

Yêdda Oliveira de Araujo

Análise de Manifestações Patológicas do Pavimento Asfáltico da BR-153 no trecho Km 490 até Km 498.

Palmas –TO

2020

Yêdda Oliveira de Araujo

Análise de Manifestações Patológicas do Pavimento Asfáltico da BR-153 no trecho Km 490 até Km 498.

Monografia apresentada como requisito parcial da disciplina Trabalho de Conclusão de Curso II (TCC II) do curso de Engenharia Civil, orientado pelo Professor Edivaldo Alves dos Santos.

Palmas-TO

2020

Agradecimento

Em primeiro lugar, agradeço a Deus por proporcionar saúde e força ao longo desta etapa, agradeço ao meu namorado e minha família por sempre estar ao meu lado apoiando e ajudando a realizar este trabalho. Agradeço aos meus orientadores professor Euzir Chagas que foi meu orientador de TCC 1 que foi muito importante para dar o início deste projeto e também meu segundo orientador Edivaldo Alves do Santos, no qual me auxiliou para a continuidade deste trabalho, no qual contribuíram com grandes informações e conhecimentos valiosos, sempre incentivando para uma direção de vitória. E todos que colaboram direta e indiretamente desta fase acadêmica.

Resumo

As rodovias tem um papel muito importante no sistema viário brasileiro, no qual, esta relacionadas com o aumento do desenvolvimento socioeconômico do país. Por essa razão é necessário garantir que sua condição de serviço seja adequado, possibilitando conforto e bem estar ao usuário. O presente trabalho tem por objetivo avaliar a condição do pavimento flexível da BR-153, o trecho que se inicia no km 490 e finaliza no km 498. O pavimento estudado é uma via muito importante, no qual liga principais cidades no estado de Tocantins. Desta forma o objetivo do presente trabalho foi analisar e avaliar as manifestações patológicas em pavimentos asfálticos, levando em conta as possíveis causas e soluções, para tanto foi avaliado um trecho de oito quilômetros da rodovia. Os levantamentos de campo foram realizados com base na NBR 008/2003. Após a coleta dos dados em campo, foi possível calcular o Índice de Gravidade Individual e o Índice de Gravidade Geral da via, no qual foi classificação de acordo com o nível de deterioração do pavimento asfáltico. E por fim conforme as análises foi possível propor algumas soluções de reparo, referentes a melhorias da superfície asfáltica.

Palavras chave: Manifestações patológica, levantamento, pavimento asfáltico.

ABSTRACT

Highways play a very important role in the Brazilian road system, in which they are related to the increase in the country's socioeconomic development. For this reason, it is necessary to ensure that their service condition is adequate, enabling comfort and well-being for the user. The present work aims to evaluate the condition of the flexible pavement of BR-153, the stretch that starts at km 490 and ends at km 498. The studied pavement is a very important road, in which it connects major cities in the state of Tocantins. Thus, the objective of the present work was to analyze and evaluate the pathological manifestations in asphalt pavements, taking into account the possible causes and solutions, for this purpose an eight kilometer stretch of the highway was evaluated. Field surveys were carried out based on NBR 008/2003. After collecting the data in the field, it was possible to calculate the Individual Severity Index and the General Severity Index of the road, in which it was classified according to the level of deterioration of the asphalt pavement. Finally, according to the analyzes, it was possible to propose some repair solutions, referring to improvements in the asphalt surface.

Keywords: Pathological manifestations, survey, asphalt pavement.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Seção Transversal das Camadas do Pavimento.....	16
Figura 2- Croquis das estruturas de acordo com o tipo de pavimentação.....	18
Figura 3 – Afundamento por Trilho de Roda.....	19
Figura 4 – Afundamento Local	20
Figura 5 - Corrugação	20
Figura 6 - Trinca Transversal	21
Figura 7 – Trinca Longitudinal.....	22
Figura 8 – Trinca Interligado- tipo jacaré	23
Figura 9 - Trinca em Malha tipo Bloco.....	23
Figura 10 - Desgaste.....	24
Figura 11 – Escorregamento.....	24
Figura 12 - Exsudação.....	25
Figura 13 – Panela ou Buraco.....	25
Figura 14 – Remendo mal Executado.....	26
Figura 15 – Remendo bem Executado.....	26
Figura 16 – Local da Pesquisa.....	37
Figura 17- Mapa da localização da BR 153.....	40
Figura 18- Divisão dos segmentos do trecho estudado.....	42
Figura 19- Panela.....	49
Figura 20- Trincas Tipo Couro De Jacaré.....	49
Figura 21- Trincas Isoladas.....	50
Figura 22- Afundamento.....	50
Figura 23- Desgaste.....	51
Figura 24- Remendo.....	51

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Classificação de Defeitos.....	28
Tabela 2 – Formulário para Levantamento Visual Contínuo.....	29
Tabela 3 – Frequência de Efeito.....	30
Tabela 4 – Conceitos de ICPF	30
Tabela 5 – Quadro Resumo	31
Tabela 6 – Calculo de IGGE	32
Tabela 7- Determinação do Índice de Gravidade.....	32
Tabela 8 – Pesos para Cálculos	33
Tabela 9 - IES	33
Tabela10 –Levantamento Visual Contínuo, Realizado em Julho	43
Tabela11 –Levantamento Visual Contínuo, Realizado em Agosto.....	44
Tabela 12- Índice de Gravidade Global Expedito, realizada em julho.....	46
Tabela 13- Índice de Gravidade Global Expedito, realizada em Agosto.....	46
Tabela 14- Resultados do Levantamento Visual Contínuo, realizado em Julho.....	47
Tabela 15- Resultados do Levantamento Visual Contínuo, realizado em Agosto.....	48

SUMÁRIO

1. Introdução.....	10
1.1. Objetivos.....	11
1.31. Objetivo geral.....	11
1.32. Objetivo específico.....	11
2. Referencia Teorico.....	12
2.1. História da Pavimentação.....	12
2.2. História da Pavimentação no Brasil.....	13
2.3. Definições de Pavimentação	14
2.4. Estrutura da Pavimentação	14
2.4.1. Revestimento.....	14
2.4.2. Base.....	15
2.4.3. Sub-base.....	15
2.4.4. Reforço do Subleito.....	15
2.4.5. Regularização do Subleito.....	16
2.4.6. Subleito.....	16
2.5. Tipos de Pavimentos.....	17
2.5.1. Pavimento Rígido	17
2.5.2. Pavimento Semirrígido.....	17
2.5.3. Pavimento Flexível	18
2.6. Patológicos em Pavimentação Asfáltica.....	18
2.6.1. Afundamento.....	19
2.6.2. Corrugação	20
2.6.3. Fendas.....	21
2.6.4. Desgaste.....	24
2.6.5. Escorregamento	24
2.6.6. Exsudação	25
2.6.7. Panela	25
2.6.8. Remendos	26
2.7. Levantamento Visual Continuo.....	27
2.8. Manutenções do Pavimento.....	34
2.8.1. Manutenção Preventiva.....	34

2.8.2. Manutenção Corretiva.....	34
2.9. Atividades de Manutenção	34
2.9.1. Remendo.....	35
2.9.2. Capas Selantes	35
2.9.3. Selo Asfáltica Impermeabilizante.....	35
2.9.4. Lama Asfáltica.....	35
2.9.5. Tratamento Superficial.....	35
2.10. Reforço Estrutural do Pavimento.....	35
2.11. Restauração do Pavimento.....	36
2.12. Atividades de Reabilitação	36
3. Metodologia.....	37
3.1. Desenho do Estudo.....	37
3.2. Locais da realização da Pesquisa.....	37
3.3. Fluxograma do Desenrolamento da Pesquisa.....	38
3.4. Procedimento.....	39
3.4.1. Realizar Estudo da Via.....	39
3.4.2. Levantamento Visual.....	39
3.4.3. Propor Metodologia Para Recuperação.....	39
4. Resultados	40
4.1. Realizar Estudo da Via.....	40
4.2. Levantamento Visual Continuo	41
4.3. Propor Metodologia Para Recuperação.....	52
5. Conclusão.....	53
6. Referencia Bibliografica.....	54

1. Introdução

A pavimentação asfáltico é de grande importância para seus usuários que tem com finalidade principal de servir como via de tráfego, além disto, sua composição das camadas subjacentes do revestimento tem como função dissipar as cargas provenientes dos esforços do carregamento move. Mas nem sempre esta estrutura estar de forma coerente.

Perante isto, este elemento estrutural que consistir diversas camadas deve estar sempre adequado para seu uso, independentemente de qualquer época do no ano ou mesmo situação climática, para proporcionar para seus usuários conforto e devida segurança.

Desta forma podemos ver que é de grande importância manter corretamente e periodicamente as manutenções e ainda uso adequado da via, assim podemos evitar possíveis manifestações patológicas e também diminuir o inicie de acidentes.

As cidades brasileiras quase no todo, acontece a adaptação de procedimentos de avaliação e de identificação de técnicas de manutenção recomendadas por órgãos rodoviários. Com isto, o principal desafio enfrentado órgãos públicos está relacionado ao volume de recursos financeiros disponíveis que na maioria das vezes, são insuficientes para manter a rede pavimentada em condições acima do nível mínimo de aceitação pelos seus usuários (SHOJI, 2000).

O presente estudo tem como principal objetivo avaliar o pavimento flexível da BR-153 que ser encontra em Paraiso do Tocantins no km 490 até o km 498, com intuito de aporta origens, causas e possíveis soluções de manifestações patológica nesta rodovia. Onde ser analisado sua superfície, ou seja, suas camadas de revestimento, atrás de levantamentos visuais continuam e também verificar seu trafego atual.

1.1 Objetivos:

1.3.1. Objetivo Geral

Realizar análise da situação superficiais do pavimento flexível da BR-153, no trecho do km 490 a km 498 na cidade de Paraiso do Tocantins-TO, com extensão de 8 quilômetros. Apontando possíveis origens, causas e soluções previstas no trecho estudado.

1.3.2 Objetivos Específicos

Para identifica as possíveis causas patológicas presente no trecho estudado devem-se:

- Realiza estudo da via;
- Levantamento Visual para identificação de prováveis causa da manifestação patologia na extensão estudada;
- Analisar dos dados obtidos;
- Propor metodologia para recuperação para a via considerando o catálogo de soluções do DNIT.

2. Referencial Teórico

2.1. História da pavimentação

Segundo Bernucci et al (2006), afirma que ao percorrer a história da pavimentação nos remete à própria história da humanidade, passando pelo povoamento dos continentes, conquistas territoriais, intercâmbio comercial, cultural e religioso, urbanização e desenvolvimento. Como os pavimentos, a história também é construída em camadas e, frequentemente as estradas formam um caminho para examinar o passado, daí ser uma das primeiras buscas dos arqueólogos nas explorações de civilizações antigas.

A primeira estrada pavimentada do mundo foi construída no Egito, cerca de 2500 a C, para as obras das grandes Pirâmides. Entre os anos 300 AC e 200 DC os romanos aprimoraram-se na construção de estradas com finalidades militares e comerciais por toda Europa e Bretanha.

A França foi à primeira, desde os romanos, a reconhecer o efeito do transporte no comércio, dando importância à velocidade de viagem. No final dos anos 700 e início dos anos 800, modernizou a França, semelhantemente aos romanos, em diversas frentes: educacional, cultural e também no que diz respeito ao progresso do comércio por meio de boas estradas.

Com o passar dos tempos, notou-se que as estradas eram mais bem construídas, pois existia uma grande preocupação com os mecanismos utilizados para se ter uma boa pavimentação. Bernucci et al (2006), o autor Mascarenhas Neto em 1790 apresentou o Tratado para construção de estradas, com o intuito de se construir estradas com menos despesas e com maior satisfação.

A partir do desenvolvimento de veículos motorizados a pavimentação toma um novo rumo na história. De modo que em 1870, fora construído o primeiro pavimento de revestimento asfáltico EUA. Em meados de 1890 também teve – uso do pavimento de revestimento de concreto o qual passou a ser utilizado acentuadamente em muitas regiões da Europa (MOURO FILHO, 2013).

2.2. História da Pavimentação no Brasil

De acordo com Bernucci et al (2006), umas das primeiras estradas documentadas no Brasil tem início em 1560, na época de Mem de Sá (terceiro governador-geral do Brasil). Trata-se do caminho aberto para ligar São Vicente ao Planalto Piratininga. Em 1661, o governo da Capitania de São Vicente recuperou esse caminho, construindo o que foi denominada Estrada do Mar, permitindo assim o tráfego de veículos.

De acordo com a ABCP (2009), entre 1925 e 1926, como continuidade do plano viário desenvolvido por Washington Luís em seu governo, o trecho da serra da São Paulo-Santos recebeu pavimentação em concreto de cimento, tornando-se a primeira estrada pavimentada com concreto da América do Sul.

A partir das décadas de 1940 e 1950, a construção de rodovias ganhou poderoso impulso devido a três fatores principais: a criação do Fundo Rodoviário Nacional, em 1946, que estabeleceu um imposto sobre combustíveis líquidos, usado para financiar a construção de estradas pelos estados e a União; a fundação da Petrobrás, em 1954, que passou a produzir asfalto em grande quantidade; e a implantação da indústria automobilística nacional, em 1957.

Em 1996, inicia-se no Brasil o programa de concessões, de modo que tem apresentando qualidade superior em relação às vias não-concessionadas, isso significa que existe tecnologia suficiente no país para produção de vias duráveis e de grande conforto quanto ao rolamento. Em meados de 2007 as malhas concedidas nas esferas municipais, estaduais e federais chegavam a 9.500 km. Hoje, o governo federal, preocupando-se com o desenvolvimento da infraestrutura dos transportes do País, investe grandes quantidades de recursos nas obras de implantação, duplicação e manutenção da malha rodoviária federal, o que contribui para a melhoria de transportes rodoviários no país (ZAGONEL, 2013).

2.3. Definições de Pavimentação

Para Balbo (2007), pavimento é uma estrutura não perene, composta por camadas sobrepostas de diferentes materiais compactados, adequada para atender estrutural e operacionalmente ao tráfego, de maneira durável e ao custo mínimo possível, considerando diferentes horizontes para serviços de manutenção preventiva, corretiva e de reabilitação obrigatórios.

Perante isto, Zagonel (2013), resume que o pavimento constitui-se de multicamadas de espessuras constantes de modo transversal ao eixo da estrada. Assim, a estrutura do pavimento é submetida às tensões e as deformações derivadas das condições ambientais e do tráfego. Em relação ao dimensionamento da estrutura do pavimento, esse deve ser compatibilizado com a resistência de cada material usado nas camadas e no terreno de fundação o subleito.

De acordo com a NBR-7207, as principais funções de um pavimento são:

- Resistir e distribuir ao subleito os esforços verticais provenientes do tráfego;
- Melhorar as condições de rolamento quanto à comodidade e segurança;
- Resistir aos esforços horizontais tornando mais durável possível a superfície de rolamento (ABNT, 1992).

Onde, Santana (1993) pontua que pavimento é uma estrutura construída sobre a superfície do leito, após os serviços de terraplanagem, por meio de camadas de vários materiais de diferentes características de resistência e deformabilidade, cuja principal função é fornecer segurança e conforto ao usuário.

2.4. Estrutura da pavimentação

2.4.1. Revestimento

Também chamado de capa de rolamento. É a camada impermeável, que recebe diretamente a ação do tráfego e destinada a melhorar a superfície de rolamento quanto às condições de conforto e segurança, além de resistir ao desgaste, ou seja, aumentando a durabilidade da estrutura (BRASIL, 2006).

São as camadas mais externas que deverão receber os esforços oferecidos pelos veículos sem sofrer grandes deformações plásticas ou elásticas, não sofrer

desagregação dos componentes nem perda de compactação; por esta razão necessitam ser compostos por materiais bem aglutinantes que impeçam a movimentação horizontal (BALDO, 2007).

Senço (2001) enfatiza que devido o revestimento ser a camada mais nobre do pavimento, a sua execução deve ser procedida de detalhados ensaios de dosagem e acompanhada por rigorosos ensaios de controle.

2.4.2. Base

É a camada considerada estruturalmente a mais importante, com a função de resistir e redistribuir os esforços oriundos dos veículos, de forma atenuada as camadas subjacentes (subleito), podendo ser construída com materiais estabilizados granulometricamente ou quimicamente, utilizando-se a cal, cimento, betume e dentre outros (DNIT, 2006).

2.4.3. Sub-base

Senço (1977) diz que a sub-base é a camada suplementar à base, no momento em que, pelo contexto econômico e técnico, for inviável assentar a base imediatamente sobre a regularização ou reforço do subleito. Conforme a regra geral, exceto os pavimentos de estrutura invertida, o material componente da sub-base terá de apresentar propriedades tecnológicas melhores que as do reforço; no que concerne ao material da base, terá de ser de qualidade superior à do material da sub-base.

De acordo com Silva (2008), os materiais que podem ser empregados como sub-bases são: o cascalho, solo-cal, solo-cimento.

2.4.4. Reforço do subleito

Tem como função complementar a sub-base, que conseqüentemente complementa a base, dessa forma o reforço do subleito resiste e distribuem os esforços verticais, porém não absorve de maneira definitiva esses esforços, o que é característica do subleito. O reforço do subleito pode ser considerado a camada extra do subleito, ou camada complementar da sub-base.

É a camada executada sobre o leito regularizado, tendo como objetivo de reduzir as camadas superiores e melhorar as características do subleito, através de

compactações realizadas com base no CBR, obtido através de controle de qualidade (DNIT, 2006).

Os solos ou outros materiais escolhidos para reforço de subleito devem atender às condições de resistir às pressões aplicadas na interface entre a sub-base e o reforço, que são menores que as pressões aplicadas na interface entre a base e a sub-base, mas que são maiores que as pressões aplicadas na interface entre o reforço e o subleito (SENÇO, 2001).

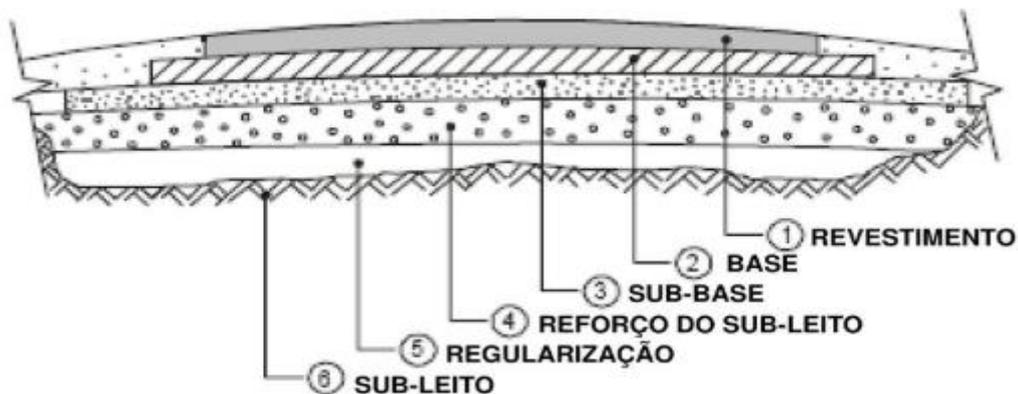
2.4.5. Regularização do subleito

É a camada de espessura irregular, construída sobre o subleito e destinada a conformá-lo, transversal e longitudinalmente, com o projeto, deve ser executada, sempre que possível, em aterro.

2.4.6. Subleito

De acordo com Senço (2001), é a fundação do pavimento, se o preparo do subleito não for executado com todos os requisitos técnicos, pode comprometer todo o trabalho de pavimentação. Sendo o suporte sobre o qual vão trabalhar as camadas do pavimento, e sendo o receptáculo final das cargas transmitidas através do pavimento, o subleito mal executado fatalmente trará danos a toda a estrutura.

Figura 01- Seção transversal das camadas do pavimento



Fonte: CASTRO,2009.

2.5. Tipo de Pavimentos

Os pavimentos podem ser classificados em:

- Pavimentos rígidos;
- Pavimentos semirrígidos;
- Pavimentos flexíveis

2.5.1. Pavimento Rígido

De acordo com Senso (2007) pavimentos rígidos são aqueles pouco deformáveis, constituídos principalmente de concreto de cimento. Rompem por tração na flexão, quando sujeitos a deformações.

É composto por uma camada superficial de concreto de cimento Portland (geralmente placas armadas ou não), sobreposta a uma camada de material granular ou de material estabilizado com cimento (denominada sub-base), acima do subleito ou sobre um reforço do subleito.

De acordo com a ABCP (2009) o pavimento rígido tem uma durabilidade até sete vezes maior que a do asfalto. Além da durabilidade e da baixa manutenção, o pavimento de concreto tem um alto índice de desempenho devido às propriedades do concreto, tais como elevada resistência mecânica e ao desgaste e a baixa permeabilidade.

2.5.2. Pavimento Semirrígido

O Manual de pavimentação do Dnit (2006), afirma que o pavimento semirrígido caracteriza-se por uma base cimentada por algum aglutinante com propriedades cimentícias como, por exemplo, uma camada de solo cimento revestida por uma camada asfáltica.

Os pavimentos semirrígidos são na verdade a junção dos dois tipos de pavimentos já descritos com a camada superior composta por materiais betuminosos e suas camadas subjacentes normalmente compostas de materiais com ligantes hidráulicas, tendo o conjunto deformação reduzidas (MINHOTO, 2005).

2.5.3. Pavimento Flexível

Conforme Bernucci et al., (2006) os pavimentos flexíveis, geralmente estão associados aos pavimentos asfálticos, sendo composto por revestimento (camada de superfície asfáltica), seguida sobre as camadas de base, de sub-base e de reforço do subleito, formadas por materiais granulares, solos ou solos misturados, sem adição de cimento. Que são projetadas de acordo com o volume do tráfego, do suporte do subleito, da espessura e rigidez das camadas.

Os pavimentos flexíveis dividem-se em camadas para diminuir a espessura e, também, os gastos com materiais mais nobres e mais caros, como por exemplo, a camada de revestimento. Conforme seja o caso, o pavimento poderá não possuir a camada de sub-base ou de reforço; com isso, a existência de revestimento e fundação (subleito) são condições mínimas para que estrutura seja chamada de pavimento (BALBO, 2007).

Figura 02- Croquis das estruturas de acordo com o tipo de pavimentação



Fonte: Fonte: Adaptado de Adada (2008)

2.6. Patologia em Pavimentação Asfáltica

O pavimento deve ser concebido, projetado, construído e conservado de forma a apresentar, invariavelmente, níveis de serventia compatíveis e homogêneos, em toda sua extensão, os quais são normalmente avaliados através da apreciação de três características gerais de desempenho: a segurança, o conforto e a economia (BRASIL, 2006).

Os pavimentos de modo geral acabam sofrendo deteriorações estruturais e funcionais cumulativas, pode-se dizer que a capacidade de carga do pavimento é um

fator de deterioração estrutural. Assim, a avaliação estrutural, está associada, sobretudo ao conceito de capacidade de carga, podendo ser vinculado diretamente ao dimensionamento e ao projeto do pavimento. Com isso, os defeitos estruturais resultam especificamente na repetição das cargas e vincula-se às deformações elásticas ou recuperáveis e plástica ou permanente (BERNUCCI, et al., 2006).

Definidas conforme o DNIT 005/2003:

2.6.1. Afundamento

Os afundamentos são deformações plásticas ou permanentes, caracterizados por depressão longitudinal da superfície do pavimento e podendo ser plásticos e de consolidação.

Afundamento Plástico: é causado pela fluência de uma ou mais camadas do pavimento ou do subleito, acompanhando de solevamento (compensação volumétrica lateral). Quando a extensão é de até 6 metros, denomina-se de afundamento plástico local e quando é maior que 6 metros denominam de afundamento plástico de trilha de roda.

Afundamento de consolidação: é causado pela consolidação diferencial de uma ou mais camadas do pavimento ou subleito, sem estar acompanhado de solevamento. Resultam de obras mal executadas, como as obras que possuem má compactação. Assim como o afundamento plástico com extensão até que 6 metros é chamado de afundamento de consolidação local, e para maiores que 6 metros é caracterizado de afundamento de consolidação de trilha de roda.

Figura 03 - Afundamento por trilha de roda



Fonte: DNIT, 2003 a.

Figura 04- Afundamento local



Fonte: DNIT, 2003 a.

2.6.2. Corrugação ou ondulação

As corrugações são ondulações transversais, conhecidas também como costela de vaca ao eixo da via. As ondulações estão associadas às tensões cisalhantes horizontais geradas pelos veículos em áreas submetidas à aceleração e frenagem. Sendo comum em subidas, rampas, curvas e interseções.

As ondulações na superfície da camada de revestimento são chamadas de escorregamento de massa, a massa asfáltica é expulsa pelo o tráfego para fora da trilha de roda, devido à baixa estabilidade da mistura asfáltica, quando sujeita ao tráfego e intemperismo.

Causado por falta de estabilidade da mistura asfáltica; excessiva umidade do solo subleito; contaminação da mistura asfáltica; falta de aeração das misturas líquidas de asfalto.

Figura 05- Corrugação



Fonte: DNIT, 2003 a.

2.6.3. Fendas

De acordo com o DNIT (2003a), caracteriza-se como qualquer descontinuidade existente na superfície do pavimento, que possa originar aberturas de pequeno ou grande porte. Apresentar sob as seguintes formas: trincas e fissuras.

Fissura: são fendas de largura capilar existente no revestimento, posicionada longitudinal, transversal ou obliquamente ao eixo da via, somente perceptível à vista a uma distância inferior a 1,50m. A extensão das fissuras é inferior a 30 cm. Causadas por má dosagem do asfalto, excesso de finos (ou material de enchimento) no revestimento; compactação excessiva ou em momento inadequado.

Trinca: É um tipo de fenda presente no pavimento, facilmente notável, com abertura superior à fissura, apresentada sob a forma de trinca isolada com subdivisões:

Trinca transversal: Trinca isolada em direção perpendicular ao eixo da via. Se a extensão for de até 100 cm, é denominada trinca transversal curta. Quando a extensão for superior a 100 cm, denomina-se trinca transversal longa. É um defeito funcional (grandes trincamentos causam irregularidade) e estrutural (enfraquecem o revestimento do pavimento). Causado por contração da capa asfáltica causada devido a baixas temperaturas ou ao endurecimento do asfalto; propagação de trincas nas camadas inferiores à do revestimento da estrada.

Figura 06 – Trinca transversal



Fonte: DNIT, 2003 a.

Trincas longitudinais: Trinca isolada em direção predominantemente paralela ao eixo da via. Se a extensão for de até 100 cm, é denominada trinca longitudinal curta. Quando a extensão for superior a 100 cm, denomina-se trinca longitudinal longa. Defeito funcional (grandes trincamentos causam irregularidade) e estrutural (enfraquecem o revestimento do pavimento).

Principais causas: má execução da junta longitudinal de separação entre as duas faixas de tráfego; recalque diferencial; contração de capa asfáltica devido a baixas temperaturas ou ao endurecimento do asfalto; propagação de trincas nas camadas inferiores à do revestimento da estrada.

Figura 07 - Trinca longitudinal



Fonte: DNIT, 2003 a.

Trincas em malha tipo “couro de jacaré”: é o conjunto de trincas interligadas sem direções definidas, assemelhando-se ao aspecto de couro de jacaré. É um defeito estrutural. Causada por colapso do revestimento asfáltico devido à repetição das ações do tráfego; subdimensionamento ou má qualidade da estrutura ou de uma das camadas do pavimento; baixa capacidade de suporte do solo; envelhecimento do pavimento (fim da vida); asfalto duro ou quebradiço.

Figura 08 - Trinca interligado- tipo jacaré



Fonte: DNIT, 2003 a.

Trincas em malha tipo “bloco”: é o conjunto de trincas interligadas formando blocos retangulares com lados bem definidos. Trata-se de defeito funcional (grandes trincamentos em bloco causam irregularidade) e estrutural (reduzem a integridade estrutural do pavimento). Causada por contração da capa asfáltica devido à alternância entre altas e baixas temperaturas; baixa resistência à tração da mistura asfáltica.

Figura 09 -Trinca em malha tipo bloco



Fonte: DNIT, 2003 a.

2.6.4. Desgaste

Trata-se do efeito do arrancamento progressivo do agregado do pavimento, caracterizado por aspereza superficial do revestimento e provocado por esforços tangenciais causados pelo tráfego.

Figura 10 - Desgaste



Fonte: DNIT, 2003 a.

2.6.5. Escorregamento

Deslocamento do revestimento em relação à camada subjacente do pavimento com aparecimento de fendas em meia-lua. Causado por falhas construtivas e de pintura de ligação.

Figura 11 - Escorregamento



Fonte: DNIT, 2003 a.

2.6.6. Exsudação

É o excesso de ligante betuminoso na superfície do pavimento, causado pela migração do ligante através do revestimento. Causado por excessiva quantidade de ligante; baixo conteúdo de vazios.

Figura 12 – Exsudação



Fonte: DNIT, 2003 a.

2.6.7. Panela ou buraco

É a 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.

Imagem 13 - Panela ou Buraco



Fonte: DNIT, 2003 a.

2.6.8. Remendos

Segundo DNIT (2006) remendo é a porção do revestimento onde o material original foi removido e substituído por outro material (similar ou diferente). Os remendos existentes são considerados em geral falhas, já que refletem o mau comportamento da estrutura. Além disso, são considerados defeitos quando provocam desconforto devido às solicitações intensas do tráfego, uso de material de má qualidade, a agressividade das condições ambientais e problemas construtivos. As figuras a seguir mostram dois tipos de remendos executados.

Figura 14 - Remendo mal executado



Fonte: Bernucci et al, 2006.

Figura 15 - Remendo bem executado



Fonte: Bernucci et al, 2006

2.7. Levantamento Visual Contínuo

O levantamento visual contínuo (LVC) é um conjunto de procedimentos que são exigidos na avaliação da superfície de pavimentos flexíveis, sendo regulamentado pela norma Brasil (2003b).

Segundo CNT (2017) o levantamento visual contínuo, é definido com um processo de avaliação do pavimento, no qual os avaliadores realizam uma análise da condição da via de acordo com as imperfeições encontradas.

Perante o DNIT (2003b), para ser realizada a realização o levantamento visual contínuo deve-se analisar o equipamento e as condições de rolamento da pista.

- Equipamento: Veículo provido de velocímetro calibrado, para que possa aferir a velocidade de operação e a distância do trecho percorrido.
- Condições do tempo: É recomendado evitar a realização do levantamento em dias chuvosos, com forte neblina e início ou final do dia (com pouca luz natural).

Onde o DNIT (2003b) afirma que, a equipe mínima necessária para a realização do levantamento consiste em dois técnicos e motorista do veículo. A velocidade média deve ser de 40 km/h.

Em vias com duas faixas deve-se percorrer a rodovia em um único sentido, no caso de rodovias com duas pistas é necessário realizar o levantamento para cada pista de forma separada, nos trechos que possuem pistas simples será levantados os dados em um único sentido, pois são levadas em consideração simultaneamente as faixas existentes de tráfego, adotando o sentido PNV.

- Extensão dos segmentos a serem levantados

Sobre a extensão mínima a ser adotada em cada trecho é de 1 km e máxima de 6 km, entretendo para trechos acima de 1 km os avaliadores devem ter absoluta segurança da homogeneidade dos defeitos, no decorrer de toda sua extensão, o levantamento das informações deverá ser obtido ao final de cada quilometro andado no trecho do PNV. O segmento estudado poderá ter menos de 1km apenas em casos como final de trecho, mudanças acentuadas no estado de conservação o da via, espessura dentre outras mudanças bruscas (DNIT 2003b).

Os defeitos de superfície são os danos ou deteriorações na superfície dos pavimentos asfálticos que podem ser identificados a olho nu e classificados segundo terminologia normatizada, apresentada pelo quadro 1. O levantamento dos defeitos de superfície tem por finalidade avaliar o estado de conservação dos pavimentos asfálticos e embasa o diagnóstico da definição de uma solução adequada para manutenção do pavimento (Brasil, 2003a).

Tabela 1 - Classificação de 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
	Trincas Interligadas	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 dabase (solo-cimento) ou do revestimento		TRR	FC-1	FC-2	FC-3
	Trincas Interligadas	Bloco	Sem erosão acentuada nas bordas das trincas	TB	-	FC-2	-
			Com erosão acentuada nas bordas das trincas	TBE	-	-	FC-3

OUTROS DEFEITOS				CODIFICAÇÃO
Afundamento	Plástico	Local	Devido à fluência plástica de uma ou mais camadas do pavimento ou do subleito	ALP
		da Trilha	Devido à fluência plástica de uma ou mais camadas do pavimento ou do subleito	ATP
	De Consolidação	Local	Devido à consolidação diferencial ocorrente em camadas do pavimento ou do subleito	ALC
		da Trilha	Devido à consolidação diferencial ocorrente em camadas do pavimento ou do subleito	ATC
Ondulação/Corrugação - Ondulações transversais causadas por instabilidade da mistura betuminosa constituinte do revestimento ou da base				O
Escorregamento (do revestimento betuminoso)				E
Exsudação do ligante betuminoso no revestimento				EX
Desgaste acentuado na superfície do revestimento				D
"Painéis" ou buracos decorrentes da desagregação do revestimento e às vezes de camadas inferiores				P
Remendos			Remendo Superficial	RS
			Remendo Profundo	RP

Fonte: NBR 008/2003.

- Preenchimento dos registros de dado no formulário

Conforme o DNIT (2003b) deve-se preencher no cabeçalho do formulário os dados da rodovia, tais como código do PNV, quilometragem do PNV, extensão

avaliada, início e fim do pavimento, marcos de relevância (se existir), volume médio diário do tráfego nos dois sentidos, número da pista/lado (deve-se preencher com “1” quando for pista simples e “2” pista dupla), pista do lado direito (aumento da quilometragem), pista do lado esquerdo (decrécimo da quilometragem), mês/ano (data do levantamento), dados observados no pavimento, número do segmento (número sequencial do segmento de acordo com o trecho estabelecido, odometro (início e fim), quilometro (início e fim), extensão, entre outros dados conforme a tabela abaixo:

Tabela 02- Formulário para o Levantamento Visual Contínuo:

MT														Folha					
DNIT														de					
Código PNV Trecho do PNV		Ext. PNV _____		Ext. EXEC _____		UNIT _____		Nº PISTA/LADO _____		MÊS/ANO _____									
		Largura da Pista: _____																	
		Largura do Acostamento: _____																	
		Início _____						MR Nº _____											
		Fim _____						VMD _____		MR Nº _____									
SEGMENTO			FREQÜÊNCIA DE DEFEITOS (A, M, B, ou S)										I		INF.COMPLEMENTARES		OBSERVAÇÕES		
Nº DO SEG	ODÔMETRO/KM		Ext	P	TRINCAS			DEFOR-MAÇÕES		OUTROS DEFEITOS			C	REV	ESP	IDADE			
	INÍCIO	FIM			TR	TJ	TB	AF	O	D	EX	E	P			ORIG			REST
													F						

P – Painela	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: NBR 008/2003

Após isto podemos classifica a frequência de defeitos onde é registrado o código “A”, “M” ou “B” conforme a estimativa da qualidade e da porcentagem de ocorrência do defeito avaliada pela tabela 3 apresentada a seguir. No caso de não ocorrência de um determinado defeito deixar em branco.

Tabela 03- Frequência de Efeitos

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: NBR 008/2003

Logo após a classificação da frequência de efeito podemos identificar o índice de condição do pavimento flexível (ICPF), no qual é estimado com base na avaliação visual do pavimento da tabela formulário de visualização, classificando a superfície do segmento segundo os conceitos mostrados na Tabela 4, tendo em vista a aplicabilidade das medidas de manutenção determinadas pelo profissional avaliador.

Tabela 04 – Conceito de 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: NBR 008/2003

Os resultados dos cálculos do ICPF são colocados no Quadro Resumo apresentados na tabela 5, para cada quilômetro avaliado ou para cada subtrecho homogêneo selecionado.

Tabela 05- Quadro Resumo

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

Fonte: NBR 008/2003

Onde: ICPF - Índice de Condição de Pavimentos Flexíveis

IGGE - Índice de Gravidade Global Expedito

IES - Índice do Estado da Superfície

Em seguida calculamos o IGGE, à semelhança do método especificado na norma DNIT 006/2003-PRO é feito pela média dos dados contidos no Formulário do Levantamento da tabela 06, levantados por 2 ou mais avaliadores, utilizando-se a seguinte fórmula:

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

Onde: Ft ,Pt = Quantidade e peso do conjunto de trincas t;

Foap ,Poap = Quantidades e peso do conjunto de deformações;

Fpr ,Ppr = Quantidade (por km) e peso do conjunto de painéis e remendos.

Tabela 06- Cálculo de IGGE

MT DNIT		PAVIMENTOS FLEXÍVEIS E SEMI-RÍGIDOS IGGE - ÍNDICE DE GRAVIDADE GLOBAL EXPEDITO (CÁLCULO)											Folha de		
Código PNV _____		Ext. PNV _____		UNIT _____		Nº PISTA/LADO _____		MÊS/ANO _____							
		Largura da Pista: _____													
		Largura do Acostamento: _____													
Trecho do PNV		Início _____				Fim _____				VMD _____				MR Nº _____	
														MR Nº _____	
SEGMENTO				TRINCAS			DEFORMAÇÕES			PANELA + REMENDO			(F _t x P _t) +		
Nº do Seg	Km Início	Km Fim	Extensão	F _t %	P _t	F _t x P _t	F _{oap} %	P _{oap}	F _{oap} x P _{oap}	F _{pr} nº	P _{pr}	F _{pr} x P _{pr}	(F _{oap} x P _{oap}) +		
													(F _{pr} x P _{pr}) =		IGGE

Fonte: NBR 008/2003.

Esses índices são determinados de acordo com a gravidade que é classificada de acordo com a frequência de defeitos, sendo que a gravidade é determinada pela tabela 7 e os pesos são determinados pela tabela 8, de acordo com a gravidade.

Tabela 07- Determinação do Índice de Gravidade

Painéis (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: NBR 008/2003.

Tabela 08- Pesos para Cálculos

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: NBR 008/2003.

Após determina os IGGE, são classificados os Índice do Estado da Superfície do Pavimento. O IES é avaliado de acordo com ICPF e IGGE calculados, constituindo um resumo destes dois índices, os dados do IES junto com o código e os conceitos atribuídos ao estado de superfície do pavimento são obtidos conforme a tabela 9, os resultados encontrados são colocados no quadro resumo tabela 05 para cada quilometro ou sub trecho homogêneo avaliado.

Tabela 09- 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: NBR 008/2003.

Os resultados do levantamento consistem no preenchimento do quadro resumo (tabela 05) onde os mesmo serão apresentados (DNIT,2003b).

2.8. Manutenção do Pavimento

Baseado em Silva (2008), a manutenção de pavimento é uma atividade rotineira efetuada com o intuito de manter o pavimento tanto quanto possível próximo de sua condição natural, quanto da construção, sob condições normais de tráfego e temperatura.

Para Bernucci et al (2006) a manutenção do pavimento se constitui no conjunto de operações que são desenvolvidas objetivando manter ou elevar, a níveis desejáveis e homogêneos, as características gerais de desempenho-segurança, conforto e economia do pavimento.

2.8.1. Manutenção Preventiva

A manutenção preventiva é o conjunto de operações de conservação realizadas periodicamente, no objetivo de evitar o surgimento e o agravamento de defeitos (DNIT, 2006).

Como por exemplo, selagem de trinca, manutenção da drenagem e camadas de selamento (micro revestimento asfáltico a frio, lama asfáltica, tratamentos superficiais, selamento com areia ou com emulsão).

2.8.2. Manutenção corretiva

A manutenção corretiva é realizada de acordo com uma programação com base em técnica para eliminação de imperfeições existentes, tendo como objetivo de reparar e sanar os defeitos (DNIT, 2006).

Para Fernandes Jr. et al. (2010), a manutenção corretiva, têm como definição de eliminar um determinado tipo de defeito e suas consequências sobre o desempenho do pavimento.

2.9. Atividades de Manutenção

Caracteriza, geralmente, em remendos, selagem de trincas e capas selantes. O reparo e a detecção dos defeitos nas fases iniciais é o trabalho considerado mais importante pela equipe de manutenção, resultando na melhor utilização de recursos disponíveis. As trincas, uma vez não seladas, podem evoluir rapidamente para sérios

defeitos e conseqüentemente aumentar os custos de operação dos veículos e os custos de manutenção e reabilitação (FERNANDES JR. et al. 2010).

2.9.1. Remendo – Segundo DNIT (2003), panela preenchida com uma ou mais camadas de pavimento, denominada de operação “tapa-buraco”, podendo ainda ser remendo superficial e remendo profundo;

2.9.2. Capas selantes – baseado em Fernandes Jr. et al. (2010), consiste em atividades na aplicação de ligantes asfáltico e ligante com agregados, sobre a superfície do pavimento, com o objetivo de rejuvenescer o revestimento asfáltico, restabelecer o coeficiente de atrito pneu-pavimento, selar trincas com pequena abertura, impedir a entrada de água na estrutura do pavimento e retardar o desgaste causado por intemperismo.

2.9.3. Selo asfáltico impermeabilizante – aplicação leve de emulsão asfáltica, diluída em água e sem agregado mineral, de cura lenta, utilizado no rejuvenescimento de revestimentos asfálticos oxidados, e para selar trincas com pequena abertura e vazios superficiais.

2.9.4. Lama asfáltica – mistura homogênea de emulsão asfáltica de ruptura lenta, agregados miúdos bem graduados, e materiais de preenchimento mineral, filler, de preferência cimento Portland e a cal. A lama asfáltica possuem três graduações, utilizadas para diferentes propósitos, preenchimento de trincas, selagem de revestimento com textura média e duas aplicações sobre revestimento muito áspero.

2.9.5. Tratamentos superficiais – são camadas formadas por aplicações de ligante e agregadas, onde a dimensão máxima do agregado das camadas sucessivas, geralmente, é a metade da dimensão máxima do agregado das camadas subjacentes.

2.10. Reforço Estrutural do Pavimento

O reforço estrutural caracteriza no conjunto de operações destinadas a aumentar a capacidade estrutural do pavimento, onde, seu objetivo é sobrepor às demais camadas, as quais responderão a correção de deficiências superficiais existentes, como degradações e deformações (DNIT, 2006).

2.11. Restauração do Pavimento

São operações destinadas a estabelecer o perfeito funcionamento do pavimento. Sendo o processo de substituição e reconfeção de uma ou mais camadas existentes, complementadas por camadas que dará o aporte da capacidade estrutural do bem deteriorado e estabelecer características originais (DNIT, 2006).

2.12. Atividades de Reabilitação

Caracteriza como as mais utilizadas, fresagem, reciclagem, recapeamento estrutural e a reconstrução, de acordo com Fernandes Jr. et al. (2010):

- Fresagem – é a principal forma de remoção do revestimento antigo, tanto para reciclagem com para acerto da superfície a ser recapeada.
- Reciclagem – têm como caráter técnica utilizada para renovar e rejuvenescer misturas asfálticas envelhecidas, onde o revestimento asfáltico é escarificado, aquecido no local, misturado, lançado e compactado. Tendo finalidade também, de corrigir outros defeitos, como pequenas corrugações, agregados polidos e exsudação. Não é viável para corrigir defeitos dos tipos trinca por fadiga e panelas.
- Recapeamento estrutural - o recapeamento estrutural caracteriza na construção de uma ou mais camadas sobre o pavimento já existente, aumentando a capacidade estrutural do pavimento, possuindo espessura uniforme.
- Reconstrução – denomina-se quando o pavimento não é reabilitado a tempo e começa a deteriorar-se rapidamente, sendo uma das principais causas do defeito, a drenagem inadequada ou a inexistência da mesma. Na qual se faz a remoção e substituição de toda estrutura do pavimento, melhoramento de traçado, instalações de drenagem, capacidade de tráfego e a segurança, além de ser o objetivo de estudos de priorização.

3. Metodologia

3.1 Desenho do Estudo

Com a alta demanda da frota de automóveis é inviável não pensar na qualidade das principais vias do nosso país, no qual buscamos ter um pavimento que resiste a grandes esforços oriundos dos tráfegos e proporcionarem a segurança e o conforto do usuário.

Este projeto tem como finalidade realizar uma pesquisa descritiva, utilizando métodos qualitativos e quantitativos, onde será necessário coletar dados e informações do local no intuito de obter resultados, para apontar prováveis manifestações patológicas no trecho e buscando possíveis soluções dos problemas estudados.

O sistema metodológico desta pesquisa será um levantamento baseado em meios de normas técnicas de referências e parâmetros, onde as análises serão realizadas em campo visualmente.

3.2. Local da Realização Da Pesquisa

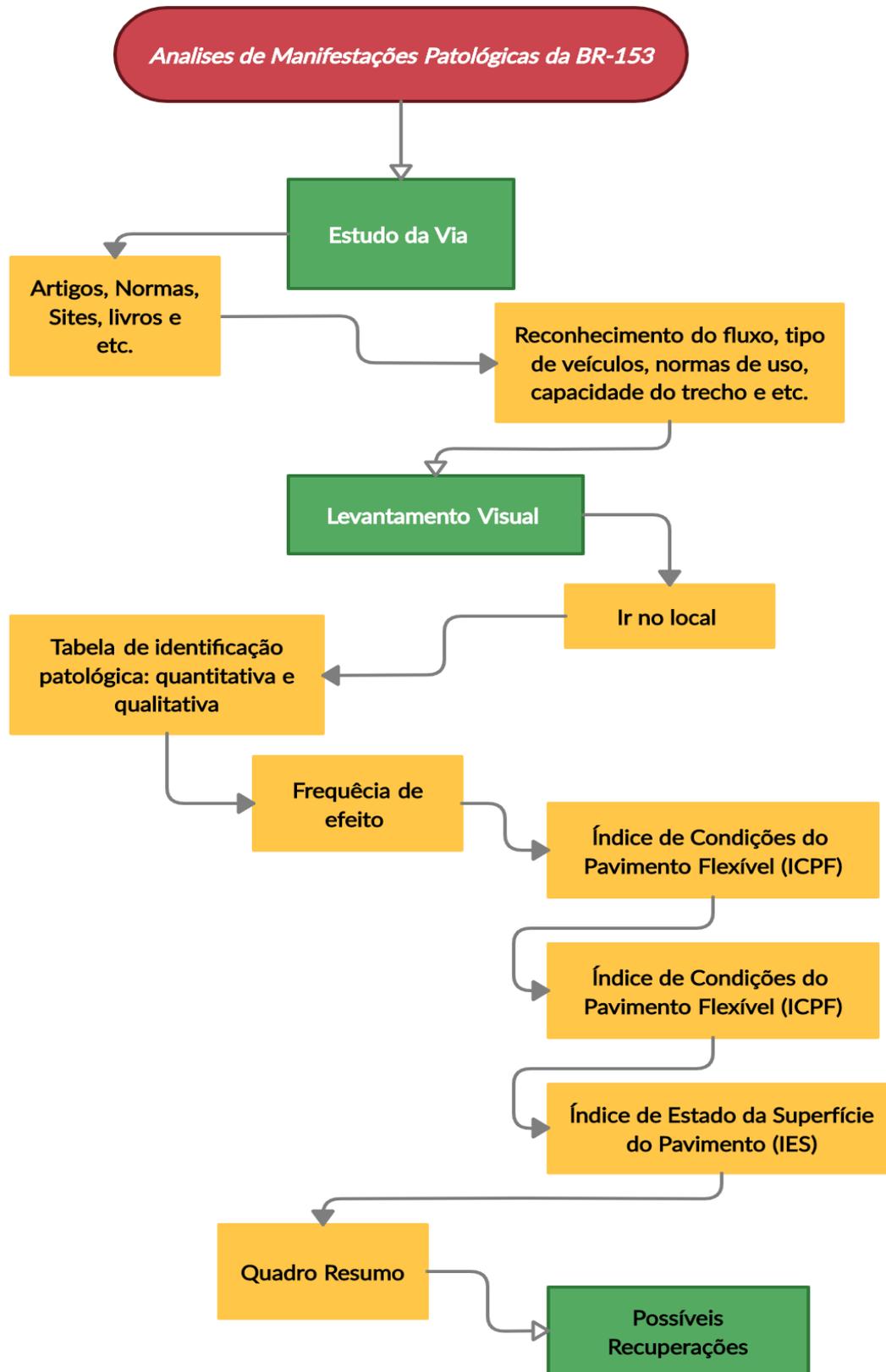
A pesquisa deste projeto será realizado em uma via de extrema importância para nosso estado, a BR-153, no trecho entre o km 490 e o km 498, onde corta a cidade Paraisópolis do Tocantins com extensão de 8 quilômetros. Este trecho de pavimentação flexível consta com duas faixas de tráfegos, no qual foi escolhido por haver abundantes ocorrências de manifestações patologias, em que estão causando danos para os veículos e até acidentes, e também por constar de alto fluxo. Na figura 16 ilustra o segmento escolhido para estudo.

Figura 16- Local da Pesquisa



Fonte: Google Earth.

3.3. Fluxograma do Desenvolvimento da Pesquisa:



3.4. Procedimento

3.4.1. Realiza estudo da via:

Nesta etapa serão desenvolvidos os tópicos metodológicos do projeto, como por exemplo; fluxo da via, tipo de veículos que circulam, qual a necessidade do trecho entre outros itens, onde terá um parâmetro de investigação, um tipo de pesquisa, bem como consiste em análises bibliográficos e visual, onde serão utilizados livros, artigos e normas que abrangem o tema.

3.4.2. Levantamento Visual

Após de identificar as estruturas presente no trecho poderemos fazer o levantamento Visual Continuou que é uma relação aos instrumentos para coleta de dados, serão analisados através de uma planilha, com base na NORMA DNIT 008/2003. Desse modo, a análise dos dados a partir desta planilha serão analisados os seguintes aspectos: presença de fendas; fissuras; trincas; afundamentos; panelas ou buracos; escorregamentos; ondulações e desgastes, defeitos padronizados pela NORMA DNIT 005/2003. Com isso, todos dados serão tabulados pela ferramenta Microsoft Office Excel e será feito o mapeamento e identificação das patologias nas vias.

3.4.3. Propor metodologia para recuperação

Esta etapa do estudo ira ter como base os autores Bernucci et al (2006) e Silva (2008), além do Manual de Restauração de Pavimentos Asfálticos do DNIT, a fim de apontar as possíveis soluções para as patologias encontradas. Foram descritas formas de reparo, manutenção e correção.

4. Resultados

4.1 Realiza Estudo Da Via:

De acordo com o DNIT (Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes), órgão do Ministério dos Transportes responsável pelas estradas brasileiras, a BR-153 começa em São Domingos do Araguaia (PA) e termina em Aceguá (RS). Segundo o DNIT (2013) no estado de São Paulo a BR-153 ganha o nome de Transbrasiliiana, denominação que também é popular em Santa Catarina e no Paraná.

Figura 17- Mapa da localização da BR 153



Fonte: Google,2020.

A BR-153 conta com 4.355 quilômetros de extensão, com indica a imagem acima, no qual, interliga o Brasil de sul a norte. Onde o trecho goiano-tocantinense tem 1.466 quilômetros e estende-se entre os municípios de Itumbiara (GO) e Xambioá (TO).

A rodovia é uma das principais vias de acesso à região do Brasil, sendo uma rodovia de grande importância, tanto para os estados do Tocantins e de Goiás, além da região de Minas Gerais. A BR-153 foi construída em uma época em que o estado de Goiás ainda era incluindo o estado Tocantins, onde necessitava de um ligamento com o restante dos estado do Brasil, ou seja, o seu surgimento foi para o aumento de desenvolvimento da região.

Além desta influencia o processo de urbanização da região goiano e tocaninense também teve a consequência de atender também à demanda de relação do mercado nacional, o que ocasionou a fragmentação regional, motivo pelo qual sua existência gera grande ligação com a política local.

No caso do fluxo planejada pelo Dnit á próximo a cidade de Paraíso (TO), a projeção é de 7.078 veículos/dia em 2015 e de 8.213 veículos/dia em 2020. Essa projeção considera o VMD de todas as categorias de veículos. Levando-se em conta apenas a categoria de caminhões (com cinco, seis, sete e nove eixos), a projeção do VMD para 2015 Paraíso é de 1.904 e 865 caminhões, respectivamente.

Como podemos ver a BR 153 é de grande importância para nosso estado Tocantins, no qual é ainda mais importante a sua conservação, contendo sua manutenção em dias para assim assegurando a segurança do seus usuários.

4.3 Levantamento Visual Contínuo

O uso do LVC teve a finalidade de coletar dados e informações necessárias para que fosse possível determinar os índices indicado pelas Norma do DNIT (2003), proporcionando assim, resultados a partir do estado do pavimento.

Devido a ocorrência de uma manutenção realizada logo após a data da primeira pesquisa a campo, foram realizados dois levantamento visuais contínuos, por necessidade de comparação dos resultado e importância de demonstração da manutenção, se teve um efeito correto, o primeiro foi realizado no dia 20 de julho de 2020, e o segundo dia 23 de agosto.

O trecho de oito quilômetros foi dividido em oito partes iguais, ou seja, cada um com uma extensão total de um quilômetro, totalizando oito segmentos estaqueados a partir do marco quilométrico 490 até o km 498, como abaixo:

Figura 18- Divisão dos segmentos do trecho estudado.



Fonte: Google Earth.

A equipe contou com 2 avaliadores técnicos capacitados e 1 motorista, totalizando 3 pessoas aptas a percorrer o trecho e levantar os defeitos existentes no pavimento. O levantamento ocorreu em um único sentido, seguindo as regras para rodovias de pista simples.

Através do LVC foi possível determinar as diversas manifestações patológicas que estão ocorrendo em cada trecho, sendo que algumas foram bastante recorrentes em todo trecho analisado e outras com menor frequência de ocorrência.

Os resultados levantamento visual contínuo obtidos na pesquisa encontram-se abaixo, onde está disposta a tabela 10 e tabela 11 nessas planilhas estão expostos os resultados do levantamento realizado em campo.

Tabela 10- Levantamento Visual Contínuo, realizada em julho:

MT DNIT		Formulário para o levantamento visual contínuo															Folha 1 de 1			
Código PNV 153BTO0230- 153BTO0235		Ext. PNV 5 km		Ext.EXEC 8 km		UNIT 1		N° PISTA/LADO 1		MÊA/ANO Julho/2020						Largura da Pista: 3 m		Largura do Acostamento: 1,00 m		
Trecho do PNV		Início: km 490		Fim: km 498		VMD: 2352														
SEGMENTO			FREQUENCIA DE DEFEITOS (A, M,B ou S)										INF. COMPLEMENTARES				OBSERVAÇ ÕES			
N° DO SEG	ODÔMETRO/KM		Ext	P	TRINCAS			R	DEFORMA ÇÕES		OUTROS DEFEITOS			I C P F	REV	ESP		IDADE		
	INÍCIO	Fim			TR	TJ	TB		AF	O	D	EX	E					ORIG	REST	
1	0	40	1	A	M	B	B	M	M	M	A	B	B	2.5	CBUQ	5	1960	2012		
	490	491																		
2	0	30	1	A	M	B	B	M	M	M	M	B	B	2.5	CBUQ	5	1960	2012		
	491	492																		
3	0	30	1	A	M	M	M	M	M	M	M	B	B	1.5	CBUQ	5	1960	2012		
	492	493																		
4	0	30	1	A	M	M	M	A	M	A	A	B	B	0.5	CBUQ	5	1960	2012		
	493	494																		
5	0	30	1	A	M	M	M	A	M	A	A	B	B	1.5	CBUQ	5	1960	2012		
	494	495																		
6	0	30	1	M	M	B	B	B	M	B	M	B	B	3.5	CBUQ	5	1960	2012		
	495	496																		
7	0	40	1	M	B	B	B	B	B	B	B	B	B	3.5	CBUQ	5	1960	2012		
	496	497																		
8	0	40	1	M	B	B	B	B	B	B	B	B	B	3.5	CBUQ	5	1960	2012		
	497	498																		
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 - Trica Couro de Jacare		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: Autor Proprio,2020.

Tabela 11- Levantamento Visual Contínuo, realizada em Agosto:

MT DNIT		Formulário para o levantamento visual contínuo													Folha 1 de 1				
Código PNV 153BTO0230- 153BTO0235		Ext. PNV 5 km		Ext.EXEC 8 km		UNIT 1		N° PISTA/LADO 1		MÊA/ANO Agosto/2020				Largura da Pista: 3 m		Largura do Acostamento: 1,00 m			
Trecho do PNV		Início: km 490 Fim: km 498		VMD: 2352															
SEGMENTO			FREQUENCIA DE DEFEITOS (A, M,B ou S)										INF. COMPLEMENTARES				OBSERVAÇÕES		
N° DO SEG	ODÔMETRO/KM		Ext	P	TRINCAS			R	DEFORMAÇÕES		OUTROS DEFEITOS			I C P F	REV	ESP		IDADE	
	INÍCIO	Fim			TR	TJ	TB		AF	O	D	EX	E					ORI G	REST
1	0	40	1	A	M	B	B	M	B	M	A	B	B	2.5	CBUQ	5	1960	2020	
	490	491																	
2	0	30	1	M	M	B	B	A	M	M	M	B	B	2.5	CBUQ	5	1960	2020	
	491	492																	
3	0	30	1	A	M	M	M	A	M	M	M	B	B	1.5	CBUQ	5	1960	2020	
	492	493																	
4	0	30	1	A	M	M	M	M	M	M	A	B	B	1.5	CBUQ	5	1960	2020	
	493	494																	
5	0	30	1	M	M	M	M	M	M	M	M	B	B	2.5	CBUQ	5	1960	2020	
	494	495																	
6	0	30	1	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	3.5	CBUQ	5	1960	2020	
	495	496																	
7	0	40	1	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	3.5	CBUQ	5	1960	2020	
	496	497																	
8	0	40	1	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	3.5	CBUQ	5	1960	2020	
	497	498																	
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 - Trica Couro de Jacare		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: Autor Próprio, 2020.

De acordo com os dados levantados no tabela 10 e 11, observou-se que em todos os trechos analisados houve ocorrência de muitas patologias. As trincas com maior frequência foram as isoladas em que foi observada esses defeitos que teve entre sendo como medias até baixas, também podemos repara que mesmo com esta mudança este efeito continua com os mesmo resultados.

Já a ocorrência de ondulações somente em um trecho 4 e 5 observou-se maior ocorrência dessa manifestação patológica, sendo classificado como alta, e logo após a correção como media.

A manifestação patológica de panela foi a mais presente em todo o segmento, foi classificada como alta nos trechos 1 até 5 e medias no final do trecho 6 até o 8, isso mostra que o trabalho de tapa buraco não ocorre com frequência nos trechos analisados. Após a reparação podemos nota que ainda temos trecho com mais de 5 panela na extensão, onde no segmento 1, 3 e 4 ainda continua como sendo catalogado como alta.

O desgaste teve bastante recorrência nos trechos analisados em 3 trechos teve alta frequência de desgaste, e os demais trechos o desgaste apresentou-se entre média e baixa. Após a correção algum apresentou como media e outros como baixa. Já o defeito de exsudação apresentou-se sempre com frequência baixa em todos os trechos.

Como podemos ver antes da manutenção temos um maior número de panela, porém, e após temos uma alta quantidade de remendos como nos trechos 2 e 3, outro ponto onde podemos ter uma maior atenção o trecho 4 e 5 que teve uma queda, pelo fato da empresa ter feito um corte em torno de 3 a 5 metro no pavimento, onde tinha uma maior quantidade de patologia juntas e feito um remendo único.

Na tabela 12 e 13 referentes se a Índice de Gravidade Global Expedido (IGGE) encontrados na superfície do pavimento, para obtemos este resultado será de acordo com o Índice de Condições do Pavimento Flexível (ICPF). O valor final encontrado expressou o IGGE de cada segmento. A planilha abaixo mostra os resultados obtidos pelos cálculos.

Tabela 12- Índice de Gravidade Global Expedito, realizada em julho:

MT DNIT		PAVIMENTOS FLEXÍVEIS E SEMI-RÍGIDOS IGGE - ÍNDICE DE GRAVIDADE GLOBAL EXPEDITO (CÁLCULO)											Folha 1 de 1	
Código PNV 153BTO0230- 153BTO0235		Ext. PNV 5 km	Ext.EXEC 8 km	UNIT 1	N° PISTA/LADO 1			MÊA/ANO Julho/2020						
Trecho do PNV		Início: km 490 Fim: km 498		VMD: 2352									Largura da Pista: 3 m Largura do Acostamento: 1,00 m	
SEGMENTO				TRINCAS			DEFORMAÇÕES			PANELA+ REMENDO			(Ft x Pt)+ (F oap x Poap)+ (Fpr x Ppr) = IGGE	
N° do Seg	km Início	km Fim	Extensão	Ft %	Pt	Ft x Pt	F oap %	P oap	F oap x Poap	Fpr n°	P pr	Fpr x Ppr		
1	490	491	1	2	0,45	0,9	2	0,7	1,4	3	1	3	5,3	
2	491	492	1	2	0,45	0,9	2	0,7	1,4	3	1	3	5,3	
3	492	493	1	2	0,45	0,9	3	1	3	3	1	3	6,9	
4	493	494	1	3	0,65	1,95	3	1	3	3	1	3	7,95	
5	494	495	1	3	0,65	1,95	3	1	3	3	1	3	7,95	
6	495	496	1	2	0,45	0,9	2	0,7	1,4	2	0,8	1,6	3,9	
7	496	497	1	1	0,3	0,3	1	0,6	0,6	1	0,7	0,7	1,6	
8	497	498	1	1	0,3	0,3	1	0,6	0,6	1	0,7	0,7	1,6	
													40,5	

Fonte: Autor Próprio, 2020.

Tabela 13- Índice de Gravidade Global Expedito, realizada em Agosto:

MT DNIT		PAVIMENTOS FLEXÍVEIS E SEMI-RÍGIDOS IGGE - ÍNDICE DE GRAVIDADE GLOBAL EXPEDITO (CÁLCULO)											Folha 1 de 1	
Código PNV 153BTO0230- 153BTO0235		Ext. PNV 5 km	Ext.EXEC 8 km	UNIT 1	N° PISTA/LADO 1			MÊA/ANO Agosto/2020						
Trecho do PNV		Início: km 490 Fim: km 498		VMD: 2352									Largura da Pista: 3 m Largura do Acostamento: 1,00 m	
SEGMENTO				TRINCAS			DEFORMAÇÕES			PANELA+ REMENDO			(Ft x Pt)+ (F oap x Poap)+ (Fpr x Ppr) = IGGE	
N° do Seg	km Início	km Fim	Extensão	Ft %	Pt	Ft x Pt	F oap %	P oap	F oap x Poap	Fpr n°	P pr	Fpr x Ppr		
1	490	491	1	1	0,3	0,3	2	0,7	1,4	3	1	3	4,7	
2	491	492	1	1	0,3	0,3	2	0,7	1,4	2	0,8	1,6	3,3	
3	492	493	1	1	0,3	0,3	2	0,7	1,4	3	1	3	4,7	
4	493	494	1	2	0,45	0,9	2	0,7	1,4	3	1	3	5,3	
5	494	495	1	2	0,45	0,9	2	0,7	1,4	2	0,8	1,6	3,9	
6	495	496	1	1	0,3	0,3	1	0,6	0,6	1	0,7	0,7	1,6	
7	496	497	1	1	0,3	0,3	1	0,6	0,6	1	0,7	0,7	1,6	
8	497	498	1	1	0,3	0,3	1	0,6	0,6	1	0,7	0,7	1,6	
													26,7	

Os dados das tabelas anteriores e transferidos na outra tabela 12 e 13, como gravidade de 3 para alta até 1 para baixa, após isto esses valores foram multiplicados pelo peso de cada grupo de patologias, resultando assim, em um somatório. Como podemos ver teve antes da manutenção temos um índice de gravidade de 40,5 e logo após 26,7.

Nas ultimas tabela 14 e 15, podemos identifica o Índice de Estado da Superfície do Pavimento (IES), onde temos como resultado antes da manutenção como todo a extensão do trecho como ruim e após como regular, afirmando novamente com anterior, que ainda seria necessário mais correções ao logo do seguimento.

Tabela 14- Resultados do Levantamento Visual Contínuo, realizado em Julho:

Quadro resumo

MT DNIT		PAVIMENTOS FLEXÍVEIS E SEMI-RÍGIDOS RESULTADOS DO LEVANTAMENTO VISUAL CONTÍNUO							Folha 1 de 1
Código PNV 153BTO0230- 153BTO0235		Ext. PNV 5 km	Ext.EXEC 8 km	UNIT 1	N° PISTA/LADO 1		MÊA/ANO Julho/2020		
Trecho do PNV		Início: km 490 Fim: km 498		VMD: 2352		Largura da Pista: 3 m Largura do Acostamento: 1,00 m			
N° do Seg	SEGMENTO			RESULTADOS					
	km Início	Km Fim	Exetensão	ICPF	IGGE	IES			OBSERVAÇÕES
						Valor	Cód.	Conceito	
1	490	491	1	2,5	5,3	1	D	RUIM	
2	491	492	1	2,5	5,3	1	D	RUIM	
3	492	493	1	1,5	6,9	1	D	RUIM	
4	493	494	1	0,5	7,95	1	D	RUIM	
5	494	495	1	1,5	7,95	1	D	RUIM	
6	495	496	1	3,5	3,9	1	C	REGULAR	
7	496	497	1	3,5	1,6	1	C	REGULAR	
8	497	498	1	3,5	1,6	1	C	REGULAR	

40,5

Fonte: Autor Proprio,2020.

Tabela 15- Resultados do Levantamento Visual Contínuo, realizado em Agosto:

MT DNIT		PAVIMENTOS FLEXÍVEIS E SEMI-RÍGIDOS RESULTADOS DO LEVANTAMENTO VISUAL CONTÍNUO							Folha 1 de 1
Código PNV 153BTO0230- 153BTO0235		Ext. PNV 5 km	Ext.EXEC 8 km	UNIT 1	Nº PISTA/LADO 1	MÊA/ANO Agosto/2020 Largura da Pista: 3 m Largura do Acostamento: 1,00 m			
Trecho do PNV		Início: km 490 Fim: km 498		VMD: 2352					
Nº do Seg	SEGMENTO			RESULTADOS					
	km Início	Km Fim	Exetensão	ICPF	IGGE	IES			OBSERVAÇÕES
						Valor	Cód.	Conceito	
1	490	491	1	2,5	4,7	1	C	REGULAR	
2	491	492	1	2,5	3,3	1	C	REGULAR	
3	492	493	1	1,5	4,7	1	C	REGULAR	
4	493	494	1	1,5	5,3	1	C	REGULAR	
5	494	495	1	2,5	3,9	1	C	REGULAR	
6	495	496	1	3,5	1,6	1	C	REGULAR	
7	496	497	1	3,5	1,6	1	C	REGULAR	
8	497	498	1	3,5	1,6	1	C	REGULAR	

26,7

Fonte: Auto Proprio,2020.

Realizou-se o registro fotográfico de manifestações patológicas presentes nos trechos.

- **Figura 19: Panela** é uma manifestação que pode ser causada pela má execução do revestimento, causando fragilidade na superfície do pavimento e combinada ao tráfego intenso de veículos pesados, ocorre o surgimento de buracos na superfície.

Figura 19- Panela:



Fonte: Autor Próprio,2020.

- **Figura 20: trincas tipo “couro de jacaré”** causadas pelo colapso do revestimento asfáltico devido à repetição das ações do tráfego ou mesmo o envelhecimento do pavimento.

Figura 20- trincas tipo “couro de jacaré”



Fonte: Autor Próprio, 2020.

- **Figura 21- Trinca isolada:** causada também pela contração da capa asfáltica causada devido a baixas temperaturas ou ao endurecimento do asfalto.

Figura 21- trincas isolada



Fonte: Autor Próprio,2020.

- **Figura 22: O afundamento** é um caracterizada por depressão da superfície do pavimento acompanhada por compensação volumétrica lateral. Esta patologia pode ser causada por falha na dosagem de mistura asfáltica ou excesso de ligante asfáltico.

Figura 22- Afundamento



Fonte: Autor Próprio,2020.

Figura 23: Desgaste é um efeito do arrancamento progressivo do agregado do pavimento, causando aspereza superficial do revestimento. Pode ser causado por falhas de adesividade ligante-agregado; presença de água aprisionada e sobreposição em vazios da camada de revestimento, gerando deslocamento de ligante; deficiência no teor de ligante; problemas executivos ou de projeto de misturas.



Fonte: Autor Próprio,2020.

- **Figura 24: Remendo**, no qual é possível identificar que estava mal executado, com pouca compactação, pois o material de recomposição lançado sobre a pista não estava no mesmo nível do pavimento já existente. É uma manifestação patológica que apontar um local de fragilidade e por impactar o conforto no rolamento. Causado pela alta carga de tráfego; emprego de material de má qualidade; ação do meio ambiente ou mesmo a má construção.

Figura 24- Remendo.



Fonte: Autor Próprio,2020.

4.3 Propor Metodologia Para Recuperação

A partir da inspeção visual, as principais patologias encontradas no trecho estudado classificaram-se de acordo com o quadro resumo dos defeitos do DNIT (2003e). Alguns fatores tiveram maior relevância para as avaliações que estavam sendo feitas, como já citados acima de cada defeito encontrado na superfície asfáltica.

Os resultados do LVC nos diz que todos os trecho ser encontra atualmente regular, no entanto não podemos deixa este trecho como esta, pois um regular não significa que seja uma via não tenha defeitos, o Dnit afirma que trecho com esta classificação tem que ter Correção de Pontos Localizados Ou Recapeamento.

Sugere-se que no trecho 3 e 4 realize um recapeamento, no qual seria necessário a retirada da primeira camada por haver grande e diferente manifestações patológicas e a aplicação de uma camada de um novo revestimento asfáltico de 3 a 5 cm de pavimento. Sobre os demais trecho a solução é realizar o reparo em pontos localizados como tapa buracos e também a aplicação de lama asfáltica em todo o trecho para servir como sela tricas e tonar uma via nivelada, dessa forma as patologias serão corrigidas, causando aumento da vida útil do pavimento.

5. Conclusão

Este trabalho está relacionada com uma investigação e análise, no qual de manifestações patológicas da BR-153 uma rodovia estadual com revestimento asfáltico, onde o método utilizado é padronizado pelo o DNIT. A verificação desta via é baseada nas recomendações do manual de pavimentação, e com base nos resultados desta pesquisa, tornaram-se mais fáceis que tome decisões com segurança.

A partir da inspeção visual de cada avaliação, pode-se perceber que diversas patologias foram encontradas ao longo do trecho, como a ocorrência de trincas, painelas e remendo que foi de maior destaque que as demais. Sendo que essas patologias tem como causas o excesso de tráfego de veículos e também o envelhecimento do pavimento.

Ao observar as patologias existentes no pavimento através do Levantamento Visual Contínuo chegou-se à conclusão de que não podem ser tratadas da forma que vem sendo tratadas pelo órgão municipal responsável pela manutenção, pois o tratamento que vem sendo feito restringe-se somente a operação de tapa buraco, através desse trabalho verificou-se que esse método de reparo não tem se mostrado 100% eficiente visto que as patologias se apresentam em quase toda a superfície do pavimento, e o método utilizado para o tratamento das patologias causam ainda muito desconforto ao usuários da via.

Sobre as trincas deve-se optar por um tratamentos diferentes, para trincas isoladas, pode-se realizar a selagem de trincas através de lama asfáltica. Em trincas interligadas podem ser feitos alguns tipos de reparo, ou até mesmo recapeamento na sua extensão.

Sobre os reparos rotineiros, que são de grande importância para a conservação da via, para manter o desempenho funcional da via, pois auxiliam no prolongamento da sua vida útil, assim evitam o aparecimento de novas patologias, e garantindo a segurança e conforto ao usuário da rodovia.

Portanto, todos os objetivos deste trabalho foram alcançados, e a metodologia utilizada comprovou ser suficiente para a análise do trecho, havendo somente dificuldades em avaliar pontos específicos, devido a presença de mais de uma patologia no local.

6. Referencial Teórico

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS-ABNT. **Terminologia e Classificação de Pavimentação** - NBR 7207. Rio de Janeiro, RJ, 1982.

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

BERNUCCI, L. B. et al. **Pavimentação Asfáltica: formação básica para engenheiros**. Rio de Janeiro: Petrobrás: ABEDA, 2006. 501p

BRASIL, Departamento Nacional de Infra-Estrutura De Transportes. **Índice de gravidade global para avaliação da superfície de pavimentos flexíveis e semirígidos**. DNIT 006/2003– PRO. Rio de Janeiro: DNIT, 2003.

BRASIL, Departamento Nacional de Infra-Estrutura de Transportes. **Manual do aluno**. Volume I, Rio de Janeiro: DNIT, 2009.

BRASIL, Departamento Nacional de Infra-Estrutura de Transportes. **Manual de restauração de pavimentos asfálticos**. 2. ed. Rio de Janeiro: DNIT, 2005.

BRASIL, Departamento Nacional de Infra-Estrutura de Transportes. **Manual de pavimentação** 3. ed. Rio de Janeiro: DNIT, 2006.

Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. - DNIT. **Defeitos nos pavimentos flexíveis e semi-rígidos Terminologias** – Norma 005/2003-TER. Rio de Janeiro, 2003a.

Departamento Nacional De Infraestrutura De Transportes – DNIT. **Avaliação objetiva da superfície de pavimentos flexíveis e semirrígidos** – Norma 006/2003-PRO. Rio de Janeiro, 2003b.

Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. - DNIT. **Manual de pavimentação** – 3ª Ed. - Rio de Janeiro, 2006a.

FERNANDES JR., ODA, ZERBINI. **Defeitos e atividades de manutenção e reabilitação em pavimentos asfálticos**. São Carlos – SP: EESC – USP, 2010

NORMA DNIT- 008/2003: PRO- **Levantamento visual contínuo para avaliação da superfície de pavimentos flexíveis e semi-rígidos** – Rio de Janeiro, 2003b.

SENÇO, WLASTERMILER DE- **Manual de técnicas de pavimentação**. Volume II. Editora Pini. São Paulo, 2001.

SENÇO, WLASTERMILER DE. **Manual de técnicas de pavimentação**: volume 1/
Wlastermiller de Senço. 2. ed. ampl. São Paulo: Pini, 2007.

SILVA, P. F. A. **Manual de Patologia e Manutenção de Pavimentos**. Editora Pini. São Paulo, 2005