

CURSO DE ENGENHARIA CIVIL

Eduarda Garcia Comassetto

**MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS EM PAVIMENTO ASFÁLTICO – ESTUDO DE
CASO: RODOVIA ERS-348**

SANTA CRUZ DO SUL

2019

Eduarda Garcia Comassetto

**MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS EM PAVIMENTO ASFÁLTICO – ESTUDO DE
CASO: RODOVIA ERS-348**

Trabalho de Conclusão de Curso de graduação, apresentado à disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso II, do curso de Engenharia Civil, do Departamento de Engenharia, Arquitetura e Ciências Agrárias, da Universidade de Santa Cruz do Sul – UNISC, Campus Santa Cruz do Sul, como requisito parcial para obtenção do título de bacharel em engenharia civil.

Orientadora: Prof^a. Ma. Anelise Schmitz

Santa Cruz do Sul

2019

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por permitir que meus objetivos fossem cumpridos.

Agradeço a minha família por acreditarem no meu potencial, por me apoiarem e incentivarem a correr atrás dos meus sonhos. Em especial a minha mãe que sempre me deu forças para enfrentar as dificuldades.

Ao meu pai que sempre esteve ao meu lado, sempre foi meu exemplo e agora me guia lá do céu.

Ao meu namorado, e toda sua família, pelo incansável suporte e ajuda de sempre.

Ao meu tio Rafael, que foi muito importante ao longo de toda minha caminhada acadêmica.

Aos meus avôs que sempre estiveram presentes e me ajudaram quando precisei.

Agradeço aos meus amigos, aos meus colegas de trabalho, e a minha supervisora do DAER Cachoeira do Sul, por toda a paciência e amparo durante a realização do trabalho.

À professora orientadora, Anelise Schmitz, por todos os ensinamentos, esclarecimentos, orientações e atenção que sempre teve.

RESUMO

As estradas e rodovias tem um papel essencial no sistema viário brasileiro estando inteiramente relacionadas com o aumento do desenvolvimento socioeconômico do país. Por essa razão é necessário garantir a condição de serviço das rodovias, possibilitando conforto e bem estar ao usuário. Desta forma o objetivo do presente trabalho foi investigar e avaliar as manifestações patológicas em pavimentos asfálticos, levando em conta as possíveis causas. Para tanto foi avaliado um trecho de seis quilômetros da rodovia estadual ERS-348, onde foi aplicada a avaliação objetiva, a avaliação superficial e a avaliação subjetiva, conforme normas do Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. A partir dos resultados encontrados, obteve-se o índice do estado da superfície, o índice de gravidade global, e o valor de serventia atual do pavimento. De acordo com as análises desenvolvidas foi possível propor algumas soluções de reparo, referentes a melhorias da superfície asfáltica. Os tipos de intervenções indicadas derivam da severidade dos defeitos e do comprometimento da via. Cabe destacar que a falta de conservação e o excesso de peso dos veículos são os principais fatores influenciadores de patologias asfálticas. A análise geral do trecho o classificou como sendo regular, e as inspeções visuais tornaram as avaliações *in loco* mais complexas.

Palavras Chave: **Pavimento Flexível, Patologia e Avaliação.**

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Forma de distribuição das cargas no pavimento rígido e flexível.....	14
Figura 2: Seção tipo de um pavimento flexível.....	15
Figura 3: Quadro resumo das principais patologias do pavimento asfáltico.....	19
Figura 4: Trinca isolada transversal e longitudinal, respectivamente	22
Figura 5: Trinca isolada de retração.....	23
Figura 6: Trinca interligada tipo “Couro de jacaré”	24
Figura 7: Trinca interligada tipo “Bloco”.....	25
Figura 8: Afundamento por “Trilha de Roda" e afundamento local.....	26
Figura 9: Ondulação.....	28
Figura 10: Escorregamento.....	29
Figura 11: Exsudação	30
Figura 12: Desgaste.....	31
Figura 13: Panela ou buraco	32
Figura 14: Remendo profundo e superficial, respectivamente	33
Figura 15: Local de aplicação do estudo.....	44
Figura 16: Fluxograma	45
Figura 17: Demarcação do trecho para avaliação objetiva	57
Figura 18: Treliça utilizada neste trabalho.....	57
Figura 19: Divisão do trecho para avaliação superficial	60
Figura 20: Divisão do trecho para avaliação subjetiva	65
Figura 21: Ficha avaliador nº1.....	66
Figura 22: Ficha avaliador nº2.....	66
Figura 23: Ficha avaliador nº3.....	67
Figura 24: Ficha avaliador nº4.....	68
Figura 25: Ficha avaliador nº5.....	68
Figura 26: Trincas existentes no pavimento analisado.....	71
Figura 27: Trincas isoladas existentes no pavimento.....	72
Figura 28: Início dos buracos originados de trincas	73
Figura 29: Painelas existentes na via.....	74
Figura 30: Remendos superficiais na pista.....	75
Figura 31: Remendos superficiais pouco compactados	75

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Valor do Fator de Ponderação	50
Tabela 2: Conceitos de degradação do pavimento em função do IGG	51
Tabela 3: Conceitos do ICPF	51
Tabela 4: Determinação do Índice de Gravidade	52
Tabela 5: Pesos para cálculo	53
Tabela 6: IES – Índice do Estado da Superfície do pavimento	53
Tabela 7: Planilha de Cálculo do IGG	58
Tabela 8: Divisão do trecho do LVC	60
Tabela 9: Cálculo do IGGE.....	61
Tabela 10: Cálculo do IGGE.....	62
Tabela 11: Divisão do trecho do VSA.....	64
Tabela 12: Resultado final da avaliação subjetiva.....	69
Tabela 13: Análise geral do trecho.....	77

LISTA DE ABREVIATURAS

CBUQ	Concreto Betuminoso Usinado à Quente
CNT	Confederação Nacional do Transporte
DAER	Departamento Autônomo de Estradas de Rodagem
DNIT	Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes
ICPF	Índice de Condição de Pavimentos Flexíveis
IES	Índice do Estado da Superfície
IGG	Índice de Gravidade Global
IGGE	Índice de Gravidade Global Expedito
IGI	Índice de Gravidade individual
ISC	índice de Suporte Califórnia
IPEA	Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada
KM	Quilômetros
LA	Lama Asfáltica
LVC	Levantamento Visual Contínuo
MRA	Microrrevestimento Asfáltico
PRO	Procedimento
RSC	Rodovia Estadual coincidente com Rodovia Federal
SRE	Sistema Rodoviário Estadual
TRE	Trilha de Roda Externa
TRI	Trilha de Roda Interna
VSA	Valor de Serventia Atual

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	10
1.1 Problema da pesquisa	10
1.2 Questão da pesquisa	11
1.3 Objetivos	11
1.3.1 Objetivo geral	11
1.3.2 Objetivos específicos.....	11
1.4 Justificativa.....	12
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	13
2.1 Generalidades do pavimento	13
2.2 Camadas do pavimento flexível	14
2.2.1 Subleito	15
2.2.2 Regularização do subleito	16
2.2.3 Reforço do subleito.....	16
2.2.4 Sub-base	17
2.2.5 Base.....	17
2.2.6 Revestimento	18
2.3 Defeitos nos pavimentos	18
2.3.1 Fenda.....	20
2.3.2 Fissura.....	20
2.3.3 Trinca.....	20
2.3.3.1 Trinca isolada transversal e longitudinal	21
2.3.3.2 Trinca isolada de retração	22
2.3.3.3 Trinca interligada do tipo “Couro de Jacaré”	23
2.3.3.4 Trinca tipo “Bloco”	24
2.3.4 Afundamento	25
2.3.4.1 Afundamento plástico.....	26
2.3.4.2 Afundamento de consolidação	27
2.3.5 Ondulação ou corrugação	27
2.3.6 Escorregamento	28
2.3.7 Exsudação	29
2.3.8 Desgaste	30

2.3.9	Panela ou buraco	31
2.3.10	Remendo	32
2.3.10.1	Remendo profundo	33
2.3.10.2	Remendo superficial	33
2.4	Avaliação da condição do pavimento.....	34
2.4.1	Avaliação superficial da superfície do pavimento	34
2.4.2	Avaliação objetiva da superfície do pavimento	35
2.4.3	Avaliação subjetiva da superfície do pavimento	36
2.5	Soluções técnicas para reparo do pavimento	36
2.5.1	Lama asfáltica (LA)	37
2.5.2	Microrrevestimento asfáltico (MRA)	37
2.5.3	Remendo	38
2.5.3.1	Remendo profundo	38
2.5.3.2	Remendo superficial	39
2.5.4	Fresagem	39
2.5.5	Recapeamento	40
2.6	Conservação e gerência do pavimento	40
3	METODOLOGIA	43
3.1	Caracterização da pesquisa	43
3.2	Área de realização da pesquisa	43
3.3	Delineamento da pesquisa	44
3.4	Delimitação do tema	45
3.5	Coleta de dados.....	45
3.5.1	Avaliação objetiva	46
3.5.2	Avaliação superficial.....	46
3.5.3	Avaliação subjetiva	47
3.6	Cálculos dos índices.....	48
3.6.1	Avaliação objetiva	48
3.6.2	Avaliação superficial.....	51
3.6.3	Avaliação subjetiva	54
3.7	Análise e interpretação.....	54

4 RESULTADOS E ANÁLISES	56
4.1 Escolha do trecho	56
4.2 Avaliação objetiva	56
4.3 Avaliação superficial.....	59
4.4 Avaliação subjetiva	64
4.5 Classificação dos defeitos, possíveis causas e soluções.....	70
4.6 Análise geral das avaliações no trecho.....	76
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	79
5.1 Conclusões	79
5.2 Recomendações para trabalhos futuros	80
REFERÊNCIAS.....	81
ANEXOS	89

1 INTRODUÇÃO

1.1 Problema da pesquisa

Historicamente, as estradas e rodovias tem um papel fundamental dentro do sistema viário no Brasil. É por meio delas que grande parte das exportações e importações acontecem, assim como o deslocamento de pessoas, estando diretamente relacionadas com o aumento do desenvolvimento socioeconômico brasileiro (HAIDEN, 2018).

Entretanto nos últimos anos, este setor vem decaindo em decorrência à falta de investimentos necessários para a conservação das rodovias, levando a um panorama de descontentamento, pois a ausência de infraestrutura acarreta em acidentes, perdas e desperdícios de carga, e muitas vezes o aumento do gasto com manutenções nos veículos (BERNUCCI *et al*, 2008).

Conforme a análise da Confederação Nacional do Transporte – CNT de 2018, dos 1.720.700 km de extensão em rodovias, apenas 213.453 km são pavimentadas no Brasil. Dentre as variáveis da pesquisa, a condição da superfície do pavimento mostrou que 52,8% dos pavimentos estão desgastados, e ao total 75,9% apresentam algum tipo de problemas em sua superfície.

Segundo Da Costa Oliveira *et al* (2019), comodidade e condições ideais de trafegabilidade são características importantes para um pavimento asfáltico adequado. Outro aspecto de relevância é a realização de uma manutenção periódica para evitar o surgimento de patologias no asfalto, geradas por múltiplos fatores, tais como o intemperismo, a degradação da superfície, as falhas de projeto e execução, bem como o excesso de carga sobre as mesmas.

As patologias asfálticas podem ser classificadas de acordo com duas classes: estrutural ou funcional. A classe estrutural se define através da desintegração da estabilidade do pavimento, ou seja, quando o mesmo perde sua resistência de suporte de cargas. Já a funcional diz respeito as condições de segurança e conforto da pista de rolamento, sendo parte desta os defeitos identificados visualmente, conhecidos como patologias superficiais (DNIT, 2006a).

Para a restauração e recuperação do pavimento é indispensável uma análise apropriada das condições existentes, determinando a melhor alternativa para a reabilitação deste. Somente por meio de diagnóstico é possível estabelecer

procedimentos adequados para o restauro, reparo e/ou manutenção de acordo com a característica de cada patologia (ROCHA e COSTA, 2010).

1.2 Questão da pesquisa

Quais serão as manifestações patológicas e suas gravidades encontradas no pavimento asfáltico na rodovia ERS-348, nos seis quilômetros a serem analisados?

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo geral

O objetivo geral deste trabalho é realizar uma investigação, e uma avaliação das manifestações patológicas encontradas em revestimentos asfálticos, levando em consideração suas possíveis causas.

1.3.2 Objetivos específicos

Os objetivos específicos são:

- a) Identificar visualmente os pontos mais críticos sobre o trecho de seis quilômetros, ou seja, com maior incidência de patologias;
- b) Realizar levantamento visual contínuo para avaliação da superfície do pavimento flexível de acordo com a Norma 008/2003 – PRO do DNIT (2003h);
- c) Realizar a avaliação objetiva da superfície do pavimento flexível, por meio da Norma 006/2003 – PRO do DNIT (2003f);
- d) Realizar a avaliação subjetiva da superfície do pavimento flexível de acordo com a Norma 009/2003 – PRO do DNIT (2003i);
- e) Identificar as possíveis causas das manifestações patológicas presentes no trecho;
- f) Expor soluções técnicas para o reparo do pavimento asfáltico.

1.4 Justificativa

O levantamento das condições dos trechos pavimentados é muito importante, pois mostra a necessidade de recuperação e manutenção devido a patologias que surgem diariamente. Conforme cada defeito encontrado, é possível prever consequências e possíveis problemas para os usuários da via ou até mesmo para os Órgãos responsáveis pela rodovia.

Em uma pesquisa divulgada pelo Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada - IPEA (2015) com base nos dados da Polícia Rodoviária Federal de 2014, 169.012 acidentes foram registrados, incluindo mortes e feridos no local do acidente. Dentre as condicionantes da pesquisa, um dos aspectos que levam aos acidentes são os defeitos na superfície da pista de rolamento, que podem causar aos motoristas a perda do controle do seu veículo, acarretando em danos materiais, ou até mesmo em acidentes fatais.

Somente a partir da avaliação do estado de integridade dos pavimentos é possível atribuir a forma mais coerente para a execução de reparos e/ou manutenções nos pavimentos. Desta forma, a adoção de técnicas de reabilitação ou conservação adequadas podem prolongar a vida útil do trecho e melhorar seu desempenho em longo prazo (ALMEIDA, 2013).

Desta maneira, o presente trabalho visa elaborar um estudo de caso para definir quais as patologias podem estar presentes no pavimento asfáltico na rodovia ERS - 348, entre os quilômetros analisados e então expor a forma mais apropriada para recuperação do mesmo.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Este capítulo trata da fundamentação teórica deste trabalho, por meio da revisão bibliográfica dos subitens a seguir.

2.1 Generalidades do pavimento

De acordo com o Manual de Pavimentação do DNIT (2006a) entende-se por pavimento de uma rodovia, a superestrutura formada por um sistema de camadas de espessuras finitas, assentes sobre um semi-espaço considerado teoricamente como infinito, sendo considerado como a infraestrutura ou terreno de fundação, o qual é denominado por subleito. Ainda se resume em materiais de diferentes resistências e deformabilidades, que dão origem a uma camada com elevado grau de complexidade aos cálculos de tensões e deformações.

Bernucci *et al.* (2008) discute que o pavimento é destinado a resistir aos esforços provenientes do tráfego de veículos e ao clima que está exposto, tanto tecnicamente quanto economicamente, de modo que proporcione melhorias nas condições de rolamento, tais como conforto, economia e segurança.

No estudo realizado por Schmidt (2016), pavimento é definido como toda a estrutura a partir do terreno, também denominado subleito, o qual atua como fundação, e é determinado a resistir às cargas impostas sobre a via. As demais camadas que constituem o pavimento possuem finalidades específicas, e são elas: base, sub-base, reforço do subleito (quando necessário) e a camada de revestimento.

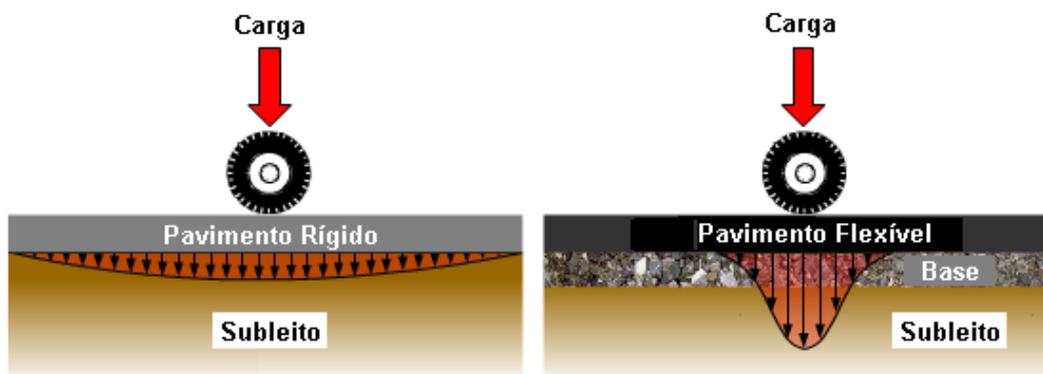
Os pavimentos são classificados em flexíveis, semi-rígidos e rígidos. Os flexíveis são aqueles em que a estrutura sofre deformações elásticas devido aos carregamentos aplicados, ou seja, às cargas do tráfego. Esses esforços são distribuídos pontualmente entre todas as camadas, que geralmente são constituídas de uma base graduada e uma camada de revestimento asfáltico (DNIT, 2006a).

Os pavimentos semi-rígidos se diferem dos flexíveis no aspecto em que sua base é composta por algum tipo de aglutinante com propriedades cimentícias, tornando a camada estabilizada quimicamente. Os pavimentos rígidos apresentam uma rigidez elevada em relação as demais classificações, pois a camada de revestimento geralmente é construída por placas de concreto, que faz com que as

cargas se dissipem de forma distribuída entre as camadas inferiores, portanto absorvendo a maior parte das tensões (DNIT 2006a; MAIA, 2012).

A principal diferença entre o pavimento rígido e flexível é a forma em que a carga se distribui ao longo da estrutura, conforme ilustrado na figura 1.

Figura 1: Forma de distribuição das cargas no pavimento rígido e flexível.

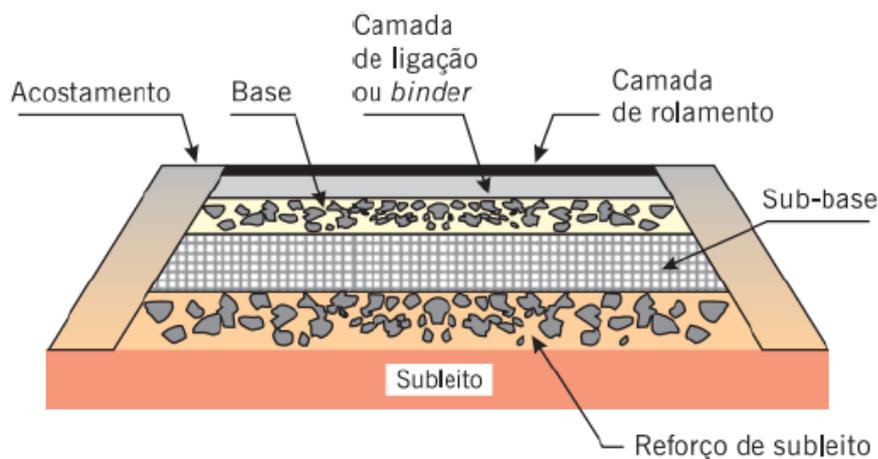


Fonte: Balbo, 2007

2.2 Camadas do pavimento flexível

As camadas dos pavimentos flexíveis são compostas por materiais bem compactados partindo do subleito, tendo como principal característica, a resistência aos esforços verticais oriundas do tráfego dos veículos. Além de resistir às cargas, devem distribuí-las ao longo de toda a estrutura do pavimento, de modo que garanta a estabilidade, durabilidade e segurança ao usuário da via (RONCA 2018). As camadas que compõem o pavimento flexível são basicamente: subleito, reforço do subleito, sub-base, base, e a camada de rolamento, distribuídas conforme a figura 2.

Figura 2: Seção tipo de um pavimento flexível



Fonte: adaptado de BERNUCCI *et al.*, 2010

Após ser construído, o pavimento se encontra em condições excelentes, mas por vários fatores ao passar do tempo, sua vida útil vai diminuindo até que as deformações e degradações o tornam em péssimo estado. Quando acontecem trabalhos de manutenção, e gerência no pavimento, suas capacidades estruturais e funcionais se tornam mais duráveis, e a qualidade da via não é influenciada por fatores externos (FERNANDES, 2016; RONCA, 2018).

2.2.1 Subleito

É o terreno de fundação onde se encontra o solo natural, sobre ele é construído as demais camadas do pavimento. Conforme a qualidade do terreno, o tamanho da estrutura pode variar para garantir sua integridade, pois as características do subleito são de fundamental importância para o dimensionamento do pavimento (PINTO, 2010).

É muito importante o reconhecimento do solo até as profundidades (de 0,6 a 1,5 metros) do subleito que recebem os esforços devido ao tráfego. A partir de estudos e análises é possível reconhecer o ISC (Índice de Suporte Califórnia) desta camada, e assim identificar se o material em questão está apto ou não, a receber e dissipar as cargas recebidas (CAMARGO e GOMES, 2017).

2.2.2 Regularização do subleito

A regularização do subleito é a camada designada a regular o leito do pavimento, transversalmente e longitudinalmente, obedecendo as cotas de terraplenagem do projeto, permitindo cortes e aterros de até 20 cm de espessura. O material utilizado para constituir esta camada deve ser preferencialmente igual, ou seja, com as mesmas características da camada do subleito, em caso de acréscimo ou mudança de material, estes devem ser indicados no projeto e apresentar características da Norma DNIT 108/2009-ES: Terraplenagem – Aterros – Especificação de Serviço (DNIT, 2010a).

A regularização do subleito não possui um tamanho de espessura definido, devido a resumir-se na correção de falhas da camada inferior, ou seja, tornar as irregularidades do subleito imperceptíveis (SCHUH, 2011).

2.2.3 Reforço do subleito

O reforço do subleito é executado para melhorar a qualidade da superfície do terreno com baixas capacidades de suporte, e também para que as cargas que chegam até a fundação sejam de menor magnitude, permitindo assim que solos com resistências inferiores possam ser utilizados. É empregado como uma alternativa mais viável em relação a aumentar as espessuras de camadas de sub-base e base (BALBO, 2007).

É uma camada que pode variar sua espessura de acordo com o dimensionamento em projeto, assim como tem a função de melhorar as características do subleito e servir de regularização para a sub-base. Os materiais que compõem esta camada são de melhores qualidades que os do subleito, podem ser solos com propriedades adequadas, mistura de solos, ou solos com presença de rochas (HERMES, 2014; NASCIMENTO, 2016).

2.2.4 Sub-base

Para suavizar as cargas transmitidas às camadas inferiores são construídas as sub-bases e bases, que também são utilizadas como drenantes superficiais. A sub-base tem como finalidade diminuir o tamanho da base quando esta precisa ter espessuras muito grandes para suportar amplas solicitações de tensão. Os materiais usados para construção desta camada podem ser os mesmos das bases (BALBO, 2007).

Como principal finalidade, a sub-base deve auxiliar as camadas superiores a resistir aos esforços devido aos carregamentos do tráfego, sendo assim é possível classificar esta camada como sendo de funcionalidade estrutural no pavimento. Ainda apresenta algumas funções secundárias como: prevenir que a água se acumule livremente no pavimento, e a intrusão ou bombeamento de solo para a base (SOUZA, 2004 apud NASCIMENTO, 2016, p. 20).

2.2.5 Base

A base é a última camada antes do revestimento, que se destina a resistir às cargas verticais oriundas do tráfego de veículos, fazendo com que os esforços se distribuam adequadamente até chegar ao subleito. É executada sobre todas as demais camadas e deve ser devidamente regularizada e compactada. Pode ser melhorada com o processo de estabilização granulométrica, aumentando assim a capacidade resistente dos materiais constituintes. Se compactada corretamente, as propriedades de estabilidade e durabilidade tendem a ter uma maior vida útil (DNIT, 2010b).

Os materiais os quais compõem a base são geralmente os solos-brita, misturas de solo com agregados do tipo brita graduada ou brita graduada tratada com cimento, solos com estabilizantes químicos (asfalto, concreto, ligantes hidráulicos) também podem ser utilizados neste tipo de camada (NASCIMENTO, 2016).

2.2.6 Revestimento

O revestimento do pavimento é a camada final da estrutura, tem contato direto com as cargas dos veículos e sofre com as ações climáticas, por isso se torna mais suscetível ao desgaste. Deve resistir e dissipar os esforços às camadas inferiores sem sofrer deformações elásticas permanentes, desagregações ou ainda a perda da compactação ideal do material. Outra finalidade do revestimento é impermeabilizar o pavimento, para que não haja infiltração de água para as demais camadas, tornando assim o pavimento mais durável. Os materiais que compõem o revestimento devem ser bem aglutinados ou dispostos de modo a impedir a movimentação horizontal (PINTO, 2010; BERNUCCI, 2008; BALBO, 2007).

O Concreto Betuminoso Usinado a Quente (CBUQ) é um tipo de revestimento asfáltico, originado da mistura de agregados minerais e ligantes asfálticos, mais comumente encontrado nos pavimentos flexíveis no Brasil, pois possuem propriedades que favorecem seu uso no País. Esse material é dimensionado para suportar as solicitações atribuídas ao pavimento, além de conferir melhorias nas condições de rolamento, tais como o maior conforto e segurança ao usuário da via (PINTO, 2010; BERNUCCI, 2008; BALBO, 2007).

2.3 Defeitos nos pavimentos

O pavimento, no decorrer do tempo, vai sofrendo alterações nas suas propriedades iniciais. Estas alterações nas propriedades do material que o constitui são causadas, basicamente, por solicitações intensas do tráfego e pelas condições climáticas, resultando em defeitos nos pavimentos (GOMES, 2018).

Para Leandro *et al.* (2015), os defeitos nos pavimentos acontecem por meio do desgaste dos materiais e das camadas das estruturas que o compõe, ocorridas devido a uma variedade de fatores, sendo um dos principais os esforços excessivos atuantes na via.

Schuh (2011) menciona que estes defeitos colaboram no aumento das sensações de desconforto ao viajar, além de acarretar menor trafegabilidade na via. Os defeitos podem ser identificados visualmente ou por meio de equipamentos eletrônicos que reconhecem as manifestações patológicas.

De acordo com Ronca (2018), as patologias de pavimento são divididas em duas classes, a estrutural e a funcional. A primeira está associada a capacidade de distribuir os esforços ao longo de todo o pavimento, defeitos estes que acarretam problemas na estrutura. Já a segunda está relacionada com a qualidade, segurança e conforto da pista de rolamento.

A partir destas classes é possível identificar os tipos de defeitos que ocorrem nos pavimentos de acordo com a classificação do DNIT (2003e), bem como suas de extensões e possíveis causas. Na figura 3 a seguir, é apresentado um quadro resumo com os principais defeitos no pavimento asfáltico e suas possíveis causas.

Figura 3: Quadro resumo das principais patologias do pavimento asfáltico

Defeito		Descrição	Prováveis causas
Trincas isoladas	Longitudinais	Apresenta direção predominante paralela ao eixo da via.	Junta de construção mal executada. Contração / dilatação do revestimento. Propagação de trincas de camadas subjacentes.
	Transversais	Apresenta direção predominante ortogonal ao eixo da via.	Contração / dilatação do revestimento. Propagação de trincas de camadas subjacentes.
Trincas interligadas	Jacaré / crocodilo	Assemelhando-se ao couro de jacaré ou crocodilo.	Ação repetida das cargas de tráfego.
	Bloco	Configuração próxima a um retângulo, podendo os blocos apresentar vários tamanhos.	Variações térmicas. União de trincas transversais e longitudinais.
Afundamento	Plástico	Apresenta além da depressão na região das trilhas de rodas um solevamento lateral.	Ruptura das camadas do pavimento pela ação do tráfego.
	Consolidação	Caracteriza-se por uma depressão do revestimento na região das trilhas de roda.	Compactação insuficiente das camadas. Mistura asfáltica com baixa estabilidade. Infiltração de água nas camadas.
Ondulação / Corrugação		Caracteriza-se por ondulações ou corrugações transversais na superfície do pavimento de caráter plástico e permanente	Instabilidade da mistura betuminosa ou base. Excesso de umidade das camadas. Materiais estranhos na mistura. Retenção da água na mistura.
Deterioração de remendos		Região do pavimento onde ocorreu substituição do material original.	Tráfego intenso. Uso de materiais de má qualidade. Condições ambientais agressivas. Problemas construtivos.
Painéis		Cavidade que se forma num primeiro estágio no revestimento apresentando dimensões variadas.	Trinca por fadiga. Desgaste de alta severidade.

Fonte: Rocha e Costa, 2010

2.3.1 Fenda

As fendas são quaisquer descontinuidades na superfície de rolamento do pavimento, através delas podem ser originadas aberturas de menores ou maiores porte, por isso são classificadas de acordo com o tamanho em que se apresentam (DNIT, 2003e).

Conforme Camargo e Gomes (2017) há uma variedade de fatores responsáveis pelo aparecimento de fendas, sendo um destes os excessos de cargas atuantes no pavimento, bem como o alívio do mesmo, fatores estes que causam a tração na fibra interior do revestimento. Os autores mencionam ainda como fator o clima, considerando que a variação de temperatura diária acarreta na contração e dilatação do revestimento.

2.3.2 Fissura

A fissura é um tipo de fenda incipiente de largura capilar, que se apresenta longitudinalmente, transversalmente ou obliquamente na direção do eixo da via. É perceptível visualmente a uma distância de menos de 1,5 m, e ainda não causam problemas estruturais ao pavimento, sendo consideradas de menor preocupação quanto à gravidade de deteriorização (DNIT, 2003e).

As causas mais frequentes das fissurações se dão por meio da dosagem imprópria da mistura asfáltica, a compactação excessiva ou inadequada, e o excesso de materiais finos no revestimento asfáltico (CNT, 2018).

2.3.3 Trinca

A trinca é outro tipo de defeito existente no pavimento proveniente das fendas que são vistas com maior facilidade pois tem aberturas maiores do que as fissuras. As trincas podem ser classificadas como isoladas ou interligadas, dependendo do sentido e quantidade em que se desenvolvem. Este defeito enfraquece o revestimento e permite que a água infiltre na estrutura do pavimento gerando riscos para as camadas inferiores, além de eventualmente ocasionar a desintegração total da superfície de rolamento (DNIT, 2003e; DNIT 2006b).

A partir das notas 1 e 2 da Norma do DNIT (2003e), as trincas isoladas possuem 3 classes em que se encaixam, enquanto as trincas interligadas somente se classificam quanto a apresentação de erosão ou não, sendo assim, são elas: FC-1- trincas com aberturas maiores que as das fissuras mas menores que 1,0 mm; FC-2- trincas com abertura maiores que 1,0 mm porém sem erosão nas bordas; FC-3- trincas superiores a 1,0 mm e possuem erosão em bordas.

Geralmente são causadas pela fadiga dos materiais que estão presentes nas camadas betuminosas, devido à propagação de esforços no pavimento (FERNANDES, 2016). Este defeito apresenta maior incidência em pavimentos flexíveis, e tem grande influência no desenvolvimento de outras deformações, por isso o trincamento é um critério de intervenção e deflagração de restauração (DNIT 2006b; FERNANDES, 2016).

2.3.3.1 Trinca isolada transversal e longitudinal

A trinca isolada transversal se dispõe de forma perpendicular em relação ao eixo da via, diferentemente de trincas longitudinal as quais acompanham o sentido da via, ou seja, são paralelas ao trecho. Podem ser classificadas como curtas quando apresentam até 100cm de extensão, ou longa quando ultrapassam 100 cm de comprimento. São trincas provocadas por deformações permanentes excessivas e/ou decorrentes dos efeitos acumulativos de esforços sucessivos (DNIT, 2003e).

Segundo Danieleski (2004), existem níveis de severidade em que se classificam as trincas, são essas de acordo com o tamanho de suas aberturas, e também em termos de extensão. Trincas transversais ou longitudinais em nível inicial são aquelas com abertura menor que 3 mm, trincas de nível médio são representadas por aberturas não seladas entre 3 mm a 6 mm, já as de nível avançado tem sua abertura maior que 6 mm.

Em termos de extensão, pode ser considerado trechos de nível alto, aqueles que possuem o aparecimento de mais de 6 trincas transversais por 30 m, nível médio será de 3 a 6 trincas transversais por 30 m, e nível baixo menos de 3 trincas transversais por 30 m. Para as trincas longitudinais o nível alto compreende uma extensão total maior que 150 m em trechos de até 30 m de comprimento, nível médio serão trincas de 60 m a 150 m por segmento de 30 m, e o nível baixo trincas menores que 60 m por 30 m (SCARANTO e GONÇALVES, 2008).

A figura 4 ilustra o desenvolvimento das trincas isoladas transversais e longitudinais.

Figura 4: Trinca isolada transversal e longitudinal, respectivamente



Fonte: DNIT, (2003e)

2.3.3.2 Trinca isolada de retração

A trinca isolada de retração se difere das demais trincas isoladas pelo fato de que seu surgimento não está relacionado ao desgaste por fadiga, e sim por fenômenos de variação térmica. O trincamento pode ser transversal ou longitudinal e geralmente seguem espaçamentos que são definidos por meio das propriedades dos materiais os quais constituem a mistura betuminosa, conforme ilustrado na figura 5 (DNIT, 2006b; FERNANDES, 2016).

Esta trinca também surge em função da combinação entre a alta rigidez do ligante betuminoso com a retração térmica, quando a temperatura é diminuída consideravelmente (DNIT, 2006b; FERNANDES, 2016).

Figura 5: Trinca isolada de retração



Fonte: DNIT, (2003e)

2.3.3.3 Trinca interligada do tipo “Couro de Jacaré”

A definição “tipo couro de jacaré” se resume em trincas interligadas entre si conforme figura 6, formam um conjunto com dimensões variáveis, sem direções preferenciais, ou seja, uma espécie de malha que pode apresentar ou não erosão nas bordas do eixo da via. Este tipo de trinca se localiza primeiramente nos trilhos de rodas e progressivamente vai se desenvolvendo em toda a largura do eixo. A trinca tipo couro de jacaré pode se desenvolver a partir de evoluções de trincas isoladas (ALMEIDA, 2013).

Segundo Bernucci *et al* (2008), as possíveis causas de surgimento destes defeitos são em função da ação de repetição de esforços devido ao tráfego, condições climáticas, problemas relacionados com a compactação do revestimento, deficiências ou alterações nas propriedades adequadas para o dimensionamento correto do pavimento, entre outras.

Figura 6: Trinca interligada tipo “Couro de jacaré”



Fonte: DNIT, (2003e)

2.3.3.4 Trinca tipo “Bloco”

As trincas do tipo bloco também são interligadas e sua principal característica é dada pela forma em que se apresenta, formam desenhos de blocos com lados definidos quase que como peças retangulares, ilustrado abaixo na figura 7. Este tipo de defeito não é atribuído ao fato de fadiga, e sim em função da variação térmica quando as propriedades elásticas do revestimento já não atendem as necessidades mínimas (DNIT, 2003e; DNIT, 2005).

Ainda podem ser causadas pelo fenômeno avançado de fadiga em bases cimentadas, ou quando a camada de revestimento é aplicada sobre pavimento em blocos já existente e o processo de fissuração reflete para a camada de rolamento (SCHMIDT, 2016).

Figura 7: Trinca interligada tipo “Bloco”



Fonte: DNIT, (2003e)

2.3.4 Afundamento

Os afundamentos no pavimento são alterações permanentes causadas por depressões sofridas em sua superfície de rolamento, em certas situações podem ser acompanhados de solevamento. Existem dois tipos de afundamentos possíveis, os plásticos, que são ocasionados por influência plástica de camadas inferiores à camada de rolamento ou quando as depressões são causadas pela fluência do revestimento, e os afundamentos de consolidação que são causados por meio da consolidação de uma ou mais camadas do pavimento ou do subleito, ou seja, pela densificação diferencial (CAMARGO e GOMES, 2017).

Tanto para o afundamento plástico ou de consolidação, existem duas terminologias referentes a extensão do afundamento na via, que devem ser aplicadas no momento em que se classifica o tipo de afundamento existente no revestimento asfáltico. Quando a extensão do afundamento se limita em até 6 m, este é denominado afundamento local, ao ultrapassar 6 m de extensão os afundamentos serão considerados por “trilha de roda” (BERNUCCI *et al.*, 2010). De acordo com a figura 8, podemos notar a diferença entre os afundamentos.

Estas deformações são permanentes, causam problemas e afetam a dinâmica de como as cargas são distribuídas para o pavimento, além de influenciar na baixa qualidade de rolamento, podendo gerar riscos à segurança dos usuários da via (DNIT, 2006b).

Figura 8: Afundamento por “Trilha de Roda” e afundamento local



Fonte: DNIT, (2003e)

2.3.4.1 Afundamento plástico

O afundamento plástico é composto por um sollevamento lateral na via, encontra-se próximo do local de depressões que é formado pelas trilhas de roda. As trilhas de roda são um tipo de afundamento longitudinal, onde as deformações se salientam em razão da alta sollicitação de esforços repetitivos oriundos dos pneus dos veículos (NASCIMENTO, 2016). As trilhas de rodas são admissíveis em até 10 mm para estradas com maior fluxo de veículos, estradas com intensidade de tráfego menor, podem admitir até 16 mm de afundamento, mas no momento em que a deformação chegar a 20 mm, é necessário que haja intervenção para o reparo imediato (FERNANDES, 2016).

O sollevamento que acompanha o afundamento plástico é uma irregularidade derivada de algumas deformações, causadas pelo recalque do terreno de fundação, ou por falhas de construção (SCHUH, 2011).

2.3.4.2 Afundamento de consolidação

Afundamento de consolidação é um tipo de deformação no revestimento que se forma em locais onde mais se suportam os efeitos das cargas dos veículos. Não apresenta solevamento, e pode ser causado pela falta de compactação adequada no momento de construção, pela infiltração de água, ou até mesmo por possuir propriedades inadequadas no ligante asfáltico (NASCIMENTO, 2016).

De acordo com o DNIT (2006b), este tipo de afundamento também pode ser causado por consolidação diferencial entre uma ou mais camadas que compõem o pavimento, ou pela consolidação do subleito.

2.3.5 Ondulação ou corrugação

As ondulações ou corrugações são falhas transversais de caráter plástico e permanente presentes na superfície do pavimento. São classificadas como deformações iguais, porém são decorrentes de diferentes fenômenos, as corrugações geralmente compensatória, apresentam depressões interpoladas por elevações, já as ondulações se formam a partir de consolidações diferenciais da camada do subleito. Existe também uma diferença relacionada ao comprimento, sendo que a corrugação possui o tamanho da onda entre duas linhas de alguns centímetros, e a ondulação apresenta onda entre linhas da ordem de metros (NASCIMENTO, 2016).

Este defeito pode ser encontrado ao longo de todo o eixo por diversos motivos, porém se desenvolvem principalmente próximo as trilhas de roda onde a solicitação de esforços de carga é maior, também estando relacionado com a aceleração e frenagem dos veículos da via (CAMARGO e GOMES, 2017). De acordo com a figura 9, se pode visualizar o desenvolvimento das ondulações em pavimentos asfálticos.

Figura 9: Ondulação

Fonte: Camargo e Alves, 2017

2.3.6 Escorregamento

Rocha (2018) afirma que o defeito de escorregamento do pavimento se origina por meio de um deslocamento entre a camada superficial de revestimento às camadas inferiores, tendo como estado inicial o aparecimento de trincas em formato de meia lua. Na fase seguinte ocorre o escorregamento da capa asfáltica que por sua vez causa a exposição das camadas inferiores, conforme figura 10. As regiões mais atingidas são as que sofrem com a atuação dos esforços de tração (frenagem e aceleração), por isso o aparecimento desta patologia é mais comum em paradas de ônibus, rampas e curvas fechadas.

As possíveis causas para tal defeito são as seguintes: compactação inadequada da mistura asfáltica, ausência de pintura de ligação ou imprimação entre as camadas de revestimento, fluência do revestimento por alterações na temperatura (altas temperaturas), limitação da inercia do revestimento por espessura diminuída (ROCHA, 2018).

Figura 10: Escorregamento

Fonte: DNIT, (2003e)

2.3.7 Exsudação

A exsudação tem a característica de expor o ligante betuminoso na superfície do revestimento conforme ilustrado na figura 11, formando manchas escuras que se originam devido ao excesso do mesmo na massa asfáltica, podendo se estender em pequenas partes ou até mesmo por todo o revestimento. O local de surgimento da exsudação danifica a aderência existente entre pneu/pavimento, principalmente quando as condições climáticas são desfavoráveis (tempo chuvoso) (SCHUH, 2011; ROCHA, 2018).

De acordo com Bernucci *et al* (2010), as causas de exsudação são dadas por falhas de dimensionamento da massa asfáltica acarretando no excesso de ligante em algumas partes ou até mesmo em todo o eixo, segregação da massa, distribuição incorreta da concentração do ligante, ou por o cravamento dos materiais pétreos na base que levam a ascensão do betume à superfície.

Figura 11: Exsudação

Fonte: Bernucci *et al.*, 2008

2.3.8 Desgaste

O desgaste do pavimento asfáltico é o resultado de esforços tangenciais causados pelo tráfego e intemperismo, que por sua vez pode criar uma superfície áspera no revestimento, afetando as condições de segurança da via. Esta patologia pode ocorrer em diferentes estágios, sendo o nível mais avançado, quando os agregados são arrancados progressivamente da superfície do pavimento. As causas mais prováveis para tal defeito são em função da volatilização e oxidação do revestimento asfáltico, assim como problemas na mistura asfáltica no momento de usinagem (VITOR, 2016).

Outros fatores que podem ocasionar o desgaste do pavimento são: a execução do pavimento em condições climáticas desfavoráveis; a sobrepressão hidrostática originada pela presença de água no interior do pavimento; entre outros aspectos de deficiência do ligante asfáltico. Há casos em que o desgaste pode ocorrer em toda a extensão do pavimento (DNIT, 2006b). De acordo com a figura 12 pode-se perceber como se caracteriza uma superfície desgastada.

Figura 12: Desgaste

Fonte: DNIT, (2003e)

2.3.9 Panela ou buraco

As painelas ou buracos são cavidades que se formam em consequência do avançado estado de degradação do pavimento conforme figura 13. As painelas são um pouco mais severas que os buracos, pois podem atingir camadas inferiores como a base, afetando assim a capacidade estrutural do pavimento como um todo. Os buracos são aberturas na superfície do pavimento que decorrem da evolução de trincas, afundamentos e desgastes (VITOR, 2016).

Além da deficiência de aderência entre as camadas, a infiltração de água é um dos principais fatores que contribuem para o surgimento de patologias deste tipo, pois provocam a desintegração mais rápida dos materiais que constituem as camadas (SCHMIDT, 2016).

Figura 13: Panela ou buraco

Fonte: DNIT, (2003e)

2.3.10 Remendo

Os remendos são as reparações de uma ou mais camadas, feitas para preencher as panelas ou buracos presentes na superfície asfáltica. São considerados como patologias, pois possuem características físicas diferentes das que já existem no revestimento, sendo assim se tornando mais suscetíveis a novas degradações na via. Um trecho com muitos remendos na pista de rolamento pode causar certo desconforto aos usuários, em razão da diferença de nível entre o remendo e a superfície original (ROCHA, 2018).

Este tipo de defeito é o resultado das operações “tapa-buracos” (HAIDEN, 2018). De acordo com a Norma DNIT 005/2003 – TER, os remendos são divididos em remendos profundos ou superficiais e são ilustrados conforme a figura 14.

Figura 14: Remendo profundo e superficial, respectivamente



Fonte: Bernucci *et al.*, 2008

2.3.10.1 Remendo profundo

O remendo profundo é aquele em que é feita a substituição da parte danificada do revestimento e/ou mais alguma camada inferior, onde são realocados materiais correspondentes aos degradados. Geralmente são feitos cortes no revestimento em formas retangulares, que posteriormente serão preenchidos com o material necessário (LUCENA, 2018).

Segundo Danieleski (2004), os remendos profundos devem se encaixar nas conservações padrões da via, e são classificados em termos de severidade da patologia como iniciais quando o remendo é o único defeito presente na superfície e avançado quando além do remendo, o pavimento apresenta outras deformações.

2.3.10.2 Remendo superficial

O remendo superficial é uma correção na superfície, que é feita de forma imediata apenas em um local específico. Neste remendo não há corte profundo no pavimento, apenas é feito o preenchimento necessário com material adequado, em espessuras pequenas. Geralmente não apresenta um formato característico (DNIT, 2003e; ROCHA, 2018).

Este tipo de remendo faz parte das conservações emergenciais, ou seja, está inserido nas operações “tapa-buracos”, geralmente são executados sem os cuidados técnicos adequados, por essa razão podem acabar gerando outros defeitos na superfície do pavimento (DANIELESKI, 2004).

2.4 Avaliação da condição do pavimento

A avaliação do pavimento visa identificar locais com necessidade de manutenção, sendo realizado um levantamento de dados e informações que possibilitem detectar quaisquer problemas na superfície (NASCIMENTO, 2016).

Considera-se a avaliação uma das etapas mais importantes de um Sistema de Gerência de Pavimentos, é por meio dela que pode se notar quando há necessidade de manutenção ou reconstrução do pavimento e se este está atendendo as especificações para que foi projetado (VIEIRA *et al.*, 2016).

Nascimento (2016) cita que entre os dados de maior relevância encontrados durante a avaliação são os tipos de defeitos no pavimento, essas informações permitem que as decisões tomadas para a recuperação dos trechos defeituosos sejam corretas.

2.4.1 Avaliação superficial da superfície do pavimento

Conforme Oliveira (2003), o defeito funcional pode ou não ser acompanhado por danos estruturais. Por meio da avaliação funcional se pode identificar os defeitos superficiais no pavimento e a partir desta, é realizada a avaliação estrutural.

A avaliação é realizada pelo procedimento padrão de medidas e inspeções. Os defeitos são considerados pelo processo de deterioração, podendo ser em consequência de fatores climáticos, devido ao tráfego na via, pelo processo de construção ou por características físicas dos materiais (SCHUH, 2011).

A avaliação superficial tem como objetivo identificar os defeitos já existentes. Os defeitos são caracterizados através de três requisitos principais, que são: os tipos de defeitos, onde é realizada a identificação do mesmo e a classificação de acordo com a causa originária; a severidade é o estágio em que se encontra a evolução do defeito; e a dimensão do defeito, onde é realizada anotações da extensão ou área afetada por cada defeito (VIEIRA *et al.*, 2016).

De acordo com o DNIT (2003h), normatiza um procedimento de levantamento visual contínuo para avaliar a superfície do pavimento, que tem o objetivo de determinar o valor do ICPF – Índice de Condição de Pavimentos Flexíveis, assim como proporciona informações para o cálculo do IGG – Índice de Gravidade Global e o IES – Índice do Estado da Superfície.

Conforme Schuh (2011) pode-se contar com algumas metodologias para a execução destas atividades. A escolha por alguma delas precisa levar em consideração as características do pavimento já existente. As metodologias utilizadas se diferem através de aspectos como:

- Forma de levantamento: manual, através do caminhamento do trecho ou percorrendo com veículo em baixa velocidade, ou com uso de equipamento;
- Extensão do levantamento: avaliação através de amostragem ou na totalidade da malha viária em questão;
- Tipo de pavimento;
- Tipo de defeito;
- Modelo empregado para determinar a condição do pavimento.

2.4.2 Avaliação objetiva da superfície do pavimento

A avaliação objetiva consiste no levantamento de todas as deformações existentes na superfície do pavimento, após este estudo é importante a análise das possíveis causas, para que assim sejam conferidos valores à cada defeito de acordo com seu estado de degradação. O DNIT institui um método para a realização da avaliação objetiva que é realizado por meio do cálculo do IGG (LUCENA, 2018).

O procedimento citado acima, que é normatizado pelo DNIT (2003f) realiza a contagem e a classificação dos defeitos aparentes na superfície asfáltica, de acordo com a terminologia imposta pelo DNIT (2003e), não levando em consideração a extensão e a medida de deformações permanentes nas trilhas de roda. Cada classe de defeitos possui um fator de ponderação, e o levantamento é feito de forma manual, por meio do caminhamento na via (DANIELESKI, 2004).

Embora este procedimento tenha como prioridade expor as condições funcionais do pavimento, e também é considerado muito eficaz para as decisões quanto às intervenções a serem tomadas, deve ser analisado como um critério

complementar aos estudos e análises que traçam as possíveis causas dos defeitos no pavimento (BERNUCCI *et al.*, 2010).

2.4.3 Avaliação subjetiva da superfície do pavimento

A avaliação subjetiva da superfície do pavimento está diretamente ligada com o conceito de serventia de uma rodovia, que foi proposto nos anos 1950, para estudos experimentais em pesquisas relacionadas com a pavimentação. Este método necessita de informações e análises envolvendo o tráfego da via e também características da qualidade de rolamento. O conceito de serventia de um pavimento engloba o propósito de construção que é garantir ao usuário boas condições de rolamento, além da segurança e do conforto (DANIELESKI, 2004).

A Norma técnica deste método é a 009/2003 do DNIT, que regulamenta o processo de determinação do Valor de Serventia Atual (VSA), onde é definido em qual faixa de qualidade de serventia se encontra o pavimento. De acordo com a Norma, existem cinco tipos de valores de faixas para o VSA, sendo qualificado de acordo com a condição de conforto, podendo ser excelente, bom, regular, ruim ou péssimo (LUCENA, 2018).

Bernucci *et al.* (2010), afirma ainda que no momento em que o pavimento é construído de forma adequada, o VSA classifica-se como excelente, e com o passar do tempo, devido a fatores de clima e tráfego, este valor começa a decair, podendo chegar ao estado péssimo.

2.5 Soluções técnicas para reparo do pavimento

O termo recuperar o pavimento diz respeito aos atributos funcionais e estruturais, e está relacionado com a intensidade e severidade em que os defeitos se apresentam. As ações corretivas e as soluções de reparo de um pavimento devem ser colocadas em prática logo após o reconhecimento de sua amplitude, por isso é de suma importância que os defeitos sejam detectados de forma rápida e correta (DNIT, 2006b; ROCHA, 2018).

Os reparos são realizados por meio de intervenções técnicas economicamente viáveis, assim como a partir de estudos sobre o pavimento existente, para que deste

modo sejam definidas alternativas apropriadas para cada tipo de manifestação patológica existente no trecho. Uma das principais atividades de manutenção dos pavimentos asfálticos é a execução do remendo, podendo ser profundo ou superficial (ROCHA e COSTA, 2010).

Quando os reparos forem executados ainda na fase inicial dos defeitos, haverá uma maior eficiência de manutenção, evitando a evolução, e os possíveis custos com reabilitação ou reconstrução do pavimento (MORAES et al., 2006).

2.5.1 Lama asfáltica (LA)

A lama asfáltica basicamente se forma pela mistura uniforme de agregados minerais, materiais de enchimento (fíler), emulsão asfáltica e água, esta associação de materiais possui consistência fluída, possibilitando o espalhamento em temperaturas ambientes, no local de aplicação. A lama asfáltica é realizada para propiciar a impermeabilização e o rejuvenescimento do pavimento, além da correção do atrito na camada de rolamento. Não corrige grandes irregularidades, e não tem capacidade de melhorar problemas funcionais (BERNUCCI *et al.*, 2008).

Em revestimentos asfálticos que apresentam desgastes superficiais e níveis iniciais de trincamento, a aplicação de lama asfáltica é ideal para atuar como prolongador da vida útil, assim como pode melhorar a condição funcional do pavimento (ROCHA e COSTA, 2010).

2.5.2 Microrrevestimento asfáltico (MRA)

O microrrevestimento asfáltico é uma combinação semelhante à lama asfáltica, pode ser considerado como uma evolução, pois utiliza os mesmos princípios e concepções de mistura da lama, podendo ser utilizado também a frio. As emulsões que constituem esta mistura são modificadas com polímeros para que haja o aumento da vida útil do pavimento, além de eventualmente poder haver a adição de fibras e aditivos químicos (BERNUCCI *et al.*, 2008).

É utilizado para corrigir rugosidades na superfície, para a recuperação de trincas e fendas, restauração da aderência quando o pavimento sofre ações abrasivas devido ao tráfego. Serve para melhorar as condições estruturais, assim

como é indicado para compor uma camada anti-flexão de trincas em casos de reforços estruturais (SCHUH, 2011; RODRIGUES e VAZ, 2017).

2.5.3 Remendo

O remendo é um tipo de recuperação executado em pontos específicos de descascamentos e arrancamentos de materiais, geralmente em áreas mais danificadas do pavimento. É um serviço que se destina a restaurar desde pequenos buracos até panelas, depressões e vala (DNIT, 2006b).

Usualmente o método do remendo se divide em cinco etapas simples: 1) limpeza da superfície, e remoção de água (se houver); 2) corte do local a ser remendado, em formato retangular com 20 a 30 centímetros, e profundidade suficiente para chegar a uma camada em bom estado; 3) imprimação nas faces verticais do corte, com o objetivo de impermeabilizar e dar aderência; 4) colocação da mistura asfáltica (recobrimento); 5) compactação adequada, e quando a profundidade do recorte ultrapassar 15 centímetros, a compactação deverá ser realizada entre as camadas do pavimento. O remendo deve ser executado de tal forma que sua superfície seja nivelada perfeitamente com o pavimento existente (RIBEIRO *et al.*, 2017).

De acordo com Souza (2004), apesar dos remendos serem um tipo de recuperação, na maior parte das situações, danifica a funcionalidade do pavimento, podendo aumentar a vulnerabilidade às deformações e deteriorizações, assim como causam diminuição do conforto ao usuário da via. Os remendos podem ser classificados como superficiais ou profundos, e devem ser executados de acordo com as características ideais de cada tipo.

2.5.3.1 Remendo profundo

Em remendos profundos há necessidade de reparação das camadas que compõem a estrutura do pavimento, como a base, sub-base, ou até mesmo o subleito. São defeitos que afetam o desempenho estrutural, em função do nível avançado de degradação que se encontram (ROSA *et al.*, 2016).

Estas recuperações podem atingir uma ou mais camadas do pavimento, em alguns casos abrangem até mesmo o subleito. Este tipo de remendo visa solucionar

os problemas permanentemente, desta maneira o material vai sendo retirado até se encontrar uma camada sem nenhum tipo de dano em sua estrutura, sendo assim as profundidades de corte variam em função do bom estado das camadas (SOUZA, 2004).

2.5.3.2 Remendo superficial

Os remendos superficiais são usados em operações tapa buracos, onde as intervenções são executadas para impedir a penetração de água ou a desagregação de materiais da camada de revestimento, por essa razão são considerados de caráter provisório. Uma das principais funções é selar as trincas presentes na camada de rolamento (ROSA *et al.*, 2016).

Este tipo de reparo é realizado apenas pela remoção e posteriormente a reposição do material necessário e adequado para tapar as falhas existentes, geralmente são utilizados misturas betuminosas, que podem ser quentes ou frias (DNIT, 2006b).

2.5.4 Fresagem

De acordo com Bernucci *et al.* (2010), a fresagem é a operação de corte do revestimento asfáltico ou de outra camada do pavimento de um determinado trecho da via, com o auxílio de máquinas especiais, para a restauração da qualidade de rolamento ou para a melhoria da capacidade de suporte.

A remoção de camadas no processo de fresagem é de maneira controlada, para que não haja nenhum dano nas camadas inferiores que se encontram em boas condições. A máquina fresadora é capaz de fazer cortes com espessuras exatas, em função da ajuda de um dispositivo de nivelamento, além de permitir a elevação do material fresado para caminhões que o transportaram até pontos de estocagem, descarte ou reciclagem (DIAS *et al.*, 2015).

Existem três tipos de fresagem: a fresagem profunda é aquela em que os dentes de corte fica de 15 a 300 mm da superfície alcançada, tem por objetivo remover a camada deteriorada para a aplicação de um novo revestimento. Na superficial, o distanciamento é em torno de 8 mm, e é utilizada para pequenas deformações como afundamento de trilhas de roda, pequenas panelas e trincas,

ondulações, reparando o nivelamento da pista de rolamento. A microfresagem é utilizada para espessuras de corte de 30 mm a 6 mm, e é indicada para aprimorar a aderência pneu-pavimento, aumentando o atrito em pistas com risco de derrapagem (DIAS *et al.*, 2015).

2.5.5 Recapeamento

O recapeamento é definido como a construção de camadas asfálticas sobre o pavimento já existente, geralmente constituído de no mínimo duas camadas de massa asfáltica, sendo uma niveladora, e a outra com espessura uniforme. A execução do recapeamento é necessária para dar um novo ciclo de vida ao pavimento, ou seja, melhorar ou reforçar suas propriedades funcionais (ROCHA e COSTA, 2010).

Este procedimento deve promover novas superfícies impermeáveis, resistentes ao escorregamento e à abrasão devido ao tráfego, podendo variar de 2,5 cm a 5,0 cm. É utilizado para corrigir deformações superficiais, e aumentar o desempenho funcional da via. Somente após a avaliação global dos defeitos superficiais são determinadas as especificações do reparo. Em algumas situações possibilita restauração permanente do pavimento, ou seja, após executado o recapeamento, a via será totalmente recuperada. Para que o recapeamento tenha um bom desempenho após ser executado, é de extrema importância medidas como a limpeza e pintura de ligação para que não haja problemas entre as camadas (DNIT, 2006b).

2.6 Conservação e gerência do pavimento

A conservação do pavimento é realizada por meio de atividades rotineiras, periódicas, ou emergenciais, com o objetivo de manter as características próprias e adequadas de cada sistema rodoviário. As rodovias são projetadas com um tempo de vida útil, o qual seria desnecessário caso houvesse condições de conservação contínuas, porque em teoria permaneceriam em bom estado para sempre. Na prática as conservações ajudam a prolongar a vida útil da rodovia, de maneira que reduza custos operacionais de veículos, permitindo maior trafegabilidade, superfícies

mais regulares para assegurar conforto no rolamento, assim como conforto e segurança do usuário da via (DNIT, 2005; DNIT, 2006b; DONG *et al.*, 2016).

De acordo com o Manual de Conservação Rodoviária do DNIT (2005) as intervenções estão divididas em cinco grupos e tem a finalidade de garantir segurança e conforto como já citado anteriormente, por meio da execução de serviços com padrões estabelecidos, estas são:

- a) Conservação Corretiva Rotineira: operações com intenção de reparar ou melhorar algum defeito, assim como restabelecer o funcionamento dos componentes que existem na rodovia. A roçada manual, a limpeza de sarjetas, meio fio e bueiros, os tapa buracos, a renovação, substituição e/ou reposição de itens de sinalização, são tarefas que estão dentro do grupo de conservação corretiva rotineira (HAIDEN, 2018).
- b) Conservação Preventiva Periódica: interferências que são indispensáveis para evitar o aparecimento ou o agravamento de patologias ou demais defeitos na via. São tarefas solicitadas durante todo o ano, porém sua execução depende de fatores como o clima, a topografia e o trânsito do local. Pode-se destacar como conservação preventiva o recapeamento asfáltico, a aplicação de CBUQ, remendos profundos por demolição manual ou mecanizada e a utilização de lama asfáltica, entre outros (VITOR, 2016).
- c) Conservação de Emergência: são operações que tem como função reconstruir, restaurar, repor ou reparar locais ou estruturas da rodovia, onde há problemas como seccionamento, obstrução, dano na via, ou interrupções de trânsito devido a algum acontecimento catastrófico, ou extraordinário. Fazem parte destes serviços as recomposições mecanizadas de aterro, e remoções manuais ou mecanizadas de barreiras de solo (ALMEIDA, 2013).
- d) Restauração: tem por finalidade devolver ao pavimento o seu estado perfeito de funcionamento, assim como restabelecer características originais. Estas ações restauradoras adaptam a rodovia permanentemente, às condições de tráfego assim como devem prolongar sua vida útil, no momento em que são executadas até futuras intervenções. Conservações desse tipo tem o dever de tornar o pavimento mais durável, e conferir um novo aporte estrutural (HAIDEN, 2018).
- e) Melhoramentos da Rodovia: os melhoramentos acontecem quando são construídos e/ou modificados elementos já existentes na via, podem atribuir

novas características ou simplesmente alterar as mesmas. A execução de bueiros, muros de arrimo, e meio fio são melhoramentos que podem ser encontrados nas rodovias (HAIDEN, 2018).

A partir da localização do defeito, e determinação de possíveis causas, executam-se reparos ideais para tal problema, desta forma cabe salientar a importância da conservação rotineira. Por isso é necessário que exista um controle constante sobre as rodovias, para que deste modo às conservações, restaurações e melhoramentos sejam devidamente aplicados em locais em que há necessidade de intervenção. Somente após este controle rigoroso, os trechos danificados estarão sob controle para assegurar segurança e manter o conforto do usuário (SCHUH, 2011).

Além dos sistemas de conservação, existem programas de gerência de pavimento, os quais têm sido desenvolvidos para suprir a falta de planejamento das manutenções. O gerenciamento de pavimentos é um sistema que integra o planejamento, a manutenção, a construção e a avaliação, para manter o trecho em condições adequadas de serviço e funcionalidade. O principal objetivo da gerência é alcançar mais recursos e conseqüentemente melhores retornos para o pavimento envolvendo segurança, conforto e economia, por essa razão tem-se o sistema de gerenciamento como uma ferramenta de decisões sobre os investimentos a serem feitos (SCHUH, 2011; LUCENA, 2018).

O gerenciamento quando possui levantamentos periódicos de defeitos nas superfícies, bem como seu nível de gravidade, gera uma estimativa de quanto tempo o pavimento ainda irá resistir, assim como também pode expor quais serão os reparos a serem executados para que a demanda de tráfego seja atendida (NASCIMENTO, 2016).

3 METODOLOGIA

Este capítulo trata da metodologia e apresenta de que forma foram obtidos os resultados objetivados.

3.1 Caracterização da pesquisa

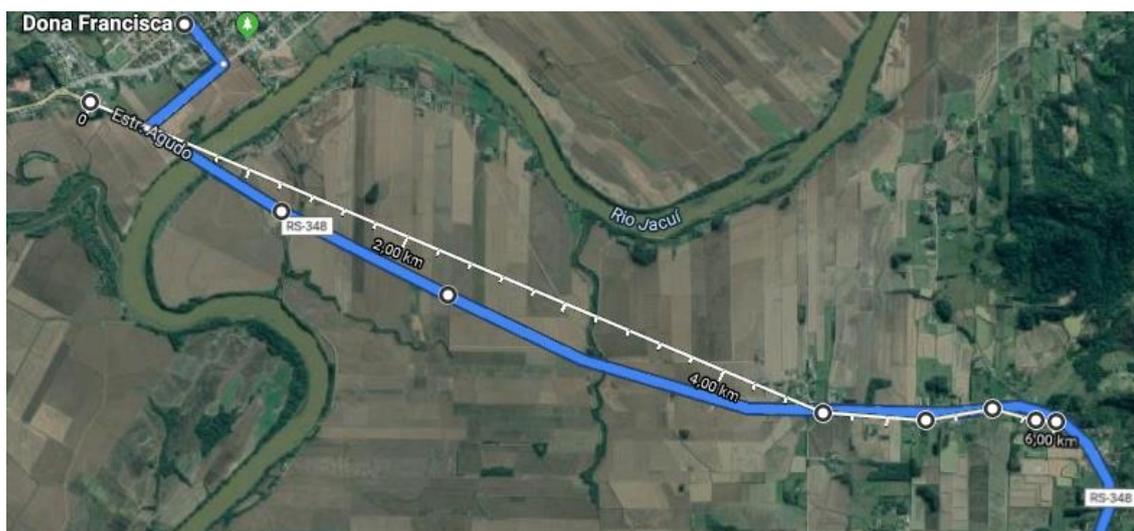
A avaliação superficial foi utilizada para reconhecer quantitativamente os tipos de patologias presentes no pavimento, seu nível de severidade e a extensão da patologia. A avaliação objetiva forneceu informações para obtenção do cálculo do nível de deterioração do pavimento. Já a avaliação subjetiva teve o objetivo de obter informações qualitativas a respeito da superfície do pavimento asfáltico.

Esta pesquisa se classifica como descritiva, que segundo Fantinato (2015), tem o objetivo de descrever e interpretar fenômenos que acontecem normalmente em nosso cotidiano, podendo ser classificados e avaliados de acordo com cada situação.

Além de o trabalho ser classificado como descritivo o estudo abrange também análises quantitativas e qualitativas, caracterizando-se como uma pesquisa mista. Pesquisas mistas são estudos que utilizam dois tipos de métodos ao mesmo tempo, quantitativo e qualitativo, proporcionando assim maiores possibilidades de ferramentas para um determinado problema (CRESWELL e PLANO CLARK, 2013).

3.2. Área de realização da pesquisa

Esta pesquisa teve o propósito de avaliar qual a condição da superfície em seis quilômetros do pavimento asfáltico da rodovia ERS-348, no sentido Dona Francisca – Agudo, RS, conforme mostra a figura 15. Foram realizadas avaliações superficiais, objetivas, e subjetivas de acordo com Normas padronizadas fornecidas pelo DNIT.

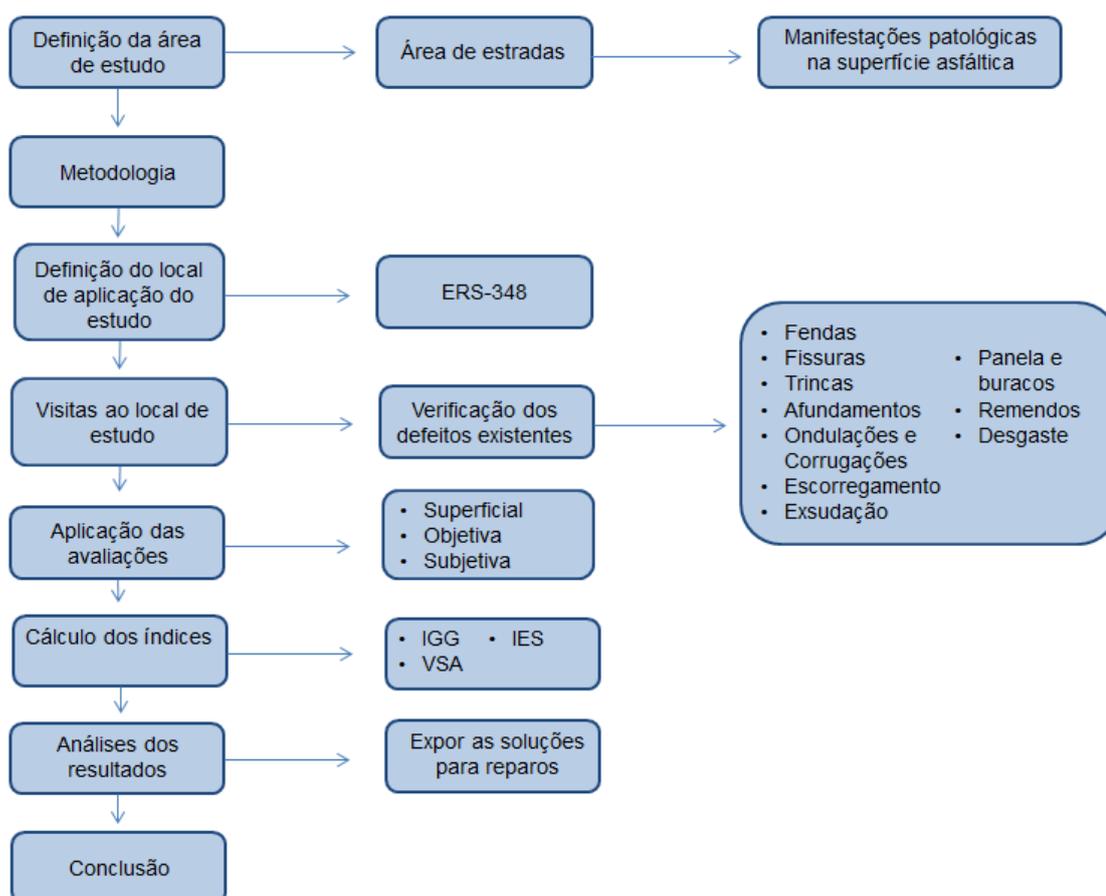
Figura 15: Local de aplicação do estudo

Fonte: Google Maps, 2019

3.3 Delineamento da pesquisa

Após a definição da área, a pesquisa foi direcionada para um local de estudo, onde ocorreram vistorias para que posteriormente fossem realizadas as avaliações, as quais contemplam cálculos de índices e análises superficiais. Conforme a figura 16 pode-se visualizar o fluxograma desta pesquisa.

Figura 16: Fluxograma da pesquisa



Fonte: Autor, 2019

3.4 Delimitação do tema

O presente trabalho teve como delimitação a análise da superfície asfáltica de um trecho da rodovia ERS-348, com ênfase em pontos de maior incidência de manifestações patológicas.

3.5 Coleta de dados

Os dados desta pesquisa foram coletados a partir de procedimentos regidos por Normas do DNIT, as quais são imprescindíveis para que seja admissível uma avaliação superficial do pavimento. A seguir será descrito quais as avaliações fizeram parte desta pesquisa.

3.5.1 Avaliação objetiva

Para o levantamento de defeitos por meio da avaliação objetiva foi utilizado como aparelhagem: uma treliça de madeira, padronizada, com 1,20 metros de comprimento, dotada de uma régua móvel instalada em seu ponto médio; materiais auxiliares como trenas e tintas para demarcação das superfícies a serem avaliadas; formulários e planilhas conforme os modelos que estão em anexo na Norma Avaliação objetiva da superfície de pavimentos flexíveis e semi-rígidos – Procedimento do DNIT (2003f).

A localização das estacas de avaliação foram a cada 20 metros alternados em relação ao eixo da pista de rolamento, ou seja, de 40 metros em 40 metros por sentido de faixa.

A demarcação da superfície avaliada sobre o pavimento se deu por meio de uma pintura onde constou o número da estaca em que a avaliação estava sendo executada, afastada 0,06 metros da borda do revestimento da pista de rolamento. Mais dois traços foram pintados, um de 3,00 metros avante e outro 3,00 metros à ré da demarcação.

A medida das flexas em milímetros, utilizando a treliça, já citada anteriormente foi executada junto às trilhas de roda internas e externas. Para os casos em que na estação de medição havia problemas como panela ou remendo, a medida de trilha de roda é inviabilizada, por esta razão a treliça de medição pode ser deslocada para a correta obtenção de uma flexa no interior da área anteriormente marcada.

Utilizou-se o Anexo B (2003f) para a anotação de cada ocorrência de defeito nas áreas demarcadas. A partir deste formulário foi possível desenvolver os cálculos para obtenção de parâmetros e índices desta Norma.

3.5.2 Avaliação superficial

Para a realização da avaliação superficial utilizaram-se dois veículos com velocímetro e odômetro calibrado de acordo com a Norma Levantamento visual contínuo para avaliação da superfície de pavimentos flexíveis e semi-rígidos - Procedimento do DNIT (2003h). A equipe a qual realizou o levantamento visual contínuo no trecho estudado contou com dois motoristas e dois técnicos rodoviários.

O veículo trafegou a uma velocidade média de 40km/h percorrendo a rodovia em um único sentido do SRE – Sistema Rodoviário Estadual.

Neste trabalho a utilização do SRE ao invés do PNV – Plano Nacional de Viação, se deu em função de tratar-se de uma rodovia estadual sob fiscalização do DAER/RS onde o sistema adotado para classificação de rodovias se dá por meio desse sistema.

A partir do levantamento, preencheu-se o formulário no Anexo B do DNIT (2003h), respeitando a divisão do trecho em segmento preferencialmente de 1 km, e no máximo de 6 km.

Após o levantamento de dados foi possível obter os parâmetros para os cálculos e índices. A apresentação de forma resumida dos resultados alcançados pode ser feito por meio do preenchimento do quadro resumo contido no Anexo D do DNIT (2003h).

3.5.3 Avaliação subjetiva

Para a execução da avaliação subjetiva da superfície asfáltica de acordo com a Norma Avaliação subjetiva da superfície de pavimentos flexíveis e semi-rígidos – Procedimento do DNIT (2003i) formou-se um grupo de 5 avaliadores técnicos onde foram avaliados dez segmentos, cada um medindo aproximadamente 600 metros. Os trechos avaliados foram percorridos com veículos de passeio, em uma velocidade próxima ao seu limite permitido.

O início e fim de cada segmento ficaram demarcados na superfície do pavimento. Os avaliadores atribuíram o VSA para cada parte separadamente, preenchendo a ficha de avaliação padronizada pelo Anexo A do DNIT (2003i).

Nesta avaliação foram desconsideradas irregularidades como cruzamentos ferroviários, diferenças de nível em função de acessos em ponte, ou recalques de bueiros. Cada segmento avaliado não levou em consideração os intervalos anteriores. Após o preenchimento das fichas de avaliação de cada avaliador, realizou-se o cálculo para obtenção do VSA das partes avaliadas, levando a um resultado total do trecho.

3.6 Cálculos dos índices

Para cada etapa de avaliação deste trabalho foi realizado diferentes cálculos de índices os quais foram desenvolvidos por meio de métodos atribuídos por Normas do DNIT. Cada etapa para avaliação, contendo seus parâmetros de cálculo, assim como as respectivas Normas, serão descritos a seguir.

3.6.1 Avaliação objetiva

Para a realização da avaliação objetiva os cálculos exigidos pela Norma do DNIT (2003f), desenvolvidos a partir da frequência absoluta (F_a) correspondente ao número de ocorrências de uma determinada patologia, e a frequência relativa (F_r) que é representado pela seguinte fórmula:

Equação 1:

$$f_r = \frac{f_a \times 100}{n}$$

Fonte: DNIT, 2003f

Onde:

Fr – frequência relativa;

Fa – frequência absoluta;

n – número de estações inventariadas.

Em seguida os valores medidos de flexas de trilha de roda interna – TRI e trilha de roda externa – TRE foram utilizados para a média (\bar{x}) e a variância (s^2).

Equação 2 e 3:

$$\bar{x} = \frac{\sum x_i}{n}$$

$$s = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n-1}}$$

Fonte: DNIT, 2003f

Onde:

\bar{x} – média aritmética dos valores das flexas medidas (TRI e TRE);

x_i – valores individuais;

s – desvio padrão dos valores de flexas medidas (TRI e TRE);

s^2 – variância.

A partir dessas informações, o Índice de Gravidade Individual – IGI pode ser calculado para cada uma das ocorrências, pela fórmula:

Equação 4:

$$IGI = f_r \times f_p$$

Fonte: DNIT, 2003f

Onde:

f_r – frequência relativa;

f_p – fator de ponderação, obtido de acordo com a tabela 1 da Norma em questão, ilustrado abaixo pela Tabela 1.

Tabela 1: Valor do Fator de Ponderação

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

Fonte: DNIT, 2003f

Por fim obteve-se o IGG do pavimento, e a partir deste índice é possível determinar o conceito de degradação que o pavimento se enquadra por meio da Norma do DNIT (2003f) apresentada abaixo pela Tabela 2.

Equação 5:

$$IGG = \sum IGI$$

Fonte: DNIT, 2003f

Onde:

Σ IGI – somatório dos Índices de Gravidade individuais.

Tabela 2: Conceitos de degradação do pavimento em função do IGG

Conceitos	Limites
Ótimo	$0 < \text{IGG} \leq 20$
Bom	$20 < \text{IGG} \leq 40$
Regular	$40 < \text{IGG} \leq 80$
Ruim	$80 < \text{IGG} \leq 160$
Péssimo	$\text{IGG} > 160$

Fonte: DNIT, 2003f

3.6.2 Avaliação superficial

Para a avaliação superficial utilizou-se os parâmetros de cálculos regidos pela Norma do DNIT (2003h), aonde se obteve o ICPF mediante a média dos índices contidos no Formulário do Levantamento no Anexo B do DNIT (2003h) e classificado de acordo com Tabela 3.

Tabela 3: Conceitos do ICPF

Conceito	Descrição	ICPF
Ótimo	NECESSITA APENAS DE CONSERVAÇÃO ROTINEIRA	5-4
Bom	APLICAÇÃO DE LAMA ASFÁLTICA – Desgaste superficial, trincas não muito severas em áreas não muito extensas.	4-3
Regular	CORREÇÃO DE PONTOS LOCALIZADOS OU RECAPEAMENTO – pavimento trincado, com “painelas” e remendos pouco frequentes 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, 2003h.

O Índice de Gravidade Global Expedito – IGGE é alcançado pela média dos dados preenchidos no Formulário do Levantamento contido no Anexo C (2003h), e posteriormente por aplicação da seguinte fórmula:

Equação 6:

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

Fonte: DNIT, 2003h

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 panelas e remenendos.

As tabelas 3 e 4 desta Norma ilustradas por meio da Tabela 4 e 5, fornecem os valores dos pesos para a fórmula do IGGE em função da frequência e da gravidade de ocorrências.

Tabela 4: Determinação do Índice de Gravidade

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

Fonte: DNIT, 2003h

A Tabela 4 determina a frequência de ocorrência do defeito, e fornece os fatores necessários para dar continuidade no cálculo de acordo com a gravidade em que se classifica o pavimento. Já na Tabela 5 é definido os valores referentes aos pesos utilizados nas equações.

Tabela 5: Pesos para cálculo

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

Fonte: DNIT, 2003h

Ainda esta Norma especifica o IES, que é avaliado em função do ICPF e do IGG, gerando assim uma síntese de tais índices. A tabela 5 da Norma, ilustrada abaixo pela Tabela 6, traz o conceito e o código em que o IES deverá se enquadrar.

Tabela 6: IES – Índice do 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, 2003h

3.6.3 Avaliação subjetiva

A avaliação subjetiva é representada pela Norma do DNIT (2003i), nela os resultados dos segmentos avaliados, relacionam-se e então resultam nos valores de VSA por meio da seguinte fórmula:

Equação 7:

$$VSA = \frac{\sum X}{n}$$

Fonte: DNIT, 2003i

Onde:

VSA – Valor de Serventia Atual;

X – Valores de Serventia Atual individuais atribuídos por cada membro do grupo;

n – número de membros do grupo de avaliação.

3.7 Análise e interpretação

As análises e interpretações desta pesquisa foram apresentadas a partir das avaliações aplicadas em campo, de acordo com os cálculos dos índices e pela determinação de parâmetros. Cada avaliação é responsável por gerar diferentes índices, e avaliar a superfície asfáltica de maneira superficial.

A avaliação objetiva da superfície de pavimentos flexíveis e semi-rígidos que representa a Norma do DNIT (2003f), fixa as condições necessárias para este tipo de avaliação, para que a classificação e o inventário das manifestações patológicas seja possível. Esta Norma também apresenta qual será a aparelhagem necessária para investigações nos pavimentos, os cálculos de frequência absoluta e relativa que são usados com base em conceitos de degradação que ocorrem em pavimentos. Por fim, ainda especifica o IGG do pavimento (DNIT, 2003f).

A avaliação superficial foi realizada por meio da Norma do DNIT (2003h), pelo método de levantamento visual contínuo, que determina o ICPF, assim como fornece os dados para o cálculo do IGGE, e o IES.

Já a avaliação subjetiva da superfície de pavimentos flexíveis e semi-rígidos, transcrita na Norma do DNIT (2003i), define e estabelece os devidos artifícios que devem ser seguidos para a avaliação quanto ao conforto e a suavidade de rolamento. Esta Norma diz respeito as condições gerais e específicas para o processo de avaliação dos revestimentos asfálticos, assim como define como dever ser realizado o preenchimento da ficha de avaliação de forma adequada. O cálculo que quantifica e determina quantitativamente e qualitativamente o VSA da superfície do pavimento analisado (DNIT, 2003i).

A partir de todos os resultados obtidos de acordo com cada avaliação a ser executada, tornou-se possível verificar qual a situação atual do pavimento, assim como a necessidade de intervenção no trecho estudado.

4 RESULTADOS E ANÁLISES

Este capítulo trata da análise dos resultados encontrados a partir das avaliações aplicadas em campo.

4.1 Escolha do trecho

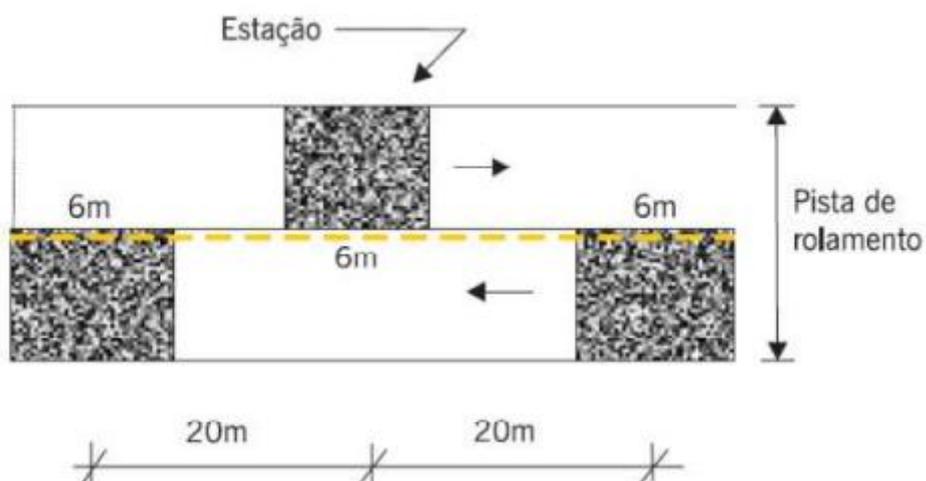
O trecho escolhido para a realização deste trabalho foi um segmento de seis quilômetros da ERS-348, entre as cidades de Dona Francisca e Agudo, no Rio Grande do Sul. O sentido de todas as avaliações seguiram o SRE, ou seja, sentido Dona Francisca – Agudo. A escolha do trecho se deu em função do alto número de patologias presentes no pavimento, a partir da inspeção visual, e pela variação de qualidade existente ao longo de toda a extensão.

Este trabalho contou com o apoio da 10ª Superintendência Regional do DAER, para a realização das avaliações *in loco*, o qual dispôs de dois engenheiros civis especialistas em rodovias, e mais três técnicos rodoviários. A participação destes técnicos foi de extrema importância para que as avaliações fossem realizadas de forma correta e coerente.

4.2 Avaliação objetiva

A avaliação objetiva teve a intenção de classificar e verificar a presença de patologias, assim como constatar as medidas de deformações permanentes nas trilhas de rodas. Esta avaliação resultou em dados para o preenchimento do Anexo B do DNIT (2003f) e posteriormente a planilha de cálculo do IGG, contida também na norma do DNIT (2003f).

O trecho de seis quilômetros foi estaqueado de 20 metros em 20 metros alternando em relação ao eixo da pista de rolamento, ou seja, de 40 metros em 40 metros para cada faixa da rodovia. Para melhor visualização, a figura 17 abaixo demonstra o esquema de estaqueamento.

Figura 17: Demarcação do trecho para avaliação objetiva

Fonte: BERNUCCI *et al.*, 2010

Ao total, a avaliação conteve 300 estacas demarcadas no pavimento, sendo que em cada estaca foi medido a TRI e a TER com uma treliça de madeira, ajustada a partir da norma do DNIT (2003f). Na figura 18 é possível visualizar como ficou a treliça adaptada.

Figura 18: Treliça utilizada neste trabalho

Fonte: Autor, 2019

A partir do preenchimento da Tabela 7, é possível expressar os valores necessários para a classificação do pavimento, de acordo com o IGG.

Tabela 7: Planilha de Cálculo do IGG

RODOVIA: ERS-348 PLANILHA DE CÁLCULO DO ÍNDICE DE GRAVIDADE GLOBAL (IGG)						Data: 26/10/19	Folha: 1/1
TRECHO:						Estaca ou Quilômetro	Estaca ou Quilômetro
SUB-TRECHO: REVESTIMENTO TIPO: Betuminoso						0+000	6+000
Item	Natureza do defeito	Frequência absoluta	Frequência absoluta considerada	Frequência relativa	Fator de ponderação	Índice de gravidade individual	Observações
1	Trincas isoladas FI, TTC, TTL, TLC, TLL, TRR	128	128	42,67%	0,2	8,534	
2	(FC – 2) J, TB	204	204	68%	0,5	34	
3	(FC – 3) JE, TBE	4	4	1,33%	0,8	1,064	
4	ALP, ATP, ALC, ATC	11	11	3,67%	0,9	3,303	
5	O, P, E	53	53	17,67%	1,0	17,67	
6	EX	-	-	-	0,5	-	
7	D	34	34	11,33%	0,3	3,399	
8	R	68	68	22,37%	0,6	13,602	
9	Média aritmética dos valores médios das flechas medidas em mm nas TRI e TRE	TRE = 4,39	TRI = 4,42	F = 4,405%	1 A (x) 1 B ()	5,87	
10	Média aritmética das variâncias das flechas medidas em ambas as trilhas	TREv = 2,77	TRiv = 3,09	FV = 2,93%	2 A (x) 2 B ()	2,93	
Nº TOTAL DE ESTAÇÕES		n = 300	Σ IND. GRAVID. IND. = IGG			76,77	REGULAR
1A) IGI = $F \times 4/3$ quando $F \leq 30$			2A) IGI = FV quando $FV \leq 50$			Operador	
1B) IGI = 40 quando $F > 30$			2B) IGI = 50 quando $FV > 50$			Cálculo	
						Visto	

Fonte: DNIT, 2003f

A avaliação teve o propósito de estabelecer primeiramente o IGI para cada um dos dez grupos de patologias considerando as flexas de TRI e TRE, sendo que por meio do somatório destes valores individuais foi possível classificar o trecho quanto ao IGG.

Baseado nas informações da tabela acima pode-se observar quais foram as patologias com maior incidência no trecho, neste caso, os defeitos que tiveram maior contribuição para o aumento do IGG. Portanto, no trecho avaliado, com extensão total de seis quilômetros, nota-se que as trincas do tipo “couro de jacaré” e do tipo bloco, compuseram a maior frequência de manifestação no pavimento, tendo percentual de 68%. Seguindo esta lógica, as trincas isoladas fizeram-se presentes em 42,67% da extensão, seguido pelos remendos, 22,37% e posteriormente pelas panelas e ondulações, 17,67%.

Esta análise levou em consideração a medida de flexas em trilhas de roda, a partir da média e do desvio padrão chegou-se ao IGI das TRI e das TRE. Comparando com os demais valores adquiridos, o IGI das trilhas de rodas foi maior que o das trincas com erosão, porém ainda assim a frequência relativa mais relevante para a classificação se deu por meio da incidência de trincas isoladas e interligadas do tipo bloco e “couro de jacaré”.

A avaliação objetiva caracterizou o trecho então como sendo regular com valor final de IGG de 76,77, ou seja, seu conceito enquadrou-se na faixa entre $40 < IGG \leq 80$. Este conceito teve por finalidade aferir ao pavimento, a classificação que retrata o grau de degradação em que a superfície asfáltica se encontra.

4.3 Avaliação superficial

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

O trecho de seis quilômetros foi dividido em partes iguais, ou seja, cada um com uma extensão total de um quilômetro, totalizando seis segmentos estaqueados a partir do marco quilométrico 48,71 até o km 54,71. A equipe contou com 2 avaliadores técnicos capacitados e 2 motoristas, totalizando 4 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, e

levou em consideração simultaneamente as duas faixas existentes. A Tabela 8 mostra a divisão do trecho em segmentos.

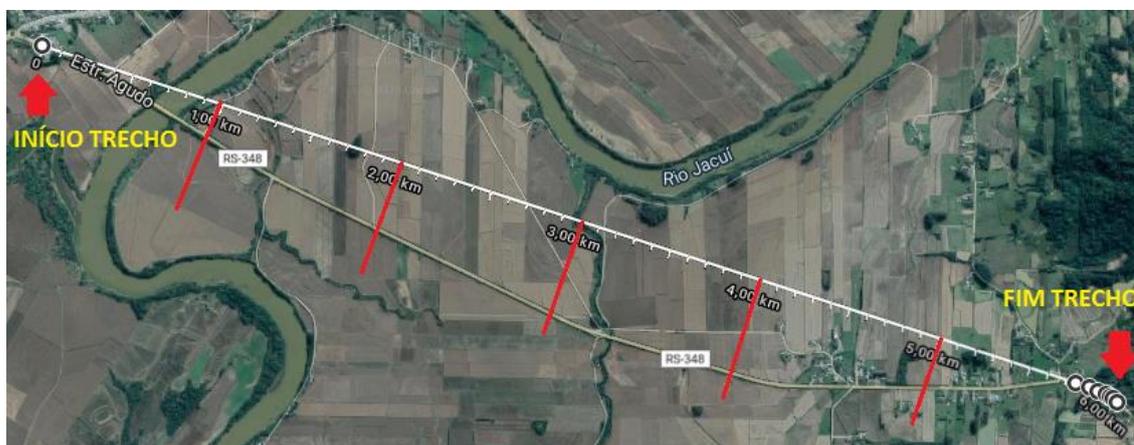
Tabela 8: Divisão do trecho do LVC

Segmento	Estaca Inicial	Estaca Final
1	0+000	1+000
2	1+000	2+000
3	2+000	3+000
4	3+000	4+000
5	4+000	5+000
6	5+000	6+000

Fonte: Autor, 2019

Para melhor visualização dos segmentos, segue abaixo a figura 19, onde é demonstrada a divisão do trecho avaliado.

Figura 19: Divisão do trecho para avaliação superficial



Fonte: Autor, 2019

O preenchimento do formulário contido no Anexo B do DNIT (2003h) foi realizado ao final de cada segmento percorrido, sendo assim, foi possível a utilização dos dados para a determinação dos ICPF, IGGE e o IES. O cálculo do ICPF foi realizado a partir das médias dos valores fixados por cada avaliador, especificados no Anexo

B, após a definição do índice, os valores foram colocados na tabela resumo, apresentado pelo Anexo D do DNIT (2003h).

Os dados da tabela de cada avaliador foram subdivididos em trincas, deformações, painéis e remendos, e transferidos para o Anexo C do DNIT (2003h). Após esses valores foram multiplicados pelo peso de cada grupo de patologias, resultando assim, em um somatório. O valor final encontrado expressou o IGGE de cada segmento. A Tabela 9 mostra os resultados obtidos pelos cálculos realizados no Anexo C.

Tabela 9: Cálculo do IGGE

MT DNIT		PAVIMENTOS FLEXÍVEIS E SEMI- RÍGIDOS IGGE - ÍNDICE DE GRAVIDADE GLOBAL EXPEDITO (CÁLCULO)											Folha 1/1
Código PNV (SRE): <u>348ERS009</u> Ext. PNV: <u>12,53 KM</u>		Nº PISTA/LADO: <u>1</u>			ANO: <u>2019</u>					Largura da Pista: 3,5 metros		Largura do	
Trecho do PNV		Início: <u>48+710</u>			Acostamento: 0,50 metros								
		Fim: <u>61+240</u>											
SEGMENTO				TRINCAS			DEFORMAÇÕES			PANELA + REMENDO			(F _t x P _t) +
Nº do Seg	Km Início	Km Fim	Extensão (KM)	F _t %	P _t	F _t x P _t	Fo ap %	Poap	Foap x Poap	F p r n o	Pp r	Fpr x Ppr	(Foap x Poap) + (Fpr x Ppr) = IGGE
1	0+000	1+000	1	2	0,45	0,9	1	0,6	0,6	3	1	3	4,5
2	1+000	2+000	1	2	0,45	0,9	1	0,6	0,6	3	1	3	4,5
3	2+000	3+000	1	2	0,45	0,9	2	0,7	1,4	3	1	3	5,3
4	3+000	4+000	1	2	0,45	0,9	1	0,6	0,6	3	1	3	4,5
5	4+000	5+000	1	2	0,45	0,9	1	0,6	0,6	3	1	3	4,5
6	5+000	6+000	1	2	0,45	0,9	1	0,6	0,6	1	0,7	0,7	2,2

Fonte: Autor, 2019

A partir dos resultados do ICPF e do IGGE foi possível fixar o IES, e assim atribuir a cada segmento, um número, código e conceito relacionados ao estado do pavimento. Após classificar os segmentos avaliados, nota-se que quanto menor o valor do IGGE, melhor será o estado do trecho no local.

Com base na síntese dos índices já estabelecidos, foi possível preencher o quadro resumo contido no Anexo D baseado no DNIT (2003h), representado pela Tabela 10 abaixo.

Tabela 10: Cálculo do IGGE

Nº do Seg	SEGMENTO			RESULTADOS					
	Km Início	Km Fim	Extensão	ICPF	IGGE	IES			OBSERVAÇÕES
						Valor	Cód.	Conceito	
1	0+000	1+000	1	1,5	4,5	1	B	BOM	PONTE
2	1+000	2+000	1	1,5	4,5	1	B	BOM	PONTE
3	2+000	3+000	1	1,5	5,3	1	B	BOM	PONTE
4	3+000	4+000	1	0,5	4,5	1	B	BOM	
5	4+000	5+000	1	2,5	4,5	1	B	BOM	
6	5+000	6+000	1	4,5	2,2	0	A	ÓTIMO	

Fonte: Autor, 2019

De acordo com os resultados obtidos, pode-se notar que apesar de alguns segmentos possuírem alta incidência de patologias, o conceito final do IES para o pavimento, considerou-o como sendo bom ou ótimo. Isso se dá em razão do pavimento ser avaliado como um todo, levando em consideração somente a frequência ao longo do trecho, e não a gravidade em que os pontos mais críticos se encontram.

Nota-se que o ICPF dos segmentos resultaram em valores baixos, indicando assim conceitos desfavoráveis, principalmente para os primeiros quatro segmentos, onde a incidência de patologias alcançaram mais de 50% do todo avaliado.

A parte em que atingiu-se a melhor condição da superfície foi o último quilômetro, ou seja, a última porção avaliada, onde pode-se notar que havia sido realizado algum tipo de restauração anteriormente ao início desta avaliação em função da superfície se encontrar mais conservada se comparada com o restante dos quilômetros.

Apesar da classificação do IES ter sido predominantemente boa, nota-se que os valores de ICPF tiveram um padrão baixo, expressando conceitos como péssimo, ruim e regular assim como já citado anteriormente. Os conceitos expressam a necessidade de intervenção no pavimento, e quais os procedimentos que possivelmente deverão ser seguidos para a recuperação da superfície asfáltica.

Tendo em vista os resultados obtidos, percebe-se que as medidas de manutenção para a melhoria da superfície asfáltica seriam basicamente correções nos pontos mais críticos ou o recapeamento do pavimento para que houvesse a recuperação da via.

O recapeamento é necessário para melhorar e reforçar as propriedades funcionais do pavimento, aumentando sua vida útil e o conforto ao rolamento. Este procedimento será conveniente nos segmentos em que há presença de trincas e sua severidade é alta, como por exemplo nos quilômetros 1 e 4. Já correções como remendos superficiais ou profundos serão necessários em pontos específicos, para reparar as camadas danificadas onde a patologia já afetou o desempenho estrutural, como as painéis que se faziam presente praticamente em toda a extensão avaliada.

Com as recuperações sendo feitas corretamente, o pavimento terá suas propriedades restabelecidas, permitindo assim conforto e segurança para o usuário da via.

4.4 Avaliação subjetiva

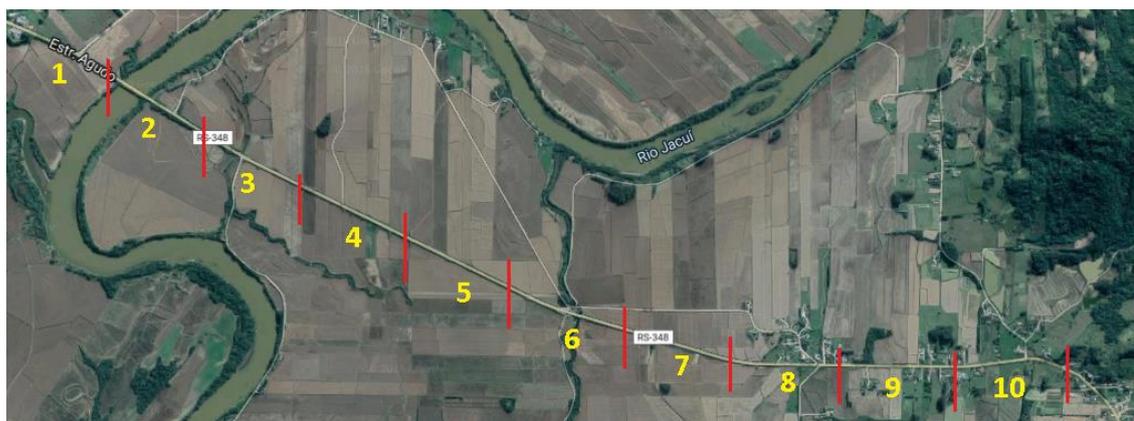
A realização da avaliação subjetiva iniciou com a escolha de 5 avaliadores técnicos devidamente capacitados para avaliarem a área de forma coerente, percorrendo o trecho escolhido e verificando o estado da superfície do pavimento, seguindo as condições determinadas pela Norma do DNIT (2003i). O trecho de seis quilômetros foi dividido em 10 segmentos de 600 metros conforme estabelece a Norma do DNIT (2003i). Para cada um deles foram marcadas as estacas iniciais e finais no pavimento, melhorando assim a visualização de cada avaliador sobre a divisão dos segmentos. O trecho ficou dividido de acordo com a Tabela 11.

Tabela 11: Divisão do trecho do VSA

Segmento	Estaca Inicial	Estaca Final
1	0+000	0+600
2	0+600	1+200
3	1+200	1+800
4	1+800	2+400
5	2+400	3+000
6	3+000	3+600
7	3+600	4+200
8	4+200	4+800
9	4+800	5+400
10	5+400	6+000

Fonte: Autor, 2019

Para melhor visualização da divisão do trecho, a figura 20 abaixo demonstra como foram estaqueados os segmentos para a avaliação subjetiva.

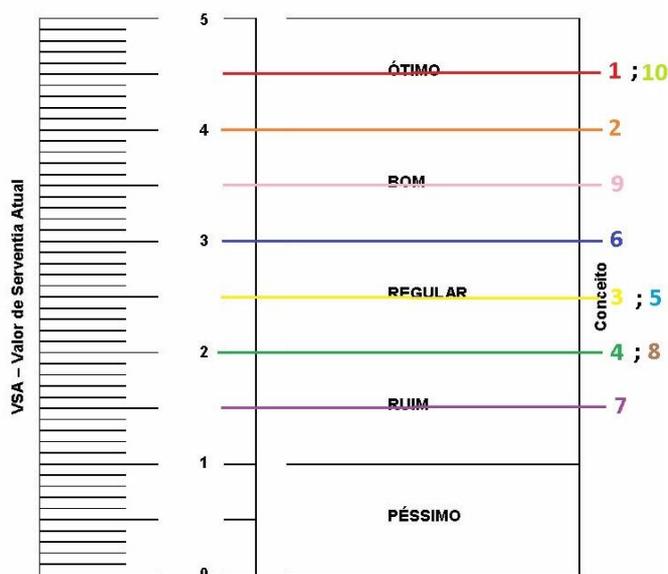
Figura 20: Divisão do trecho para avaliação subjetiva

Fonte: Autor, 2019

Cada avaliador preencheu a ficha referente ao VSA conforme seu ponto de vista, seguindo os aspectos mencionados em Norma do DNIT (2003i). Após o preenchimento, obteve-se a média de todos os valores atribuídos por cada avaliador, resultando assim, na nota final dos segmentos. Os valores finais fixados em cada parcela do trecho são os resultados de observações sobre o estado do pavimento e a condição de rolamento que a via pode oferecer aos avaliadores.

Abaixo estão relacionadas as fichas de avaliação de serventia de cada avaliador, onde os resultados foram colocados de acordo com a escala de avaliação, sendo de péssimo a ótimo. As faixas dos conceitos são numeradas de 0 a 5, podendo o avaliador atribuir números decimais. Os respectivos resultados estão dispostos de acordo com as figuras 21 a 25, onde os números de 0 a 10 marcados na ficha, representam os segmentos avaliados.

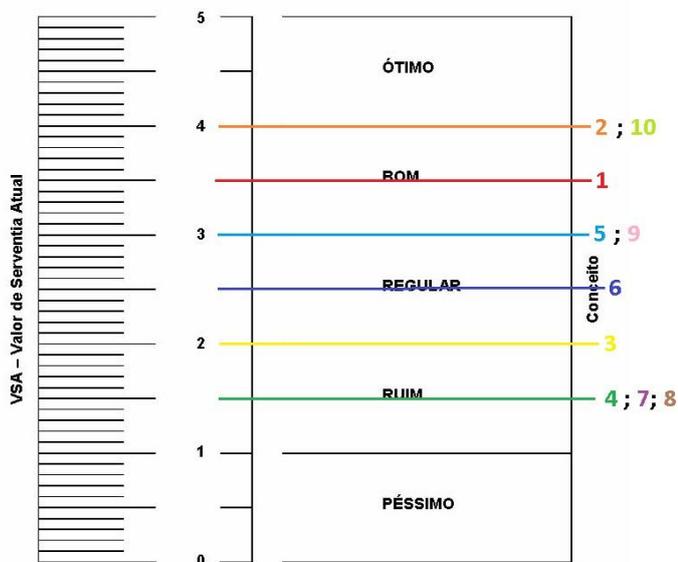
Figura 21: Ficha avaliador nº1



Fonte: Autor, 2019

A partir da ficha de avaliação do primeiro técnico nota-se que a maior parte dos segmentos ficaram classificados de regular à ótimo, ou seja, considerando o total do trecho, a superfície ainda estaria em boas condições. Apenas a estaca nº 7 (3+600 a 4+200) se enquadrou dentro da faixa ruim, tendo a nota 1,5.

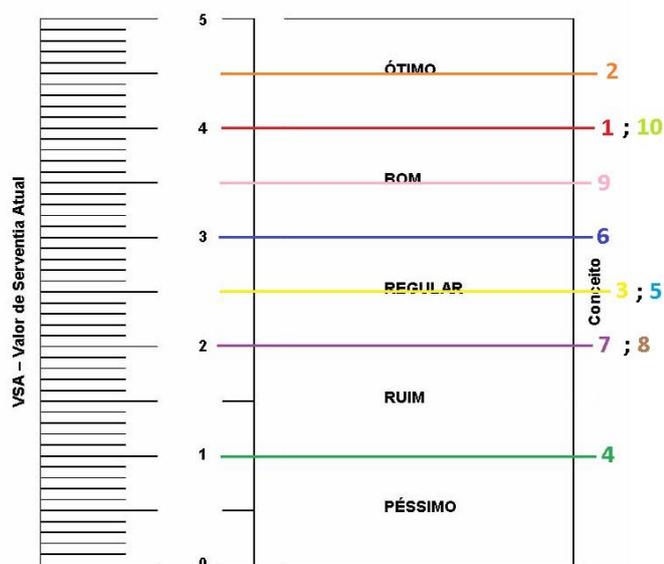
Figura 22: Ficha avaliador nº2



Fonte: Autor, 2019

A ficha de avaliação número 2, demonstrou resultados um pouco diferentes da primeira, pois mais de um segmento ficou classificado como sendo ruim, e pelo contrário, nenhum se enquadrou como ótimo. Porém a menor nota estimada a superfície também foi de 1,5.

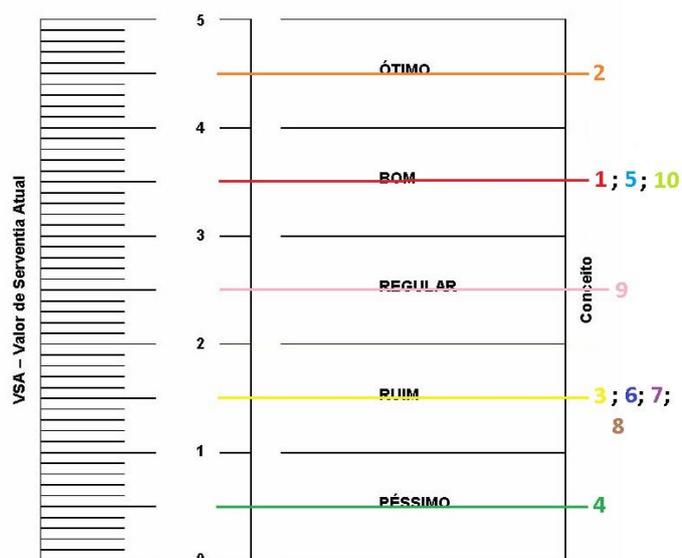
Figura 23: Ficha avaliador nº3



Fonte: Autor, 2019

O terceiro avaliador equiparou-se com o primeiro, aonde a maioria dos resultados teve um caráter positivo, e apenas um dos segmentos classificou-se entre péssimo/ruim. Neste caso, a menor nota ficou com o valor de 1,0.

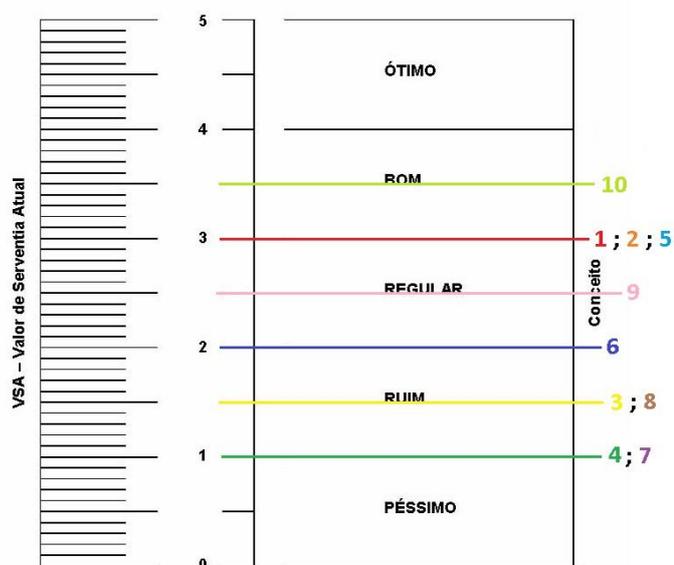
Figura 24: Ficha avaliador nº4



Fonte: Autor, 2019

O parecer da quarta ficha de avaliação mostrou que os segmentos estão a maioria enquadrados nos conceitos de regular à péssimo, tendo sua pior nota de 0,5 para a estaca nº 4, que compreendo os quilômetros 2+400 a 3+000 desta avaliação.

Figura 25: Ficha avaliador nº5



Fonte: Autor, 2019

Na ficha de número 5, os segmentos também não obtiveram resultados positivos, ou seja, a maioria do estaqueamento avaliado enquadrou-se nas faixas de regular à péssimo, sendo que neste caso, nenhum segmento alcançou valores de 4,0 a 5,0.

A partir do valor de VSA, os segmentos foram enquadrados em faixas de conceitos, o qual especifica o estado em que se classifica o trecho avaliado, podendo variar de péssimo a ótimo. A Tabela 12 resume a avaliação subjetiva e mostra os resultados obtidos a partir de uma média de todas as fichas de avaliação.

Tabela 12: Resultado final da avaliação subjetiva

Segmento	Estaca Inicial	Estaca Final	VSA	Conceito
1	0+000	0+600	3,7	BOM
2	0+600	1+200	4,0	ÓTIMO
3	1+200	1+800	2,0	REGULAR
4	1+800	2+400	1,2	RUIM
5	2+400	3+000	2,9	REGULAR
6	3+000	3+600	2,4	REGULAR
7	3+600	4+200	1,5	RUIM
8	4+200	4+800	1,7	RUIM
9	4+800	5+400	3,0	BOM
10	5+400	6+000	3,9	BOM

Fonte: Autor, 2019

De acordo com os resultados obtidos percebe-se que houve grande diferença de classificação dentro do trecho, principalmente do segundo segmento para o terceiro, onde o conceito variou de ótimo para regular, ou seja, dentro de seis quilômetros de uma rodovia ocorreram segmentos ótimos, assim como ruins.

Onde o pavimento obteve melhores conceitos, notou-se que havia sido feito algum tipo de restauração anteriormente, pelo fato de possuir menos incidência de patologias na superfície, acarretando em um VSA maior.

Os segmentos avaliados como ruins, foram aqueles em que a incidência de panelas e trincas foram facilmente notadas por inspeção visual, pela quantidade em que estavam dispostas na via, assim como a sua severidade. Havia locais onde a

extensão das trincas no pavimento alcançou mais de 50% do comprimento total do segmento em que estava sendo avaliado.

Sendo assim, pode-se notar que nestes seis quilômetros a divergência entre os segmentos é bastante notável, e a partir da disposição final dos valores de VSA, é evidente a necessidade de algum tipo de reparo, assim como a manutenção dos segmentos em que a superfície encontra-se em um bom estado.

4.5 Classificação dos defeitos, possíveis causas e soluções

Ao longo de todo o trecho avaliado várias patologias foram encontradas, e puderam ser analisadas de diversas maneiras. Alguns fatores tiveram maior relevância para as avaliações que estavam sendo feitas, como a ocorrência e a frequência de cada defeito encontrado na superfície asfáltica.

A avaliação objetiva levou em consideração as medidas de trilha de roda, que se dão por meio do afundamento das camadas do pavimento. A avaliação superficial teve como finalidade principal, avaliar e determinar a condição do pavimento, e o estado em que a superfície se encontrava. Já a avaliação subjetiva, considerou principalmente a utilização do pavimento, ou seja, o estado de serventia quanto ao conforto e suavidade de rolamento que se encontrava.

Apesar de todas as avaliações terem o foco um pouco diferente em relação ao objetivo principal, elas foram iniciadas a partir de inspeções visuais, para que o reconhecimento dos segmentos os quais foram divididos pudessem ser analisados de forma coerente.

A partir das inspeções visuais realizadas para cada avaliação pode-se notar que diversas patologias foram encontradas ao longo de todo o trecho, mas a incidência de vários tipos de trincas, panelas e buracos foi relevantemente maior que as demais. Defeitos como exsudação e escorregamento do revestimento não foram notadas nos segmentos estudados.

As trincas presentes ao longo de todo o trecho já encontravam-se em estado avançado, pois sua extensão geralmente compreendia mais da metade do segmentos estudados. As trincas já eram grande parte interligadas, sendo do tipo “couro de jacaré” e do tipo bloco, além de existir muitas trincas isoladas, elas se combinavam ao longo das pistas de rolamento. A partir da figura 26 pode-se visualizar o estado das trincas presentes no pavimento.

Figura 26: Trincas existentes no pavimento analisado



Fonte: Autor, 2019

As causas mais prováveis deste tipo de patologia se dá por meio da fadiga dos materiais betuminosos que compõem o revestimento asfáltico, em razão do desgaste, do excesso de carga nos veículos e da falta de conservação rotineira da via. Este tipo de defeito é um dos ocasionadores de buracos e panelas, pois enfraquece o pavimento e o torna suscetível à infiltração de água, por essa razão devem ser recuperados o quanto antes, para evitar futuras desintegrações no pavimento.

As trincas isoladas também estavam presentes no pavimento, essas representam a fase inicial do trincamento mais severo da superfície. Quando não são tratadas adequadamente para evitar possíveis evoluções, elas ampliam-se formando uma malha, tornando-se assim trincas interligadas entre si. De acordo com a figura 27, nota-se as conexões entre trincas isoladas no pavimento.

Figura 27: Trincas isoladas existentes no pavimento



Fonte: Autor, 2019

Para este tipo de patologia, as intervenções diferem-se conforme a gravidade da trinca, ou seja, deve-se optar por tratamentos diferentes em trincas isoladas e trincas interligadas. Para trincas isoladas, pode-se realizar a selagem de trincas através de lama asfáltica ou MRA. Em trincas interligadas podem ser feitos alguns tipos de reparo, ou até mesmo restauração quando a extensão dos defeitos é muito grande ao longo da via. O remendo superficial é eficiente quando as trincas apresentam-se em sua fase inicial, já em situações mais críticas como é o caso do trecho analisado, soluções como a fresagem e recomposição ou remendo profundo seriam ideais para que houvesse o reparo e reforço do pavimento de forma a prolongar sua vida útil.

Outro defeito que foi encontrado em maior quantidade foram os buracos e panelas, distribuídos ao longo de todo o trecho. Algumas panelas já estavam em um estado crítico, onde a base do pavimento estava exposta e as dimensões da abertura eram grandes suficientes para prejudicar os pneus dos veículos que utilizam a via.

Este tipo de patologia pode surgir a partir da evolução de desgastes e trincas, causando a deficiência de aderências entre as camadas, assim como a infiltração de água. São defeitos que afetam a eficiência e o desempenho funcional e estrutural da via. Nos segmentos analisados é possível confirmar que os buracos surgem do progresso das trincas, e que em função da infiltração de água, as cavidades aumentam cada vez mais. A figura 28 relewa esta situação, presente em um dos segmentos avaliados.

Figura 28: Início dos buracos originados de trincas



Fonte: Autor, 2019

Houve locais onde a presença de panelas era constante, com cavidades grandes a ponto de prejudicar os veículos que transitavam pela via, podendo afetar também a segurança do condutor. A figura 29 mostra os defeitos citados acima.

Figura 29: Painéis existentes na via

Fonte: Autor, 2019

As painéis devem ser reparadas o quanto antes, para prevenir o comprometimento estrutural do pavimento. Podem ser feitos remendos superficiais enquanto a cavidade ainda não atingiu camada de base, para que ocorra a selagem do buraco impossibilitando a infiltração de água. No momento em que a painel atinge a base do pavimento, devem ser realizados remendos profundos, com o intuito de reconstituir as camadas atingidas, reforçando assim seu desempenho estrutural.

Além das patologias mencionadas acima, os remendos superficiais também estiveram presentes ao longo da pista de rolamento, grande parte já com algum tipo de deterioração. A estimativa de ocorrência deste defeito, medida em quantidade/quilômetro, classificou-se como sendo de alta frequência, ou seja, mais de 5 unidades por quilômetro avaliado. A figura 30 é um registro dos remendos existentes nos segmentos.

Figura 30: Remendos superficiais na pista



Fonte: Autor, 2019

Ainda foi possível identificar alguns locais onde o remendo estava mal executado, com pouca compactação, pois o material de recomposição lançado sobre a pista não estava no mesmo nível do pavimento já existente. De acordo com a figura 31, nota-se as diferenças de alturas dos materiais.

Figura 31: Remendos superficiais pouco compactados



Fonte: Autor, 2019

Os remendos superficiais são utilizados para operações tapa buracos, onde sua aplicação tem o intuito de prevenir a penetração de água ou a desintegração dos materiais do revestimento. Devem ser consideradas intervenções de maneira provisória, e precisam ser bem executados para que a função de selar buracos e trincas seja eficiente.

Para reparar os remendos já comprometidos, deve-se fazer a retirada do material danificado, e posteriormente a limpeza da superfície, assim como a remoção de água acumulada, quando houver. O preenchimento do local com material apropriado necessita de cuidados técnicos adequados, para que assim ocorra corretamente o reparo do defeito.

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). Do mesmo modo foram avaliadas conforme as normas utilizadas neste trabalho.

4.6 Análise geral das avaliações no trecho

Com base nas três avaliações realizadas em campo, juntamente com a inspeção visual *in loco* é possível fazer uma análise geral do trecho estudado e analisado. Os seis quilômetros foram subdivididos de três maneiras diferentes, para que ocorressem as avaliações propostas, e a partir dessas subdivisões é plausível admitir que quanto menor for a extensão do segmento analisado, melhor será a concepção da avaliação. Isto se dá em razão de que o segmento menor é avaliado mais minuciosamente, ou seja, a visualização dos defeitos ocorre de forma mais clara.

Para uma análise geral ampla sobre o trecho cabe comparar os três resultados obtidos, por meio dos índices alcançados para se ter um panorama da situação. A tabela 13 representa todos os resultados adquiridos.

Tabela 13: Análise geral do trecho

	IGG	IES (média dos segmentos)	VSA (média dos segmentos)
Extensão (km)	6	6	6
Conceito	Regular	Bom	Regular
Possível solução (de acordo com a norma do DNIT, 2003h)	CORREÇÃO DE PONTOS LOCALIZADOS OU RECAPEAMENTO - pavimento trincado, com “painéis” e remendos pouco frequentes e com irregularidade longitudinal ou transversal.	APLICAÇÃO DE LAMA ASFÁLTICA – desgaste superficial, trincas não muito severas em áreas não muito extensas.	CORREÇÃO DE PONTOS LOCALIZADOS OU RECAPEAMENTO - pavimento trincado, com “painéis” e remendos pouco frequentes e com irregularidade longitudinal ou transversal.

Fonte: Autor, 2019

Os resultados quando comparados entre si, apresentam semelhanças em sua classificação, apesar de que cada avaliação contou com parâmetros de cálculos diferentes, assim como analisou os segmentos de formas distintas. Com isso pode-se presumir que as avaliações foram realizadas de maneira coerentes, pois os resultados são próximos quando comparados um ao outro.

As possíveis soluções expostas pela norma do DNIT (2003e) são intervenções que se referem ao conceito de classificação do trecho como um todo, levando em consideração somente a disposição final, e não cada defeito encontrado.

Por esta razão é plausível afirmar que os locais mais danificados dentro de um segmento, em especial aqueles que possuem maior incidência ou maior severidade, deveriam ser analisados separadamente aos demais, para que as soluções de reparos se fizessem mais eficazes.

Quanto aos métodos utilizados, é possível identificar que são procedimentos generalistas, os quais as avaliações são feitas de forma ampla, onde o trecho analisado pode ser segmentado em até um quilômetro de extensão. Isto é um ponto negativo quando se compara a quantidade de defeitos por segmento, com a severidade em que se encontram. Por esta razão é plausível dizer que a quantidade de patologias não representa o quão danificado pode estar os defeitos localizados na via.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este capítulo trata das considerações finais deste trabalho, obtidas a partir dos resultados das avaliações aplicadas em campo.

5.1 Conclusões

O presente trabalho abordou investigações e análises das patologias encontradas na ERS-348, rodovia estadual com revestimento asfáltico, através da aplicação de três métodos padronizados pelo DNIT. As vistorias *in loco*, permitiram aprimorar as análises, assim como estabeleceram contribuições quanto às fotografias dos locais analisados, e a visualização aprimorada do trecho estudado.

A partir dos resultados alcançados com cada avaliação, foi realizada uma comparação entre os estudos para que pudessem ser levados em consideração todos os parâmetros obtidos.

Diante da comparação entre os índices nota-se que o trecho analisado se encontra em estado regular, com a presença de inúmeras patologias, porém ainda possui condições de trafegabilidade. Conforme as inspeções visuais feitas no local, percebe-se que o trecho necessita de intervenções de reparo em pontos específicos, podendo ser realizados por meio de remendos, assim como uma revitalização dos segmentos mais danificados.

Portanto, recomenda-se como proposta de solução dos segmentos mais afetados, a fresagem da camada de revestimento, para que posteriormente possa ser executada uma nova superfície asfáltica no pavimento.

Os reparos, assim como a conservação da via, são de extrema importância para manter o desempenho funcional e estrutural, pois auxiliam no prolongamento da vida útil do pavimento, evitam o aparecimento de novas patologias, e conferem segurança e conforto ao usuário da rodovia. Outro aspecto que pode melhorar a situação das rodovias é a fiscalização do trânsito, para prevenir que os veículos prejudiquem a via por excesso de peso.

Dessa forma, todos os objetivos deste trabalho foram atingidos, e a metodologia utilizada mostrou-se adequada quanto à caracterização do trecho, havendo somente dificuldades em avaliar pontos específicos mais danificados.

5.2 Recomendações para trabalhos futuros

Com o propósito de sugerir a elaboração de futuras pesquisas relacionadas à didática abordada neste trabalho, algumas ideias sobre projeções mais avançadas serão citadas abaixo. É de grande relevância salientar a importância de estudos referentes a patologias asfálticas, para que cada vez mais possam ser analisados especificadamente os problemas que diminuem a segurança dos usuários em rodovias.

- Para trabalhos mais extensos, com maior aprofundamento do assunto, propor análises mais segmentadas, com mais frações de avaliação para que cada defeito seja analisado melhor, de forma mais específica. Buscando assim, classificações mais eficazes quanto à gravidade dos locais mais afetados, e o estado real do pavimento.
- Sugerir outros tipos de avaliações complementares às utilizadas neste trabalho, como por exemplo, o uso da viga Benkelman, e ensaios com o defletômetro de impacto para que seja possível aliar avaliações estruturais às funcionais.
- Efetuar avaliações destrutivas, ou seja, que levam em consideração a estrutura física do pavimento, possibilitando análises acerca do estado de conservação ou degradação das camadas constituintes.
- Pesquisas com o foco principal em soluções de intervenções para pavimentos danificados.
- Realizar a retroanálise do pavimento, com o objetivo de obter informações sobre as propriedades das camadas *in situ*, para que posteriormente estes dados possam ser utilizados na manutenção ou restauração do pavimento.
- Para futuro dimensionamento do pavimento, levar em consideração o método MeDiNa, onde são aplicados modelos de fadiga e deformação permanente para adequar a espessuras das camadas.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, Luís Carlos de. Técnicas de conservação e de reabilitação para pequenas reparações de pavimentos rodoviários. 2013. Tese de Doutorado. Disponível em: <<https://ubibliorum.ubi.pt/handle/10400.6/3491>>. Acesso em: 2 de abril de 2019.

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

BERNUCCI, L. B.; MOTTA, L. M. G. da; CERATTI, J. A. P.; SOARES, J. B. Pavimentação asfáltica: formação básica para engenheiros. Rio de Janeiro: ABEDA, 2008.

BERNUCCI, L. B.; MOTTA, L. M. G. da; CERATTI, J. A. P.; SOARES, J. B. Pavimentação asfáltica: formação básica para engenheiros. Rio de Janeiro: 4ª. Reimpressão - ABEDA, 2010. Disponível em: <<http://www.abeda.org.br/livros/>>. Acesso em: 2 de abril de 2019.

CAMARGO, Danilo Ferreira; GOMES, Lucas Alves. Análise de adequação em projeto rodoviário com serviços de pavimentação e drenagem. Estudo de caso: passagem de Edilândia. 2017. Disponível em: <<http://repositorio.aee.edu.br/handle/aee/34>>. Acesso em: 2 de abril de 2019.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DE TRANSPORTES – CNT. Pesquisa CNT de rodovias 2018. Disponível em: <<https://www.cnt.org.br/>>. Acesso em: 18 de março de 2019.

CRESWELL, John W.; CLARK, Vicki L. Plano. Pesquisa de métodos mistos, v. 2, 2013. Disponível em: <<https://pt.scribd.com/document/326035955/creswell-metodos-mistos-pdf>>. Acesso em: 31 de maio de 2019.

DA COSTA OLIVEIRA, Dione et al. Identificação de manifestações patológicas em pavimentos asfálticos na cidade de Santa Margarida-MG. Revista Pensar Acadêmico, v. 17, n. 1, p. 33-42, 2019. Disponível em: <<http://pensaracademico.facig.edu.br/index.php/pensaracademico/article/view/703>>. Acesso em: 2 de abril de 2019.

DANIELESKI, Maria Luiza. Proposta de metodologia para avaliação superficial de pavimentos urbanos: aplicação à rede viária de Porto Alegre. 2004. 187 f. Dissertação (Mestrado Profissionalizante em Engenharia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2004. Disponível em: <<https://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/5789>>. Acesso em: 2 de abril de 2019.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES - DNIT. Manual de conservação rodoviária. Rio de Janeiro, 2005. Disponível em: <<http://ipr.dnit.gov.br/normas-e-manuais/manuais/publicacoes>>. Acesso em: 9 de abril de 2019.

_____ - DNIT. Avaliação objetiva da superfície de pavimentos flexíveis e semi-rígidos – Procedimento. 2003f. Procedimento. DNIT 006/2003 – PRO. Rio de Janeiro, 2003. Disponível em: <<http://ipr.dnit.gov.br/normas-e-manuais/normas/procedimento-pro/procedimento-pro>>. Acesso em: 7 de maio de 2019.

_____ - DNIT. Avaliação subjetiva da superfície de pavimentos flexíveis e semi-rígidos – Procedimento. 2003i. Procedimento. DNIT 009/2003 – PRO. Rio de Janeiro, 2003. Disponível em: <<http://ipr.dnit.gov.br/normas-e-manuais/normas/procedimento-pro/procedimento-pro>>. Acesso em: 7 de maio de 2019.

_____ - DNIT. Defeitos nos pavimentos flexíveis e semi-rígidos – Terminologia. 2003e. Terminologia. DNIT 005/2003 – TER. Rio de Janeiro, 2003. Disponível em: <<http://ipr.dnit.gov.br/normas-e-manuais/normas/terminologia-ter/terminologia-ter>>. Acesso em: 7 de maio de 2019.

_____ - DNIT. Levantamento para avaliação da condição de superfície de subtrecho homogêneo de rodovias de pavimentos flexíveis e semi-rígidos para gerência de pavimentos e estudos e projetos – Procedimento. 2003g. Procedimento. DNIT 007/2003 – PRO. Rio de Janeiro, 2003. Disponível em: <<http://ipr.dnit.gov.br/normas-e-manuais/normas/procedimento-pro/procedimento-pro>>. Acesso em: 7 de maio de 2019.

_____ - DNIT. Levantamento visual contínuo para avaliação da superfície de pavimentos flexíveis e semi-rígidos – Procedimento. 2003h. Procedimento. DNIT 008/2003 – PRO. Rio de Janeiro, 2003. Disponível em: <<http://ipr.dnit.gov.br/normas-e-manuais/normas/procedimento-pro/procedimento-pro>>. Acesso em: 7 de maio de 2019.

_____ - DNIT. Manual de pavimentação. Rio de Janeiro, 2006a. Disponível em: <<http://ipr.dnit.gov.br/normas-e-manuais/manuais/publicacoes>>. Acesso em: 9 de abril de 2019.

_____ - DNIT. Manual de restauração de pavimentos asfálticos. Rio de Janeiro, 2006b. Disponível em: <<http://ipr.dnit.gov.br/normas-e-manuais/manuais/publicacoes>>. Acesso em: 9 de abril de 2019.

_____ - DNIT. Pavimentação – Base estabilizada granulometricamente – Especificação de serviço. 2010b. Especificação. DNIT 141/2010 – ES. Rio de Janeiro, 2010. Disponível em: <<http://ipr.dnit.gov.br/normas-e-manuais/normas/especificacao-de-servicos-es/especificacao-de-servico-es>>. Acesso em: 9 de abril de 2019.

_____ - DNIT. Pavimentação – Regularização do subleito – Especificação de serviço. 2010a. Especificação. DNIT 137/2010 – ES. Rio de Janeiro, 2010. Disponível em: <<http://ipr.dnit.gov.br/normas-e-manuais/normas/especificacao-de-servicos-es/especificacao-de-servico-es>>. Acesso em: 9 de abril de 2019.

DIAS, Patrícia Silva; PINTO, Isaac Eduardo; COSTA, Clauber. Contribuição ao estudo de materiais fresados incorporados a um solo argiloso siltoso para o uso em

camadas de pavimentos flexíveis. Reunião Anual de Pavimentação, v. 44, 2015. Disponível em: <http://sinicesp.org.br/44rapv/trabalhos/TrabalhoFinal_143.pdf>. Acesso em: 7 de maio de 2019.

DONG, Zehua et al. Rapid detection methods for asphalt pavement thicknesses and defects by a vehicle-mounted ground penetrating radar (GPR) system. Sensors, v. 16, n. 12, p. 2067, 2016. Disponível em: <<https://www.mdpi.com/1424-8220/16/12/2067>>. Acesso em: 10 de abril de 2019.

FANTINATO, Marcelo. Métodos de Pesquisa. 2015. Disponível em: <<https://docplayer.com.br/29758608-Metodos-de-pesquisa-prof-dr-marcelo-fantinato-ppgsi-each-usp-2015.html>>. Acesso em: 31 de maio de 2019.

FERNANDES, Wagner Dambrós et al. Análise Comparativa entre os Métodos de Dimensionamento de Pavimentos Flexíveis do Brasil e o Método da AASHTO. 2016. Disponível em: <<https://repositorio.ufsm.br/handle/1/7929>>. Acesso em: 13 de abril de 2019.

GOMES, Beatriz Nathalia Rodrigues. A importância da conservação do pavimento rodoviário para aumentar o tempo de vida útil da Rodovia. 2018. Disponível em: <<http://rdu.unicesumar.edu.br/handle/123456789/826>>. Acesso em: 10 de abril de 2019.

HADEN, Amanda Maria Hermann. Manifestações patológicas de pavimento asfáltico—estudo de caso: rodovia PR-323—km 175 a km 179. 2018. Disponível em: <<http://rdu.unicesumar.edu.br/handle/123456789/668>>. Acesso em: 10 de abril de 2019.

HERMES, Thiago Breunig. Impacto do alto tráfego em pavimento dimensionado para baixo tráfego—estudo de caso: Coronel Barros/RS. 2014. Disponível em: <<http://bibliodigital.unijui.edu.br:8080/xmlui/handle/123456789/2134>>. Acesso em: 13 de abril de 2019.

INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA (IPEA). Acidentes de trânsito nas rodovias federais brasileiras: caracterização, tendências e custos para a sociedade-relatório de pesquisa. 2015. Disponível em: <<http://www.ipea.gov.br/portal/>>. Acesso em: 18 de março de 2019.

LEANDRO, Rodrigo Pires et al. Desenvolvimento do Modelo de Deterioração de Pavimentos Asfálticos com uso de Instrumentação e Sistema Weigh in Motion. Revista ANTT, 2015. Disponível em: <<https://bdpi.usp.br/item/002911927>>. Acesso em: 13 de abril de 2019.

LUCENA, Bruno Cesar Barbosa. Gestão da manutenção de pavimentos: uma análise comparativa do estado funcional do pavimento em um trecho na cidade de João Pessoa-PB. 2018. Disponível em: <<http://dspace.bc.uepb.edu.br/jspui/handle/123456789/18684>>. Acesso em: 7 de maio de 2019.

MAIA, Iva Marlene Cardoso et al. Caracterização de patologias em pavimentos rodoviários. 2012. Disponível em: <<https://repositorio-aberto.up.pt/bitstream/10216/68091/1/000154859.pdf>>. Acesso em: 13 de abril de 2019.

MORAES, C. A. da S. et al. Uma proposta para avaliação, manutenção e restauração de pavimentos das vias urbanas. In: Encontro de Asfalto, 18., 2006, Rio de Janeiro.

NASCIMENTO, Elonir Dayanna Izidoro do. Avaliação do nível de serventia e identificação de defeitos em trecho recém-construído da PB-111, entre a cidade de Cacimba de Dentro e a PB-105: estudo de caso. 2016. Disponível em: <<http://dspace.bc.uepb.edu.br/jspui/handle/123456789/10306>>. Acesso em: 8 de maio de 2019.

OLIVEIRA, Paulo Cesar Arrieiro de et al. Contribuição ao estudo da técnica de reciclagem profunda na recuperação de pavimentos flexíveis. 2003.

PINTO, Cléber da Silva. Reutilização de material asfáltico fresado: avaliação da potencialidade de utilização em aterros rodoviários. 2010. Disponível em: <<https://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/26025>>. Acesso em: 14 de abril de 2019.

RIBEIRO, Antonio Júnior Alves; BEZERRA, Francisco Regian Diniz; PINHEIRO NETO, José Ciro. Metodologia Prática de Avaliação de Patologias no Pavimento Asfáltico em Avenida de Fortaleza/CE. Conexões - Ciência e Tecnologia, [S.l.], v. 11, n. 6, p. 91-99, dec. 2017. Disponível em: <<http://www.conexoes.ifce.edu.br/index.php/conexoes/article/view/904>>. Acesso em: 8 de maio de 2019.

ROCHA, Fernando De Oliveira. Patologias em obras de pavimentação asfáltica. 2018. Disponível em: <https://repositorio.pgskroton.com.br/bitstream/123456789/22965/1/TCC_1675_2_d_e_2_AT3_T1_FERNANDO_DE_OLIVEIRA_ROCHA.pdf>. Acesso em: 8 de maio de 2019.

ROCHA, R. S. da; COSTA, E. A. L. Patologias de pavimentos asfálticos e suas recuperações – estudo de caso da Avenida Pinto de Aguiar. 2010, Salvador. <https://www.academia.edu/29402465/PATOLOGIAS_DE_PAVIMENTOS_ASF%C3%81LTICOS_E_SUAS_RECUPERA%C3%87%C3%95ES_ESTUDO_DE_CASO_D_A_AVENIDA_PINTO_DE_AGUIAR>. Acesso em: 2 de abril de 2019.

RODRIGUES, Elena; DA ROCHA VAZ, Leandro. Avaliação objetiva de superfície asfáltica pela determinação do IGG na Rua Padre Egidio Carmelink, Belford-Roxo, RJ. Revista Univap, v. 22, n. 40, p. 491, 2017. Disponível em: <http://www.inicepg.univap.br/cd/INIC_2016/anais/arquivos/RE_0885_0779_03.pdf>. Acesso em: 8 de maio de 2019.

RONCA, Eliana. Degradação e recuperação de pavimento flexível na avenida Dr. Orestes Quércia na cidade de Ituverava-SP. 2018. Disponível em: <<http://dspace.feituverava.com.br/xmlui/handle/123456789/2898>>. Acesso em: 8 de maio de 2019.

ROSA, K. K. B.; MOTA, G. L. P.; SOUZA, J. M.; MARQUES, C. S.; NEVES, L. D.; FENANDES, F. A. S. Diagnóstico e procedimento de recuperação das Patologias apresentadas na pavimentação Asfáltica de Palmas-TO. REVISTA INTEGRALIZAÇÃO UNIVERSITÁRIA, Palmas, v.11, n.15, novembro 2016, p. 44-58, novembro. 2016. Disponível em: <<https://ge.catolica-to.edu.br:8443/revistas/index.php/riu/article/download/64/45>>. Acesso em: 12 de maio de 2019.

SCARANTO, Marcelo; GONÇALVES, Fernando Pugliero. Manutenção de pavimentos urbanos com revestimentos asfálticos Maintenance of urban asphalt pavements. Teoria e prática na Engenharia Civil, n. 12, p. 69-80, 2008. Disponível em: <http://www.editoradunas.com.br/revistatpec/Art7_N12.pdf>. Acesso em: 12 de maio de 2019.

SCHMIDT, M. Estudo de patologias em pavimentos asfálticos na cidade de Santa Maria-RS. 2016. 63 f. TCC (Graduação)-Curso de Engenharia Civil, Centro de Tecnologia, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2016. Disponível em: <http://www.ct.ufsm.br/engcivil/images/PDF/1_2016/TCC_MELISSA%20SCHMIDT.pdf>. Acesso em: 15 de abril de 2019.

SCHUH, Carnielo José. Investigação e avaliação de defeitos em rodovias de pavimentos flexíveis – estudo de caso na RSC - 287. 2011.

SOUZA, Maurício José de. Patologias em pavimentos flexíveis. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Civil). Universidade Anhembí-Morumbi. 63p. São Paulo, SP, 2004. Disponível em: <<https://engucm.files.wordpress.com/2016/04/patologia-pavimentos-flexivel.pdf>>. Acesso em: 15 de abril de 2019.

VIEIRA, Suyanne Alves et al. Análise comparativa de metodologias de avaliação de pavimentos através do IGG e PCI. Conexões-Ciência e Tecnologia, v. 10, n. 3, p. 20-30, 2016. Disponível em:

<<http://conexoes.ifce.edu.br/index.php/conexoes/article/view/799>>. Acesso em: 12 de maio de 2019.

VITOR, Marcel Gustavo. Avaliação superficial das patologias do pavimento flexível localizado na rodovia BR-267: Trecho Cambuquira/Conceição Rio Verde-MG. 2016. Disponível em: <<http://repositorio.unis.edu.br/handle/prefix/158>>. Acesso em: 12 de maio de 2019.

ANEXOS

Anexo 1 - Quadro resumo dos defeitos – Codificação e Classificação

FENDAS				CODIFICAÇÃO	CLASSE DAS FENDAS		
Fissuras				FI	-	-	-
Trincas no revestimento geradas por deformação permanente excessiva e/ou decorrentes do fenômeno de fadiga	Trincas Isoladas	Transversais	Curtas	TTC	FC-1	FC-2	FC-3
			Longas	TTL	FC-1	FC-2	FC-3
		Longitudinais	Curtas	TLC	FC-1	FC-2	FC-3
			Longas	TLL	FC-1	FC-2	FC-3
	Trincas Interligadas	"Jacaré"	Sem erosão acentuada nas bordas das trincas	J	-	FC-2	-
			Com erosão acentuada nas bordas das trincas	JE	-	-	FC-3
Trincas no revestimento não atribuídas ao fenômeno de fadiga	Trincas Isoladas	Devido à retração térmica ou dissecação da base (solo-cimento) ou do revestimento		TRR	FC-1	FC-2	FC-3
	Trincas Interligadas	"Bloco"	Sem erosão acentuada nas bordas das trincas	TB	-	FC-2	-
			Com erosão acentuada nas bordas das trincas	TBE	-	-	FC-3

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

Anexo 2 - Planilha de Cálculo do IGG

RODOVIA: PLANILHA DE CÁLCULO DO ÍNDICE DE GRAVIDADE GLOBAL (IGG) TRECHO:						Data:	Folha:
SUB-TRECHO:			REVESTIMENTO TIPO:			Estaca ou Quilômetro	Estaca ou Quilômetro
Item	Natureza do defeito	Frequência absoluta	Frequência absoluta considerada	Frequência relativa	Fator de ponderação	Índice de gravidade individual	Observações
1	Trincas isoladas FI, TTC, TTL, TLC, TLL, TRR				0,2		
2	(FC – 2) J, TB				0,5		
3	(FC – 3) JE, TBE				0,8		
4	ALP, ATP, ALC, ATC				0,9		
5	O, P, E				1,0		
6	EX				0,5		
7	D				0,3		
8	R				0,6		
9	Média aritmética dos valores médios das flechas medidas em mm nas TRI e TRE	TRE =	TRI =	F =	1 A () 1 B ()		
10	Média aritmética das variâncias das flechas medidas em ambas as trilhas	TREv =	TRIV =	FV =	2 A () 2 B ()		
Nº TOTAL DE ESTAÇÕES		n =	\sum IND. GRAVID. IND. = IGG				Conceito
1A) $IGI = F \times 4/3$ quando $F \leq 30$						Operador	
2A) $IGI = FV$ quando $FV \leq 50$						Cálculo	
1B) $IGI = 40$ quando $F > 30$						Visto	
2B) $IGI = 50$ quando $FV > 50$							

Fonte: DNIT, 2003f

Anexo 4 - Cálculo do IGGE

MT DNIT	PAVIMENTOS FLEXÍVEIS E SEMI-RÍGIDOS IGGE - ÍNDICE DE GRAVIDADE GLOBAL EXPEDITO (CÁLCULO)										Folha de		
Código PNV _____ Ext. PNV _____ Nº PISTA/LADO_ MÊS/ANO _____ <div style="text-align: right; margin-right: 100px;">Largura da Pista: _____</div> <div style="text-align: right; margin-right: 100px;">Largura do Acostamento: _____</div> Trecho do PNV Início _____ <div style="text-align: right; margin-right: 100px;">Fim _____</div>													
SEGMENTO				TRINCAS			DEFORMAÇÕES			PANELA + REMENDO			(F _t x P _t) + (F _{oap} x P _{oap}) + (F _{pr} x P _{pr}) = IGGE
Nº do Seg	Km Início	Km Fim	Extensão	F _t %	P _t	F _t x P _t	F _{oap} x P _{oap}	P _{oap}	F _{pr} x P _{pr}	F _{pr}	P _{pr}		

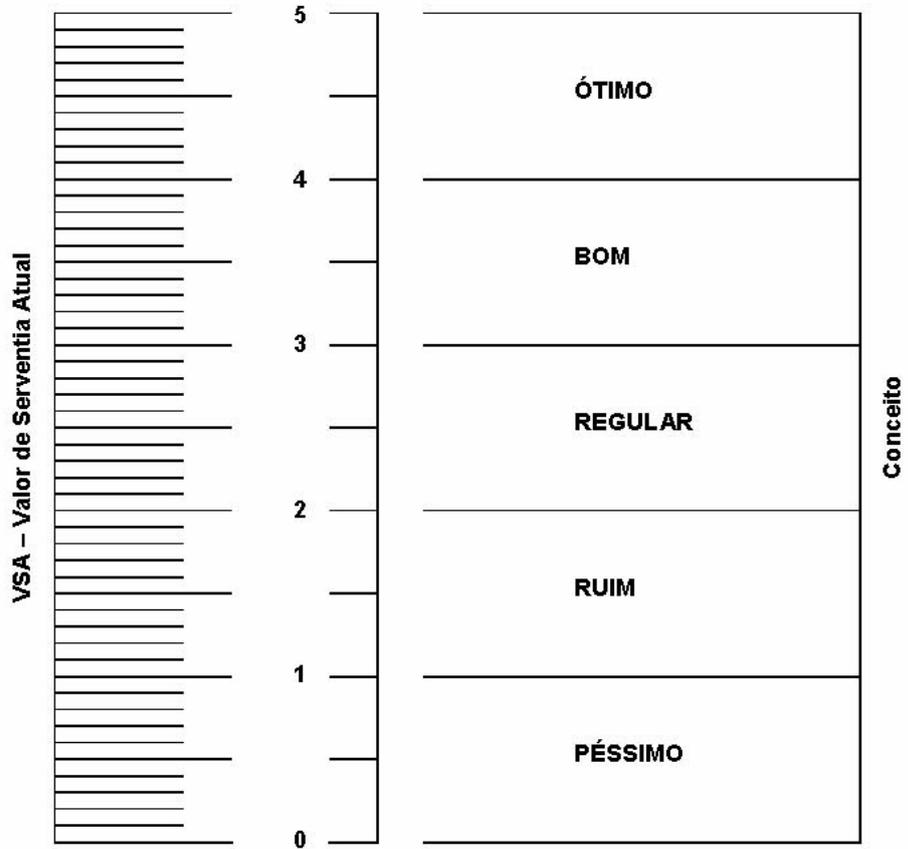
Fonte: DNIT, 2003h

Anexo 5 - Quadro resumo

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

Fonte: DNIT, 2003h

Anexo 6 - Ficha de avaliação de serventia



Rodovia: _____

Observações: _____

Nº do Avaliador: _____

Data: ____/____/____