 2,40 | 2,40 |
| 52 | 61 | 62 | 1 | 0,00 | 0,30 | 0,00 | 0,60 | 0,60 | 0,36 | 1 | 0,70 | 0,70 | 1,06 |
| 53 | 62 | 63 | 1 | 0,00 | 0,30 | 0,00 | 0,75 | 0,60 | 0,45 | 6 | 1,00 | 6,00 | 6,45 |
| 54 | 63 | 64 | 1 | 0,00 | 0,30 | 0,00 | 0,45 | 0,60 | 0,27 | 0 | 0,70 | 0,00 | 0,27 |
| 55 | 64 | 65 | 1 | 0,00 | 0,30 | 0,00 | 0,30 | 0,60 | 0,18 | 0 | 0,70 | 0,00 | 0,18 |
| 56 | 65 | 66 | 1 | 0,00 | 0,30 | 0,00 | 0,60 | 0,60 | 0,36 | 8 | 1,00 | 8,00 | 8,36 |
| 57 | 66 | 67 | 1 | 0,00 | 0,30 | 0,00 | 0,30 | 0,60 | 0,18 | 4 | 0,80 | 3,20 | 3,38 |
| 58 | 67 | 68 | 1 | 0,00 | 0,30 | 0,00 | 0,75 | 0,60 | 0,45 | 0 | 0,70 | 0,00 | 0,45 |
| 59 | 68 | 69 | 1 | 0,00 | 0,30 | 0,00 | 1,36 | 0,60 | 0,81 | 7 | 1,00 | 7,00 | 7,81 |
| 60 | 69 | 70 | 1 | 0,00 | 0,30 | 0,00 | 50,60 | 1,00 | 50,60 | 9 | 1,00 | 9,00 | 59,60 |
| 61 | 70 | 71 | 1 | 0,00 | 0,30 | 0,00 | 50,45 | 1,00 | 50,45 | 3 | 0,80 | 2,40 | 52,85 |

4.4.2 Quadro de resultados do LVC

Na elaboração do LVC a confecção do quadro de resultados foi a última etapa realizada em todo o processo, nele foi possível estabelecer o Índice do Estado de Superfície de Pavimento (IES), que oferece a condição em que cada trecho de pavimento se encontra, considerando o ICPF e o IGGE.

O quadro de resultados apresentado na tabela 11, possibilita verificar em quais condições estão os trechos avaliados no LVC, sendo que os piores foram classificados como péssimos, dentre eles estão os trechos 1, 4, 5, 6, 8, 9 e 10.

Tabela 11 - Quadro de resultados

| ÍNDICE DO ESTADO DE SUPERFÍCIE (IES) | | | | | | | | |
|--------------------------------------|-------------|----------|-----------|------|--------|-----|--------|----------|
| Nº DO SEG. | INÍCIO (km) | FIM (km) | EXT. (km) | ICPF | IGGE | IES | CÓDIGO | CONCEITO |
| 1 | 10 | 11 | 1 | 1,00 | 237,53 | 10 | E | PÉSSIMO |
| 2 | 11 | 12 | 1 | 2,00 | 25,90 | 3 | C | REGULAR |
| 3 | 12 | 13 | 1 | 2,00 | 52,16 | 5 | D | RUIM |
| 4 | 13 | 14 | 1 | 1,00 | 244,45 | 10 | E | PÉSSIMO |
| 5 | 14 | 15 | 1 | 1,50 | 127,52 | 10 | E | PÉSSIMO |
| 6 | 15 | 16 | 1 | 2,00 | 73,62 | 8 | E | PÉSSIMO |
| 7 | 16 | 17 | 1 | 2,00 | 45,80 | 5 | D | RUIM |
| 8 | 17 | 18 | 1 | 2,00 | 80,35 | 8 | E | PÉSSIMO |
| 9 | 18 | 19 | 1 | 1,50 | 121,44 | 10 | E | PÉSSIMO |
| 10 | 19 | 20 | 1 | 2,00 | 90,80 | 10 | E | PÉSSIMO |
| 11 | 20 | 21 | 1 | 2,50 | 25,36 | 3 | C | REGULAR |
| 12 | 21 | 22 | 1 | 2,50 | 17,18 | 1 | B | BOM |
| 13 | 22 | 23 | 1 | 2,50 | 13,63 | 1 | B | BOM |
| 14 | 23 | 24 | 1 | 2,50 | 15,90 | 1 | B | BOM |
| 15 | 24 | 25 | 1 | 3,00 | 8,00 | 1 | B | BOM |
| 16 | 25 | 26 | 1 | 2,50 | 17,72 | 1 | B | BOM |
| 17 | 26 | 27 | 1 | 2,50 | 11,00 | 1 | B | BOM |
| 18 | 27 | 28 | 1 | 3,00 | 7,36 | 1 | B | BOM |
| 19 | 28 | 29 | 1 | 3,00 | 6,63 | 1 | B | BOM |
| 20 | 29 | 30 | 1 | 3,00 | 9,81 | 1 | B | BOM |
| 21 | 30 | 31 | 1 | 3,00 | 7,63 | 1 | B | BOM |
| 22 | 31 | 32 | 1 | 4,00 | 0,00 | 0 | A | ÓTIMO |
| 23 | 32 | 33 | 1 | 3,00 | 7,54 | 1 | B | BOM |
| 24 | 33 | 34 | 1 | 3,50 | 8,09 | 1 | B | BOM |
| 25 | 34 | 35 | 1 | 3,50 | 3,20 | 1 | B | BOM |
| 26 | 35 | 36 | 1 | 4,00 | 0,70 | 0 | A | ÓTIMO |
| 27 | 36 | 37 | 1 | 3,00 | 2,76 | 1 | B | BOM |
| 28 | 37 | 38 | 1 | 4,00 | 0,00 | 0 | A | ÓTIMO |
| 29 | 38 | 39 | 1 | 4,00 | 0,00 | 0 | A | ÓTIMO |
| 30 | 39 | 40 | 1 | 3,50 | 0,54 | 1 | B | BOM |

| ÍNDICE DO ESTADO DE SUPERFÍCIE (IES) | | | | | | | | |
|--------------------------------------|-------------|----------|-----------|------|-------|-----|--------|----------|
| N° DO SEG. | INÍCIO (km) | FIM (km) | EXT. (km) | ICPF | IGGE | IES | CÓDIGO | CONCEITO |
| 31 | 40 | 41 | 1 | 3,00 | 6,72 | 1 | B | BOM |
| 32 | 41 | 42 | 1 | 3,00 | 2,76 | 1 | B | BOM |
| 33 | 42 | 43 | 1 | 3,00 | 3,83 | 1 | B | BOM |
| 34 | 43 | 44 | 1 | 3,50 | 0,36 | 1 | B | BOM |
| 35 | 44 | 45 | 1 | 3,00 | 9,00 | 1 | B | BOM |
| 36 | 45 | 46 | 1 | 3,00 | 1,85 | 1 | B | BOM |
| 37 | 46 | 47 | 1 | 3,00 | 7,81 | 1 | B | BOM |
| 38 | 47 | 48 | 1 | 3,00 | 9,36 | 1 | B | BOM |
| 39 | 48 | 49 | 1 | 3,00 | 7,09 | 1 | B | BOM |
| 40 | 49 | 50 | 1 | 3,00 | 1,85 | 1 | B | BOM |
| 41 | 50 | 51 | 1 | 4,00 | 0,00 | 0 | A | ÓTIMO |
| 42 | 51 | 52 | 1 | 3,50 | 0,70 | 1 | B | BOM |
| 43 | 52 | 53 | 1 | 3,50 | 1,40 | 1 | B | BOM |
| 44 | 53 | 54 | 1 | 3,50 | 0,36 | 1 | B | BOM |
| 45 | 54 | 55 | 1 | 3,00 | 29,59 | 3 | C | REGULAR |
| 46 | 55 | 56 | 1 | 3,00 | 8,27 | 1 | B | BOM |
| 47 | 56 | 57 | 1 | 3,00 | 16,79 | 1 | B | BOM |
| 48 | 57 | 58 | 1 | 3,00 | 2,58 | 1 | B | BOM |
| 49 | 58 | 59 | 1 | 3,50 | 0,70 | 1 | B | BOM |
| 50 | 59 | 60 | 1 | 3,00 | 8,00 | 1 | B | BOM |
| 51 | 60 | 61 | 1 | 3,50 | 2,40 | 1 | B | BOM |
| 52 | 61 | 62 | 1 | 3,00 | 1,06 | 1 | B | BOM |
| 53 | 62 | 63 | 1 | 3,00 | 6,45 | 1 | B | BOM |
| 54 | 63 | 64 | 1 | 3,50 | 0,27 | 1 | B | BOM |
| 55 | 64 | 65 | 1 | 3,50 | 0,18 | 1 | B | BOM |
| 56 | 65 | 66 | 1 | 3,00 | 8,36 | 1 | B | BOM |
| 57 | 66 | 67 | 1 | 3,00 | 3,38 | 1 | B | BOM |
| 58 | 67 | 68 | 1 | 3,50 | 0,45 | 1 | B | BOM |
| 59 | 68 | 69 | 1 | 3,00 | 7,81 | 1 | B | BOM |
| 60 | 69 | 70 | 1 | 3,00 | 59,60 | 4 | C | REGULAR |
| 61 | 70 | 71 | 1 | 3,00 | 52,85 | 4 | C | REGULAR |

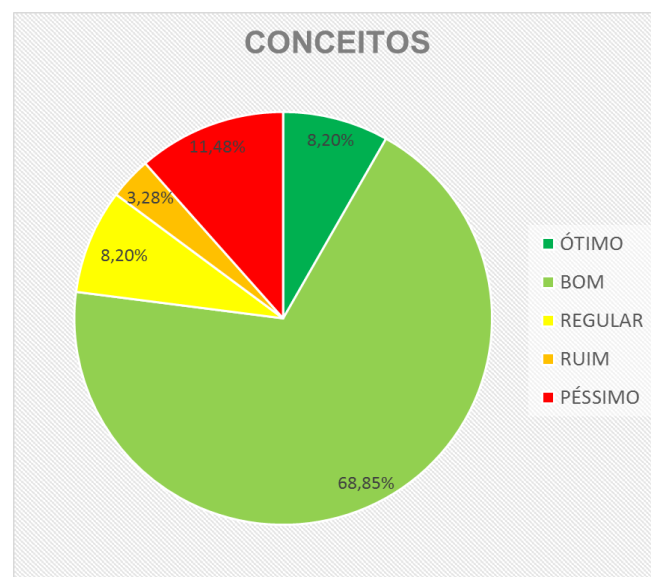
Fonte: Autor, 2016

A partir do quadro de resultados foi criado o gráfico 3, que mostra as percentagens dos conceitos atribuídos aos trechos avaliados. Pode-se assim concluir que aproximadamente 8% dos trechos foram considerados como ótimos; cerca de 69% dos trechos foram considerados como bons; aproximadamente 8% dos trechos foram considerados como regulares; cerca de 3% dos trechos foram considerados como ruins; e por fim, cerca 12% do seguimento de rodovia avaliado foi considerado como péssimo.

Tabela 12 – Quantitativo do quadro de resultados

| CONCEITOS | | | | |
|-----------|--------|---------|-------|---------|
| ÓTIMO | BOM | REGULAR | RUIM | PÉSSIMO |
| 5 | 42 | 5 | 2 | 7 |
| 8,20% | 68,85% | 8,20% | 3,28% | 11,48% |

Fonte: Autor, 2016

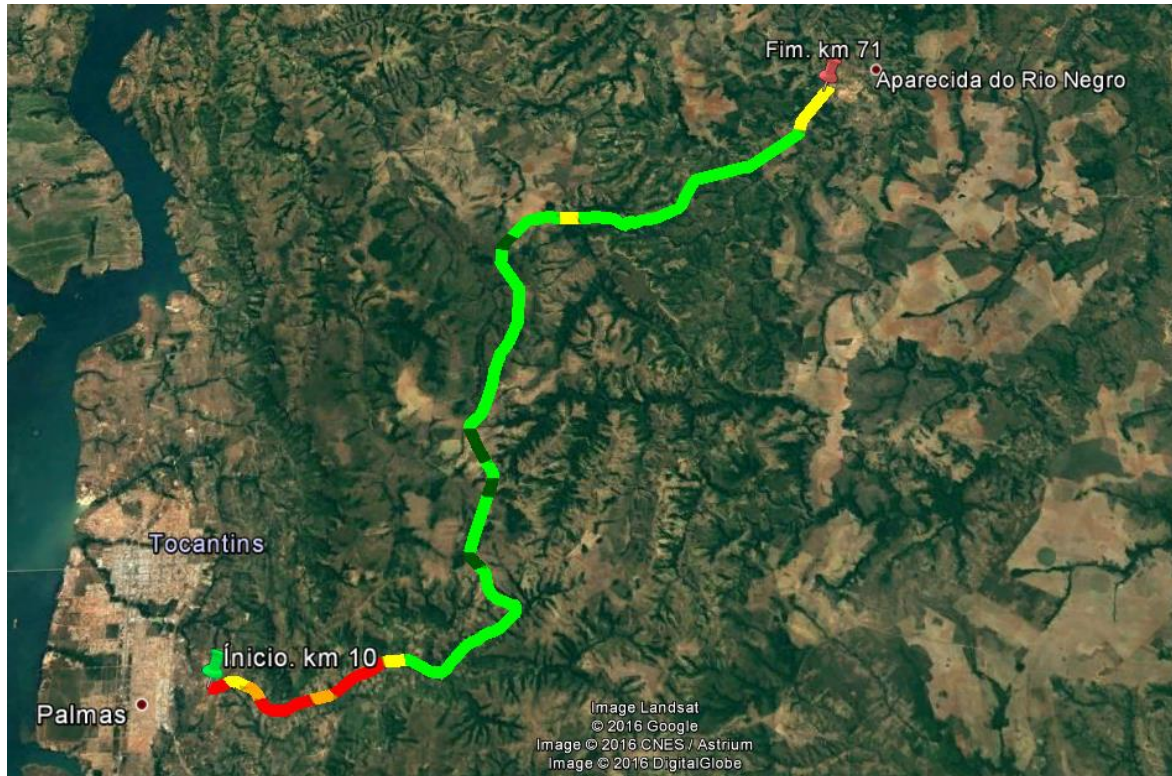
Gráfico 3 - Resultados do LVC

Fonte: Autor, 2016

Na figura 25 é possível visualizar a distribuição dos conceitos ao longo de todo o seguimento de rodovia onde foi executado o LVC. A representação gráfica dos trechos em cores diferentes, indicam os conceitos do IES atingido após a conclusão do LVC, sendo que as cores são representadas da seguinte forma:

| | |
|---------------|---------|
| Verde escuro: | ÓTIMO |
| Verde claro: | BOM |
| Amarelo: | REGULAR |
| Laranja: | RUIM |
| Vermelho: | PÉSSIMO |

Figura 25 - Representação da disposição dos conceitos ao longo da rodovia



Fonte: Autor, 2016

A representação gráfica da figura 25 possibilita uma melhor interpretação dos resultados obtidos neste estudo. Observa-se que os primeiros quilômetros avaliados são os que estão em piores condições de trafegabilidade, tendo em vista esse detalhe, pode-se supor que está ocorrência esteja relacionada a uma maior solicitação da rodovia, já que está bem próxima a Palmas - TO, onde existe um povoado e uma grande quantidade de chácaras as margens da rodovia.

4.5 Sugestões de Correção e Manutenção

Para Gonçalves (1999), existem fundamentalmente dois tipos de manutenção, sendo eles a conservação rotineira e a restauração, porém se o pavimento existente apresentar degradações severas e não possibilitar o seu aproveitamento, faz-se o uso de um terceiro tipo de intervenção, que é a reconstrução do pavimento.

Conforme a conceituação individual de cada trecho, e tomando como base a tabela do ICPF presente na norma DNIT 008/2003 – PRO, o Manual de Restauração de pavimentos Asfálticos, DNIT (2006), e em literaturas, pode-se estabelecer as seguintes sugestões de correção e manutenção:

ÓTIMO: Necessitam apenas de conservação rotineira, englobando principalmente os remendos e a selagem de trincas. Nas figuras 26 e 27 podemos observar a diferença entre um remendo bem executado e um remendo mal executado.

Figura 26 - Remendo mal executado



Fonte: Autor, 2016

Figura 27 - Remendo bem executado



Fonte: (BERNUCCI et al., 2008)

BOM: Deverá ser executada uma aplicação de lama asfáltica. De acordo com o Manual de Restauração de Pavimentos Asfálticos, DNIT (2006), lama asfáltica é composta pela mistura de agregados miúdos, “filler”, emulsão asfáltica e água, sendo que a mesma tem consistência fluida e sua aplicação é realizada com espessura fina sobre o revestimento. Tem função de rejuvenescer e impermeabilizar o pavimento. Abaixo podemos observar na figura 28 um exemplo de aplicação de lama asfáltica.

Figura 28 – Aplicação de lama asfáltica



Fonte: (BERNUCCI et al., 2008)

REGULAR: Devem ser submetidos a correção de pontos localizados ou recapeamento. De acordo com o Manual de Restauração de Pavimentos Asfálticos,

DNIT (2006), o recapeamento é a sobreposição de uma ou mais camadas de revestimento, possibilitando que sua capacidade estrutural seja oferecida, deixando-o com a capacidade de atender as especificações de projeto, dando ao mesmo um novo ciclo de vida. Na figura 29 observa-se a execução de um recapeamento.

Figura 29 - Recapeamento



Fonte: (BERNUCCI et al., 2008)

RUIM: Deverá ser realizado um recapeamento com correções prévias. Neste caso é necessário que se faça algumas correções necessários para que se possa executar a camada de recapeamento.

PÉSSIMO: Deverá ser executada uma reconstrução. Este serviço é realizado quando o trecho apresenta defeitos generalizados ao longo de toda sua extensão, podendo estes já terem atingido as camadas subjacentes do pavimento. Conforme DNIT (2006), a reconstrução de um pavimento compreende em remover total ou parcialmente a estrutura do pavimento, executando a substituição dos materiais, dando assim, ao novo pavimento a capacidade de exercer um novo ciclo de vida, em conformidade com as premissas técnico econômicas a que será submetido.

5. CONCLUSÃO E SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Através da realização deste LVC, contabilizando e caracterizando as manifestações patológicas, foi possível verificar que há falta de manutenção na rodovia, e nos trechos onde foi realizada, não foi executada de forma correta. Por esses motivos existem alguns trechos que não estão em condições aceitáveis de trafegabilidade, comprometendo a segurança e o conforto dos usuários.

O estudo possibilitou conceituar todos os 61 trechos de 1km em que o seguimento de rodovia foi dividido, apresentando os seguintes resultados: Aproximadamente 8% dos trechos foram considerados como ótimos; cerca de 69% dos trechos foram considerados como bons; aproximadamente 8% dos trechos foram considerados como regulares; cerca de 3% dos trechos foram considerados como ruins; e por fim, cerca 12% do seguimento de rodovia avaliado foi considerado como péssimo.

Vale ressaltar que a maioria dos trechos foram considerados como bons, porém os 12% considerados como péssimos se encontram no seguimento I, que vai do trecho 1 ao trecho 10, apresentando quantidades elevadas de remendos e desgastes.

Observou-se também que as manifestações patológicas mais encontradas neste LVC foram os Remendos, com 66,13% das ocorrências, seguido dos Desgastes, com 32,72% das ocorrências, e as Trincas longitudinais, com 0,50% das ocorrências.

A partir das informações obtidas com o LVC foi possível sugerir quais soluções técnicas deverão ser adotadas individualmente para os conceitos ÓTIMO, BOM, REGULAR, RUIM e PÉSSIMO. Essas soluções, se aplicadas, possibilitarão um acréscimo considerável na vida útil do pavimento e também assegurarão condições satisfatórias de conforto e segurança para os usuários da via.

Para trabalhos futuros a partir deste estudo, podemos sugerir: orçar custos para que a restauração seja realizada; realizar uma avaliação objetiva do pavimento estudado, por meio da norma DNIT 006/2003 – PRO; realizar um LVC na rodovia que liga Aparecida do Rio Negro – TO a Novo Acordo – TO.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BALBO, José Tadeu. **Pavimentação Asfáltica**: materiais, projeto e restauração. São Paulo: Pini, 2007. 558 p.

BERNUCCI, Liedi Bariani et al. **Pavimentação Asfáltica**: Formação Básica para Engenheiros. Rio de Janeiro: Abeda, 2008. 496 p.

COMUNITEXTO. **Patologia x manifestação patológica**. Disponível em: <<http://www.comunitexto.com.br/patologia-x-manifestacao-patologica/#.Vx5nOfmDGko>>. Acesso em: 25 abr. 2016.

DANIELESKI, Maria Luiza. **Proposta de metodologia para avaliação superficial de pavimentos urbanos: Aplicação a rede viária de Porto Alegre**. 2004. 151 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2004.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES. **DNIT 005/2003 - TER**: Defeitos do pavimentos flexíveis e semi-rígidos Terminologia. Rio de Janeiro: Ipr, 2003.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES. **DNIT 006/2003 - PRO**: Avaliação objetiva da superfície de pavimentos flexíveis e semi-rígidos. Rio de Janeiro: Ipr, 2003.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES. **DNIT 008/2003 - PRO**: Levantamento visual contínuo para avaliação da superfície de pavimentos flexíveis e semi-rígidos Procedimento. Rio de Janeiro: Ipr, 2003.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES. **DNIT 009/2003 - PRO**: Avaliação subjetiva da superfície de pavimentos flexíveis e semi-rígidos - Procedimento. Rio de Janeiro: Ipr, 2003. 8 p.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES. **DNIT 154/2010 - ES**: Pavimentação asfáltica - Recuperação de defeitos em pavimentos asfálticos - Especificação de serviço. Rio de Janeiro: Ipr, 2010. 8 p.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES. **MANUAL DE GERÊNCIA DE PAVIMENTOS**. 1 ed. Rio de Janeiro: Ipr, 2011. 189 p.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES. **MANUAL DE PAVIMENTÇÃO** 3 ed. Rio de Janeiro: Ipr, 2006. 274 p.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES. **MANUAL DE RESTAURAÇÃO DE PAVIMENTOS ASFÁLTICOS**. 2 ed. Rio de Janeiro: Ipr, 2006. 310 p.

GONÇALVES, Fernando Pugliero. **O diagnóstico e manutenção dos pavimentos:** notas de aula. 1999. Disponível em: <<http://usuarios.upf.br/~pugliero/arquivos/10.pdf>>. Acesso em: 23 mar. 2016.

MINHOTO, Manuel Joaquim da Costa. **Consideração da temperatura no comportamento à reflexão de fendas dos reforços de pavimentos rodoviários flexíveis.** 2005. 323 f. Tese (Doutorado) - Curso de Escola de Engenharia, Universidade do Minho, Bragança, 2005.

Pesquisa CNT de rodovias 2015: relatório gerencial. – Brasília: CNT : SEST : SENAT, 2015. 420 p.

PESSOA JÚNIOR, Elci. **Manual de Obras Rodoviárias e Pavimentação Urbana:** Execução e Fiscalização. São Paulo: Pini, 2014. 378 p.

SENÇO, Wlastermiler de. **Manual de Técnicas de Pavimentação.** São Paulo: Pini, 2001. 671 p. (Vol II).

SEPLAN. **Atlas do Tocantins:** Subsídios ao Planejamento da Gestão Ambiental. 2012. Disponível em: <http://web.seplan.to.gov.br/Arquivos/Publicacoes/Atlas2012/z_Completo_Atlas_do_Tocantins_2012_portugues.pdf>. Acesso em: 29 abr. 2016.

SOUZA, Murillo Lopes de. **Pavimentação Rodoviária.** 2. ed. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos Editora S.a., 1980. 361 p.

ANEXOS

Anexo A (normativo)

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 | | |

NOTA 1: Classe das trincas isoladas

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

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

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

NOTA 2: Classe das trincas interligadas

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

Anexo D (normativo)

Quadro resumo

| MT DNIT | PAVIMENTOS FLEXÍVEIS E SEMI-RÍGIDOS RESULTADOS DO LEVANTAMENTO VISUAL CONTÍNUO | | | | | | | Folha _____ 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 | | | | | OBSERVAÇÕES |
| | Km Início | Km Fim | Extensão | ICPF | IGGE | IES | | | |
| | | | | | | Valor | Cód. | Conceito | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |

ICPF - Índice de Condição de Pavimentos Flexíveis

IGGE - Índice de Gravidade Global Exedito

IES - Índice do Estado da Superfície

_____ /Índice geral