



CENTRO UNIVERSITÁRIO LUTERANO DE PALMAS

COMUNIDADE EVANGÉLICA LUTERANA "SÃO PAULO"
Recredenciado pela Portaria Ministerial nº 3.607 - D.O.U. nº 202 de 20/10/2005

VICTOR HUGO RIBEIRO COSTA

**ESTUDO DE PATOLOGIAS EM PAVIMENTAÇÃO ASFÁLTICA
RODOVIÁRIA NA TO 201 ENTRE AS CIDADES DE AXIXÁ E
AUGUSTINÓPOLIS**

Palmas

2016



CENTRO UNIVERSITÁRIO LUTERANO DE PALMAS

COMUNIDADE EVANGÉLICA LUTERANA "SÃO PAULO"
Recredenciado pela Portaria Ministerial nº 3.607 - D.O.U. nº 202 de 20/10/2005

VICTOR HUGO RIBEIRO COSTA

**ESTUDO DE PATOLOGIAS EM PAVIMENTAÇÃO ASFÁLTICA
RODOVIÁRIA NA TO 201 ENTRE AS CIDADES DE AXIXÁ E
AUGUSTINÓPOLIS**

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

Palmas - TO

2016



CENTRO UNIVERSITÁRIO LUTERANO DE PALMAS

COMUNIDADE EVANGÉLICA LUTERANA "SÃO PAULO"
Recredenciado pela Portaria Ministerial nº 3.607 - D.O.U. nº 202 de 20/10/2005

VICTOR HUGO RIBEIRO COSTA

ESTUDO DE PATOLOGIAS EM PAVIMENTAÇÃO ASFÁLTICA RODOVIÁRIA NA TO 201 ENTRE AS CIDADES DE AXIXÁ E AUGUSTINÓPOLIS

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

Aprovada em 11 de 06 de 2016.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Esp. Fernando Moreno Suarte Junior
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

Palmas - TO

2016

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus, por ter me dado força e saúde, para concretizar esse desafio me dando conhecimento a cada dia.

Aos meus Pais Francisco Anilton Feitosa da Costa e Sandra Ribeiro Alves da Costa os quais são responsáveis por essa vitória, dando amor e carinho mesmo distantes, a cada minuto dessa jornada e a minha irmã Ana Julia Ribeiro Costa.

Aos meus familiares, me dando forças e torcendo por esse momento vitorioso. Amigos e colegas, por terem sido companheiros desde o início dessa caminhada, pois ninguém chega a lugar nenhum sozinho.

Ao meu orientador, Prof. Esp. Fernando Moreno Suarte Junior, por esse ano de aprendizado, participação e incentivo nas pesquisas, pela amizade e companheirismo construídos.

RESUMO

COSTA, Victor Hugo Ribeiro. **ESTUDO DE PATOLOGIAS EM PAVIMENTAÇÃO ASFÁLTICA RODOVIÁRIA NA TO 201 ENTRE AS CIDADES DE AXIXÁ E AUGUSTINÓPOLIS.** 2016/1. Monografia de Conclusão do Curso de Engenharia Civil. Centro Universitário Luterano de Palmas. Palmas – TO. Professor Orientador Especialista Fernando Moreno Suarte Júnior.

O presente trabalho de graduação realiza o estudo da TO 201 identificando e caracterizando as patologias ocorridas no trecho entre as cidades de Axixá e Augustinópolis, realizar um Levantamento Visual Contínuo para caracterização da via, onde foram verificados os procedimentos de correções desenvolvidos pelos órgãos responsáveis e dando sugestões para o reparo das patologias, através das normas técnicas regulamentadoras DNIT 154/2010 – ES, DNIT 008/2003 – PRO e DNIT 005/2003. As patologias encontradas (Panelas, Remendo, Exsudação, Trincas, Escorregamento, Afundamento, Ondulações e Desgaste) colocam em risco os usuários da via se não foram corretamente solucionadas, podendo também ser prejudicial ao pavimento tornando o irreparável, assim gerando uma reconstrução das estruturas do pavimento. Nota-se em geral que as execuções realizadas até então pelos órgãos responsáveis não foram executadas de forma correta, surgindo o aparecimento precoce das manifestações patológicas na malha rodoviária em estudo, sendo identificadas através do LVC.

Palavras Chaves: Patologias, Recuperação, Pavimentação Rodoviária.

ABSTRACT

COSTA, Victor Hugo Ribeiro. **PATHOLOGY STUDY ON ASPHALT PAVING THE ROAD TO 201 BETWEEN THE CITIES OF AXIXÁ AND AUGUSTINÓPOLIS.** 2016/1. Completion Monograph of Civil Engineering Course. University Center of Lutheran Palmas. Palmas - TO. Specialist Advisor Professor Fernando Moreno Suarte Junior.

This graduate work conducts the study of TO 201 identifying and characterizing pathologies occurred on the stretch between the cities of Axixá and Augustinópolis, perform a Visual Survey Continuous for characterization of the track, where it was verified the corrections procedures developed by the responsible bodies and giving suggestions for the repair of diseases, through the regulatory technical standards DNIT 154/2010 - ES, DNIT 008/2003 - PRO and DNIT 005/2003. The pathologies encountered (Pots, Patch, exudation, cracks, Slipping, Ditching, Dimples and Wear) put on road users at risk if they were not properly addressed, can also be detrimental to the pavement making irreparable, thereby generating a reconstruction of structures floor. It is noted in general that the executions carried out so far by the agencies responsible have not been implemented correctly, resulting in the early appearance of the pathological manifestations in the road network in the study, identified by LVC.

Key Words: Pathologies, Recovery, Road Paving.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1: Malha rodoviária brasileira.	21
Figura 2: Pavimento asfáltico (Corte transversal).	24
Figura 3: Ilustração do sistema de camadas de um pavimento e tensões solicitantes.	25
Figura 4: Classificação das bases e sub-bases flexíveis e semirrígidas.....	27
Figura 5: Classificação dos revestimentos flexíveis.	29
Figura 6: Trinca isolada – Transversal.....	30
Figura 7: Trinca isolada - Longitudinal.	31
Figura 8: Trinca isolada - Retração.	31
Figura 9: Trinca interligada, tipo “couro de jacaré”.	32
Figura 10: Trinca interligada, tipo “Bloco”.....	32
Figura 11: Afundamento – Trilha de roda.....	33
Figura 12: Corrugação - ondulação.....	34
Figura 13: Escorregamento – deslocamento do revestimento.....	35
Figura 14: Exsudação de asfalto.....	35
Figura 15: Desgaste - polimento.	36
Figura 16: Panela ou buraco.....	37
Figura 17: Remendo.....	37
Figura 18: Gráfico da rede rodoviária do Tocantins.....	40
Figura 19: Quadro da rede rodoviária do Tocantins.	40
Figura 20: Gráfico da rede Rodoviária Federal do Tocantins.	40
Figura 21: Quadro da rede Rodoviária Federal do Tocantins.	41
Figura 22: Mapa Rodoviário do Tocantins.....	41

Figura 23: Legenda do mapa Rodoviário do Tocantins.	42
Figura 24: Mapa do trecho a ser estudado.....	44
Figura 25: Compatibilização dos Trechos.	67
Figura 26: Execução, compactação e acabamento do remendo da superfície.	71
Figura 27: Aplicação de ligante asfáltico e distribuição de agregados.	72
Figura 28: Processo de recapeamento.	72

LISTA DE GRÁFICOS

Gráficos 1: Manifestações patológicas no trecho.....	61
Gráficos 2: Manifestações patológicas por trecho	62
Gráficos 3: Resultados do LVC	66

LISTA DE IMAGENS

Imagem 1: Painelas	52
Imagem 2: Painelas	52
Imagem 3: Painelas	53
Imagem 4: Painelas	53
Imagem 5: Painelas – Trecho 12	53
Imagem 6: Painelas – Trecho 3	53
Imagem 7: Remendos – Trecho 13	54
Imagem 8: Remendos – Trecho 11 e 29	54
Imagem 9: Remendos – Trecho 17 e 24	54
Imagem 10: Remendos – Trecho 7 e 33	54
Imagem 11: Exsudação – Trecho 10	55
Imagem 12: Exsudação – Trecho 33	55
Imagem 13: Exsudação – Trecho 33	55
Imagem 14: Exsudação – Trecho 35	55
Imagem 15: Escorregamento – Trecho 33	56
Imagem 16: Afundamento – Trecho 3 e 37	56
Imagem 17: Afundamento – Trecho 37	56
Imagem 18: Afundamento – Trecho 3 e 37	57
Imagem 19: Afundamento – Trecho 28	57
Imagem 20: Desgaste – Trecho 17	57
Imagem 21: Desgaste – Trecho 13	57
Imagem 22: Desgaste – Trecho 13	58
Imagem 23: Desgaste – Trecho 30	58
Imagem 24: Ondulações – Trecho 14 e 26	59

Imagem 25: Ondulações – Trecho 29	59
Imagem 26: Trincas – Trecho 11 e 29.....	59
Imagem 27: Trincas – Trecho 35.....	59
Imagem 28: Trincas – Trecho 35.....	60
Imagem 29: Trincas – Trecho 3.....	60
Imagem 30: Tapa Buraco	68
Imagem 31: Tapa Buraco	68
Imagem 32: Tapa Buraco	68
Imagem 33: Tapa Buraco	68

LISTA DE TABELA

Tabela 1: Frequência de defeitos.....	46
Tabela 2: Conceitos do ICPF.....	47
Tabela 3: Determinação do IGGE.....	48
Tabela 4: Pesos adotados para realizar o cálculo do IGGE.....	48
Tabela 5: IES – Índice de estado da superfície do pavimento.....	49
Tabela 6: Quantidades de Manifestações Patológicas	61
Tabela 7: Formulário do IGGE.....	63
Tabela 8: Quadro de Resumos	64
Tabela 9: Quantitativo do Quadro de Resumos	67

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CBUQ: Concreto betuminoso usinado a quente

CNT: Confederação Nacional do Transporte

DNER: Departamento Nacional de Estradas de Rodagem

DNIT: Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes

ICPF: Índice de Condição dos Pavimentos Flexíveis

IES: Índice de Estado da Superfície do Pavimento

IGGE: Índice de Gravidade Global Expedito

LVC: Levantamento Visual Contínuo

NBR: Norma brasileira regulamentadora

PMF: Pré-misturado a frio

SNV: Sistema Nacional de Viação

TSD: Tratamento Superficial Duplo

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	16
1.1.1. Objetivo Geral.....	18
1.1.2 Objetivos Específicos	18
1.2. JUSTIFICATIVA E IMPORTÂNCIA DO TRABALHO	19
1.3 ESTRUTURA DO TRABALHO.....	20
2. REFERENCIAL TEÓRICO	21
2.1 PAVIMENTAÇÃO NO BRASIL.....	21
2.2 PAVIMENTO RODOVIÁRIO	23
2.3. ESTRUTURA DO PAVIMENTO FLEXÍVEL.....	24
2.3.1. Subleito.....	25
2.3.2. Regularização do Subleito	25
2.3.3. Reforço do Subleito.....	26
2.3.4. Sub-Base.....	26
2.3.5. Base.....	26
2.3.6. Revestimento	27
2.4. PATOLOGIAS EM PAVIMENTOS FLEXÍVEIS	29
2.4.1 Conceito de Patologia	29
2.4.2 Fissuras	30
2.4.3 Trincas	30
2.4.4. Afundamento	33
2.4.5. Ondulação ou Corrugação	34
2.4.6. Escorregamento.....	34
2.4.7 Exsudação	35
2.4.8. Desgaste.....	36
2.4.9. Panela ou Buraco	36
2.4.10. Remendo	37
2.5. MANUTENÇÃO E CONSERVAÇÃO DE PAVIMENTOS	38
2.6. MALHA RODOVIÁRIA DO TOCANTINS	39
2.6.1. Quantidade de Rodovias.....	39
2.6.2. Mapa.....	41

3. METODOLOGIA.....	43
3.1 RODOVIA DE ESTUDO	43
3.2 CARACTERIZAÇÃO DAS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS.....	44
3.3 REALIZAÇÃO DO LEVANTAMENTO VISUAL CONTÍNUO (LVC)	44
3.3.1 Processo de levantamento.....	45
3.3.2 Frequência de defeitos	45
3.3.3 ICPF – Índice de Condição dos Pavimentos Flexíveis.....	46
3.3.4 IGGE – Índice de Gravidade Global Expedito	47
3.3.5 IES – Índice de Estado da Superfície do Pavimento.....	48
3.4 VERIFICAÇÃO DO PROCEDIMENTO	49
3.5 SUGESTÃO PARA PROCEDIMENTOS DE REPAROS	50
4. RESULTADOS	51
4.1. Levantamento Visual Contínuo.....	51
4.1.1. Procedimento para levantamento “in loco”.	51
4.2. Manifestações patológicas encontradas.	51
4.2.1. Panelas	52
4.2.2. Remendos.....	54
4.2.3. Exsudação	55
4.2.4. Escorregamento.....	56
4.2.5. Afundamento	56
4.2.6. Desgaste.....	57
4.2.7. Ondulações.....	58
4.2.8. Trincas	59
4.3. Quantificação de Manifestações Patológicas por trechos.	60
4.4. Determinação do Levantamento Visual Contínuo	63
4.4.1 Formulário do IGGE	63
4.4.2 Quadro de Resumos	64
4.3 Reparos e Manutenções.....	67
4.3.1 Realizados pelos Órgãos Competentes.....	67
4.3.2 Procedimentos normatizados.....	69
5. CONCLUSÕES E SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS.....	74
REFERÊNCIAS	75
ANEXOS	77

1. INTRODUÇÃO

Os revestimentos asfálticos possuem idade útil de serviço, onde as solicitações intensas do tráfego acarretam em manifestações patológicas, tanto em vias urbanas como em vias rodoviárias. Os processos de recuperação e restauração na construção rodoviária sofreram um aumento significativo nos últimos anos, em que para cada R\$1,00 investido em rodovias há uma redução de aproximadamente R\$3,00 no custo operacional dos veículos (DNIT, 2006).

No Brasil, o modal rodoviário é o mais predominante dos modais, onde a circulação de pessoas e o sistema logístico de escoamento da produção é fortemente dependente do modal rodoviário. Devido à falta de investimentos na manutenção, a conservação das malhas rodoviárias é o principal motivo de concentração excessiva da matriz de transporte (CNT 2009). O modal rodoviário é responsável por 61,1% da matriz de transporte de carga (Agência Nacional de Transportes Terrestres - ANTT 2006) e 96% da matriz de transporte de passageiros (CNT, 2007).

Rodovias do Brasil tiveram um aumento de volume de tráfego e com o mau estado de conservação, além de aumentar o número de acidentes, gerando o desconforto e prejuízos aos seus usuários, como também a lentidão do tráfego, acarretando no aumento do preço dos transportes, sobrecarregam o escoamento de produtos e, por consequência disto, dificulta o desenvolvimento econômico do país.

Em virtude disto, é evidente a necessidade de executar restaurações e manutenções das rodovias, onde administradores rodoviários, concessionárias e governos precisaram realizar investimentos cada vez maiores, tanto na realização de pavimentos novos, como nas recuperações dos trechos que necessitam de uma imediata intervenção, a fim de encontrar soluções que contemplem pavimentos mais duráveis e resistentes, no qual demandem menores números de manutenções ao longo do seu período de serviço projetado.

Ao analisar o pavimento, serão encontradas as principais patologias através de visitas realizadas em campo no trecho determinado na TO-201, pretendendo acompanhar a evolução dos mesmos e prever possíveis soluções de acordo com as normativas.

É de fundamental importância o estudo nesta rodovia do estado do Tocantins, onde serão estudados somente os pavimentos flexíveis neste trabalho. O trecho da TO-201 é uma rodovia brasileira do estado do Tocantins entre Augustinópolis e Axixá do Tocantins. Pela localização geográfica e funcionalidade, é considerada uma rodovia de ligação para o estado do Pará e o estado do Maranhão, além de fazer ligações de várias outras cidades do Tocantins.

1.1. OBJETIVOS

1.1.1. Objetivo Geral

Estudar patologias em pavimentação asfáltica rodoviária na TO-201, entre as cidades de Augustinópolis e Axixá do Tocantins, no estado do Tocantins.

1.1.2 Objetivos Específicos

- Realizar visitas *in loco* para identificar e caracterizar as manifestações patológicas existentes;
- Realizar o Levantamento Visual Contínuo (LVC) entre o trecho de Augustinópolis a Axixá do Tocantins e caracterizar as condições da via;
- Verificar os procedimentos de correção desenvolvidos pelo órgão responsável;
- Sugerir procedimentos de reparo das patologias de acordo as normativas.

1.2. JUSTIFICATIVA E IMPORTÂNCIA DO TRABALHO

A região do norte do Tocantins tem sua população estimada em 198.388 habitantes, segundo o IBGE e está dividida em 25 municípios. Dentre suas vias rodoviárias, no que diz respeito à TO-201, esta se encontra em péssimas condições de trafegabilidade, a rodovia dificulta a segurança dos usuários e o escoamento da produção da região por ser a única via de acesso entre vários municípios do Bico do Papagaio e outras regiões do Tocantins e do Maranhão.

O surgimento das manifestações patológicas podem ser observados no inverno, especialmente no período chuvoso. Ocasionalmente pela presença contínua das cargas do tráfego, onde exercem pressões sobre o pavimento. A manutenção do pavimento asfáltico garante a segurança e o conforto de seus usuários, assim melhorando a qualidade, já que sua vida útil já não é a mesma. Mas, em um período curto de 6 (seis) meses, logo após as chuvas, ocorre o aparecimento de patologias precoces. Os materiais que compõem o revestimento asfáltico, possuem vida útil de projeto que, com o passar do tempo, vão perdendo suas características e resistência própria.

O trabalho tem importância pelo fato da malha asfáltica rodoviária ser patrimônio público, por onde a população deve trafegar com todo o conforto, sendo que a rodovia faz a integração de vários municípios e estados. A rodovia em questão faz com que a integração física aconteça, barateando os custos de escoamento da produção.

1.3 ESTRUTURA DO TRABALHO

Este trabalho está estruturado em cinco capítulos, os quais os descrevemos neste item do trabalho.

O primeiro capítulo é introdutório, com a finalidade de contextualizar o tema em estudo, esclarecendo os objetivos gerais e específicos, apresentando a justificativa e importância do trabalho.

O segundo capítulo textualiza todo o referencial teórico, onde são abordados e analisados a pavimentação do Brasil, conceitos de pavimentação rodoviária, o que é pavimento, as estruturas dos pavimentos flexíveis, patologias em pavimentos asfálticos, manutenção e conservação dos pavimentos, e a malha rodoviária do Tocantins.

O terceiro capítulo aborda toda a metodologia descrita pelo autor, a qual é necessária para a compreensão dos procedimentos, levantamentos e análises feita para o estudo.

O quarto capítulo aborda os resultados e discussões com relação às teorias propostas na metodologia, para o desenvolvimento do estudo.

O quinto capítulo apresenta as conclusões e sugestões para trabalhos futuros com relação ao estudo realizado.

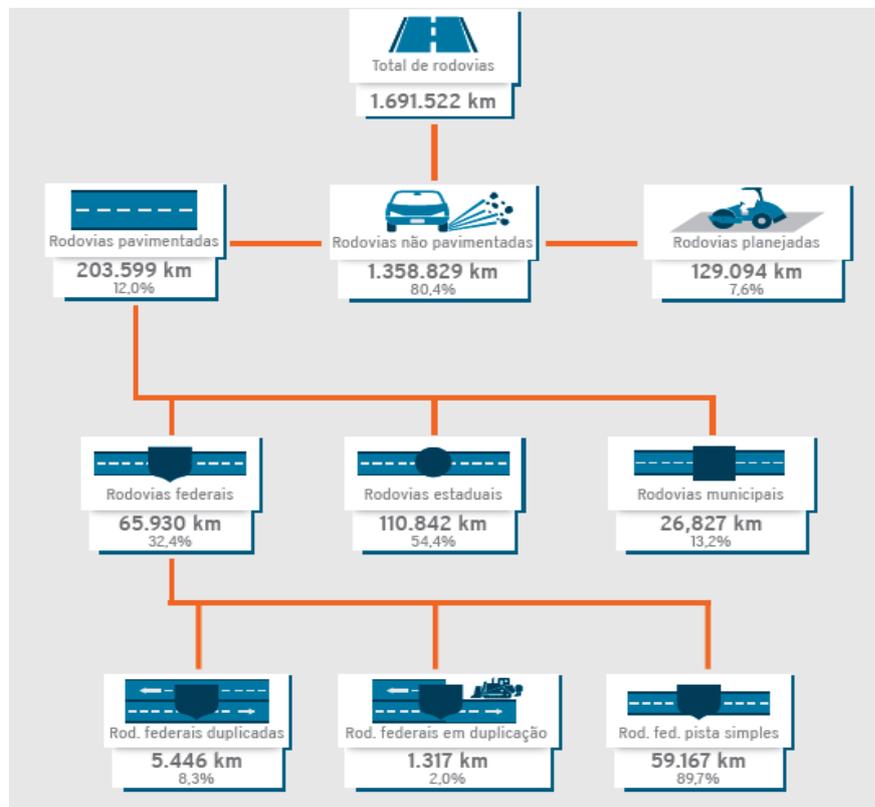
Por fim, as referências bibliográficas, onde são apresentadas as consultas realizadas para a elaboração deste trabalho.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 PAVIMENTAÇÃO NO BRASIL

Conforme dados levantados do Sistema de Viação – SNV2 de 2014, existem, no país, 1.691.522 km de rodovias, das quais apenas 203.599 km estão pavimentadas, isso representa 12% da malha rodoviária do Brasil. Dentre as rodovias que são pavimentadas, as federais correspondem a cerca de 65.930 km. Onde as rodovias de pista dupla representam 8,2%, com um total de 5.446 km, as rodovias em fase de duplicação representam 1,9% com um total de 1.317 km. As pistas simples representam cerca de 89,9%, conforme a figura 1 logo abaixo. É importante ressaltar que, embora a presença de pista dupla não seja um pressuposto essencial ao adequado nível de serviço, vias duplicadas propiciam o aumento na capacidade de tráfego e um grau mais elevado de segurança (CNT, 2014).

Figura 1: Malha rodoviária brasileira.



Fonte: CNT, 2014

Conforme o levantamento de dados da CNT (2006) apud BERNUCCI (2006), o modal rodoviário brasileiro possui cerca de 60% dos transportes de cargas do Brasil. Em segundo vem o modal ferroviário que possui cerca de 25% do transporte de cargas, o terceiro modal é o aquaviário com cerca de 13%, o quarto modal é o dutoviário com cerca de 2% seguido pelo 1% do modal aéreo. É importante ressaltar que o modal rodoviário transporta cerca de 95% dos passageiros, no entanto, tal modal encontra-se deficiente devido as rodovias demandarem investimentos prioritários, sendo assim, o modal mais utilizado e exige menor custo comparado aos demais modais.

Quase metade dos 98.475 km de rodovias avaliadas pela Pesquisa CNT de Rodovias 2014, apresentam algum tipo de deficiência no pavimento como buracos, trincas, afundamentos, ondulações, entre outros. Conforme o levantamento, 49,9% dos trechos foram classificados como regulares, ruins ou péssimos, o equivalente a 49.120 km (CNT, 2014).

Segundo Colares (2011), a falta de investimento voltado para manutenção das rodovias e de ações para a expansão da infraestrutura dos transportes, são resultados da depreciação da malha rodoviária brasileira, decorrente da falta de recursos destinado aos setores de transportes.

Comparando os resultados obtidos há 10 anos com os dados levantados agora, observa-se uma discreta melhora no estado geral das rodovias brasileiras, mas a demanda por obras ainda é muito grande. Na pesquisa CNT de 2004, 74,7% dos 74.681km avaliados apresentavam problemas. Este ano, dos 98.475 km avaliados, o percentual com problemas foi de 62,1%. Em 2010, 9 dos 10 melhores trechos estavam no estado de São Paulo. Em 2014, 10 dos 10 melhores estão no estado de São Paulo. Em ambos os levantamentos, as 10 melhores rodovias do país estavam sob a gestão da iniciativa privada (CNT, 2014).

Do total de quilômetros avaliados, 79.515 estão sob gestão pública e 18.960 sob gestão de concessionárias. Na avaliação do estado geral das rodovias sob administração pública, 29,3% da extensão das rodovias foram consideradas “boa ou ótima” e, 70,7%, “regular, ruim ou péssima”. Já a extensão de rodovias sob administração de concessionárias obteve avaliação de 74,1% como “boa ou ótima”, e 25,9% como “regular, ruim ou péssimo” (CNT, 2014).

De acordo com COLARES (2011), as rodovias de boa qualidade tendem a proporcionar um retorno econômico para a sociedade quando, na operação dos

veículos, não ocorreram prejuízos nos mesmos, reduzindo, assim, o número de acidentes, levando à economia de recursos públicos, em que serão empregados na manutenção da malha.

2.2 PAVIMENTO RODOVIÁRIO

A definição de pavimento rodoviário é encontrado em diversas literaturas técnica e especializada e de diversas formas. Destacando algumas definições, sendo elas:

Conforme DNIT (2006, p. 95):

“Pavimento é uma Superestrutura constituída por um sistema de camadas de espessuras finitas, assentadas sobre um semi espaço considerado teoricamente como infinito (infraestrutura ou terreno de fundação) a qual é designada de subleito”.

Segundo a NBR 7207 (1982), a norma define:

“O pavimento é uma estrutura construída após a terraplenagem e destinada, econômica e simultaneamente, em seu conjunto a resistir aos esforços horizontais que nela atuam, assim tornando mais durável à superfície de rolamento, melhorando condições de rolamento quanto ao conforto e segurança, resistir e distribuir ao subleito os esforços verticais produzidos pelo tráfego”.

O DNER (1974) define os tipos de pavimentos como rígido, flexível e semirrígido. Podemos observar as seguintes definições abaixo:

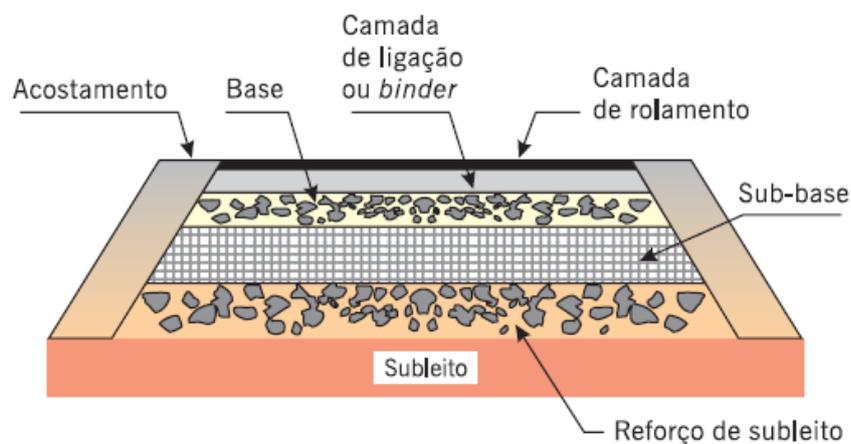
- Rígido: O revestimento é uma placa de concreto de cimento Portland. Nesses pavimentos a espessura é fixada em função da resistência à flexão das placas de concreto e das resistências das camadas subjacentes, tem uma elevada rigidez em relação às camadas inferiores, e, portanto, absorve praticamente todas as tensões provenientes do carregamento aplicado (DNER, 1974).
- Flexível: Os pavimentos asfálticos, o revestimento consiste em um composto realizado por uma mistura constituída basicamente de ligantes asfálticos e agregados. Onde é aquele em que todas as suas camadas sofrem uma deformação elástica significativa sob carregamento aplicado, a

carga se distribui em parcelas aproximadamente equivalentes entre as camadas (DNER, 1974).

- Semirrígido: Caracteriza-se por uma base cimentada quimicamente, como por exemplo, por uma camada de solo-cimento revestida por uma camada asfáltica (DNER, 1974).

2.3. ESTRUTURA DO PAVIMENTO FLEXÍVEL

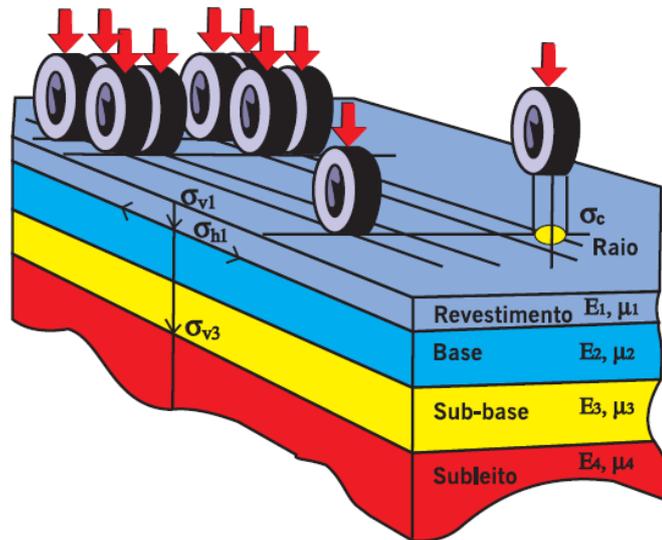
Figura 2: Pavimento asfáltico (Corte transversal).



Fonte: BERNUCCI, 2006).

Em pavimentos asfálticos, as suas camadas de base, sub-base e reforço do subleito são de grande importância estrutural. Limitar as deformações e tensões que correm na estrutura do pavimento, por meio das espessuras das camadas constituintes e da combinação de materiais, é o objetivo da mecânica dos pavimentos (MEDINA, 1997).

Figura 3: Ilustração do sistema de camadas de um pavimento e tensões solicitantes.



Fonte: Albernaz (1997) *apud* BERNUCCI et al. (2006).

Segundo Albernaz *apud* BERNUCCI et al. (2006), os revestimentos asfálticos são constituídos por associação de materiais asfálticos e agregados, podendo ser de duas maneiras principais, por mistura ou por penetração.

2.3.1. Subleito

Segundo Senço (2007), o subleito é camada de espessura finita que se assenta sobre um semi-espaço infinito e exerce a função de fundação da estrutura do pavimento. O subleito suporta os esforços impostos pelo carregamento do seu pavimento. É indicado que antes da construção do pavimento, recomenda-se a realização da regularização do subleito.

2.3.2. Regularização do Subleito

A regularização do subleito é uma operação realizada após o término dos trabalhos de limpeza e movimento de terra, onde será implantado o pavimento. Camada destinada a conformá-lo transversal e longitudinal de acordo com as especificações, devendo sempre que possível executá-la, a regularização pode ser reduzida em corte do leito implantado, de camadas com espessuras variáveis. (DNIT 2006)

Segundo o DNER-ES 299-97, uma operação destinada a conformar o leito, longitudinal e transversal, com aterros ou cortes de espessuras de 20 cm conforme os projetos.

2.3.3. Reforço do Subleito

Segundo Senço (2007), o reforço do subleito é uma camada de espessura constante, construída acima da regularização do subleito, com melhores matérias e características do que a regularização, e com características inferiores ao material usado nas camadas superiores.

Segundo a norma do DNIT 138/2010 – ES, é uma camada estabilizada granulométrica, executada sobre o reforço do subleito, utilizada para reduzir espessuras da camada da sub-base, devido a baixa capacidade de suporte do subleito.

2.3.4. Sub-Base

Segundo Senço (2007), a sub-base é uma camada complementar à base, não é aconselhável a construção da base diretamente sobre a regularização ou reforço do subleito, por questões técnicas e econômicas. O material da sub-base por questões tecnológicas deverá ter o material melhor do que o reforço e menor qualidade do que o material da base.

Outros autores destacam a sub-base como uma camada importante do pavimento, sendo sua função estrutural, suporta tráfego pesado assim sendo utilizada em rodovias importantes. Não há necessidade da sub-base quando o solo do subleito é de excelente qualidade. A sub-base tem funções de prevenção de um eventual acúmulo de água no pavimento, onde o material tem qualidades granulométricas drenantes. Proporciona uma área de trabalho, suportando os equipamentos na fase de construção do pavimento (PINTO E PREUSSLER, 2002).

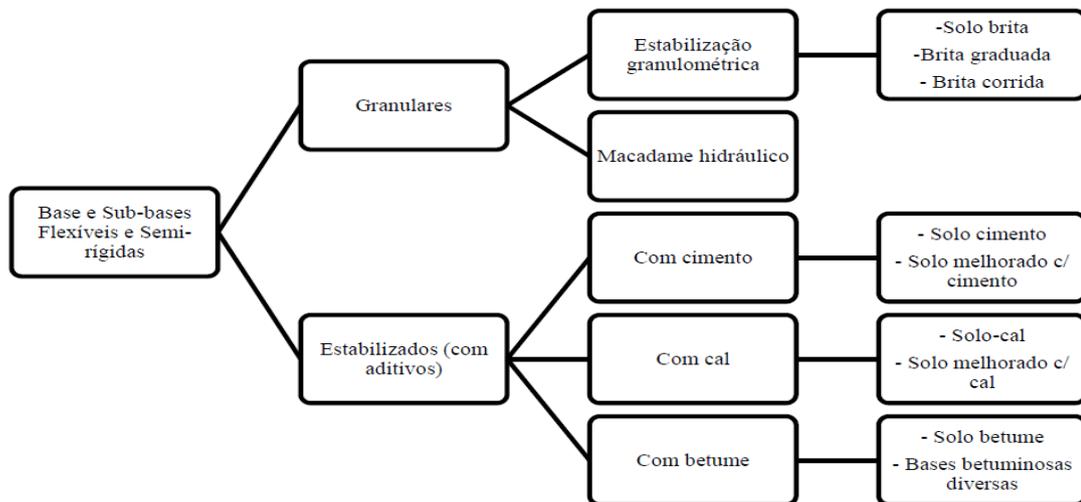
2.3.5. Base

Segundo Senço (2007), o autor afirma que a camada de base é uma das camadas mais importantes do pavimento, devido ser projetada a resistir aos

esforços oriundos do tráfego de veículos e distribuí-los nas camadas inferiores com menores tensões. O Autor ainda ressalta que um pavimento pode somente ser composto por revestimento e base, sendo que as camadas inferiores, como sub-base e reforço do subleito, poderão ou não ser acrescentadas.

Conforme o manual de pavimentação do DNIT (2006), a classificação das bases e sub-bases podem ser da seguinte forma, conforme a figura 4:

Figura 4: Classificação das bases e sub-bases flexíveis e semirrígidas.



Fonte: Manual de pavimentação do DNIT-2006.

2.3.6. Revestimento

Segundo Senço (2007), o autor afirma que o revestimento é a camada mais nobre de um pavimento, destinada a resistir diretamente aos esforços do tráfego, proporcionando melhores condições de conforto e segurança aos usuários da via, assim dando uma melhor superfície de rolamento. Sua estrutura possui uma alta durabilidade resistindo ao desgaste. O revestimento busca reduzir a penetração de água na estrutura do pavimento, sendo o melhor impermeável possível.

Sendo o revestimento uma estrutura principal do pavimento, deve-se adotar espessuras que não reduzam a sua resistência ao desgaste, devendo assim garantir a eficiência da sua utilização em virtude do seu material construtivo, buscando ser o mais econômico possível garantindo que nenhum problema técnico ocorra (SENÇO, 2007).

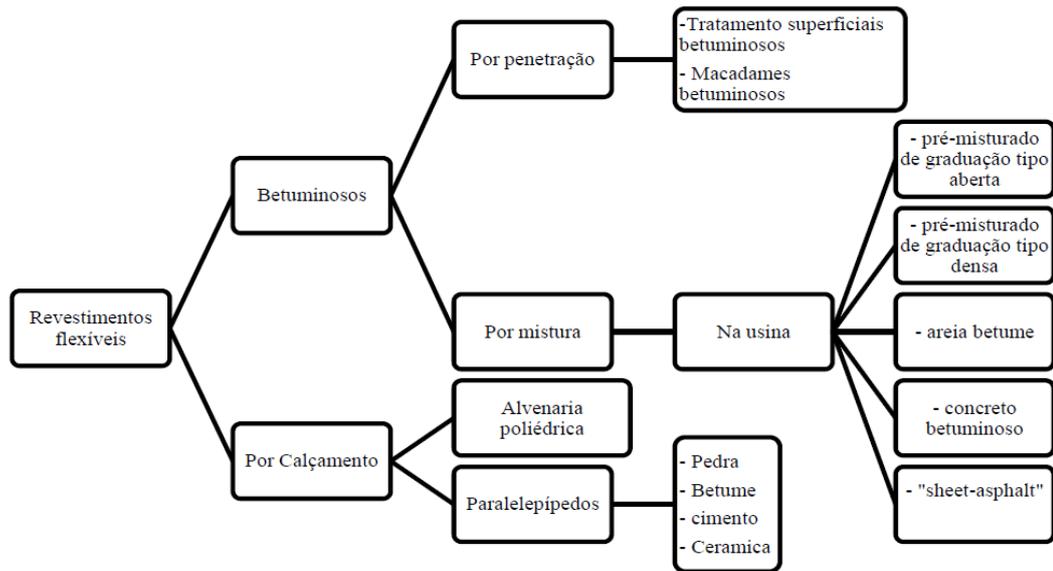
Após a realização da base, em um pavimento flexível é realizada uma cama para o revestimento, feita com material betuminoso mais agregados. (PINTO e PREUSSLER, 2002)

A execução das pinturas asfálticas para receber o pavimento, consiste na aplicação de uma película de material asfáltico com uma consistência líquida, onde existem três tipos de pinturas asfálticas (PINTO e PREUSSLER, 2002):

- Imprimação: Uma pintura asfáltica realizada com o objetivo de conferir e dar coesão à superfície, realizada pela penetração do material betuminoso, promovendo a impermeabilização da camada, assim promover condições de boa aderência entre a base e a camada asfáltica a ser sobreposta (PINTO e PREUSSLER, 2002);
- Pintura de ligação: Uma pintura asfáltica aplicada com a função básica de promover aderência à camada asfáltica na superfície no qual será sobreposta, podendo ser aplicada na execução de recapeamentos, em revestimentos asfálticos antigos e sobre pinturas realizadas no qual perderam a ação devido o tráfego de veículos (PINTO e PREUSSLER, 2002);
- Pintura de cura: Uma pintura asfáltica no qual sua função é evitar a perda acelerada de umidade, assim promovendo as condições necessárias para a realização do processo de cura de camadas tratadas com cimento Portland ou cal hidratada, onde para uma melhor eficiência, está cura deve ocorrer nas camadas recém executadas (PINTO e PREUSSLER, 2002).

Conforme o manual de pavimentação do DNIT (2006) classifica os revestimentos flexíveis como:

Figura 5: Classificação dos revestimentos flexíveis.



Fonte: Manual de pavimento do DNIT – 2006

2.4. PATOLOGIAS EM PAVIMENTOS FLEXÍVEIS

De acordo Segundo o Manual de Conservação Rodoviária do DNIT – 2005, os pavimentos não foram realizados para durarem eternamente, mas apenas por um determinado período. Após cada um destes períodos o pavimento passa de uma condição ótima até alcançar uma condição ruim. O processo de deterioração do pavimento é condição essencial para a identificação das suas causas que levam à sua condição atual, assim a escolha e programação da técnica mais adequada para ser realizada a sua reabilitação.

As patologias aqui descritas neste item, bem como suas definições, classificações e suas codificações foram retiradas da norma do DNIT 005/2003 – TER. São descritos a seguir as denominações e definições dos defeitos presentes nos pavimentos flexíveis, padronizando e não deturpando os termos empregados em patologias de pavimentos rodoviários.

2.4.1 Conceito de Patologia

Segundo DNIT (005/2003 – TER), “patologia em pavimentos asfálticos é o estudo das doenças ou manifestações patológicas que podem vir a ocorrer no pavimento.

2.4.2 Fissuras

As fissuras são fendas rudimentares que ainda não acarretam problemas funcionais ao revestimento e, por isso, os atuais processos de avaliação das condições de superfícies não as levam em conta. Ainda, possuem largura capilar e podem estar posicionadas longitudinal, transversal ou obliquamente ao eixo da via, apenas perceptível à vista desarmada de uma distância inferior a 1,50m. (DNIT 005/2003 – TER)

2.4.3 Trincas

Para o DNIT (005/2003 – TER), trinca é “fenda existente no revestimento, facilmente visível à vista desarmada, com abertura superior à da fissura, podendo apresentar-se sob a forma de trinca isolada ou trinca interligada”.

2.4.3.1 Trinca isolada

Para o DNIT (2003):

- **Trinca transversal** – Trinca isolada que apresenta direção predominantemente ortogonal ao eixo da via. Quando apresentar extensão de até 100cm é denominada trinca transversal curta. Quando a extensão for superior a 100cm denomina-se trinca transversal longa (DNIT 005/2003 – TER).

Conforme a figura a seguir:

Figura 6: Trinca isolada – Transversal.



Fonte: DNIT (2003)

- **Trinca longitudinal** – Trinca isolada que apresenta direção predominantemente paralela ao eixo da via. Quando apresentar extensão de até 100cm é denominada trinca longitudinal curta. Quando a extensão for superior a 100cm denomina-se longitudinal longa. (DNIT 005/2003 – TER).

Conforme a figura a seguir:

Figura 7: Trinca isolada - Longitudinal.



Fonte: DNIT (2003)

- **Trinca de retração** – Trinca isolada não atribuída aos fenômenos de fadiga e sim aos fenômenos de retração térmica ou do material do revestimento ou do material de base rígida ou semirrígida subjacentes ao revestimento trincado (DNIT 005/2003 – TER).

Conforme a figura a seguir:

Figura 8: Trinca isolada - Retração.



Fonte: Pavimentação Asfáltica – Formação básica para Engenheiros

2.4.3.2 Trinca Interligada

- **Trinca tipo “Couro de jacaré”** – Conjunto de trincas interligadas sem direção preferenciais, assemelhando-se ao aspecto de couro de jacaré. Essas trincas podem apresentar, ou não erosão acentuada nas bordas (DNIT 005/2003 – TER). Conforme a figura a seguir:

Figura 9: Trinca interligada, tipo “couro de jacaré”.



Fonte: DNIT (2003)

- **Trinca tipo “Bloco”** – Conjunto de trincas interligadas caracterizadas pela configuração de blocos formados por lados bem definidos, podendo, ou não apresentar erosão acentuada nas bordas (DNIT 005/2003 – TER). Conforme a figura a seguir:

Figura 10: Trinca interligada, tipo “Bloco”.



Fonte: DNIT (2003)

2.4.4. Afundamento

Conforme (DNIT 005/2003 – TER), deformação permanente é aquela assinalada por depressão da superfície do pavimento, seguida, ou não, de solevamento, podendo apresentar-se sob a forma de afundamento plástico ou de consolidação. Conforme a figura a seguir:

Figura 11: Afundamento – Trilha de roda.



Fonte: DNIT (2003)

2.4.4.1 Afundamento Plástico

Para o DNIT (2003), afundamento plástico se caracteriza como:

Afundamento causado pela fluência plástica de uma ou mais camadas do pavimento ou do subleito, acompanhado de solevamento. Quando ocorre em extensão de até 6m é denominado afundamento plástico local; quando a extensão for superior a 6m e estiver localizado ao longo da trilha de roda é denominado afundamento plástico da trilha de roda (DNIT 005/2003 – TER).

2.4.4.2 Afundamento de Consolidação

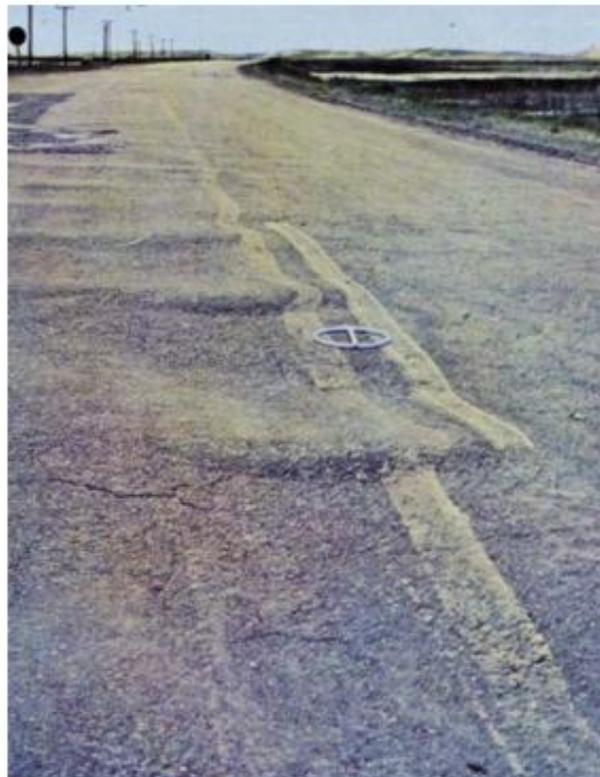
Já afundamento de consolidação, segundo o DNIT (2003):

É causado pela consolidação diferencial de uma ou mais camadas do pavimento ou subleito sem estar acompanhado de levantamento. Quando ocorre em extensão de até 6m é denominado afundamento de consolidação local; quando a extensão for superior a 6m e estiver localizado ao longo da trilha de roda é denominado afundamento de consolidação da trilha de roda (DNIT 005/2003 – TER).

2.4.5. Ondulação ou Corrugação

O DNIT (2003) traz ainda o conceito de ondulação ou corrugação como sendo, “deformação caracterizada por ondulações ou corrugações transversais na superfície do pavimento, superfície ondulada com sequência de comprimento de onda”. Conforme a figura a seguir:

Figura 12: Corrugação - ondulação.



Fonte: DNIT (2003)

2.4.6. Escorregamento

Segundo DNIT (2003), é o “deslocamento do revestimento em relação à camada subjacente do pavimento, com aparecimento de fendas em forma de meia-lua”. Conforme a figura a seguir:

Figura 13: Escorregamento – deslocamento do revestimento.



Fonte: DNIT (2003)

2.4.7 Exsudação

Excesso de ligante betuminoso na superfície do pavimento, causado pela migração do ligante através do revestimento (DNIT 005/2003 – TER). Conforme a figura a seguir:

Figura 14: Exsudação de asfalto.



Fonte: DNIT (2003)

2.4.8. Desgaste

Efeito do arrancamento progressivo do agregado do pavimento, caracterizado por aspereza superficial do revestimento e provocado por esforços tangenciais causados pelo tráfego (DNIT 005/2003 – TER). Conforme a figura a seguir:

Figura 15: Desgaste - polimento.



Fonte: DNIT (2003)

2.4.9. Panela ou Buraco

De acordo com o DNIT (2003), panela ou buraco podem ser conceituados como:

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 005/2003 – TER). Conforme a figura a seguir:

Figura 16: Panela ou buraco.



Fonte: DNIT (2003)

2.4.10. Remendo

Remendo, segundo DNIT (2003), é a “panela preenchida com uma ou mais camadas de pavimento na operação denominada de “tapa-buraco”. Conforme a figura a seguir:

Figura 17: Remendo.



Fonte: SILVA (2003)

2.4.10.1 Remendo profundo

Segundo as normas do DNIT (2003), é “aquele em que há substituição do revestimento e, eventualmente, de uma ou mais camadas inferiores do pavimento. Usualmente, apresenta forma retangular”.

2.4.10.2. Remendo superficial

Conforme DNIT (2003), é a “correção, em área localizada, da superfície do revestimento, pela aplicação de uma camada betuminosa”.

2.5. MANUTENÇÃO E CONSERVAÇÃO DE PAVIMENTOS

A manutenção dos pavimentos possui um conjunto de medidas destinadas a recompor o pavimento e fazer a adaptação da rodovia às condições de tráfego atual e futuro, assim prolongando seu período de vida útil da mesma (DNIT, 2006).

Os serviços de manutenção englobam basicamente os seguintes processos de intervenções:

- Conservação rotineira: É um conjunto de operações realizadas com o objetivo de reparar ou sanar um ou mais defeitos, realizada normalmente uma ou mais vezes no ano, tendo como os principais serviços rotineiros, remendos e selagem de trincas (DNIT, 2006).
- Conservação periódica: É um conjunto de operações realizadas com o objetivo de evitar o surgimento ou agravamento de defeitos. As atividades geralmente envolvem a aplicação de uma camada delgada de mistura asfáltica ou um tratamento superficial simples, o que tem como finalidade melhorar ou proteger a superfície do pavimento (DNIT, 2006).
- Reabilitação: É um conjunto de serviços destinado a recuperação de um pavimento que, como decorrência do alto grau de deterioração alcançado. Os meios de serviços são para a reabilitação, remendos seletivos, esforços estruturais ou aplicação de camadas de regularização (DNIT, 2006).
- Reconstrução: É a reabilitação do pavimento, podendo envolver a remoção parcial ou total da espessura do pavimento, podendo atingir o subleito, posteriormente executar adequadamente a novas camadas estruturais (DNIT, 2006).

- **Restauração:** É um conjunto de serviços necessários para restaurar a capacidade estrutural do pavimento e a qualidade do rolamento da rodovia, onde sua execução é por meio das atividades de reabilitação (DNIT, 2006).

A conservação dos pavimentos consiste em um conjunto de serviços destinados à preservação do pavimento nas condições em que ele foi construído ou no estado em que foi posteriormente restaurado. A conservação da infraestrutura rodoviária nas condições em que ela foi construída, teria um período de vida útil, teoricamente, para sempre. Porém, na prática, a conservação ajuda apenas a rodovia a desempenhar o seu papel de maneira satisfatória para o qual ela foi projetada. A conservação da rodovia não pode ser considerada como recurso temporário, mais sim uma garantia contra uma restauração dispendiosa (DNIT, 2006).

Basicamente, a conservação das rodovias tem o intuito de contribuir para que as rodovias estejam permanentemente abertas ao tráfego, permitindo uma maior regularidade, pontualidade e segurança aos serviços de transporte. Reduzir os custos de operação dos veículos e prolongar sua vida útil de projeto (DNIT, 2006).

2.6. MALHA RODOVIÁRIA DO TOCANTINS

2.6.1. Quantidade de Rodovias

Um levantamento feito pelo DNIT em 2013 mostra que o Tocantins possui uma malha rodoviária de 5052,6 mil quilômetros de rodovias estaduais pavimentadas, em que fazem a integração de praticamente todas as cidades do Estado. Enquanto isso, 1666,3 mil quilômetros de rodovias federais fazem suas ligações com os demais Estados do Brasil. Assim, como mostra os gráficos da rede rodoviária do Tocantins.

Figura 18: Gráfico da rede rodoviária do Tocantins.



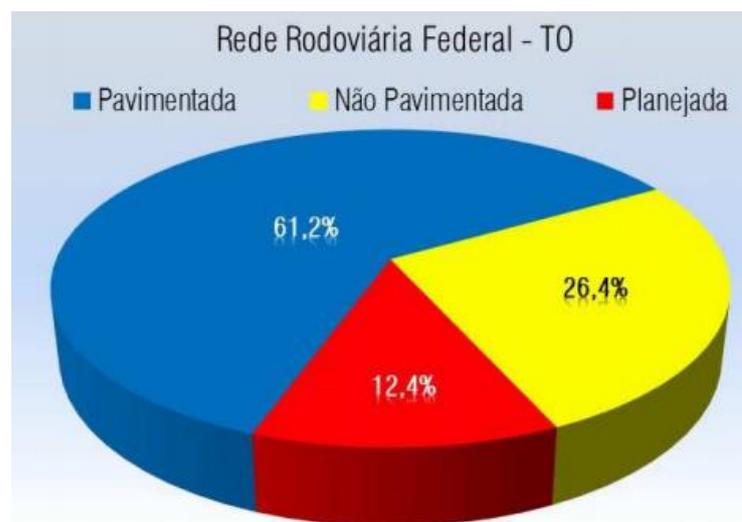
Fonte: SNV *apoud* DNIT (2013)

Figura 19: Quadro da rede rodoviária do Tocantins.

Superfície	Porcentagem	Extensão (km)
Pavimentada	17,7%	6.718,90
Não Pavimentada	63,7%	24.174,10
Planejada	18,6%	7.063,20
Total	100,0%	37.956,20

Fonte: SNV *apoud* DNIT (2013)

Figura 20: Gráfico da rede Rodoviária Federal do Tocantins.



Fonte: SNV *apoud* DNIT (2013)

Figura 23: Legenda do mapa Rodoviário do Tocantins.

CONVENÇÕES CARTOGRÁFICAS		Rodovias	
	Rodovia estadual		Rodovia pavimentada
	Rodovia federal		Rodovia em obras de pavimentação
	Rio perene ou intermitente		Rodovia implantada
	Limite de unidade de conservação		Rodovia planejada
	Limite de terra indígena		Rodovia em leito natural
	Área edificada - CAPITAL		
	Sede de município		

Fonte: Atlas do Tocantins (2012)

3. METODOLOGIA

O trabalho consiste em um estudo de caso, onde foi realizado o levantamento de dados do local, especificamente do tipo de pavimento. Consiste ainda na identificação das patologias existentes no pavimento flexível. Através da realização do Levantamento Visual Contínuo obteremos a nota atribuída ao trecho, assim qualificando o seu estado, se estará ótimo, bom, regular, ruim ou em péssimas condições. Para isso, serão observados os métodos realizados pelo órgão responsável para manutenção da via, a fim de sugerir uma atividade de manutenção e reabilitação, conforme o manual de restauração de pavimento asfáltico do DNIT, também conforme a normas DNIT 005/2003 – TER, DNIT 008/2003 – PRO e DNIT 154/2010 – ES.

Para que o cumprimento dos objetivos propostos nesse estudo sejam realizados, a metodologia foi desenvolvida por etapas.

3.1 RODOVIA DE ESTUDO

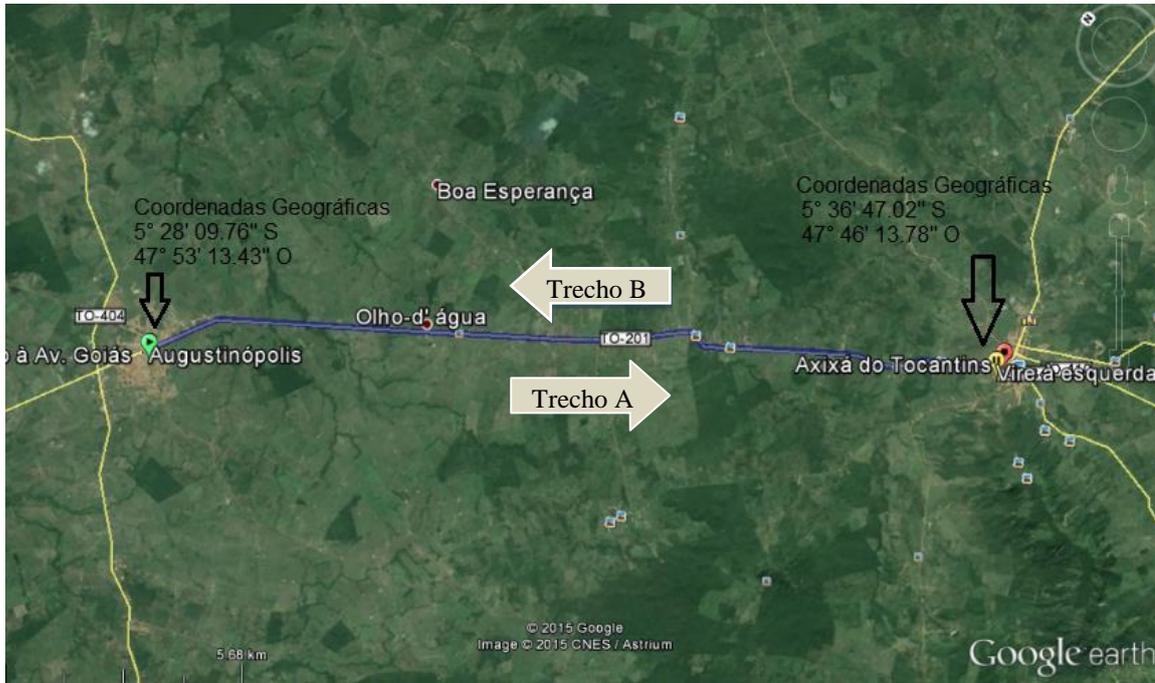
A rodovia TO-201, alvo desse estudo, está localizada entre o trecho compreendido entre a cidade de Augustinópolis e Axixá do Tocantins, o qual foi escolhido por ser uma área cuja malha rodoviária está bastante danificada, sendo uma das principais ligações entre os estados do Maranhão e Pará, em que a última manutenção foi realizada em 2013, na operação de tapa buracos utilizando massa asfáltica PMF (Pré Misturada Fria).

É uma rodovia estadual, possui cerca de 117 km, se inicia em Esperantina e termina em Sítio Novo do Tocantins, a TO-201 serve aos municípios de Esperantina, Buriti do Tocantins, Vinte Mil, Augustinópolis, Axixá do Tocantins e Sítio Novo do Tocantins. O trecho em estudo tem cerca de 20 km de extensão, localizado na região norte do Tocantins, mais conhecido como “Bico do Papagaio”, e fica a 628 km da capital do estado, Palmas. Na rodovia já foram realizados vários recapeamentos pelos órgãos responsáveis, o pavimento utilizado na rodovia é o TSD, como não há manutenção corretiva, seu estado atual é crítico.

Não sendo o foco do meu estudo, observou-se que o índice pluviométrico da região em estudo tem uma precipitação média anual de 1600 mm a 1500 mm, a região de estudo se encontra na média de precipitações que ocorrem no Tocantins,

devido ter variações de 1300 mm a 2100 mm, conforme dados do Altas do Tocantins. Observou-se no trecho em estudo que não a um sistema de drenagem eficiente, observando a ausência em boa parte dos trechos de meio fio e sarjetas.

Figura 24: Mapa do trecho a ser estudado.



Fonte: Google Earth

3.2 CARACTERIZAÇÃO DAS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS

Foram feitas visitas no trecho para a caracterização das patologias existentes, onde as mesmas foram registradas por fotografias feitas em todas as visitas com o intuito de obter os registros do período de seca, uma vez que os trechos estão sendo recapeados de forma errada, e também durante e após o período chuvoso, apresentando as conclusões nos resultados e discussões. As patologias foram identificadas segundo os conceitos da norma do DNIT 005/2003 – TER, e tem como objetivo definir os termos empregados para denominar as principais patologias encontradas em pavimentos rodoviários flexíveis e semirrígidos. No caso em estudo, será o pavimento flexível.

3.3 REALIZAÇÃO DO LEVANTAMENTO VISUAL CONTÍNUO (LVC)

O método utilizado para o levantamento das patologias existentes no trecho foi o Levantamento Visual Contínuo (LVC). O procedimento é normatizado pelo DNIT 008/2003 – PRO, o qual, segundo a norma, é preferível que a equipe que realizará o levantamento seja composta por, no mínimo, dois técnicos, além do motorista do veículo.

Na realização desta norma, foram adotadas as nomenclaturas e as definições da Norma do DNIT 005/2003 – TER. No Anexo 1 será mostrado o quadro de resumo dos defeitos, codificação e classificação.

Foi realizado um Levantamento Visual Contínuo adaptado para um estudo acadêmico, sendo realizado pelo autor e um engenheiro civil. Em um veículo equipado com velocímetro e um odômetro, estando calibrados para a verificação da velocidade e da distância percorrida, a uma velocidade em média de 30 a 40 km/h, onde ao percorrer o trecho o avaliador irá registrar as ocorrências de defeitos na superfície do pavimento. Este procedimento deverá ser realizado em condições climáticas boas, com a ausência de neblinas, ausência de chuvas, nem no início ou final do dia, pois há pouca luz natural.

3.3.1 Processo de levantamento

O processo realizado para a avaliação usada no Levantamento Visual Contínuo (LVC), está compreendido no preenchimento do formulário mostrado no Anexo 2, o preenchimento será de acordo com as instruções dos itens abaixo:

- O avaliador fez a divisão dos trechos em segmentos, com extensão mínima de 1km.
- Só devem ser estabelecidos segmentos maiores de 1 km, havendo uma homogeneidade dos defeitos na extensão do segmento.
- As informações coletadas foram levantadas ao fim de cada quilômetro percorrido.

3.3.2 Frequência de defeitos

No trecho avaliado, para cada defeito encontrado foram registradas as frequências do mesmo. Onde classificamos como “A” – Alta, “M” – média e “B” –

baixa. Assim a porcentagem e a qualidade serão avaliadas pela tabela 1, logo abaixo:

Tabela 1: 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

3.3.3 ICPF – Índice de Condição dos Pavimentos Flexíveis

O índice de condição dos pavimentos flexíveis é estimado com base na avaliação do pavimento, sua classificação da superfície do segmento conforme a tabela 2, em que vão de excelente a péssimo, tendo em vista a aplicação das medidas de manutenção estabelecidas pelo avaliador.

O ICPF é calculado mediante uma média dos índices contidos no formulário do levantamento, no Anexo 2. Os resultados do ICPF foram colocados no quadro de resumos no Anexo 4.

Tabela 2: 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 "panelas" e remendos pouco freqüentes e com irregularidade longitudinal ou transversal.	3 - 2
Ruim	RECAPEAMENTO COM CORREÇÕES PRÉVIAS - defeitos generalizados com correções prévias em áreas localizadas - remendos superficiais ou profundos.	2 - 1
Péssimo	RECONSTRUÇÃO - defeitos generalizados com correções prévias em toda a extensão. Degradação do revestimento e das demais camadas - infiltração de água e descompactação da base	1 - 0

Fonte: DNIT 008/2003 – PRO

3.3.4 IGGE – Índice de Gravidade Global Exedito

Através das tabelas 3 e 4, fornecendo os valores dos pesos e as frequências de defeitos, assim foi calculado o Índice de Gravidade Global exedito através da seguinte fórmula:

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

Onde:

- Ft, Pt – Frequência e Peso do conjunto de trincas t;
- Foap, Poap – Frequência e Peso do conjunto de deformações;

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

Os resultados dos cálculos foram colocados no Anexo 4.

Tabela 3: Determinação do IGGE.

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 4: Pesos adotados para realizar o cálculo do IGGE.

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

3.3.5 IES – Índice de Estado da Superfície do Pavimento

O índice de estado da superfície do pavimento é avaliado em função do IGGE e do ICPF calculados anteriormente, assim os valores do IES podem variar entre 0 a 10, conforme a tabela 5 do IES, podendo, assim, determinar o código e o

conceito a serem atribuídos ao estado da superfície do pavimento. Os resultados obtidos foram colocados no quadro de resumo, Anexo 4.

Tabela 5: IES – Índice de estado da superfície do pavimento.

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

Fonte: DNIT 008/2003 – PRO

3.4 VERIFICAÇÃO DO PROCEDIMENTO

Foram realizadas visitas ao trecho e foram feitas as verificações dos procedimentos de manutenção e restauração das patologias existentes realizados pelos órgãos responsáveis, foi realizado a verificação com trenas, réguas, a fim de caracterizar as dimensões das patologias. Foram feitos registros fotográficos do início do estudo até a sua conclusão, assim abrangendo o período chuvoso e também verificando a operação tapa buracos realizada no mês de Junho, feita à base de concreto com resíduos da construção civil, uma vez que não ocorrendo um reparo efetivo ocorrerá a deterioração do remendo feito pelo órgão responsável, onde foi verificado ainda se algum reparo foi realizado conforme o manual de restauração de pavimentos asfálticos do DNIT e também conforme a norma DNIT 154/2010 – ES.

3.5 SUGESTÃO PARA PROCEDIMENTOS DE REPAROS

Com as realizações das visitas ao trecho, identificamos as patologias, temos o diagnóstico feito pelo Levantamento Visual Contínuo (LVC) das patologias existentes na rodovia e foi atribuída nota ao trecho, qualificando o seu estado, se estará ótimo, bom, regular, ruim ou péssimo.

Foi realizado um procedimento corretivo das patologias ali existentes conforme a norma DNIT 154/2010 – ES e também conforme as literaturas, sendo elas, o manual de restauração de pavimentos asfálticos do DNIT, Pavimentação Asfáltica: Formação Básica para Engenheiros (BERNUCCI, 2006) e Defeitos e Atividades de Manutenção e Reabilitação em Pavimentos Asfálticos (ODA, 2003), onde serão sugeridos aos órgãos responsáveis esses métodos de reparo, para que possam realizar de forma correta a execução dos reparos nas rodovias.

4. RESULTADOS

4.1. Levantamento Visual Contínuo

4.1.1. Procedimento para levantamento “in loco”.

Na realização do Levantamento Visual Contínuo (LVC) adaptado, utilizou como procedimento à utilização da norma DNIT 008/2003 – PRO, no qual foram obedecidos os critérios de condições para realizar o mesmo.

O procedimento foi realizado em 08 de fevereiro de 2016, antes de iniciarmos o levantamento da via foi verificada as condições climáticas que estavam favoráveis para o levantamento, que foi realizado por volta as 11:00 horas da manhã sem nenhuma possibilidade de chuva ou tempo nublado. O veículo no qual foi realizado o levantamento estava calibrado o seu odômetro e seu velocímetro, estando assim apto a realizar o levantamento verificando a velocidade e a distância percorrida em cada trecho.

O LVC teve seu início em Augustinópolis onde foram percorridos 20 km chegando à cidade de Axixá do Tocantins. Os trechos foram divididos em km/km, assim foram levantados 40 trechos de 1 km cada, durante todo o percurso foram coletados os dados. Esse levantamento teve uma velocidade média entre 30 a 40 km/h conforme a norma.

Os trechos foram divididos em dois trechos, onde foram coletados os dados ao longo da pista a sua direita:

- Trecho A: O trecho A teve início em Augustinópolis no quilometro 1 até a cidade de Axixá do Tocantins no quilometro 20.
- Trecho B: O trecho B teve início em Axixá do Tocantins no quilometro 21 até a cidade de Augustinópolis no quilometro 40.

4.2. Manifestações patológicas encontradas.

Na identificação e caracterização das patologias encontradas no trecho, teve-se um embasamento segundo os conceitos da norma do DNIT 005/2003 – TER.

Foram realizadas visitas técnicas no trecho para a identificação e caracterização das manifestações patológicas existentes, foram realizadas duas visitas:

- Visita 1: A primeira visita realizada no trecho no dia 7 de setembro de 2015 por volta as 17 horas, encontramos a rodovia em estado critico sem algum tipo de manutenção e desagregação do pavimento asfáltico.
- Visita 2: A segunda visita foi realizada em 8 de fevereiro de 2016 para então realizar o levantamento visual contínuo, onde recentemente foi realizado um capeamento pelos órgãos responsáveis em dezembro. Nesta data foram observados varias manifestações patológicas, devido possivelmente os órgãos responsáveis não terem realizado o capeamento segundo as normativas.

4.2.1. Painelas

As painelas foram identificadas ao longo do trecho constantemente, onde foi possivelmente provocada à desagregação das camadas, devido possivelmente a falta de aderência causando o deslocamento da mesma.

As imagens 1, 2, 3 e 4 foram registradas na primeira visita, no dia 7 de setembro de 2015. Percebe-se que o pavimento asfáltico está bem desgastado devido o fluxo de transito ser intenso assim perdendo parcialmente o seu revestimento formando assim manifestações patologias. Nota-se que nas imagens 2, 3 e 4, as painelas foram preenchidas com concreto e com resíduos da construção civil (Tijolos) onde o processo foi realizado pelos usuários da via, segundo informações locais.

Imagens 1: Painelas



Fonte: Autor, 2015

Imagens 2: Painelas



Fonte: Autor, 2015

Imagens 3: Painelas



Fonte: Autor, 2015.

Imagens 4: Painelas



Fonte: Autor, 2015.

As imagens 5 e 6 foram registradas na segunda visita, nas quais as fotos apresentam manifestações associadas como podemos notar na imagem 5 tem-se uma painela com cerca de 7 cm de profundidade, nas bordas apresenta exsudação e logo acima desgaste do pavimento.

Na imagem 6 temos um painela com cerca de 14 cm de profundidade, também apresenta manifestações associadas como desgaste do pavimento.

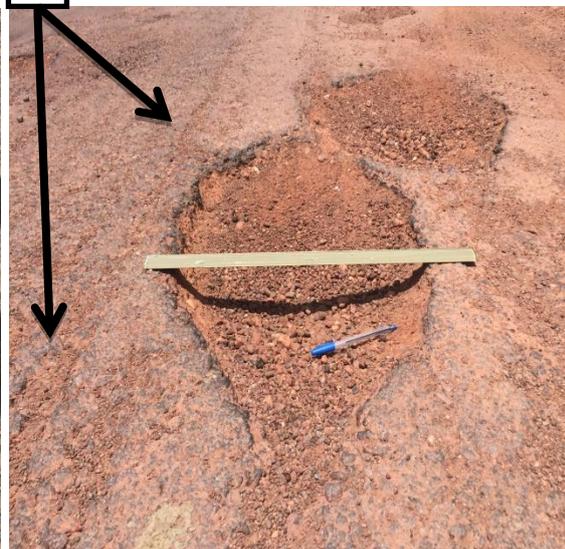
- A – Desgaste;
- B – Exsudação.

A Imagens 5: Painelas – Trecho: 12



Fonte: Autor, 2016.

A Imagens 6: Painelas – Trecho: 3



Fonte: Autor, 2016.

B

4.2.2. Remendos

Os Remendos foram identificados por não serem corretamente realizados e acabando sendo novamente aberto com perda dos materiais. O remendo está presente parcialmente em todo o trecho no qual foram identificados remendos profundos e superficiais no pavimento.

Conforme a norma do DNIT 154/2010 pode-se identificar nas imagens 7, 8, 9 e 10, que possivelmente os remendos não foram realizados segundo a normativa, que diz que, deve-se realizar um corte no qual o mesmo se estenda 30 cm da parte não afetada, sendo em formato retangulares obtendo assim as bordas verticais, no caso dos remendos profundos que são predominantes nesse pavimento.

Imagens 7: Remendos – Trecho: 13



Fonte: Autor, 2016.

Imagens 8: Remendos – Trecho: 11 e 29



Fonte: Autor, 2016.

Imagens 9: Remendos – Trecho: 17 e 24



Fonte: Autor, 2016.

Imagens 10: Remendos – Trecho: 7 e 33



Fonte: Autor, 2016.

4.2.3. Exsudação

As exsudações estão presentes constantemente no trecho determinado, devido ao excesso de ligante betuminoso na superfície do pavimento asfáltico.

Imagens 11: Exsudação – Trecho: 10 Imagens 12: Exsudação – Trecho: 33



Fonte: Autor, 2016.



Fonte: Autor, 2016.

Imagens 13: Exsudação – Trecho: 33 Imagens 14: Exsudação – Trecho: 35



Fonte: Autor, 2016.



Fonte: Autor, 2016.

4.2.4. Escorregamento

O escorregamento não é predominante neste trecho da rodovia, mais há pequenos casos de ocorrências.

Imagens 15: Escorregamento – Trecho: 33



Fonte: Autor, 2016.

4.2.5. Afundamento

Os afundamentos não estão presentes constantemente no trecho em estudo, foram identificados alguns. Na imagem 17 e 19 temos um afundamento com cerca de 40 cm aproximadamente.

Imagens 16: Afundamento – Trecho:37 Imagens 17: Afundamento – Trecho:37



Fonte: Autor, 2016.



Fonte: Autor, 2016.

Imagens 18: Afundamento – Trecho:37



Fonte: Autor, 2016.

Imagens 19: Afundamento – Trecho:28



Fonte: Autor, 2016.

4.2.6. Desgaste

Desgaste é uma das patologias mais predominantes nesse pavimento asfáltico por ser um pavimento com certa idade e com a possível falta de manutenção acarretando um possível desagregamento do agregado do pavimento causado pelo tráfego.

Imagens 20: Desgaste – Trecho: 17



Fonte: Autor, 2016.

Imagens 21: Desgaste – Trecho: 13



Fonte: Autor, 2016.

Imagens 22: Desgaste – Trecho: 13



Fonte: Autor, 2016.

Imagens 23: Desgaste – Trecho: 30



Fonte: Autor, 2016.

4.2.7. Ondulações

As ondulações não estão predominante no trecho estudado, sua ocorrência é baixa no pavimento. É perceptível ondulações no pavimento com grande números de remendos.

Podemos notar que as ondulações neste pavimento estudado surgem com manifestações associadas. Observando a imagem 25 podemos notar varias manifestações patológicas.

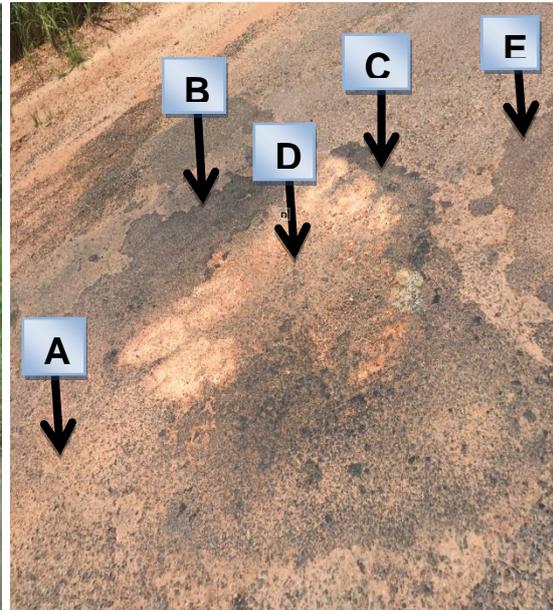
- A – Desgaste;
- B – Exsudação;
- C - Ondulação;
- D – Afundamento;
- E – Remendo.

Imagens 24: Ondulações – Trecho: 14



Fonte: Autor, 2016.

Imagens 25: Ondulações – Trecho: 29



Fonte: Autor, 2016.

4.2.8. Trincas

As trincas estão predominantemente neste revestimento asfáltico estudado, onde as trincas longitudinal tem uma frequência mais elevada.

Imagens 26: Trincas – Trecho: 11 e 29



Fonte: Autor, 2016.

Imagens 27: Trincas – Trecho: 35



Fonte: Autor, 2016.

Imagens 28: Trincas – Trecho: 35



Fonte: Autor, 2016.

Imagens 29: Trincas – Trecho: 3



Fonte: Autor, 2016.

4.3. Quantificação de Manifestações Patológicas por trechos.

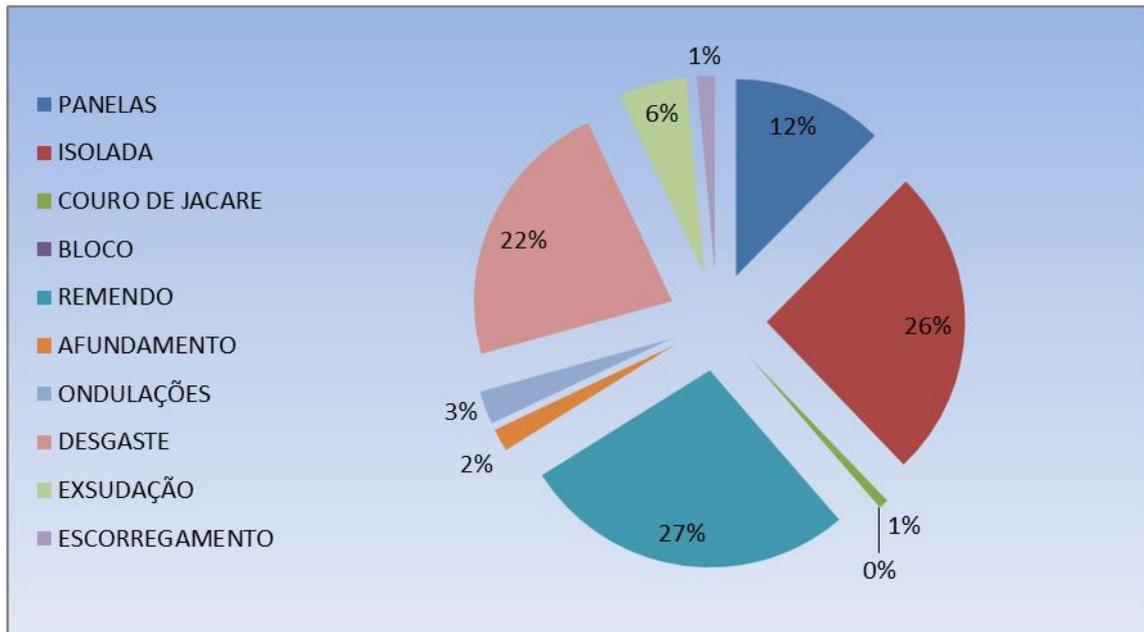
Conforme o levantamento visual contínuo, devido à quantificação das patologias em cada trecho pode saber assim quais foram às patologias mais encontradas em todo o trecho e saber os trechos de maior incidência de manifestações patológicas.

Ao analisarmos o gráfico 1 logo abaixo, podemos obter em porcentagem assim as maiores incidências de manifestações patológicas que ocorrem no pavimento asfáltico estudado. Tendo assim que o remendo é a patologia conforme o Levantamento visual contínuo com maior frequência com 27%, provavelmente devido o recente recapeamento.

Em seguida temos as trincas isoladas com 26%, logo seguindo com 22% temos o desgaste. São as patologias de maiores frequências no pavimento estudado.

Conforme o gráfico 2, podemos então determinar os trechos com maiores quantidades de manifestações patológicas. Temos 3 trechos, sendo eles, Trecho 2 com 81 manifestações, Trecho 35 com 84 manifestações, Trecho 36 com 83 manifestações.

Gráficos 1: Manifestações patológicas no trecho.



Fonte: Autor, 2016.

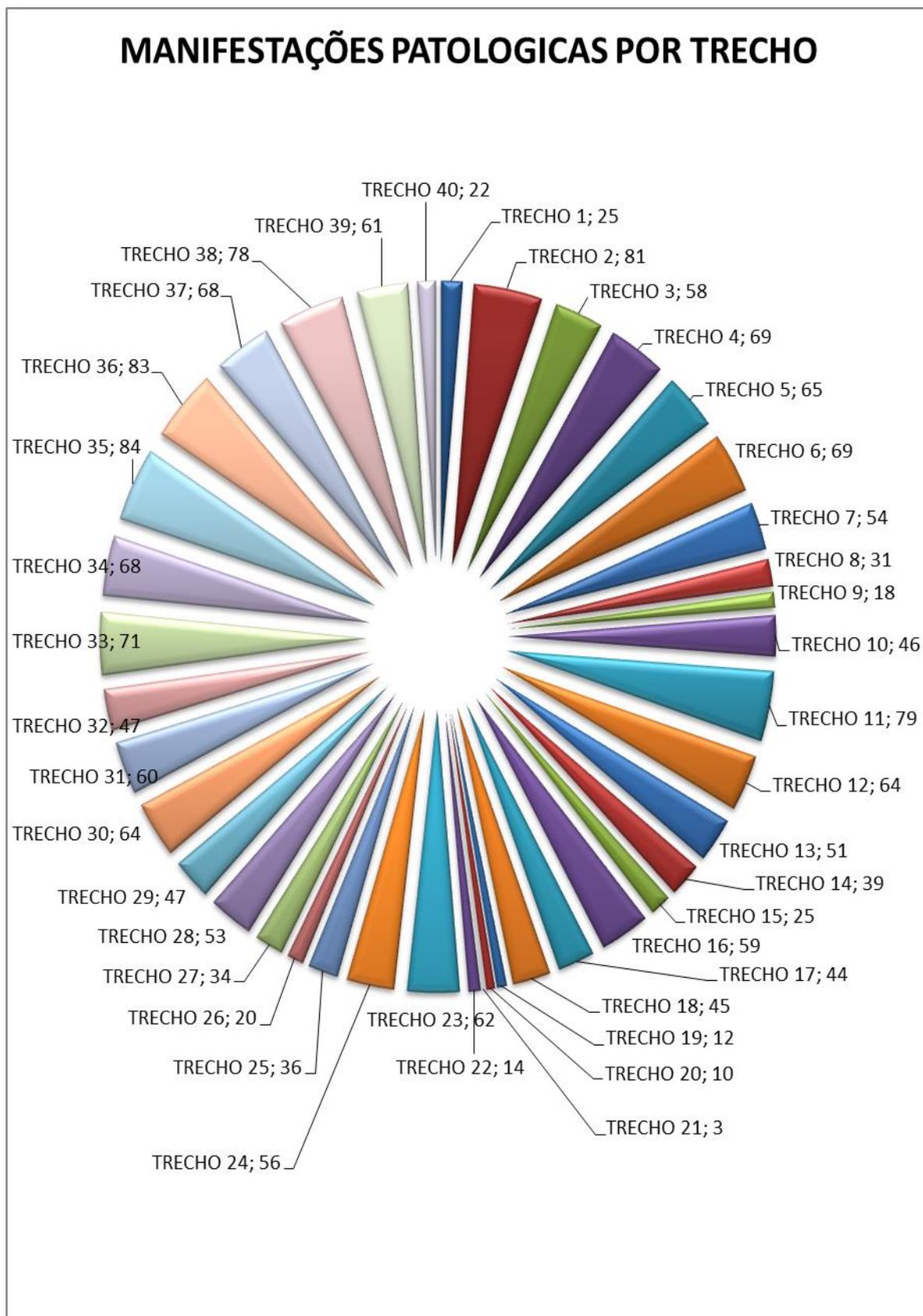
A tabela 6 nos mostra a quantificação de cada manifestação patológica encontrada no trecho estudado, assim gerando o Gráfico 1 acima.

Tabela 6: Quantidades de Manifestações Patológicas

PANELAS	ISOLADA	COURO DE JACARE	BLOCO	REMENDO	AFUNDAMENTO	ONDULAÇÕES	DESGASTE	EXSUDAÇÃO	ESCORREGAMENTO
244	504	16	0	541	37	54	441	109	29

Fonte: Autor, 2016.

Gráficos 2: Manifestações patológicas por trecho



Fonte: Autor, 2016.

4.4. Determinação do Levantamento Visual Contínuo

4.4.1 Formulário do IGGE

De acordo com o formulário de levantamento do LVC, obtivemos o quantitativo de patologias encontradas no trecho, assim possibilitando a realização do cálculo do Índice de Gravidade Global Expedito. Conforme a tabela 7.

Através das tabelas de valores dos pesos e frequências de defeitos, calculamos o IGGE através da seguinte fórmula:

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

Tabela 7: Formulário do IGGE

IGGE - ÍNDICE DE GRAVIDADE GLOBAL EXPEDITO (CÁLCULO)													
SEGMENTO				TRINCAS			DEFORMAÇÕES			PANELA + REMENDO			(Ft x Pt) + (Foap x Poap) + (Fpr x Ppr) = IGGE
N° DO SEG	KM INICIO	KM FIM	EXTENÇÃO	Ft %	Pt	Ft x Pt	Foap %	Poap	Foap x Poap	Fpr % N°	Ppr	Fpr x Ppr	
1	0	1	1	2,69	0,30	0,81	1,04	0,6	0,62	5	1,0	5,00	6,43
2	1	2	1	3,65	0,30	1,10	11,32	0,7	7,92	34	1,0	34,00	43,02
3	2	3	1	2,50	0,30	0,75	8,95	0,6	5,37	20	1,0	20,00	26,12
4	3	4	1	3,08	0,30	0,92	12,25	0,7	8,57	25	1,0	25,00	34,49
5	4	5	1	2,31	0,30	0,69	6,23	0,6	3,74	33	1,0	33,00	37,43
6	5	6	1	2,31	0,30	0,69	14,68	0,7	10,28	31	1,0	31,00	41,97
7	6	7	1	3,27	0,30	0,98	6,12	0,6	3,67	23	1,0	23,00	27,65
8	7	8	1	3,46	0,30	1,04	0,86	0,6	0,52	8	1,0	8,00	9,56
9	8	9	1	2,12	0,30	0,63	0,86	0,6	0,52	2	0,7	1,40	2,55
10	9	10	1	1,92	0,30	0,58	6,34	0,6	3,81	10	1,0	10,00	14,38
11	10	11	1	2,88	0,30	0,87	8,71	0,6	5,23	35	1,0	35,00	41,09
12	11	12	1	2,31	0,30	0,69	8,20	0,6	4,92	26	1,0	26,00	31,61
13	12	13	1	2,50	0,30	0,75	4,03	0,6	2,42	20	1,0	20,00	23,17
14	13	14	1	3,27	0,30	0,98	2,65	0,6	1,59	12	1,0	12,00	14,57
15	14	15	1	2,31	0,30	0,69	0,35	0,6	0,21	11	1,0	11,00	11,90
16	15	16	1	3,65	0,30	1,10	3,97	0,6	2,38	17	1,0	17,00	20,48
17	16	17	1	2,88	0,30	0,87	3,92	0,6	2,35	17	1,0	17,00	20,22
18	17	18	1	3,08	0,30	0,92	3,28	0,6	1,97	10	1,0	10,00	12,89
19	18	19	1	0,96	0,30	0,29	0,35	0,6	0,21	5	1,0	5,00	5,50
20	19	20	1	0,96	0,30	0,29	0,52	0,6	0,31	2	0,7	1,40	2,00
21	20	21	1	0,38	0,30	0,12	0,00	0,6	0,00	1	0,7	0,70	0,82
22	21	22	1	0,58	0,30	0,17	0,00	0,6	0,00	11	1,0	11,00	11,17
23	22	23	1	2,50	0,30	0,75	3,11	0,6	1,87	31	1,0	31,00	33,62
24	23	24	1	3,08	0,30	0,92	3,45	0,6	2,07	20	1,0	20,00	23,00
25	24	25	1	1,35	0,30	0,40	4,96	0,6	2,98	11	1,0	11,00	14,38
26	25	26	1	2,69	0,30	0,81	0,52	0,6	0,31	3	0,8	2,40	3,52
27	26	27	1	2,69	0,30	0,81	2,42	0,6	1,45	6	1,0	6,00	8,26
28	27	28	1	2,50	0,30	0,75	7,33	0,6	4,40	19	1,0	19,00	24,15

IGGE - ÍNDICE DE GRAVIDADE GLOBAL EXPEDITO (CÁLCULO)													
SEGMENTO				TRINCAS			DEFORMAÇÕES			PANELA + REMENDO			(Ft x Pt) + (Foap x Poap) + (Fpr x Ppr) = IGGE
N° DO SEG	KM INICIO	KM FIM	EXTENSÃO	Ft %	Pt	Ft x Pt	Foap %	Poap	Foap x Poap	Fpr % N°	Ppr	Fpr x Ppr	
29	28	29	1	1,92	0,30	0,58	4,62	0,6	2,77	21	1,0	21,00	24,35
30	29	30	1	3,27	0,30	0,98	3,28	0,6	1,97	28	1,0	28,00	30,95
31	30	31	1	3,65	0,30	1,10	3,45	0,6	2,07	21	1,0	21,00	24,17
32	31	32	1	2,31	0,30	0,69	2,76	0,6	1,66	19	1,0	19,00	21,35
33	32	33	1	2,69	0,30	0,81	8,71	0,6	5,23	28	1,0	28,00	34,04
34	33	34	1	2,50	0,30	0,75	6,92	0,6	4,15	31	1,0	31,00	35,90
35	34	35	1	3,65	0,30	1,10	11,32	0,7	7,92	37	1,0	37,00	46,02
36	35	36	1	2,50	0,30	0,75	12,18	0,7	8,53	37	1,0	37,00	46,28
37	36	37	1	2,88	0,30	0,87	5,89	0,6	3,53	35	1,0	35,00	39,40
38	37	38	1	3,08	0,30	0,92	11,15	0,7	7,80	35	1,0	35,00	43,73
39	38	39	1	2,31	0,30	0,69	2,25	0,6	1,35	36	1,0	36,00	38,04
40	39	40	1	1,35	0,30	0,40	1,04	0,6	0,62	9	1,0	9,00	10,03

Fonte: Autor, 2016.

4.4.2 Quadro de Resumos

Por fim a última etapa do procedimento do Levantamento Visual Contínuo o quadro de resumos. No qual o Índice de Estado da Superfície do pavimento nos dará um código e conceito sobre cada trecho estudado de acordo com o Índice de Condição dos Pavimentos Flexível e do Índice de Gravidade Global Expedito.

De acordo com a tabela 8 podemos identificar os trechos que estão em estado Ruim, que são eles, o trecho 2, trecho 6, trecho 11, trecho 35, trecho 36 e o trecho 38.

Tabela 8: Quadro de Resumos

PAVIMENTOS FLEXÍVEIS E SEMI-RÍGIDOS RESULTADOS DO LEVANTAMENTO VISUAL CONTÍNUO								
SEGMENTO				Resultados				
N° do Seg.	Km Início	Km Fim	Extensão	ICPF	IGGE	IES		
						Valor	Cód.	Conceito
1	0	1	1	3,50	6,43	1	B	BOM
2	1	2	1	2,00	43,02	5	D	RUIM
3	2	3	1	3,00	26,12	3	C	REGULAR
4	3	4	1	2,50	34,49	3	C	REGULAR

PAVIMENTOS FLEXÍVEIS E SEMI-RÍGIDOS								
RESULTADOS DO LEVANTAMENTO VISUAL CONTÍNUO								
SEGMENTO				Resultados				
N° do Seg.	Km Início	Km Fim	Extensão	ICPF	IGGE	IES		
						Valor	Cód.	Conceito
5	4	5	1	2,20	37,43	3	C	REGULAR
6	5	6	1	2,00	41,97	5	D	RUIM
7	6	7	1	3,00	27,65	3	C	REGULAR
8	7	8	1	3,50	9,56	1	B	BOM
9	8	9	1	4,20	2,55	0	A	ÓTIMO
10	9	10	1	3,30	14,38	1	B	BOM
11	10	11	1	2,00	41,09	5	D	RUIM
12	11	12	1	2,60	31,61	3	C	REGULAR
13	12	13	1	3,00	23,17	3	C	REGULAR
14	13	14	1	3,30	14,57	1	B	BOM
15	14	15	1	3,40	11,90	1	B	BOM
16	15	16	1	2,90	20,48	3	C	REGULAR
17	16	17	1	2,90	20,22	3	C	REGULAR
18	17	18	1	3,40	12,89	1	B	BOM
19	18	19	1	3,50	5,50	1	B	BOM
20	19	20	1	3,60	2,00	0	A	ÓTIMO
21	20	21	1	3,70	0,82	0	A	ÓTIMO
22	21	22	1	3,40	11,17	1	B	BOM
23	22	23	1	2,60	33,62	3	C	REGULAR
24	23	24	1	3,00	23,00	3	C	REGULAR
25	24	25	1	3,30	14,38	1	B	BOM
26	25	26	1	3,60	3,52	0	A	ÓTIMO
27	26	27	1	3,50	8,26	1	B	BOM
28	27	28	1	3,00	24,15	3	C	REGULAR
29	28	29	1	3,00	24,35	3	C	REGULAR
30	29	30	1	2,50	30,95	3	C	REGULAR
31	30	31	1	3,00	24,17	3	C	REGULAR

PAVIMENTOS FLEXÍVEIS E SEMI-RÍGIDOS								
RESULTADOS DO LEVANTAMENTO VISUAL CONTÍNUO								
SEGMENTO				Resultados				
N° do Seg.	Km Início	Km Fim	Extensão	ICPF	IGGE	IES		
						Valor	Cód.	Conceito
32	31	32	1	3,00	21,35	3	C	REGULAR
33	32	33	1	2,50	34,04	3	C	REGULAR
34	33	34	1	2,50	35,90	3	C	REGULAR
35	34	35	1	1,70	46,02	5	D	RUIM
36	35	36	1	1,70	46,28	5	D	RUIM
37	36	37	1	2,30	39,40	3	C	REGULAR
38	37	38	1	1,90	43,73	5	D	RUIM
39	38	39	1	2,40	38,04	3	C	REGULAR
40	39	40	1	3,40	10,03	1	B	BOM

Fonte: Autor, 2016.

Através dos resultados obtidos na tabela 8 assim gerando o gráfico 3, podemos concluir que o trecho estudado possui cerca de 10% em estado Ótimo o qual necessita apenas de uma conservação rotineira, 27% em estado Bom onde apresenta um desgaste superficial com trincas de menor gravidade, 48% em estado Regular onde o pavimento se encontra com panelas, trincas e remendos, 15% em estado Ruim no qual o pavimento apresenta defeitos generalizados com recapeamento e correções prévias.

Gráficos 3: Resultados do LVC



Fonte: Autor, 2016.

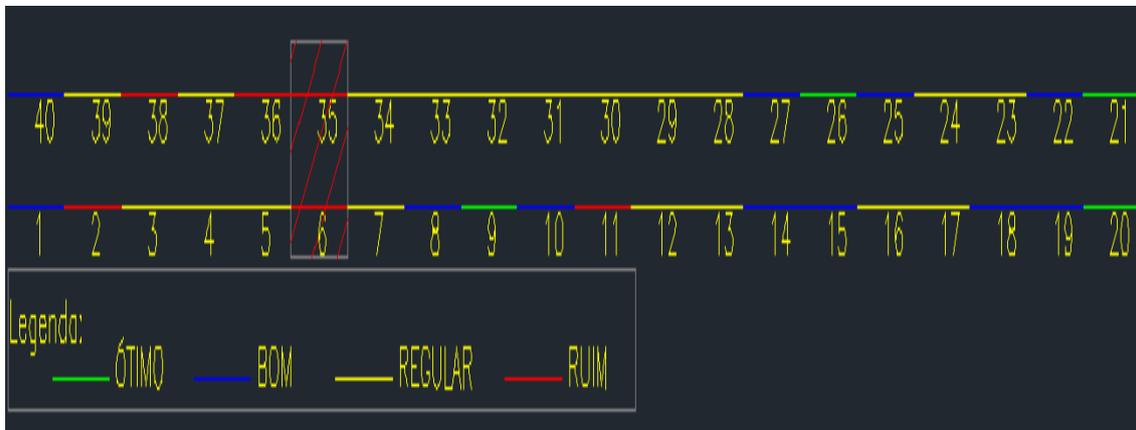
Tabela 9: Quantitativo do Quadro de Resumos

ÓTIMO	BOM	REGULAR	RUIM
4	11	19	6

Fonte: Autor, 2016.

De acordo com os resultados do LVC temos a seguinte conclusão, que os trechos 6 e 35 são os piores trechos da rodovia em estudo, conforme a figura 25.

Figura 25: Compatibilização dos Trechos.



Fonte: Autor, 2016.

4.3 Reparos e Manutenções

4.3.1 Realizados pelos Órgãos Competentes.

Foi verificado nas visitas decorrentes ao trecho em estudo, que na primeira visita no dia 7 de setembro de 2015 foi realizado uma operação tapa buracos no qual foi utilizado concreto com resíduos da construção civil, não sabem ao certo se foi realizado pelos órgãos responsáveis ou pelos usuários da via. Como podemos observar nas imagens 30 e 31, tirada na primeira visita ao trecho.

Imagens 30: Tapa Buraco



Fonte: Autor, 2015.

Imagens 31: Tapa Buraco



Fonte: Autor, 2015.

Na segunda visita realizada em 8 de fevereiro de 2016, após uma recente operação tapa buracos realizada em dezembro, foi realizada provavelmente através do PMF (Pré-misturado a frio), sendo as misturas asfálticas usinadas, estocadas, espalhadas e compactadas à temperatura ambiente. Foi observado que essa operação tapa buracos não foi realizada o devido formato quadrilátero no local das patologias. Podemos observar nas imagens 32 e 33, tiradas na segunda visita realizada ao trecho.

Imagens 32: Tapa Buraco



Fonte: Autor, 2016.

Imagens 33: Tapa Buraco



Fonte: Autor, 2016.

4.3.2 Procedimentos normatizados.

De acordo com o trecho estudado e as manifestações patológicas encontradas, podemos assim sugerir alguns procedimentos de reparos da via. O qual obteve para cada trecho sua classificação.

Os procedimentos de manutenção dos pavimentos asfálticos consistem geralmente na aplicação de capas selantes, realização dos remendos e a selagem das trincas. Uma manutenção periódica onde identifica e realiza o reparo das patologias nas suas fases iniciais se tornam muito eficientes, pois evitam assim a evolução das manifestações patológicas assim tendo em vista uma economia nos custos de operações de veículos e de manutenção e reabilitação do pavimento, segundo ODA (2003).

Segundo à Normativa do DNIT 154/2010, de recuperação de defeitos em pavimentos asfálticos, as execuções de recuperação das áreas degradadas devem seguir um cronograma, sendo ele:

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

Segundo à Normativa do DNIT 154/2010, de recuperação de defeitos em pavimentos asfálticos, as execuções de remendos superficiais, o qual são executados para selar as trincas superficiais, assim evitando que a umidade penetre nas camadas do pavimento, podendo assim impedir maiores degradações no pavimento, devem seguir um cronograma, sendo ele:

- Reparo pode ser através de uma camada fina de material asfáltico e agregado miúdo, misturados em usina ou a realizar a aplicação da capa selante;
- Deve-se realizar o corte no revestimento formando bordas verticais;
- Deve ser realizada a limpeza da área, com jato de ar comprimido;
- Realizar a aplicação de emulsão asfáltica na superfície e ao redor do corte;
- Realizar o espalhamento dos agregados de cobertura após a aplicação da emulsão;
- Realizar a compressão através do rolo pneumático;
- A abertura para o tráfego só deve ser liberada após a ruptura da emulsão asfáltica.

Segundo à Normativa do DNIT 154/2010, de recuperação de defeitos em pavimentos asfálticos, as execuções de remendos profundos, o qual são executados para reparos permanentes o CBUQ e para reparos emergenciais o PMF, devem seguir um cronograma, sendo ele:

- O corte deve ser aberto entorno da área degradada a fim de obter bordas verticais, onde o corte deve se estender a uma distância de 30 cm da parte não afetada. Assim removendo o material até uma profundidade considerada para realização de um remendo eficiente;
- Caso a profundidade de escavação atinja as demais camadas do pavimento, deve ser recomposta para ser realizada uma limpeza para receber a imprimação de emulsão asfáltica;
- O preenchimento da escavação deve ser realizado com mistura asfáltica a quente ou mistura asfáltica a frio;
- Realizar a compressão através do rolo pneumático.

Conforme as literaturas de recuperações de pavimentos asfálticos, podemos então apresentar alguns procedimentos para a recuperação do sistema viário da rodovia em estudo.

Na execução de remendos em condições climáticas desfavoráveis e se tratando de remendos emergenciais, recomenda-se o uso de pré-misturados a frio. Se for o caso de um reparo permanente recomenda-se o uso do CBUQ.

Conforme a figura 26, podemos observar a devida realização do remendo:

Figura 26: Execução, compactação e acabamento do remendo da superfície.



Fonte: ODA (2003).

Para as recuperações das Trincas podem ser utilizadas as técnicas de:

- Lama asfáltica;
- Micro revestimento;
- Tratamentos superficiais;
- Capa selante.

Para realizar o tratamento de deformações no pavimento, as técnicas sugeridas são: A realização da Fresagem no pavimento e o recapeamento.

Os tipos de recapeamentos são:

- Concreto asfáltico;
- SMA (camada de rolamento que resiste as deformações do trafego pesado);
- Pré-misturado a quente.

Figura 27: Aplicação de ligante asfáltico e distribuição de agregados.



Fonte: BERNUCCI (2008).

Figura 28: Processo de recapeamento.



Fonte: BERNUCCI (2008).

Os trechos em estudo apresentam em estado Ruim conforme o resultado do Levantamento Visual Contínuo, o qual necessita a realização de um recapeamento nas áreas localizadas, remendos profundos e superficiais como soluções prévias.

Os trechos que apresentam em estado Regular conforme o resultado do Levantamento Visual Contínuo deve ser realizado correções como pré-misturado a frio com aplicação posterior de uma lama asfáltica ou micro revestimento nos pontos localizados ou recapeamento.

Os trechos que apresentam em estado Bom conforme o resultado do Levantamento Visual Contínuo deve ser realizado uma aplicação de lama asfáltica ou de micro revestimento.

Os trechos que apresentam em estado Ótimo conforme o resultado do Levantamento Visual Contínuo deve ser realizado apenas uma conservação rotineira.

Sugere-se a realização de sondagens nos trechos considerados críticos, os quais são os trechos 6 e 35, afim de realizar ensaios geotécnicos, compactação e CBR, com as coletas de amostras das camadas do pavimento. Realização do VMD (Volume médio diário) da via, restaurar os pontos de drenagens que se apresentam danificados.

5. CONCLUSÕES E SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Observa-se que devido à falta de manutenção na rodovia estudada, gerou-se varias manifestações patológicas, as quais foram encontradas e caracterizadas. A falta de manutenção está deteriorando cada vez mais o pavimento asfáltico estudado, isso implica diretamente nos usuários da via, trazendo insegurança para quem trafega.

Através do Levantamento Visual Contínuo determinou as características da via divididas em seguimentos, com a divisão de trechos de 1km cada. Os resultados obtidos foram que 10% do trecho estudado está em estado Ótimo, 27% está em estado Bom, 48% está em estado Regular e 15% em estado Ruim.

Podemos então concluir que a maioria dos trechos se caracteriza em estado Regular, devido possivelmente da realização da operação “Tapa-Buracos” realizada em dezembro de 2015.

De acordo o Levantamento Visual Contínuo as patologias mais encontradas foram com cerca de 27% Remendo, seguido pelas trincas com 26% e desgaste com 22%, são as mais encontradas no trecho estudado.

Analisando as realizações de manutenção desenvolvidas pelos órgãos responsáveis da via estudada, podemos concluir que não estão sendo corretamente executadas, devido o surgimento de manifestações patológicas precocemente após a realização da operação “Tapa-Buracos”. Não acompanhou-se a operação realizada pelo órgão responsável, mais se pode analisar posteriormente que os formatos dos remendos, os quais não se apresentavam em quadriláteros como a normativa regeu.

De acordo com os resultados obtidos pelo levantamento visual contínuo pode se então dar as possíveis soluções para cada trecho estudado, onde as soluções foram determinadas para cada caracterização dos trechos que se apresentaram em Ótimo, Bom, Regular e Ruim. Assim a fim de obter um melhoramento da malha rodoviária, gerando uma segurança e conforto aos usuários.

Sugestões para trabalhos futuros a partir desse meu estudo, realizar um orçamento do que será gasto com as manutenções sugeridas. Realizar um Levantamento Visual Contínuo do restante da via estuda, Realizar um Volume médio diário e caracterizar se o pavimento existente atende as necessidades do tráfego.

REFERÊNCIAS

- BERNUCCI, L. et al. **Pavimentação Asfáltica: Formação Básica para Engenheiros**. Rio de Janeiro: Petrobrás: ABEDA, 2006. 504 f. Incluindo Bibliografia. Patrocínio Petrobrás.
- BERNUCCI, L.B. ; Motta, L.M.G.; Ceratti, J.A.P.; Soares, J.B. **Pavimentação Asfáltica. Formação Básica para Engenheiros**. 1a Edição. Rio de Janeiro. Petrobras/ABEDA. 2008.
- BRASIL. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 7207 (TB-7) – **Terminologia e classificação de pavimentação**, 1982.
- BRASIL. CONFEDERAÇÃO NACIONAL DO TRANSPORTE. **Pesquisa Rodoviária 2007**: Relatório Gerencial. Brasília, DF.
- BRASIL. CONFEDERAÇÃO NACIONAL DO TRANSPORTE. **Pesquisa Rodoviária 2009**: Relatório Gerencial. Brasília, DF.
- BRASIL. CONFEDERAÇÃO NACIONAL DO TRANSPORTE. **Pesquisa Rodoviária 2014**: Relatório Gerencial. Brasília, DF.
- BRASIL. DEPARTAMENTO NACIONAL DE ESTRADAS DE RODAGEM. **Manual de conservação rodoviária** – Instruções técnicas de execução de serviços. Diretoria de desenvolvimento tecnológico, 1974.
- BRASIL. DEPARTAMENTO NACIONAL DE ESTRADAS DE RODAGEM. DNER – ES 299/97. **Pavimentação – Regularização do subleito**, 1997.
- BRASIL. DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRA-ESTRUTURA DE TRANSPORTES. **Relatório dos levantamentos funcionais das rodovias federais**: Tocantins, 2013.
- BRASIL. DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRA-ESTRUTURA DE TRANSPORTES. **Manual de restauração de pavimentos asfálticos**. IPR – 720, 2. ed. Rio de Janeiro, 2006.
- BRASIL. DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRA-ESTRUTURA DE TRANSPORTES. **Manual de pavimentação**. IPR – 719, 3. ed. Rio de Janeiro, 2006.
- BRASIL. DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRA-ESTRUTURA DE TRANSPORTES. DNIT – ES 138/210. **Reforço do subleito – Especificação de serviço**, 2010. Revisão da norma DNER – ES 300/97.
- BRASIL, DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRA-ESTRUTURA DE TRANSPORTES. DNIT – TER 005/2003. **Defeitos nos pavimentos flexíveis e semi-rígidos Terminologia**, 2003. Revisão da norma DNER – TER 001/78.

BRASIL. DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRA-ESTRUTURA DE TRANSPORTES. DNIT – PRO 008/2003. **Levantamento visual contínuo para avaliação da superfície de pavimentos flexíveis e semi-rígidos procedimento**, 2003.

COLARES, Liliane G. – **Concessão Administrativa: Gerenciando a manutenção de rodovias por parâmetros de desempenho**. Projeto de pesquisa de artigo científico apresentado a comissão de coordenação do curso de pós-graduação em controle externo (PGCE) do Instituto Serzedello Corrêa do Tribunal de Contas da União, Brasília, DF, 2011.

MEDINA, J. – **Mecânica dos pavimentos**. Editora Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Rj, 1997.

ODA, Sandra et al, **Defeitos e Atividades de Manutenção e Reabilitação em Pavimentos Asfálticos**, Universidade de São Paulo, Escola de Engenharia de São Carlos, Departamento de Transportes, São Carlos, Brasil, 2003.

PINTO, S., PREUSSLER, E. – **Pavimentação rodoviária: Conceitos fundamentais sobre pavimentos flexíveis**. 2. Ed. Rio de Janeiro, RJ, 2002.

PRESTES, M. P. - **Métodos de avaliação visual de pavimentos flexíveis um estudo comparativo** – Mestrado, profissionalizante em engenharia. Porto Alegre, RS, 2001.

SENÇO, Wlastermiler de, 1929 – **Manual de técnicas de pavimentação: Vol. 1 / Wlastermiler de Senço**. – 2. Ed. Ampl. – São Paulo: Pini, 2007.

TOCANTINS, Atlas do Tocantins: Subsídios ao planejamento da gestão territorial, 2012.

ANEXOS

Anexo 1: Quadro de resumo dos defeitos.

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.

Fonte: DNIT 008/2003 – PRO

Anexo 2: Formulário do LVC

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

Fonte: DNIT 008/2003 – PRO

Anexo 3: Formulário do IGGE

MT DNIT		PAVIMENTOS FLEXÍVEIS E SEMI-RÍGIDOS IGGE - ÍNDICE DE GRAVIDADE GLOBAL EXPEDITO (CÁLCULO)										Folha de		
Código PNV _____		Ext. PNV _____		UNIT _____		Nº PISTALADO _____		MÊS/ANO _____						
		Largura da Pista: _____												
		Largura do Acostamento: _____												
Trecho do PNV		Início _____				MR Nº _____								
		Fim _____				VMD _____				MR Nº _____				
SEGMENTO				TRINCAS			DEFORMAÇÕES			PANELA + REMENDO			$(F_i \times P_i) +$	
Nº do Seg	Km Início	Km Fim	Extensão	F_t %	P_t	F_t x P_t	F_{Osp} %	P_{Osp}	F_{Osp} x P_{Osp}	F_{Pr} nº	P_{Pr}	F_{Pr} x P_{Pr}	$(F_{\text{Osp}} \times P_{\text{Osp}}) +$	
													$(F_{\text{Pr}} \times P_{\text{Pr}}) =$	

Fonte: DNIT 008/2003 – PRO

Anexo 4: Quadro de 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							
	Km Início	Km Fim	Extensão	ICPF	IGGE	IES			OBSERVAÇÕES		
						Valor	Cód.	Conceito			

ICPF - Índice de Condição de Pavimentos Flexíveis

IGGE - Índice de Gravidade Global Expedito

IES - Índice do Estado da Superfície

Fonte: DNIT 008/2003 – PRO