



UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA - CAMPUS VIII
CENTRO DE CIÊNCIAS, TECNOLOGIA E SAÚDE - CCTS
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL

BRUNO CESAR BARBOSA LUCENA

GESTÃO DA MANUTENÇÃO DE PAVIMENTOS: UMA ANÁLISE
COMPARATIVA DO ESTADO FUNCIONAL DO PAVIMENTO EM UM TRECHO NA
CIDADE DE JOÃO PESSOA-PB

ARARUNA- PB

2018

BRUNO CESAR BARBOSA LUCENA

**GESTÃO DA MANUTENÇÃO DE PAVIMENTOS: UMA ANÁLISE
COMPARATIVA DO ESTADO FUNCIONAL DO PAVIMENTO EM UM TRECHO NA
CIDADE DE JOÃO PESSOA-PB**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Departamento de Engenharia Civil da Universidade Estadual da Paraíba, como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil.

Área de concentração: Engenharia de Transportes /Pavimentação.

Orientador: Prof. Esp. Lauandes Marques de Oliveira.

ARARUNA- PB

2018

É expressamente proibido a comercialização deste documento, tanto na forma impressa como eletrônica. Sua reprodução total ou parcial é permitida exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, desde que na reprodução figure a identificação do autor, título, instituição e ano do trabalho.

L935g 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 [manuscrito] / Bruno Cesar Barbosa Lucena. - 2018.
60 p. : il. colorido.
Digitado.
Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) - Universidade Estadual da Paraíba, Centro de Ciências, Tecnologia e Saúde , 2018.
"Orientação : Prof. Esp. Lauandes Marques de Oliveira , Coordenação do Curso de Engenharia Civil - CCTS."
1. Camada de Rolamento. 2. Defeitos. 3. IGG. 4. VSA. I.
Título
21. ed. CDD 625.8

BRUNO CESAR BARBOSA LUCENA

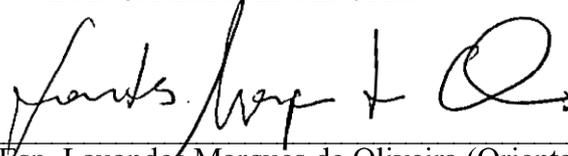
GESTÃO DA MANUTENÇÃO DE PAVIMENTOS: UMA ANÁLISE
COMPARATIVA DO ESTADO FUNCIONAL DO PAVIMENTO EM UM TRECHO NA
CIDADE DE JOÃO PESSOA-PB

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil da Universidade Estadual da Paraíba, como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil.

Área de concentração: Engenharia de Transportes / Pavimentação.

Aprovada em: 06/12/2018.

BANCA EXAMINADORA



Prof. Esp. Lauandes Marques de Oliveira (Orientador)
Universidade Estadual da Paraíba - UEPB



Prof. Me. Alan Barbosa Cavalcanti
Universidade Estadual da Paraíba - UEPB



Prof. Ma. Maria das Vitórias do Nascimento
Universidade Estadual da Paraíba - UEPB

“O segredo do sucesso é a constância do propósito”.

Benjamin Disraeli.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente à DEUS, pois sempre esteve presente durante todo esse tempo, me ajudando e mostrando que tudo vai dar certo.

Aos meus pais, Maria das Graças e José Inaldo, por todo incentivo e ajuda ao longo do curso, sempre me dando conselhos e me acalmando nos momentos de insegurança. Aos meus irmãos Caio, Raphael, Matheus, Arthur e Eros, pelos conselhos. Minha tia Berenice que foi uma parte muito importante e me ajudou a me tornar essa pessoa que sou hoje. A toda minha família por todo incentivo.

À minha namorada Emília Fernandes, por todo amor, carinho, apoio, por estar presente em todos os momentos da minha vida, bem como a ajuda para elaboração desse trabalho.

Aos meus amigos Fernando e Paulo por terem me ajudado na coleta de dados para elaboração desse trabalho.

Aos meus amigos com quem morei em Araruna, Manoel, Hallef e Hiago que me abraçaram como se eu fosse da família, me ajudando ao longo da minha graduação.

Aos colegas de classe, em especial Erveton victor, que ao longo do curso foi como um irmão pra mim, me ajudando quando era necessário, a Francisco Mateus que desde o início do curso foi meu parceiro de estudos e de jogar bola e a Eliton Bezzera que foi um grande parceiro de estudo.

Ao meu professor orientador Lauandes Marques pelo empenho e dedicação ao longo dessa orientação.

A todos os professores do curso de Engenharia Civil da UEPB, em especial, Lauandes Marques, Alan Cavalcanti, Maria das Vitórias, Marinaldo Junior, Igor de Souza Ogata, por todo o conhecimento passado ao longo da minha formação.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	9
2. JUSTIFICATIVA	11
3. OBJETIVO GERAL	12
3.1 Objetivo Específico	12
4. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	12
4.1 Pavimento Flexível – Camada de Rolamento.....	12
4.2 Engenharia de Tráfego.....	13
4.3 Sistema de gerência de pavimento – SGP	14
4.4 Defeitos em Pavimento Flexível.....	17
4.5 Avaliação Funcional da camada de rolamento	23
4.5.1 Avaliação Subjetiva da camada de rolamento	23
4.5.2 Avaliação Objetiva da camada de rolamento	25
4.6 Obras de Manutenção e Reparo	28
5. METODOLOGIA	29
6. ESTUDO DE CASO	30
6.1 Características do Trecho.....	30
7. RESULTADOS E DISCUSSÕES	31
7.1 Seção 1	31
7.2 Seção 2	35
7.3 Seção 3	38
7.4 Seção 4.....	40
7.5 Resumo e Compilação dos Resultados.....	44
8. CONSIDERAÇÕES FINAIS	46
REFERENCIAL BIBLIOGRÁFICO	47
ANEXO A – FICHA DE AVALIAÇÃO DE SERVENTIA	50
ANEXO B – PLANILHA DE CÁLCULO DO IGG	51
ANEXO C - FORMULÁRIO DE INVENTÁRIO DO ESTADO DE SUPERFÍCIE DO PAVIMENTO	52
ANEXO D - INVENTÁRIO DO ESTADO DA SUPERFÍCIE DO PAVIMENTO ...	53
ANEXO E -FICHA DE CÁLCULO DO IGG	56

GESTÃO DA MANUTENÇÃO DE PAVIMENTOS: UMA ANÁLISE
COMPARATIVA DO ESTADO FUNCIONAL DO PAVIMENTO EM UM TRECHO NA
CIDADE DE JOÃO PESSOA-PB

CESAR B. LUCENA, BRUNO¹

RESUMO

No Brasil o principal modal é o sistema rodoviário, que segundo a Confederação Nacional de Transporte – CNT representa cerca de 61,7%, porém apenas 12,4% das rodovias são dotadas de pavimento. Grande parte das rodovias encontram-se em péssimas condições de rolamento por não possuírem um Sistema de Gerenciamento de Pavimento – SGP, que utiliza procedimentos de avaliação do pavimento e aplicação de obras de Manutenção e Reparo - M&R. Dessa forma, é necessária a avaliação funcional do pavimento com o objetivo de propor soluções mitigadoras de M&R afim de prolongar a vida útil do pavimento. O presente trabalho tem por objetivo realizar avaliação objetiva e subjetiva da superfície do pavimento flexível de um trecho do bairro dos Bancários na cidade de João Pessoa-PB. A avaliação objetiva foi preconizada pela norma do DNIT - 006/2003 - PRO e a Avaliação subjetiva pela norma do DNIT - 009/2003. O trecho em estudo tem extensão de 1,6 km e foi subdividido em 4 seções com a finalidade de identificar e quantificar os defeitos e propor soluções mitigadoras. Foram diagnosticados uma série de defeitos decorrentes de um SGP deficiente que contribuem para o desconforto do usuário. Dessa forma, foi possível concluir que, as duas primeiras seções necessitam de uma intervenção imediata devido a seu evidente processo de deterioração constatada pelos índices utilizados durante a elaboração do presente trabalho. A terceira seção necessita também de uma intervenção de M&R, porém não de forma imediata, devido o valor do VSA ter sido BOM e a seção 4 para este estudo foi a que apresentou melhor resultado da avaliação funcional da camada de rolamento. No entanto, os resultados mostram que num futuro próximo necessitará de uma intervenção de M&R.

Palavras-Chave: Camada de Rolamento. Defeitos. IGG. VSA.

ABSTRACT

In Brazil the main modal of the road system, according to the National Confederation of Transport - CNT represents about 61.7%, but only 12.4% of the highways are dotted with pavement. Most of the highways are in poor rolling conditions because they do not have a Pavement Management System - SGP, which uses pavement evaluation procedures and application of maintenance and repair works - M&R. Thus, it is necessary the functional evaluation of the pavement with the objective of proposing mitigating M&R solutions in order to extend the useful life of the pavement. The objective of this study is to perform an objective and subjective evaluation of the surface of the flexible pavement of a section of the Bancários neighborhood in the city of João Pessoa-PB. The objective evaluation was recommended by the DNIT - 006/2003 - PRO standard and the subjective evaluation was

¹ Aluno de Graduação em Engenharia Civil na Universidade Estadual da Paraíba – Campus VIII.
E-mail: brunoblucena@gmail.com

recommended by the DNIT - 009/2003 standard. The section under study has the extension of 1.6 km and was subdivided into 4 sections with the purpose of identifying and quantifying the defects and proposing mitigating solutions. A series of defects resulting from a deficient SGP have been diagnosed that contribute to the user's discomfort. Thus, it was possible to conclude that the first two sections require immediate intervention due to the evident deterioration process verified by the indices used during the elaboration of the present work. The third section also needs an M&R intervention, but not immediately, because the value of the VSA was BOM and section 4 for this study was the one that presented the best result of the functional evaluation of the bearing layer. However, the results show that in the near future it will require M&R intervention.

Keywords: Bearing Layer. defects. IGG. VSA.

1. INTRODUÇÃO

A primeira ideia a respeito de pavimentação ocorreu no Egito, onde a necessidade de transportar materiais para construção de templos religiosos de maneira mais fácil culminou o surgimento das primeiras pavimentações. No ano de 1560 deu-se início, em terras brasileiras, a construção de seus primeiros pavimentos, entretanto, apenas em 1861, com a inauguração da estrada União Indústria que em seu constituinte fez uso do macadame, estrutura semelhante à utilizada nos dias de hoje, que a prática da pavimentação foi difundida por todo país.

Sabe-se que o Brasil possui uma vasta extensão territorial (8.516.000 km²), tornando-se necessário um sistema de transporte eficiente que cumpra seu principal papel que é interligar pessoas, regiões e cidades. Com tudo, a falta de infraestrutura na malha rodoviária brasileira é um dos grandes problemas enfrentado pela sociedade. Além de ser uma das principais causas de acidentes, matando milhares de pessoas ao ano e acarretar um prejuízo de bilhões de reais aos órgãos competentes, traz desconforto aos usuários.

Essa precariedade na camada de rolamento atrasa o desenvolvimento do país, uma vez que a mobilidade urbana não se encontra tão-somente associado os movimentos de ir e vim, mas também à política, a sociedade e ao poder. Com base numa pesquisa realizada pela Confederação Nacional do Transporte – CNT, constatou-se que no Brasil apenas 12,4% das rodovias são dotadas de pavimento, demonstrando não serem suficientes para abastecer a frota de veículos do país que aumentou 61,7% no período de 2009 a 2017 (CNT, 2018).

Desde 1995, a CNT realiza anualmente uma pesquisa com o objetivo de apontar as características da infraestrutura brasileira. No relatório geral de 2018, da extensão total avaliada, 58,2% apresentaram algum tipo de deficiência. Desse total, 34,6% encontra-se em estado regular, 17,3% ruim e 6,3% péssimo (CNT, 2018).

Pavimento é uma estrutura de múltiplas camadas de espessuras finitas, construída sobre a superfície fina de terraplanagem, destinada técnica e economicamente a resistir aos esforços oriundos do tráfego de veículos e do clima, e a propiciar aos usuários melhoria nas condições de rolamento, com conforto, economia e segurança (BERNUCCI et al., 2010). A vida útil de um pavimento flexível no Brasil é de 10 anos, durante esse tempo são necessários procedimentos de Manutenção e Restauração – M&R. Depois da implantação do pavimento,

os órgãos responsáveis como, por exemplo, a prefeitura, o estado, entre outros, devem identificar e efetuar manutenções para que a camada de rolamento esteja sempre em boas condições, permitindo que o tráfego flua de forma rápida, segura, econômica e confortável.

Dentre todos os modais, no Brasil o rodoviário é o mais utilizado e conhecido, isso se deve ao fato da possibilidade de criar rotas mais flexíveis, da taxa de manutenção ser economicamente mais viável e de um maior investimento por parte do governo na infraestrutura das rodovias quando comparado com outros modais. Por ser o modal mais utilizado, acaba agregando mais impactos na camada de rolamento devido ao alto índice de solicitação de cargas e com a falta de políticas de M&R, acarreta dessa forma, o surgimento de defeitos no pavimento.

Os defeitos na superfície do pavimento são os mais notados pelos usuários, uma vez que afeta seu conforto e aumenta o gasto com manutenção dos veículos (BERNUCCI et al., 2010). Vide a importância que a camada de rolamento tem, é imprescindível que a via apresente boas condições de trafegabilidade, fazendo-se necessário uma análise prévia de quais defeitos estão presentes e posteriormente uma intervenção de M&R com base na implantação de sistemas que visam monitorar as rodovias.

O Sistema de Gerência de Pavimentos – SGP é uma ferramenta de armazenamento e análise de dados que possibilita ao usuário o diagnóstico dos pavimentos e a elaboração de estudos e planejamentos. Os dados armazenados consistem em informações obtidas no processo de monitoramento dos pavimentos, dados de tráfego, informações sobre serviços e custos de obras. Tal sistema tem funcionalidades como, por exemplo: podem-se avaliar periodicamente as condições estruturais e funcionais dos pavimentos; fazer estimativas das condições futuras; determinar os tipos e épocas adequadas das intervenções necessárias e a elaboração de programas de manutenção.

Para conservar uma rodovia é necessário aprimorar os procedimentos de gerência das vias e utilizar as diversas técnicas, como por exemplo, o Sistema de Gerência de Pavimentos Urbanos – SGPu. A gerência de pavimentos urbanos tem sido baseada na habilidade dos engenheiros municipais, que muitas vezes tomam as decisões de manutenção e reabilitação com base apenas na experiência acumulada, sem utilizar procedimentos formais de gerência (abordagem sistêmica) por falta de recursos, desconhecimento ou preconceito (FERNANDES Jr. 2011).

As Análises Objetivas e Subjetivas são formas preconizadas pelo DNIT – Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes para se fazer um correto gerenciamento dos pavimentos. As análises objetivas estão contidas nas normas onde sua finalidade é avaliar, mediante contagem e classificação de defeitos no pavimento. Já as análises subjetivas têm o objetivo de indicar, por meio de avaliadores, visualmente as condições do pavimento.

Dessa forma, a elaboração deste trabalho tem como objetivo averiguar as condições da camada de rolamento no trecho de um pavimento na cidade de João Pessoa, através da avaliação objetiva e subjetiva. A Avaliação Objetiva foi preconizada pela norma do DNIT - 006/2003-PRO onde será feito o cálculo do Índice de Gravidade Global – IGG e a Avaliação Subjetiva foi preconizada pela norma do DNIT - 009/2003-PRO onde será feito o Valor de Serventia Atual – VSA, após a comparação das avaliações serão propostas soluções mitigadoras de M&R para proporcionar maior conforto, segurança e comodidade ao usuário.

2. JUSTIFICATIVA

Quem trafega por uma via deseja além de segurança, conforto e comodidade uma racionalização dos gastos destinados à manutenção veicular. Uma via que apresenta um pavimento em boas condições propicia ao usuário uma experiência positiva, pois estas trazem qualidades que facilitam o fluxo de veículos e melhor comodidade.

Segundo (SANT’ANA, 2009) O alcance social de uma rodovia pavimentada é incomensurável, pois possibilita o acesso aos municípios ou povoados, permitindo o desenvolvimento, o conforto e a melhor qualidade de vida da população.

O revestimento é a camada que se destina a receber a carga dos veículos e mais diretamente a ação climática. Portanto essa camada deve ser tanto quanto possível impermeável e resistente aos esforços de contato pneu-pavimento em movimento, que são variados conforme a carga e a velocidade dos veículos (BERNUCCI et al., 2010).

Quando os órgãos fiscalizadores não acompanham o crescimento do tráfego ou fazem uma manutenção malfeita torna-se propício o aparecimento de defeitos ou agravamento dos já existentes. Para que as manutenções da camada de rolamento sejam feitas de maneira eficiente, é de extremo valor o conhecimento dos defeitos que envolvem esta camada, podendo assim aplicar soluções mais eficientes de forma mais específica (PACHECO, 2011).

Portanto, este trabalho pretende compreender a situação atual do trecho através de diagnósticos in loco, realizando um estudo comparativo entre dois métodos de avaliação do DNIT, sendo eles: o cálculo do IGG e o Cálculo do VSA, elencando a predominância dos defeitos e propor soluções de melhorias através de ações mitigadoras de M&R.

3. OBJETIVO GERAL

Esta pesquisa tem como objetivo central avaliar e diagnosticar a condição funcional da camada de rolamento num trecho do pavimento flexível no bairro dos Bancários na cidade de João Pessoa – PB, propor soluções mitigadoras de M&R para proporcionar maior conforto, segurança e comodidade ao usuário, contribuindo para um SGP eficiente.

3.1 Objetivo Específico

- Aplicar os conceitos das normas DNIT 006/2003 – PRO e DNIT 009/2003 – PRO;
- Identificar e quantificar os defeitos da camada de rolamento do trecho avaliado;
- Calcular o IGG e o VSA e compará-los;
- Propor soluções de M&R no trecho avaliado.

4. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

4.1 Pavimento Flexível – Camada de Rolamento

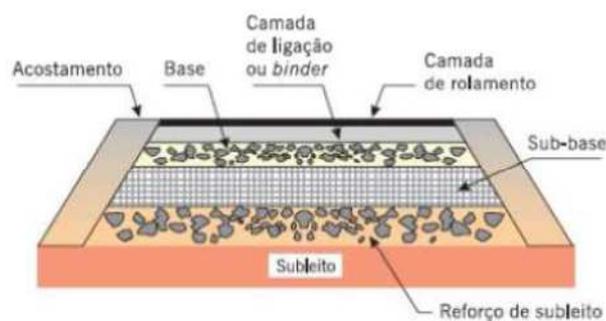
O pavimento flexível é um tipo de pavimento no qual o revestimento é composto por uma mistura constituída principalmente por agregados com diversas dimensões em proporções adequadas, sendo mantidos unidos por um ligante asfáltico. Este é formado, geralmente, por quatro camadas principais: revestimento asfáltico, base, sub-base e reforço do subleito. Essas camadas da estrutura do pavimento ficam sobre o subleito (BERNUCCI et al., 2010).

O revestimento asfáltico ou camada de rolamento é a camada superior, que recebe diretamente a ação do tráfego, ou seja, responsável pelo contato pneu-pavimento, que tem a função de resistir ao desgaste e transmiti-las às camadas inferiores, impermeabilizar as camadas subjacentes do pavimento, aumentando a durabilidade do pavimento, além de melhorar as condições de rolamento, tanto de conforto quanto de segurança (SENÇO, 2007).

O sucesso da camada de rolamento depende da obtenção de uma mistura com uma ótima graduação de agregados e da correta porcentagem de ligante betuminoso, de modo a ser durável, resistente a fraturas e desagregações, sem se tornar instável ao tráfego esperado e às condições climáticas (PINTO, 2010).

Os revestimentos asfálticos são classificados quanto ao tipo de ligante utilizado na mistura, podendo ser quente com o uso de cimento asfáltico de petróleo (CAP), ou a frio com o uso de emulsão asfáltica polimerizada (EAP); podendo ser fabricado em usina específica, fixa ou móvel, ou preparado na própria pista (BERNUCCI et al., 2010). A figura 01 representa o corte transversal de um pavimento flexível.

Figura 01: Corte Esquemático de um Pavimento Flexível.



Fonte: Bernucci et. al, 2010.

Portanto a camada de rolamento ou revestimento é a primeira região a receber a carga dos veículos e mais diretamente a ação climática. Essa camada deve ser tanto quanto possível impermeável e resistente aos esforços de contato pneu-pavimento em movimento, que são variados conforme a carga e a velocidade dos veículos. Se ela está em perfeitas condições todo o sistema estrutural estará, caso contrário é o ponta pé inicial para um colapso.

4.2 Engenharia de Tráfego

Segundo o ITE – *Institute of traffic Engineering*, a engenharia de tráfego é o setor da engenharia que trata do planejamento e do desenho geométrico das ruas, estradas de rodagem, com as operações de tráfego, terminais, terrenos adjacentes, mas também da integração com outros modos de transporte, visando proporcionar a movimentação segura, eficiente e conveniente das pessoas e das mercadorias.

No Brasil, a primeira tentativa para introduzir a engenharia de tráfego aconteceu em 1954, onde foi firmado um convênio passando os serviços de tráfego para a cidade do Rio de

Janeiro. A industrialização automobilística foi um fator importante no crescimento do uso dessa engenharia pois, surgiu a necessidade de organizar e melhorar o tráfego nos grandes centros urbanos.

A engenharia de tráfego é responsável por toda a tarefa de planejar como o deslocamento de pessoas e de veículos deve funcionar, visando às necessidades das vias de acesso. O planejamento representa a ação de estruturar o funcionamento do tráfego de modo que o fluxo da circulação de veículos (moto, carro, ônibus etc.) e de pessoas aconteça de maneira segura, rápida e fluente.

Motoristas que moram em grandes centros urbanos sofrem todos os dias com problemas no trânsito com engarrafamentos quilométricos, onde para chegar ao seu trabalho, por exemplo, torna-se um processo bastante demorado. Um exemplo desse problema no trânsito ocorre na cidade de São Paulo que em 2017 bateu um recorde em engarrafamento com 308 quilômetros de tráfego (CRUZ, 2017).

Segundo o diretor-executivo da CNT Bruno Batista “as condições inadequadas e insuficientes de engenharia/ infraestrutura influenciam muito a ocorrência de acidentes, assim como o desenvolvimento urbano não planejado ao longo das rodovias, fatores socioeconômicos, aumento do fluxo de veículos, condições precárias dos automóveis, condições meteorológicas e falta de fiscalização”.

Diante do exposto acima, pode-se afirmar que a engenharia de transportes é imprescindível na gerência de tráfego, pois a partir dele pode-se obter um melhoramento de conforto, segurança e fluidez no trânsito para o usuário.

4.3 Sistema de gerência de pavimento – SGP

Os SGPs têm sido definidos, pela AASHTO - Associação Americana de Funcionários de Rodovias e Transportes do Estado, como um conjunto de ferramentas e métodos que auxiliam as autoridades na hora de traçar as melhores estratégias para avaliar e manter os pavimentos com condições de serviço aceitável de acordo com a previsão de projeto, no caso de pavimentos flexíveis 10 anos (SHAHIN, 2015).

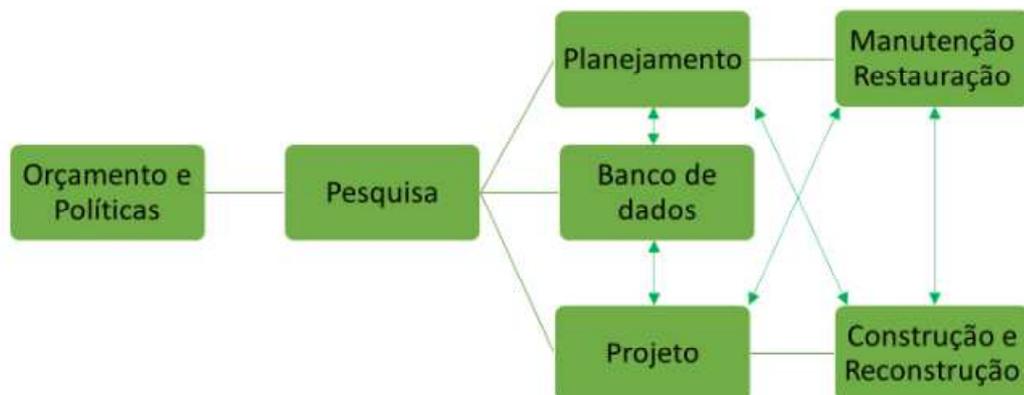
Um sistema de gerência de pavimento - SGP é um conjunto amplo e coordenado de atividades integradas com planejamento, construção, manutenção, avaliação e pesquisa.

Associados a um banco de dados, objetivando otimizar os recursos para o estabelecimento de programas de manutenção, proporcionando conforto e segurança ao usuário (Haas *et al.*, 1994).

O SGP mais antigo foi desenvolvido nos EUA na metade dos anos de 1970, já utilizando um banco de dados digital. O desenvolvimento do SGP foi impulsionado pela necessidade de conservar a malha rodoviária existente (NHI, 1998). No Brasil o SGP foi implantado a partir de 1982, quando a direção da autarquia decidiu formalizar a criação da Comissão Permanente de Gerência de Pavimentos – CPGP, presidido pelo IPR e contando com representantes dos demais setores técnicos do DNER – Departamento Nacional de Estradas e Rodagem.

Segundo o manual de gerencia de pavimento do DNIT o SGP tem como componentes, que devem interagir mutuamente, o planejamento, o projeto, a construção e a manutenção dos pavimentos. Como principais fatores externos podem ser citados os recursos orçamentários, os dados necessários ao sistema e as diretrizes políticas e administrativas. A figura 02 mostra a forma correta e simples de como deve ser estruturado um SGPS.

Figura 02: Sistema de Gerência de pavimentos.



Fonte: Adaptado do Manual de Gerência de pavimentos, 2011.

Um de seus principais objetivos é utilizar informações confiáveis para a tomada de decisão para produzir um programa de manutenção e reabilitação que dê o máximo de retorno possível aos recursos disponíveis. Além disso, é importante que seja fornecida a resposta para as seguintes questões (ODA, 2014):

- O que precisa ser feito em uma determinada rede de pavimentos? (seleção da estratégia ótima);

- Como devem ser executados os serviços? (definição das atividades de M&R para cada seção);
- Quando serão necessárias intervenções para evitar a ruptura e prolongar a vida em serviço do pavimento?
- Onde se localizam os projetos prioritários? (pensar nas características de tráfego).

Logo, um SGP pode ser definido como uma ferramenta que auxilia o processo de tomada de decisões sobre os investimentos rodoviários (SHOJI, 2000). A partir desse sistema sabe-se as condições do pavimento para tomar as decisões exatas.

As análises das prioridades se fazem necessárias para que sejam otimizadas as aplicações dos recursos. A finalidade é maximizar os benefícios ou minimizar os custos sob restrições orçamentárias.

Para a determinação das prioridades, devem ser estabelecidos procedimentos objetivos, que possibilitem reduzir ao mínimo as subjetividades inerentes ao processo (DNIT, 2011). A figura 03 elenca um fluxograma com técnicas visando prioridades para uma correta M&R de pavimentos.

Figura 03: Fluxograma Básico de um SGP com alternativas das Estratégias de M&R.



Fonte: Adaptado do Manual de Gerência de pavimentos, 2011.

É importante ressaltar que o SGP é um sistema informatizado onde as decisões são tomadas por pessoas de maneira racional de acordo com as condições superficiais e estruturais mínimas desejáveis do pavimento e com as dificuldades orçamentárias enfrentadas.

4.4 Defeitos em Pavimento Flexível

Os pavimentos flexíveis submetidos ao tráfego e intempéries estarão sempre sujeitos a apresentar com o tempo diversos defeitos em sua estrutura. Os defeitos de superfície são danos ou deteriorações na superfície dos pavimentos asfálticos que podem ser identificados a olho nu e classificados segundo a norma brasileira (DNIT TER 005/2003).

Tais danos ou deteriorações ao pavimento podem ser de diferentes causas e tipos, vai desde erros de projeto até má execução. Os defeitos dos pavimentos flexíveis podem ser classificados como defeitos estruturais e defeitos funcionais.

O primeiro compromete a capacidade do pavimento de suportar as cargas oriundas do tráfego. O segundo compromete as boas condições de rolamento da via, ou seja, o conforto do usuário e a segurança quanto à derrapagem.

Vale salientar que os pavimentos com defeitos estruturais apresentarão, também, defeitos funcionais, enquanto que os pavimentos funcionamento defeituosos podem estar estruturalmente corretos. A norma do DNIT 005/2003-TER apresenta todos os defeitos que o pavimento pode apresentar sendo eles: fenda, afundamento, ondulação ou corrugação, escorregamento, exsudação, desgaste, panela ou buraco e remendo.

O conhecimento dos defeitos é muito importante, pois a partir do tipo de defeito pode-se escolher uma ação mitigadora de M&R. O quadro 01 exemplifica todos os defeitos segundo o DNIT, suas causas e sua representação, bem como obras de M&R.

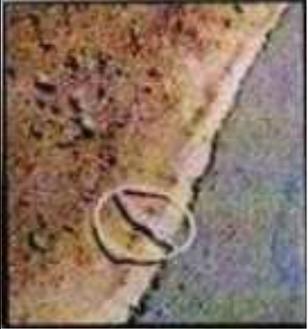
Quadro 01 : Defeitos em pavimentos flexíveis.

Defeito	Descrição	Causas prováveis	Obras de M&R
<p>Trincamento tipo couro de jacaré</p> 	<p>É causado por uma série de trincas interligadas causadas pela fadiga do revestimento asfáltico (ou da base estabilizada), decorrentes da ação repetida das cargas de tráfego. Seu formato assemelha-se ao couro de jacaré</p>	<p>Defeito gerado pela ação repetida de cargas de tráfego; ação climática – gradientes térmicos; envelhecimento do ligante e perda de flexibilidade seja pelo tempo de exposição seja pelo excesso de temperatura na usinagem; compactação deficiente do revestimento; deficiência no teor de ligante asfáltico, etc.</p>	<p>Selagem, remendo, fresagem da parcela do revestimento.</p>
<p>Trincamento em bloco</p> 	<p>Conjunto de trincas interligadas caracterizadas pela configuração de blocos formados por lados bem definidos, podendo, ou não, apresentar erosão acentuada nas bordas.</p>	<p>É causado principalmente pela contração do material de revestimento, em função da alternância diária entre altas e baixas temperaturas. A sua constatação, geralmente indica que o ligante perdeu significativamente sua característica elástica.</p>	<p>Selagem juntamente com um ligante especial é fundamental para minimizar a degradação do pavimento.</p>
<p>Trincamento transversal e longitudinal</p> 	<p>As trincas longitudinais são paralelas ao eixo do revestimento. As trincas transversais são perpendiculares ao eixo da do pavimento.</p>	<p>São causados por juntas de construção mal executadas; contração/dilatação do revestimento devido ao gradiente térmico ou envelhecimento do asfalto; propagação das trincas existentes nas camadas subjacente, como por exemplo das bases tratadas com cimento ou juntas de revestimentos rígidos (trincas de propagação).</p>	<p>Selagem com ligante betuminoso.</p>

Defeito	Descrição	Causas prováveis	Obras de M&R
<p>Trincamento de borda</p> 	<p>É a ruptura da borda do pavimento ou a junção onde o pavimento sofreu alargamento, caracterizado por uma trinca retilínea ou por uma área trincada que ocorre próximo da junção entre a pista e o acostamento ou o alargamento, ao longo de uma faixa de aproximadamente 30 a 60 cm.</p>	<p>É causado por construção deficiente da junta de ligação entre a pista e o acostamento, ou alargamento; diferença de rigidez entre os materiais constituintes do acostamento ou alargamento do pavimento existente; drenagem deficiente ou inexistente.</p>	<p>Selagem com ligante betuminoso ou reconstrução.</p>
<p>Afundamento localizado ou depressão</p> 	<p>É um afundamento localizado cujo nível (ou altura) é mais baixa do que a superfície ao redor. Na fase inicial esta falha é percebida após a ocorrência de chuva devido ao acúmulo de água em seu interior.</p>	<p>Podem ser causados por problemas ou deficiências construtivas, falhas de compactação, presença de solo “borrachudo”; problemas de drenagem; rupturas por cisalhamento localizadas.</p>	<p>Reestabelecer seção transversal com massa betuminosa ou estudos específicos.</p>
<p>Afundamento na trilha de roda</p> 	<p>É uma depressão do terreno que se forma na região onde se dá a passagem das cargas, ou seja, nas trilhas de roda, podendo ocorrer elevação ao longo das bordas desse afundamento.</p>	<p>Podem ser causados por:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Compactação insuficiente de um ou mais camadas durante a construção; • Mistura asfáltica inadequada (com baixa estabilidade); • Enfraquecimento de uma ou mais camadas devido à infiltração de água. 	<p>Reestabelecer seção transversal ou estudos específicos</p>

Defeito	Descrição	Causas prováveis	Obras de M&R
<p>Afundamento Plástico</p> 	<p>É caracterizada por um afundamento na região solicitada e um sollevamento lateral.</p>	<p>Pode ser causada por:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Falha na dosagem de mistura asfáltica, ou seja, excesso de ligante asfáltico; • Falha na seleção de tipo de revestimento asfáltico para a carga solicitante; 	<p>É necessário maiores informações pra uma correção.</p>
<p>Corrugação (ondulação ou costela)</p> 	<p>É uma falha caracterizada por ondulações transversais, de carácter plástico e permanente no revestimento asfáltico.</p>	<p>Pode ser causada por:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Instabilidade da mistura betuminosa da camada de revestimento; • Excesso de umidade das camadas subjacentes; • Contaminação da mistura asfáltica por materiais estranhos; • Retenção da água na mistura asfáltica. 	<p>Remoção do revestimento e reconstrução.</p>
<p>Escorregamento</p> 	<p>É um movimento horizontal da mistura asfáltica ocasionado pelos esforços tangenciais transmitidos pelas cargas dos veículos (frenagem e aceleração) e que produzem uma ondulação curta e abrupta na superfície do pavimento.</p>	<p>Podem ser causados por:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ligação betuminosa inadequada entre revestimento e a camada sobre a qual se apoia; • Compactação deficiente da mistura asfáltica ou da porção superior da camada da base; • Fluência plástica do revestimento na ocorrência de altas temperaturas. 	<p>Remoção do trecho e reconstrução.</p>

Defeito	Descrição	Causas prováveis	Obras de M&R
<p>Desgaste</p> 	<p>É a perda de agregados e/ou argamassa fina do revestimento asfáltico. Caracteriza-se pela aspereza superficial anormal, com perda do envolvimento betuminoso e arrancamento progressivo dos agregados.</p>	<p>Podem ser causados por:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Perda de coesão entre o agregado e ligante devido a presença de material estranho no momento da construção • Presença de água no interior do revestimento que originam sobrepressões hidrostáticas capazes de provocar o deslocamento da película betuminosa. 	<p>Construção de uma nova capa selante.</p>
<p>Exsudação</p> 	<p>Exsudação é o aparecimento localizado do ligante ou de argamassa betuminosa na superfície do pavimento, criando manchas de dimensões variadas que apresentam um brilho vítreo de cor preta, e superfície lisa de baixa resistência, à derrapagem, podendo ocorrer nas trilhas de roda ou em qualquer porção da superfície do pavimento.</p>	<p>Podem ser causados por:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Dosagem inadequada das misturas asfálticas, acarretando teor excessivo de ligante e/ou índices de vazios muito baixos; • Temperatura do ligante acima da especificada no momento da mistura, acarretando a dilatação do asfalto e ocupação irreversível dos vazios entre as partículas ou falta de agregado no caso de tratamentos superficiais. 	<p>Capa selante ou fresagem no local.</p>
<p>Panela</p> 	<p>Panelas são cavidades de tamanhos variados, podendo ocorrer em qualquer porção da superfície do revestimento e principalmente nas trilhas de roda.</p>	<p>Podem ser causados por:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Trincamento (estágio terminal); • Desintegração localizada na superfície do pavimento (desgaste de severidade alta); • Evolução de defeitos. 	<p>Reparar a área afetada pela execução de um remendo superficial ou profundo.</p>

Defeito	Descrição	Causas prováveis	Obras de M&R
<p>Desnível entre pista e acostamento</p> 	<p>Este defeito caracteriza-se pela diferença em elevação entre pista e o acostamento. Em condições normais poderá haver um pequeno desnível entre pista e acostamento.</p>	<p>Podem ser:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Recalque do acostamento; • Bombeamento, ou seja, perda de finos do acostamento; • Perda de material em acostamento; • Problemas construtivos, principalmente nos recapamentos. 	<p>Recuperação da seção transversal.</p>
<p>Bombeamento</p> 	<p>É o fenômeno caracterizado pela ascensão da água e finos nas trincas, onde há infiltração de água e a pressão exercida pela ação da carga dos pneus bombeiam a água para a superfície do pavimento, podendo ocorrer próximo às trincas ou às juntas de construção e/ou dos remendos, notado pelas manchas na superfície ou pela acumulação de material fino junto às trincas.</p>	<p>O bombeamento é causado pela existência de vazios sob revestimento e a sobrepressão hidrostática provocada pela passagem dos veículos.</p>	<p>Reparo da área afetada pela execução de remendo superficial ou profundo.</p>
<p>Remendo profundo</p> 	<p>Aquele em que há substituição do revestimento e, eventualmente, de uma ou mais camadas inferiores do pavimento. Usualmente apresenta forma retangular.</p>	<p>Pode ser causado por: carga, umidade, temperado, má execução e materiais de baixa qualidade.</p>	<p>Reparar a área afetada e executar um remendo de boa qualidade, eliminando as saliências do mesmo.</p>

Fonte: Autor, 2018.

4.5 Avaliação Funcional da camada de rolamento

A avaliação da condição de um pavimento é o principal dado de entrada de um SGP, é a partir da avaliação da condição que determina os tipos de defeitos, severidade e sua extensão. A partir destes dados que pode desenvolver o índice de condição do pavimento, este tem como objetivo auxiliar na tomada de decisão em nível de rede, quanto à priorização de seleção de projetos, estratégias de Manutenção & Reabilitação do pavimento, previsão orçamentária e alocação de recursos (KAFI, 2012).

4.5.1 Avaliação Subjetiva da camada de rolamento

Sabe-se que a avaliação subjetiva ou funcional do pavimento é auscultação dos defeitos da superfície dos pavimentos por um grupo de especialistas, a fim de determinar como o estado da superfície influencia no conforto ao rolamento. Embora a relação entre o defeito do pavimento e o desempenho não esteja bem definida, existe um consenso geral de que a capacidade de um pavimento para suportar as cargas de tráfego, de forma segura e suave, pode ser afetada negativamente pela ocorrência de defeitos observáveis (KSAIBATI, 2016).

O DNIT (2006) apresenta uma metodologia subjetiva, chamada de Levantamento Visual para Avaliação da Superfície de Pavimentos Asfálticos, que determina o desempenho de uma via através de um padrão de serventia denominado Valor de Serventia Atual (VSA), também chamado de Present Serviceability Ratio (PST), internacionalmente. Esta metodologia consiste na percepção de pelo menos 5 avaliadores treinados que ao percorrer o trecho, cada avaliador dá um parecer quanto ao estado funcional da camada de rolamento. No Anexo A, pode-se observar a ficha de avaliação deste método que embasa a tomada de decisão dos avaliadores.

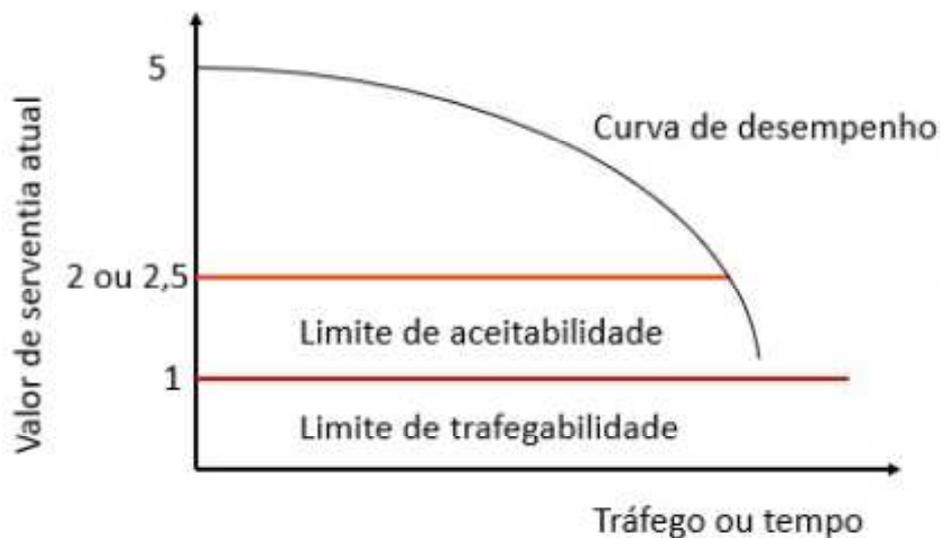
A norma que regulamenta a avaliação subjetiva de um pavimento flexível é a DNIT-009/2003 PRO que determina o VSA, onde a mesma define em qual faixa de qualidade de serventia o pavimento se encontra. As faixas de notas do padrão de conforto e suavidade do pavimento compreendem cinco níveis de serventia, conforme expresso na tabela abaixo.

Tabela 01: Nível de Serventia do VSA

Condição de Conforto	Avaliação (Intervalo de Notas)
Excelente	4,1 a 5
Bom	3,1 a 4
Regular	2,1 a 3
Ruim	1,1 a 2
Péssimo	0 a 1

Fonte: DNIT 009/PRO - 2003.

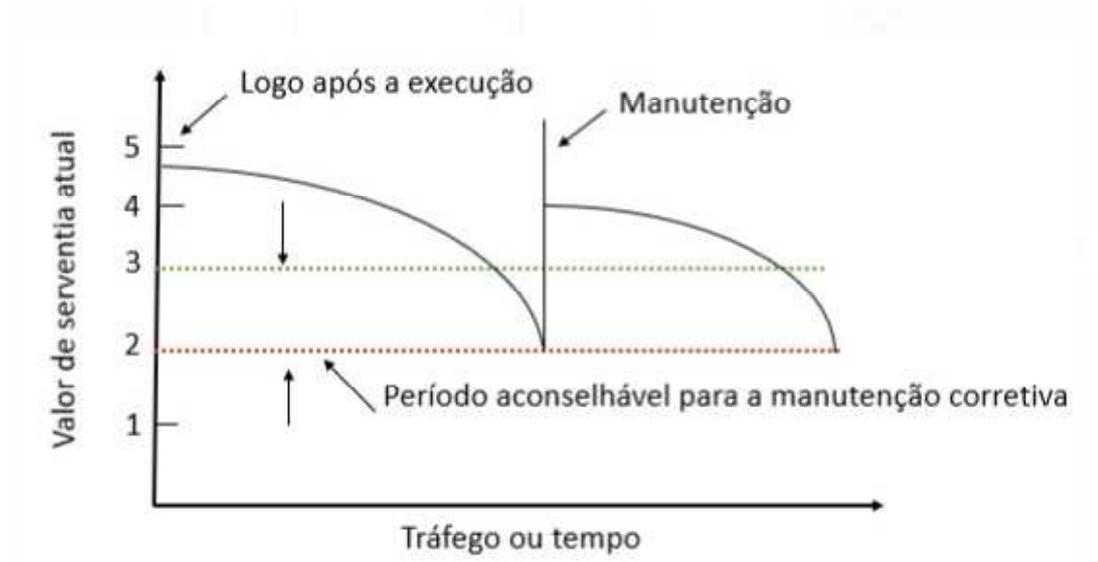
Logo após a construção, o pavimento apresenta o valor máximo de serventia, se caso forem construídos de forma correta, que vai decrescendo ao longo do tempo. O VSA do pavimento diminui com o passar do tempo por dois fatores principais: o tráfego e as intempéries. A forma da curva de serventia com tempo oriunda da utilização da via é mostrada esquematicamente na figura 04 (BERNUCCI et al., 2010).

Figura 04: Variação do Valor da serventia Atual com tempo e Tráfego.

Fonte: Adaptado de Bernucci *et. al*, 2010.

O guia de dimensionamento de pavimentos norte-americano da AASHTO, introduziu pioneiramente já na sua primeira versão da década de 1960, além do critério de resistência, também o critério de serventia para o cálculo das estruturas de pavimento. Esse método atribui como limite da aceitabilidade a nota 2,5 para vias de alto volume de tráfego e 2,0 para as demais. Na prática, sempre que o valor de serventia atual atinge este patamar, uma intervenção de M&R deve ser realizada de modo a repor o índice a um valor superior, vide figura 05 (BERNUCCI et al., 2010).

Figura 05: Período Recomendável para a Manutenção dos Pavimentos.



Fonte: Adaptado de Bernucci *et. al*, 2010.

O valor do VSA deve ser periodicamente verificado para possíveis manutenções e reparos nas vias de acesso aliado a registros históricos do tráfego e do tempo.

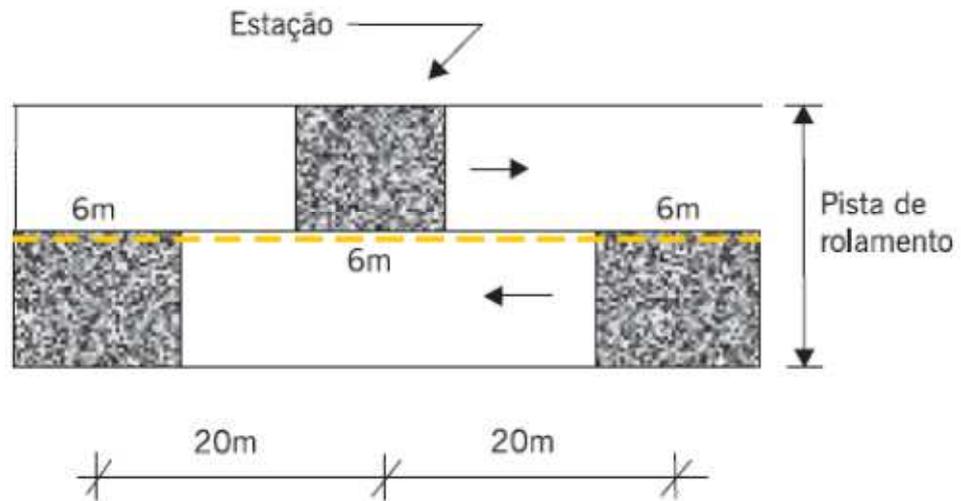
4.5.2 Avaliação Objetiva da camada de rolamento

A avaliação objetiva se procede fazendo o levantamento de todos os defeitos superficiais do pavimento, atribuindo valores de acordo com cada defeito existente. A condição de superfície de um pavimento asfáltico deve ser levantada, analisado seus defeitos e causas, e atribuídos indicadores numéricos que classifiquem seu estado geral.

O DNIT 006/2003 – PRO (DNIT, 2003b) estabelece um método de levantamento sistemático de defeitos e atribuição do Índice de Gravidade Global (IGG), que poderá ser empregado em projetos de reforço. Muitas vezes o levantamento dos defeitos e o cálculo do IGG precedem o levantamento estrutural para poder melhor embasa-lo (BERNUCCI *et al.*, 2010).

O levantamento dos defeitos é feito de forma amostral, onde para pistas simples é realizado uma demarcação de estacas a cada 20 metros alternando os lados da via, para cada estação são anotados todos os defeitos do pavimento levando em consideração uma faixa de 3 metros antes e 3 metros após a estaca. A figura 06 mostra um exemplo desse tipo de estudo.

Figura 06: Exemplo de Demarcação de Áreas para Inventário de Defeitos em via Simples.



Fonte: Bernucci *et. al*, 2010.

Para o levantamento dos defeitos, são utilizadas planilhas para anotações das ocorrências, material para demarcação de estacas e áreas da pesquisa, e treliça metálica para determinação do afundamento nas trilhas de roda das áreas analisadas. A Figura 07 mostra um exemplo de treliça, com haste móvel central, capaz de medir os afundamentos com a precisão de 0,5mm (BERNUCCI *et al.*, 2010).

Figura 07: Treliça Metálica para Medida dos Afundamentos em Trilhas de Roda.



Fonte: Autor, 2018.

Após realizado o levantamento dos defeitos, são anotados em formulário apropriado, em seguida é feito a contabilização da frequência absoluta (f_a), com isso são realizados os cálculos da frequência relativa (f_r), os parâmetros de média e variância das flechas dos trilhos de roda culminando no valor do IGI (Índice de Gravidade Individual).

A frequência absoluta (f_a) corresponde ao número de vezes em que a ocorrência foi verificada, já a frequência relativa (f_r) é a porcentagem do defeito ao longo de todos os trechos analisados. É obtido através da equação abaixo, onde (n) é o número de estacas inventariadas.

$$f_r = \frac{f_a \times 100}{n} \quad (\text{Equação 1})$$

Para cada uma das ocorrências inventariadas, deve ser calculado o IGI, que é o produto da frequência relativa (f_r) com o fator de ponderação (f_p). É obtido pela equação abaixo.

$$IGI = f_r \times f_p \quad (\text{Equação 2})$$

Os fatores de ponderação são valores tabelados e estão listados na tabela 02.

Tabela 02: Fator de Ponderação para cada Defeito.

Tipo	Natureza do defeito de acordo com a Norma DNIT 005/2003 - TER	Fator de Ponderação (f_p)
1	Trincas isoladas FI, TTC, TTL, TLC, 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
6	EX	0,5
7	D	0,3
8	R	

Fonte: DNIT 005 / PRO – 2003.

Outro fator importante para o cálculo do IGG é a consideração das flechas ou afundamentos nas trilhas, sendo necessário calcular IGI_f e IGG_{FV} , levando em consideração as hipóteses para cada equação. No anexo B, tem-se a planilha de cálculo do IGG conforme Norma DNIT 006/2003 – 2003.

$$IGI_F = F \times \frac{4}{3} \text{ quando } F \leq 30, \text{ caso contrário } IGI_F = 40$$

$$IGI_{FV} = FV \times 1,0 \text{ quando } FV \leq 50, \text{ caso contrário } IGI_{FV} = 50$$

O valor do IGG é obtido após o somatório de todos os IGI calculados. A tabela 03 demonstra as faixas que classificam o pavimento quanto ao IGG.

Tabela 03: Conceitos de Degradação do Pavimento em função do IGG.

CONCEITOS	LIMITES
Ótimo	$0 < IGG \leq 20$
Bom	$20 < IGG \leq 40$
Regular	$40 < IGG \leq 80$
Ruim	$80 < IGG \leq 160$
Péssimo	$IGG > 160$

Fonte: DNIT 006 / PRO – 2003.

Vale ressaltar que a aplicabilidade do IGG no sistema de gerencia de pavimento urbano é bastante complexa, devido ser necessário ajustar a método de coleta de dados e a calibração do instrumento para as condições urbanas.

4.6 Obras de Manutenção e Reparo

As definições das expressões relativas à manutenção e reabilitação de pavimentos abordam aspectos diversos. De fato, existem em diversos países, órgãos rodoviários e agências municipais uma extensa quantidade de definições e classificações para as diversas intervenções realizadas no pavimento deteriorado (DNIT, 2006).

Atividades de manutenção têm por objetivo preservar ou manter o projeto do pavimento existente em boas condições de serviço, embora necessite, a longo prazo, de atividades de reabilitação, as quais são adotadas com o propósito de prolongar a vida útil do pavimento. Podem-se citar diferentes estratégias de intervenção de manutenção de pavimento, como a manutenção preventiva e a manutenção corretiva.

Sabe-se que as estratégias de manutenção preventiva são empregadas nos pavimentos em níveis de deterioração que estão consideravelmente acima dos níveis mínimos aceitáveis: tal como remoção de detritos, terra, neve, limpeza da drenagem, banhos selantes asfáltico e selagem de trincas (TAC, 2013).

Segundo PINTO E XAVIER (2002), os diversos tipos de manutenção, a preventiva e a corretiva – planejada e não planejada, são definidas, respectivamente, como:

- i) A atuação realizada de forma a reduzir ou evitar falha ou queda no desempenho, obedecendo a um plano previamente elaborado em intervalos definidos de tempo;
- ii) A correção do desempenho menor do que o esperado ou da falha, por decisão de operar até a quebra;
- iii) A atuação da manutenção em fato já ocorrido, seja este uma falha ou um desempenho menor do que o esperado.

De acordo com SMITH *et. al.* (2005) as manutenções preventivas ou preditivas permitem as correções de vulnerabilidades ou falhas, consideradas pequenas e/ou iniciais e também possibilitam a minimização dos gastos e a maximização da vida de serviço dos pavimentos flexíveis, ele também afirma que os custos podem cair com a mesma vida de serviço. Na figura 05, supracitada, pode-se observar a importância das obras de M&R.

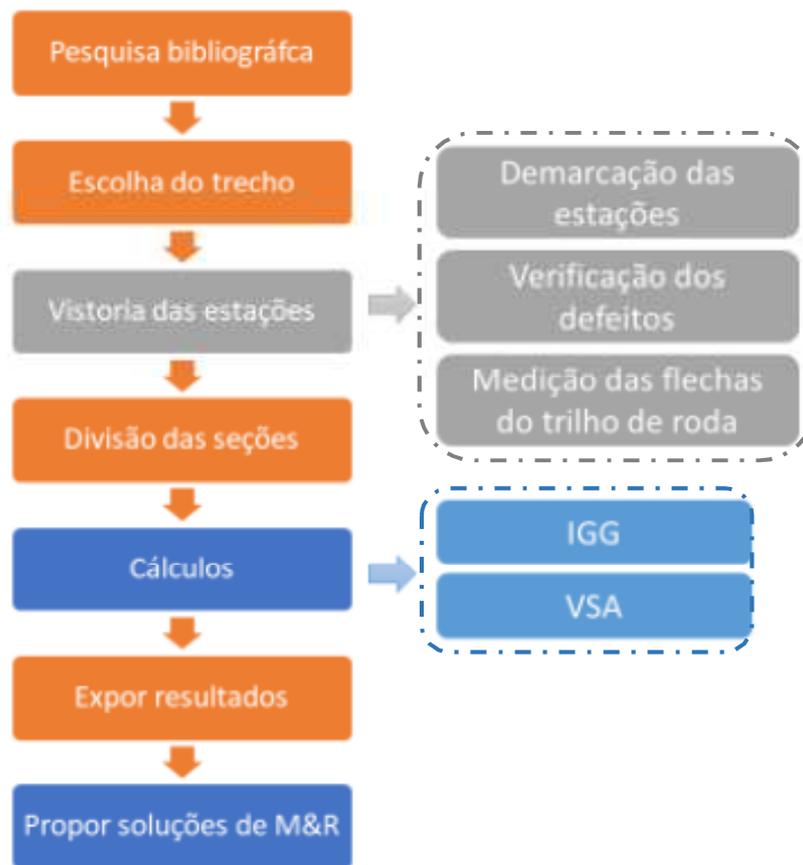
5. METODOLOGIA

O presente trabalho é caracterizado como uma pesquisa exploratória, pois de acordo com Gil (2002) não é viável restringir-se somente a um levantamento bibliográfico no intuito de tornar o problema explícito e construir hipóteses. Esse tipo de pesquisa proporciona maiores informações sobre o assunto que se vai investigar, facilita a delimitação do tema de estudo, orienta a fixação dos objetivos e a formulação de hipóteses.

Esta pesquisa é constituída por três partes, primeiramente foi feito um levantamento bibliográfico em artigos, revistas e livros a respeito do estado funcional da camada de rolamento, a segunda parte constituiu-se na visita ao trecho avaliando tal camada com relação aos defeitos (tipos e quantidades) com auxílio do formulário de inventário do estado da superfície do pavimento, vide anexo C, e da ficha de avaliação do VSA disponível no anexo A. A terceira parte é propor soluções mitigadoras de M&R a partir dos resultados das avaliações realizadas.

O trecho escolhido é de 1,6 km de extensão, que foi subdividido em 4 seções para caracterizar melhor o estudo e facilitar a avaliação da área de estudo por parte dos avaliadores. Para um melhor entendimento a figura 08 representa o fluxograma metodológico.

Figura 08: Fluxograma de atividades.



Fonte: Autor, 2018.

Sendo assim, a pesquisa científica, aqui experimentada, buscou fomentar uma evidência verificável, com observações concretas que pudessem ser comprovadas quanto a sua exatidão, a pesquisa deve permanecer experimental, respeitando sua neutralidade ética.

6. ESTUDO DE CASO

6.1 Características do Trecho

O trecho possui extensão de 1,6 km, é pavimentado, localizado na rua bancário Waldemar de Mesquita Accioly no bairro dos Bancários na cidade de João Pessoa-PB, possui um bom fluxo de ônibus e caminhões nos dois sentidos. A figura 09 representa o trecho analisado.

Figura 09: Trecho objeto de estudo.



Fonte: Autor, 2018.

O trecho conhecido como “três ruas” é composto por duas ruas utilizando blocos intertravados e uma rua com pavimento asfáltico, sendo essa a mais solicitada. Por apresentar um melhor pavimento é utilizada pela maioria dos automóveis, e uma falta de manutenção no trecho faz com que a camada de rolamento apresente diversos defeitos.

7. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Aqui serão apresentados os resultados obtidos neste trabalho bem como uma análise e interpretação dos mesmos, através das metodologias descritas no capítulo 5.

Para cada um dos segmentos analisados foram realizadas avaliações subjetivas com 5 avaliadores que ao percorrer o trecho fizeram suas observações e classificaram o pavimento com base no anexo A e avaliações objetivas que ao subdividir o trecho em estacas, totalizou 81 sendo auxiliado e expresso no anexo D. Além disso as fichas de cálculo do IGG estão no anexo E.

7.1 Seção 1

Na primeira seção foi encontrada uma grande quantidade de defeitos, dentre eles destacaram-se os remendos e as trincas. A figura 10 apresenta os diferentes tipos de defeitos desta seção.

Figura 10: a) Trinca isolada; b) Trinca couro de jacaré; c) Afundamento; d) panela; e) exsudação; f) Escorregamento; g) Remendo



Fonte: Autor, 2018.

Na tabela 4 é apresentado um quadro com a lista de frequência absoluta de cada um dos defeitos.

Tabela 04: Frequência absoluta dos defeitos da seção 1.

Tipo	Natureza do defeito de acordo com a Norma DNIT 005/2003-TER	Frequência Absoluta	Frequência Absoluta Considerada
1	Trincas isoladas FI, TTC, TTL, TLC, TLL, TRR	30	6
2	(FC – 2) J, TB	8	8
3	(FC – 3) JE, TBE	6	6
4	ALP, ATP, ALC, ATC	9	9
5	O, P, E	3	3
6	EX	1	1
7	D	8	8
8	R	14	14

Fonte: Autor, 2018.

A partir dos dados da tabela 4 e as equações do método, obteve-se o resultado do IGI, na tabela 5 são expressos os valores:

Tabela 05: Resultados dos IGI's da seção 1.

Tipo	Natureza do defeito de acordo com a Norma DNIT 005/2003-TER	Frequência relativa	IGI
1	Trincas isoladas FI, TTC, TTL, TLC, TLL, TRR	28,57%	5,71
2	(FC – 2) J, TB	38,10%	19,05
3	(FC – 3) JE, TBE	28,57%	22,86
4	ALP, ATP, ALC, ATC	42,86%	38,57
5	O, P, E	14,29%	14,28
6	EX	4,76%	2,38
7	D	38,10%	11,43
8	R	66,67%	40
	Média aritmética dos valores médios das flechas medidas em mm nas TRI e TRE	-	2,6
	Média aritmética das variâncias das flechas medidas em ambas as trilhas	-	2,01

Fonte: Autor, 2018.

A partir dos valores dos IGI's, observa-se que as maiores causas para um aumento do IGG foram os remendos e os afundamentos. Sendo assim, obteve-se um IGG de 159, classificando a seção, a partir da tabela 3 como RUIM.

Além do IGG, também foi calculado o VSA, os 5 avaliadores atribuíram uma nota classificando assim a seção.

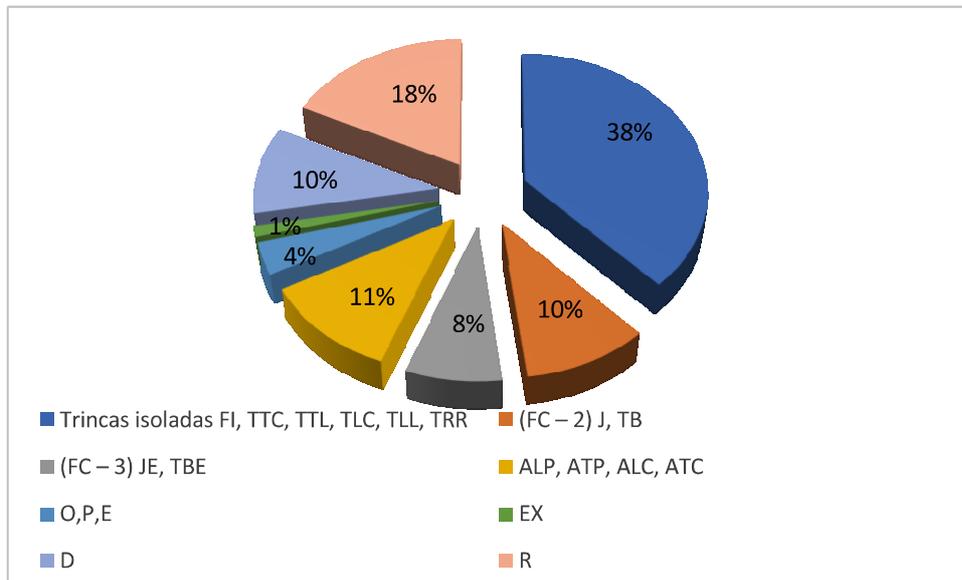
Tabela 06: Valores do VSA para a seção 1.

Avaliador 1	Avaliador 2	Avaliador 3	Avaliador 4	Avaliador 5	Média
1,7	2,7	1,8	2,9	2,2	2,26
Conceito = Regular					

Fonte: Autor, 2018.

Nota-se que, a partir da tabela 6, os valores do VSA estão próximos das situações tendo os valores médios bem representativos e coerentes em relação ao constatado in loco.

A partir do gráfico da figura 11, que compara a predominância dos defeitos, pode-se visualizar melhor quais defeitos estão mais presentes na seção em estudo.

Figura 11: Gráfico de predominância de defeitos da seção 1.

Fonte: Autor, 2018.

Na tabela 7, tem-se quais soluções de M&R podem ser dadas para esta seção.

Tabela 7: Soluções de M&R para seção 1.

Defeito	Solução
Remendo	Reparar a área afetada e executar um remendo de boa qualidade.
Trinca couro de jacaré	Fresagem da parcela, selagem e remendo
Panela	Remendo.
Afundamento	Reestabelecer seção transversal com massa betuminosa.
Desgaste	Recuperação superficial.
Exsudação	Capa selante.
Escorregamento	Remoção e reconstrução do trecho.

Fonte: Autor, 2018.

7.2 Seção 2

Na segunda seção foi encontrada uma grande quantidade de defeitos, dentre eles destacaram-se os remendos e as trincas. A figura 12 apresenta os diferentes tipos de defeitos nessa segunda parte.

Figura 12: a) Afundamento; b) Panela; c) Trinca couro de jacaré; d) Desgaste; e) Remendo; f) Escorregamento;



Fonte: Autor, 2018.

Na tabela 8 é apresentado um quadro com a lista de frequência absoluta de cada um dos defeitos.

Tabela 8: Frequência absoluta dos defeitos da seção 2.

Tipo	Natureza do defeito de acordo com a Norma DNIT 005/2003-TER	Frequência Absoluta	Frequência Absoluta Considerada
1	Trincas isoladas FI, TTC, TTL, TLC, TLL, TRR	39	7
2	(FC – 2) J, TB	9	9
3	(FC – 3) JE, TBE	4	4
4	ALP, ATP, ALC, ATC	6	6
5	O, P, E	1	1
6	EX	0	0
7	D	1	1
8	R	7	7

Fonte: Autor, 2018.

A partir dos dados da tabela 8 e as equações do método, obteve-se o resultado dos IGI, na tabela 9 são expressos os valores:

Tabela 9: Resultados dos IGI's da seção 2.

Tipo	Natureza do defeito de acordo com a Norma DNIT 005/2003-TER	Frequência relativa	IGI
1	Trincas isoladas FI, TTC, TTL, TLC, TLL, TRR	35,00%	7
2	(FC – 2) J, TB	45,00%	22,5
3	(FC – 3) JE, TBE	20,00%	16
4	ALP, ATP, ALC, ATC	30,00%	27
5	O, P, E	5,00%	5
6	EX	0,00%	0
7	D	5,00%	1,5
8	R	35,00%	21
	Média aritmética dos valores médios das flechas medidas em mm nas TRI e TER	-	4,33
	Média aritmética das variâncias das flechas medidas em ambas as trilhas	-	13,17

Fonte: Autor, 2018.

A partir dos valores dos IGI's, observa-se que as maiores causas para um aumento do IGG foram as trincas de couro de jacaré e os afundamentos. Sendo assim, obteve-se um IGG de 115, classificando a seção, a partir da tabela 3 como RUIIM.

Além do IGG, também foi calculado o VSA, os 5 avaliadores atribuíram uma nota classificando assim a seção.

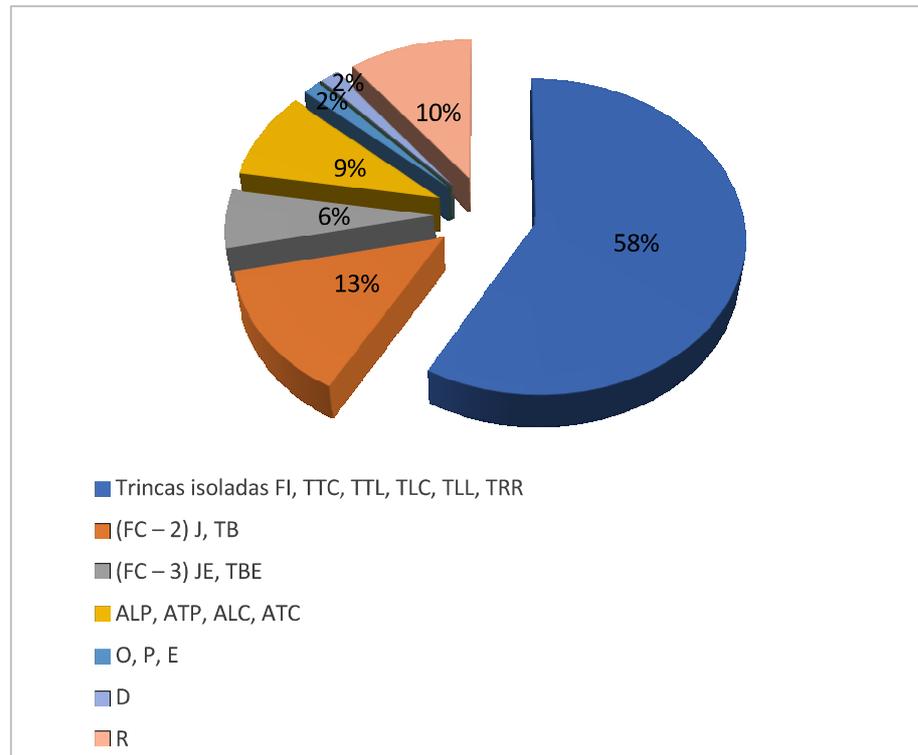
Tabela 10: Valores do VSA para a seção 2.

Avaliador 1	Avaliador 2	Avaliador 3	Avaliador 4	Avaliador 5	Média
2,1	2,9	2,0	2,8	3,0	2,56
Conceito = Regular					

Fonte: Autor, 2018.

Nota-se que, a partir da tabela 10, os valores do VSA estão próximos das situações tendo os valores médios bem representativos e coerentes em relação ao constatado in loco.

A partir do gráfico da figura 12, que compara a predominância dos defeitos, pode-se visualizar melhor quais defeitos estão mais presentes na seção em estudo.

Figura 12: Gráfico de predominância de defeitos da seção 2.

Fonte: Autor, 2018.

Na tabela 11, tem-se quais soluções de M&R podem ser dadas para esta seção.

Tabela 11: Soluções de M&R para seção 2.

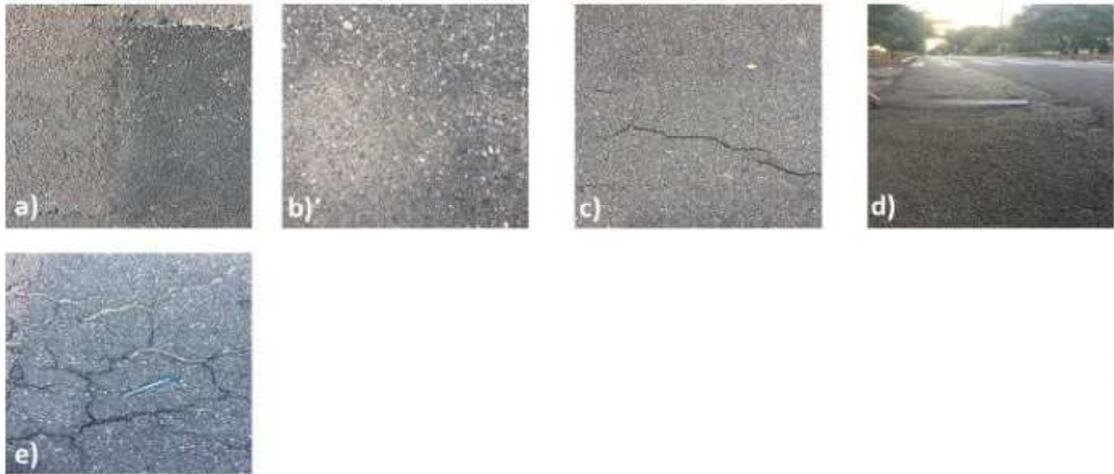
Defeito	Solução
Trinca couro de jacaré	Fresagem da parcela, selagem e remendo.
Panela	Remendo.
Afundamento	Reestabelecer seção transversal com massa betuminosa.
Desgaste	Recuperação superficial.
Remendo	Reparar a área afetada e executar um remendo de boa qualidade.
Escorregamento	Remoção e reconstrução do trecho.

Fonte: Autor, 2018.

7.3 Seção 3

Na terceira seção foi encontrada uma grande quantidade de defeitos, dentre eles destacaram-se os remendos e as trincas. A figura 14 apresenta os diferentes tipos de defeitos nessa terceira parte.

Figura 14: a) Remendo; b) Desgaste; c) Trinca Longitudinal; d) Afundamento; e) Remendo; f) Trinca couro de jacaré



Fonte: Autor, 2018.

Na tabela 12 é apresentado um quadro com a lista de frequência absoluta de cada um dos defeitos.

Tabela 12: Frequência absoluta dos defeitos da seção 3.

Tipo	Natureza do defeito de acordo com a Norma DNIT 005/2003-TER	Frequência Absoluta	Frequência Absoluta Considerada
1	Trincas isoladas FI, TTC, TTL, TLC, TLL, TRR	23	4
2	(FC – 2) J, TB	10	10
3	(FC – 3) JE, TBE	4	4
4	ALP, ATP, ALC, ATC	2	2
5	O, P, E	0	0
6	EX	0	0
7	D	3	3
8	R	7	7

Fonte: Autor, 2018.

A partir dos dados da tabela 8 e as equações do método, obteve-se o resultado dos IGI, na tabela 13 são expressos os valores:

Tabela 13: Resultados dos IGI's da seção 3.

Tipo	Natureza do defeito de acordo com a Norma DNIT 005/2003-TER	Frequência relativa	IGI
1	Trincas isoladas FI, TTC, TTL, TLC, TLL, TRR	20,00%	4
2	(FC – 2) J, TB	50,00%	25
3	(FC – 3) JE, TBE	20,00%	16
4	ALP, ATP, ALC, ATC	10,00%	9
5	O, P, E	0,00%	0
6	EX	0,00%	0
7	D	15,00%	4,5
8	R	35,00%	21
	Média aritmética dos valores médios das flechas medidas em mm nas TRI e TRE	-	3,13
	Média aritmética das variâncias das flechas medidas em ambas as trilhas	-	10

Fonte: Autor, 2018.

A partir dos valores dos IGI's, observa-se que as maiores causas para um aumento do IGG foram as trincas de couro de jacaré e os remendos. Sendo assim, obteve-se um IGG de 91, classificando a seção, a partir da tabela 3 como RUIM.

Além do IGG, também foi calculado o VSA, os 5 avaliadores atribuíram uma nota classificando assim a seção.

Tabela 14: Valores do VSA para a seção 3.

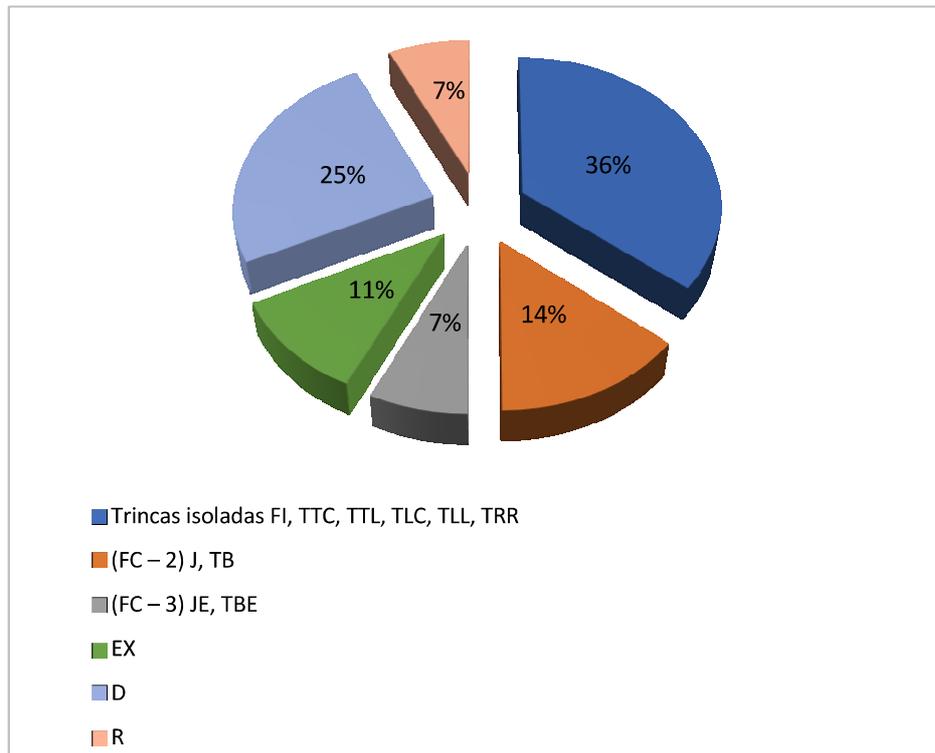
Avaliador 1	Avaliador 2	Avaliador 3	Avaliador 4	Avaliador 5	Média
2,9	3,3	3,0	3,8	3,6	3,32

Conceito = Bom

Fonte: Autor, 2018.

Nota-se que, a partir da tabela 14, os valores do VSA estão próximos das situações tendo os valores médios bem representativos e coerentes em relação ao constatado in loco.

A partir do gráfico da figura 13, que compara a predominância dos defeitos, pode-se visualizar melhor quais defeitos estão mais presentes na seção em estudo.

Figura 15: Gráfico de predominância de defeitos da seção 3.

Fonte: Autor, 2018.

Na tabela 15, tem-se quais soluções de M&R podem ser dadas para esta seção.

Tabela 15: Soluções de M&R para seção 3.

Defeito	Solução
Trinca couro de jacaré	Fresagem da parcela, selagem e remendo.
Afundamento	Reestabelecer seção transversal com massa betuminosa.
Desgaste	Recuperação superficial.
Remendo	Reparar a área afetada e executar um remendo de boa qualidade.

Fonte: Autor, 2018.

7.4 Seção 4

Na quarta seção foi encontrada uma grande quantidade de defeitos, dentre eles destacaram-se as trincas isoladas e as trincas tipo couro de jacaré. A figura 16 apresenta os diferentes tipos de defeitos nessa última parte.

Figura 16: a) Remendo; b) Trinca couro de jacaré; c) Trinca Longitudinal; d) Afundamento; e) Desgaste.



Fonte: Autor, 2018.

Na tabela 16 é apresentado um quadro com a lista de frequência absoluta de cada um dos defeitos.

Tabela 16: Frequência absoluta dos defeitos da seção 4.

Tipo	Natureza do defeito de acordo com a Norma DNIT 005/2003-TER	Frequência Absoluta	Frequência Absoluta Considerada
1	Trincas isoladas FI, TTC, TTL, TLC, TLL, TRR	43	9
2	(FC – 2) J, TB	7	6
3	(FC – 3) JE, TBE	2	2
4	ALP, ATP, ALC, ATC	2	2
5	O, P, E	0	0
6	EX	0	0
7	D	2	2
8	R	2	2

Fonte: Autor, 2018.

A partir dos dados da tabela 16 e as equações do método, obteve-se o resultado dos IGI, na tabela 17 são expressos os valores:

Tabela 17: Resultados dos IGI's da seção 4.

Tipo	Natureza do defeito de acordo com a Norma DNIT 005/2003-TER	Frequência relativa	IGI
1	Trincas isoladas FI, TTC, TTL, TLC, TLL, TRR	45,00%	9
2	(FC – 2) J, TB	30,00%	15
3	(FC – 3) JE, TBE	10,00%	8
4	ALP, ATP, ALC, ATC	10,00%	9
5	O, P, E	0,00%	0
6	EX	0,00%	0
7	D	10,00%	3
8	R	10,00%	6
	Média aritmética dos valores médios das flechas medidas em mm nas TRI e TRE	-	1,98
	Média aritmética das variâncias das flechas medidas em ambas as trilhas	-	7,43

Fonte: Autor, 2018.

A partir dos valores dos IGI's, observa-se que as maiores causas para um aumento do IGG foram as trincas de couro de jacaré e os remendos. Sendo assim, obteve-se um IGG de 58, classificando a seção, a partir da tabela 3 como REGULAR.

Além do IGG, também foi calculado o VSA, os 5 avaliadores atribuíram uma nota classificando assim a seção.

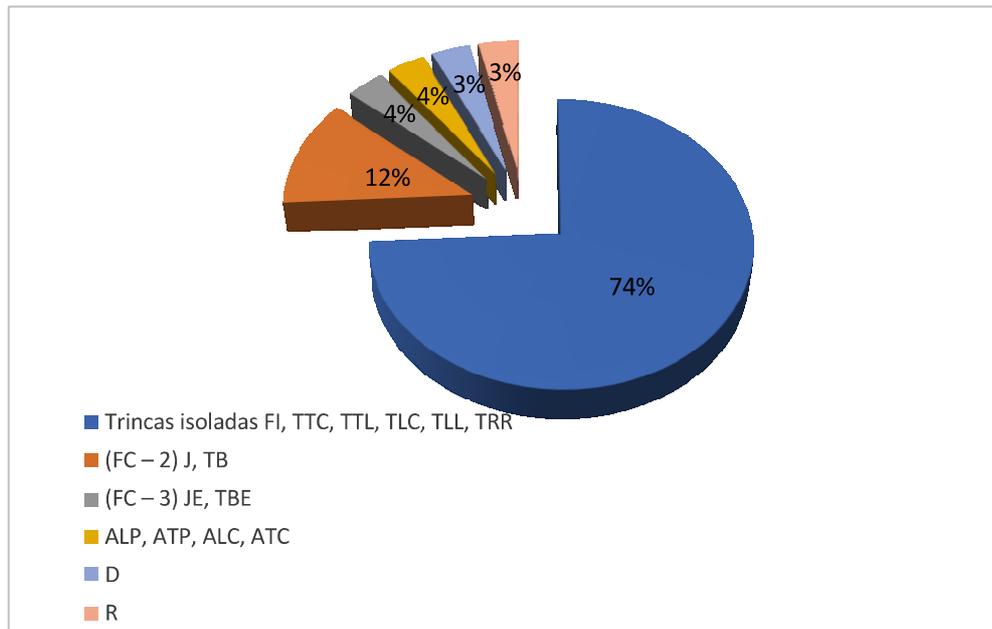
Tabela 18: Valores do VSA para a seção 4.

Avaliador 1	Avaliador 2	Avaliador 3	Avaliador 4	Avaliador 5	Média
3,3	3,6	3,4	3,9	4,0	3,64
Conceito = Bom					

Fonte: Autor, 2018.

Nota-se que, a partir da tabela 18, os valores do VSA estão próximos das situações tendo os valores médios bem representativos e coerentes em relação ao constatado in loco.

A partir do gráfico da figura 17, que compara a predominância dos defeitos, pode-se visualizar melhor quais defeitos estão mais presentes na seção em estudo.

Figura 17: Gráfico de predominância de defeitos da seção 4.

Fonte: Autor, 2018.

Na tabela 19, tem-se quais soluções de M&R podem ser dadas para esta seção.

Tabela 19: Soluções de M&R para seção 4.

Defeito	Solução
Trinca couro de jacaré	Selagem, remendo e fresagem da parcela.
Afundamento	Reestabelecer seção transversal com massa betuminosa.
Desgaste	Recuperação superficial.
Remendo	Reparar a área afetada e executar um remendo de boa qualidade.

Fonte: Autor, 2018.

7.5 Resumo e Compilação dos Resultados

Para se ter um entendimento melhor dos resultados, a tabela 20 expõe os resultados da referente pesquisa.

Tabela 20: Resumo das 4 seções.

	Seção 1	Seção 2	Seção 3	Seção 4
IGG	159	115	91	58
Conceito	RUIM	RUIM	RUIM	REGULAR
VSA	2,26	2,56	3,32	3,64
Conceito	REGULAR	REGULAR	BOM	BOM

Fonte: Autor, 2018.

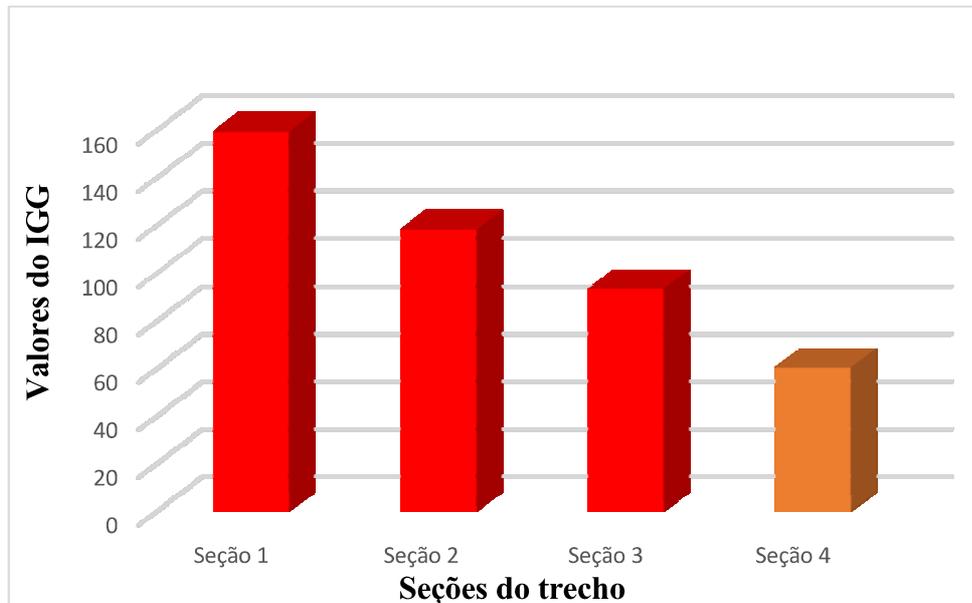
A Partir das análises dos dados nota-se que os resultados das metodologias apresentaram divergências em todos os trechos. Porém, o valor do IGG foi decrescente e o valor do VSA foi crescente ao longo do trecho, ou seja, houve uma representatividade nas metodologias aplicadas, as seções melhoraram de seção em seção.

As seções 1 e 2 apresentam um IGG ruim e um VSA regular, nesses trechos apresentam maiores quantidades de defeitos, se destacando os remendos que diminuem bastante o conforto do usuário, essa abrangência de defeitos se dá pelo alto tráfego de ônibus nessas seções.

A seção 3 apresenta um IGG ruim e um VSA bom, a metade da seção passa ônibus e a outra não, esse pode ser um dos motivos de diminuição de defeitos.

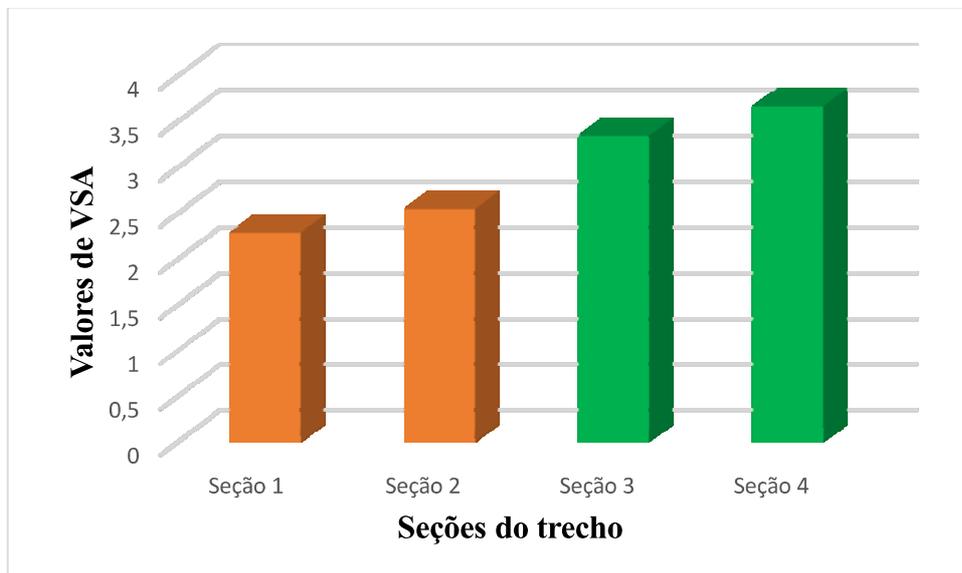
A seção 4 apresenta um IGG regular e um VSA bom, possui a melhor nota em relação aos demais trechos, não há tráfego de ônibus urbano regulamente isso pode ser uma das causas de diminuição dos defeitos.

Nas figuras 18 e 19 são apresentados os gráficos de índice de gravidade global (IGG) e valores de serventia Atual (VSA) respectivamente para uma melhor compreensão dos valores registrados.

Figura 18: Valor de IGG das seções.

Fonte: Autor, 2018.

Na figura 18, tem-se a representação dos Valores de IGG para cada seção, o que torna mais fácil a compreensão dos resultados obtidos na tabela 20.

Figura 19: Valor de VSA das seções.

Fonte: Autor, 2018.

Na figura 19, tem-se a representação dos Valores de VSA para cada seção, o que torna mais fácil a compreensão dos resultados obtidos na tabela 20.

8. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir dos levantamentos de campo, dos estudos realizados e pesquisas bibliográficas, concluiu-se que: As seções analisadas de forma objetiva, de acordo com a Norma do DNIT - 006/2003-PRO, apresentaram características iguais para as três primeiras seções e distintas para a última, e as seções analisadas de forma subjetiva de acordo com a Norma do DNIT – 009/2003-PRO apresentaram, nas duas primeiras e nas duas últimas, resultados iguais entre si.

Na primeira seção foi constatado que o trecho apresenta um número significativo de remendos, o que acarreta desconforto e diminuição da trafegabilidade dos usuários. A segunda seção apresentou, de forma majoritária, trincas do tipo couro de jacaré e remendos, sendo esses defeitos responsáveis por riscos e baixa trafegabilidade dos usuários. A terceira seção apresentou melhores condições que as seções anteriores, no entanto, a existência de trincas e remendos geram diminuição do conforto dos usuários. A quarta e última seção classificou-se com IGG regular e um VSA de parâmetros bom, sendo possível a identificação de uma trafegabilidade satisfatória.

Dessa forma, foi possível diagnosticar que, as duas primeiras seções necessitam de uma intervenção imediata devido ao seu evidente processo de deterioração constatada pelos índices utilizados durante a elaboração do presente trabalho. A terceira seção necessita também de uma intervenção de M&R, porém não de forma imediata, devido o valor do VSA ter sido BOM e a seção 4 para este estudo foi a que apresentou melhor resultado da avaliação funcional da camada de rolamento. No entanto, os resultados mostram que em um futuro próximo necessitará de uma intervenção de M&R.

Nesse sentido, para que se realize um bom diagnóstico, é necessário que se faça uso de outras avaliações funcionais e estruturais, e que seja implantado o Sistema de Gerência de Pavimento – SGP no trecho estudado, essa pesquisa faz parte de um estudo maior e serve como base para futuros trabalhos.

REFERENCIAL BIBLIOGRÁFICO

ALEADELAT, W.; SAHA, P.; KSAIBATI, K. Development of serviceability prediction model for county paved roads. 2016. International Journal of Pavement Engineering. 2016. DOI: 10.1080/10298436.2016.1176167.

BERNARDINIS, M.A.P, Engenharia de Tráfego, Paraná, Brasil, 2018.

BERNUCCI, I. B.; MOTTA, L. M.; CERATTI, J. A.; SOARES, J. B. Pavimentação Asfáltica: Formação Básica para Engenheiros. 3. ed. Rio de Janeiro, RJ. 2010.

DANANIELESKI, M.L. Proposta de metodologia para avaliação superficial de pavimentos urbanos: aplicação à rede viária de Porto Alegre. Dissertação de mestrado, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Rio Grande do Sul, Brasil, 2004.

DNIT - Departamento Nacional de Infraestrutura em Transportes. (2003e) DNIT 006 - PRO Avaliação objetiva da superfície de pavimentos flexíveis e semi-rígidos Procedimento

DNIT - Departamento Nacional de Infraestrutura em Transportes. (2003e) DNIT 009 - PRO AVALIAÇÃO SUBJETIVA DA SUPERFÍCIE DE PAVIMENTOS FLEXÍVEIS E SEMI-RÍGIDOS.

DNIT - Departamento Nacional de Infraestrutura em Transportes. (2003a) DNIT 005 - TER - DEFEITOS NOS PAVIMENTOS FLEXÍVEIS E SEMI-RÍGIDOS.

DNIT - Departamento Nacional de Infraestrutura em Transportes (2011) DNIT IPR- 745. MANUAL DE GERÊNCIA DE PAVIMENTOS.

FERNANDES JR., J. L. Sistemas de Gerência de Pavimentos Urbanos para Cidades de Médio Porte. São Carlos/SP: Universidade de São Paulo – Escola de Engenharia de São Carlos, 2001.

FERREIRA, Clarisse Rocha. Análise de parâmetros que afetam a avaliação subjetiva de pavimentos cicloviários: um estudo de caso em ciclovias do Distrito Federal. 2007. 141 f. Dissertação (Mestrado em Transportes Urbanos), Universidade de Brasília, Brasília, 2007.

FONSECA, G. A Importância da Engenharia de Tráfego para o Trânsito. Disponível em:<<https://doutormultas.com.br/engenharia-trafego/>> Acesso em: 05 out.2018

GERÊNCIA DE PAVIMENTOS, 2017, Disponível em:<<http://www.dnit.gov.br/1a-semana-do-planejamento/2GerenciadepavimentoesistemadegestodeprojetosSGP.pdf>> Acesso em: 02 out. 2018

GONÇALVES, E.; PIANEGONDA, N. Somente 12,4% da malha rodoviária brasileira é pavimentada - Disponível em:<<http://www.cnt.org.br/imprensa/noticia/somente-12-da-malha-rodoviaria-brasileira-pavimentada>> Acesso em: 03 out. 2018

GREYSON, M. Avaliação funcional e estrutural de pavimento flexível estudo de caso - rodovia ba 160 – no sub-trecho: Ibotirama/povoado de volta das pedras. Trabalho de conclusão de curso, Universidade Estadual de Feira de Santana, Bahia, Brasil, 2009.

HASS, R. C. G., HUDSON W. R., ZANIEWSKY J. P. Modern pavement management. Krieger Publishing Company. Malabar, Florida, 1994.

KAFI, M. DEVELOPMENT PRACTICES FOR MUNICIPAL PAVEMENT MANAGEMENT SYSTEMS APPLICATION. 2012. Dissertação Mestrado - Civil Engineering. University of Waterloo. Ontario, Canada.

ODA, S. Notas de Aula. Disciplina EER 555 Pavimentação B. Departamento de Engenharia de Transportes. Escola Politécnica da Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ, 2014.

PACHECO, H. M. Avaliação de patologias em pavimentos rodoviários e suas soluções corretivas. 2011. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Unidade Universitaria de Ciências Exatas e Tecnológicas, Universidade Estadual de Goiás, Goiás, 2011.

PAVIMENTAÇÃO ASFÁLTICA (2008). Formação básica para engenheiros, Rio de Janeiro 2008.

PINTO, C. S. Curso básico de Mecânica dos Solos. Oficina de Textos. 3. ed. 2007.

Pinto, A. K. e Xavier, J. N. (2007), Manutenção: função estratégica, Qualitymark, Rio de Janeiro.

Por que os pavimentos das rodovias do Brasil não duram?-2017- Disponível em:<<http://www.cnt.org.br/Imprensa/Noticia/cnt-divulga-estudo-por-que-pavimento-rodovias-brasil-nao-duram-resultados>> Acesso em: 01 out.-2018

Qualidade das estradas brasileiras piorou em 2017, aponta CNT-2017-Disponível em:<<https://www1.folha.uol.com.br/mercado/2017/11/1933458-qualidade-das-estradas-brasileiras-piorou-em-2017-aponta-cnt.shtml>> Acesso em: 01 out. 2018

RIBEIRO, Thiago Pinheiro. Estudo Descritivo das Principais Patologias em Pavimento Flexível. Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento. Edição 04. Ano 02, Vol. 01. pp 733-754, Julho de 2017.

SANT'ANA, C. W. Contribuição ao estudo de solo-emulsão em pavimentos de rodovias de baixo volume de tráfego para o estado do maranhão. Tese de doutorado, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009.

SENÇO, Wlastermiler de. Manual de Técnicas de Pavimentação: volume 1. 2. ed. São Paulo, Pini, 2007.

SHAHIN, M. Y. Paviment management for airports, roads, and parking lots. 2nd. Ed. New York: Springer,2005.

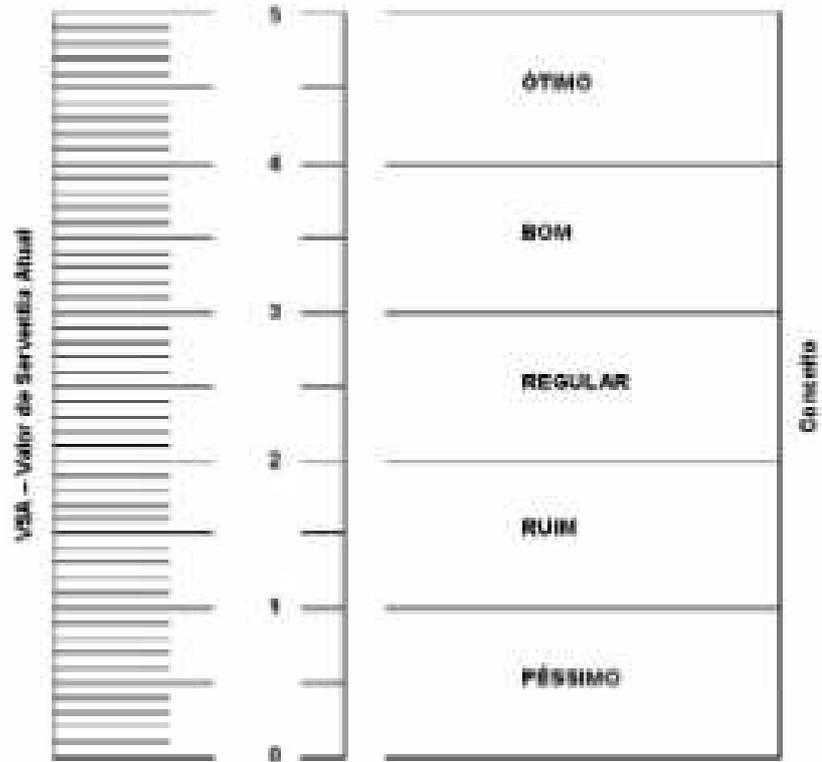
SHOJI, E. S. Desenvolvimento de um Programa de Sistema de Gerência de Pavimentos Urbanos para Cidades Brasileiras de Médio Porte. Dissertação de Mestrado, São Carlos, 2000.

SILVA, F.A. Sistema de gerência de pavimento para departamentos de estradas do nordeste brasileiro. Tese de doutorado, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Rio Grande do Sul, Brasil, 2007.

SMITH, K. L.; TITUS-GLOVER, L.; DARTER, M. I.; VON QUINTUS, H.; STUBSTAD, R.; SCOFIELD, L. – Cost Benefit of Continuous Pavement Preservation Design Strategies Versus Reconstruction – Transportation Research Board, 85 th Annual Meeting. Washington, DC.

SOUSA, P.M. Proposta de implementação do sistema de gerência de pavimentos para a cidade do rio de janeiro. Trabalho de conclusão de curso, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Brasil, 2015.

ANEXO A – FICHA DE AVALIAÇÃO DE SERVENTIA



Rodovia: _____

Observações: _____

Nº de Avaliador: _____

Data: ____/____/____

..... Índice geral

ANEXO B – PLANILHA DE CÁLCULO DO IGG

RODOVIA:	PLANILHA DE CÁLCULO DO ÍNDICE DE GRAVIDADE GLOBAL (IGG)										Folha:
	TRECHO:		REVESTIMENTO TIPO:								
Item	Natureza do defeito	Frequência absoluta	Frequência absoluta considerada	Frequência relativa	Fator de ponderação	Indice de gravidade individual	Estaca ou Quilômetro		Observações		
1	Tiradas isoladas FI, TTC, TTL, TLC, TLL, TRR				0,2		Estaca ou Quilômetro		Observações		
2	(FC - 2)J, TB				0,5		Estaca ou Quilômetro		Observações		
3	(FC - 3)JE, TBE				0,8		Estaca ou Quilômetro		Observações		
4	ALP, ATP, ALC, ATC				0,9		Estaca ou Quilômetro		Observações		
5	O, P, E				1,0		Estaca ou Quilômetro		Observações		
6	EX				0,6		Estaca ou Quilômetro		Observações		
7	D				0,3		Estaca ou Quilômetro		Observações		
8	R				0,6		Estaca ou Quilômetro		Observações		
9	Média aritmética dos valores médios das flechas medidas em mm nas TRI e TRE	TRE =	TRI =	F =	1 A () 1 B ()		Estaca ou Quilômetro		Observações		
10	Média aritmética das variâncias das flechas medidas em ambas as vias	TREv =	TRIV =	FV =	2 A () 2 B ()		Estaca ou Quilômetro		Observações		
Nº TOTAL DE ESTAÇÕES		n =	Σ IND. GRAVID. IND. = IGG			Estaca ou Quilômetro		Observações		Concluído	
1A) IGI = \bar{F} x 43 quando $\bar{F} \leq 30$		2A) IGI = \sqrt{FV} quando $\sqrt{FV} \leq 50$									
1B) IGI = 40 quando $\bar{F} > 30$		2B) IGI = 50 quando $\sqrt{FV} > 50$									
		Operador									
		Cálculo									
		Visto									

ANEXO E -FICHA DE CÁLCULO DO IGG

RODOVIA:		PLANILHA DE CÁLCULO DO ÍNDICE DE GRAVIDADE GLOBAL (IGG)				DATA:	FOLHA:
		TRECHO: SEÇÃO 1				ESTAÇA OU	ESTAÇA OU
		SUB-TRECHO:				QUILÔMETRO	QUILÔMETRO
		REVESTIMENTO TIPO:					
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	30	6	28,57%	0,2	5,71	
2	(FC-2) J, TB	8	8	38,10%	0,5	19,05	
3	(FC-3) J3, TBE	6	6	28,57%	0,8	22,86	
4	ALP, ATP, ALC, ATC	9		42,86%	0,9	38,57	
5	O, P, E	3		14,29%	1	14,28	
6	EX	1		4,76%	0,5	2,38	
7	D	8		38,10%	0,3	11,43	
8	R	14		66,67%	0,6	40	
9	MÉDIA ARITMÉTICA DOS VALORES MÉDIOS DAS FLECHAS MEDIDAS EM mm NAS TRI E TRE	TRE =2,43	TRI = 1,48	F =1,95	1A (X) 1B ()	2,6	
10	MÉDIA ARITMÉTICA DAS VARIÂNCIAS DAS FLECHAS MEDIDAS EM AMBAS AS TRILHAS	TREV =3,56	TRIV = 0,46	Fv =2,01	2A (X) 2B ()	2,01	
Nº TOTAL DE ESTAÇÕES		n = 21	Σ IND. GRAVID. IND. = IGG	159 Ruim			
1A) IGI = F x 4/3 QUANDO F ≤ 30		2A) IGI = FV QUANDO FV ≤ 50				OPERADOR	CONCEITO
1B) IGI = 40 QUANDO F > 30		2B) IGI = 50 QUANDO FV > 50				CÁLCULO	
						VISTO	

RODOVIA: PLANILHA DE CÁLCULO DO ÍNDICE DE GRAVIDADE GLOBAL (IGG)						DATA:	FOLHA:
TRECHO: SEÇÃO 2						ESTACA OU	ESTACA OU
SUB-TRECHO:						QUILÔMETRO	QUILÔMETRO
REVESTIMENTO TIPO:							
ITEM	NATUREZA DO DEFEITO	FREQÜÊNCIA ABSOLUTA	FREQÜÊNCIA ABSOLUTA CONSIDERADA	FREQÜÊNCIA RELATIVA	FATOR DE PONDERAÇÃO	ÍNDICE DE GRAVIDADE INDIVIDUAL	OBSERVAÇÕES
1	TRINCAS ISOLADAS FI, TTC, TTL, TLC, TLL, TRR	39	7	35,00%	0,2	7	
2	(FC-2) J, TB	9	9	45,00%	0,5	22,5	
3	(FC-3) J3, TBE	4	4	20,00%	0,8	16	
4	ALP, ATP, ALC, ATC	6	6	30,00%	0,9	27	
5	O, P, E	1	1	5,00%	1	5	
6	EX	0	0	0,00%	0,5	0	
7	D	1	1	5,00%	0,3	1,5	
8	R	7	7	35,00%	0,6	21	
9	MÉDIA ARITMÉTICA DOS VALORES MÉDIOS DAS FLECHAS MEDIDAS EM mm NAS TRI E TRE	TRE =4,80	TRI = 1,70	F =3,25	1A (X) 1B ()	4,33	
10	MÉDIA ARITMÉTICA DAS VARIÂNCIAS DAS FLECHAS MEDIDAS EM AMBAS AS TRILHAS	TREV =19,01	TRIV = 0,75	Fv =9,88	2A (X) 2B ()	9,88	
Nº TOTAL DE ESTAÇÕES		n =20	Σ IND. GRAVID. IND. = IGG	115	Ruim		
1A) IGI = F x 4/3 QUANDO F ≤ 30						2A) IGI = FV QUANDO FV ≤ 50	
1B) IGI = 40 QUANDO F > 30						2B) IGI = 50 QUANDO FV > 50	
						OPERADOR	CONCEITO
						CÁLCULO	
						VISTO	

RODOVIA:		PLANILHA DE CÁLCULO DO ÍNDICE DE GRAVIDADE GLOBAL (IGG)		DATA:		ESTACA OU QUILÔMETRO		FOLHA: ESTACA OU QUILÔMETRO	
TRECHO: SEÇÃO 3		REVESTIMENTO TIPO:							
SUB-TRECHO:									
ITEM	NATUREZA DO DEFEITO	FREQUÊNCIA ABSOLUTA	FREQUÊNCIA ABSOLUTA CONSIDERADA	FREQUÊNCIA RELATIVA	FATOR DE PONDERAÇÃO	ÍNDICE DE GRAVIDADE INDIVIDUAL	OBSERVAÇÕES		
1	TRINÇAS ISOLADAS FI, TTC, TTL, TLC, TTL, TRR	23	4	20,00%	0,2	4			
2	(FC-2)1, TB	10	10	50,00%	0,5	25			
3	(FC-3)3, TBE	4	4	20,00%	0,8	16			
4	ALP, ATP, ALC, ATC	2		10,00%	0,9	9			
5	O, P, E	0		0,00%	1	0			
6	EX	0		0,00%	0,5	0			
7	D	3		15,00%	0,3	4,5			
8	R	7		35,00%	0,6	21			
9	MÉDIA ARITMÉTICA DOS VALORES MÉDIOS DAS FLECHAS MEDIDAS EM mm NAS TRI E TRE	TRE =3,20	TRI = 1,50	F =2,35	1A (X) 1B ()	3,13			
10	MÉDIA ARITMÉTICA DAS VARIÂNCIAS DAS FLECHAS MEDIDAS EM AMBAS AS TRILHAS	TREV =14,27	TRIV = 0,68	Fv =7,50	2A (X) 2B ()	7,50			
Nº TOTAL DE ESTAÇÕES		n = 20	Σ IND. GRAVID. IND. = IGG		91 Ruim				
1A) IGI = F x 4/3 QUANDO F ≤ 30		2A) IGI = FV QUANDO FV ≤ 50							
1B) IGI = 40 QUANDO F > 30		2B) IGI = 50 QUANDO FV > 50							
						OPERADOR			
						CÁLCULO			
						VISTO			
						CONCEITO			

RODOVIA: PLANILHA DE CÁLCULO DO ÍNDICE DE GRAVIDADE GLOBAL (IGG)						DATA:	FOLHA:
TRECHO: SEÇÃO 4						ESTACA OU	ESTACA OU
SUB-TRECHO:						QUILÔMETRO	QUILÔMETRO
REVESTIMENTO TIPO:							
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	43	9	45,00%	0,2	9	
2	(FC-2)J, TB	7	6	30,00%	0,5	15	
3	(FC-3)J3, TBE	2	2	10,00%	0,8	8	
4	ALP, ATP, ALC, ATC	2		10,00%	0,9	9	
5	O, P, E	0		0,00%	1	0	
6	EX	0		0,00%	0,5	0	
7	D	2		10,00%	0,3	3	
8	R	2		10,00%	0,6	6	
9	MÉDIA ARITMÉTICA DOS VALORES MÉDIOS DAS FLECHAS MEDIDAS EM mm NAS TRI E TRE	TRE =2,05	TRI = 0,9	F =1,48	1A (X) 1B ()	1,98	
10	MÉDIA ARITMÉTICA DAS VARIÂNCIAS DAS FLECHAS MEDIDAS EM AMBAS AS TRILHAS	TREV =10,41	TRIV = 0,73	Fv =5,57	2A (X) 2B ()	5,57	
Nº TOTAL DE ESTAÇÕES		n = 20	Σ IND. GRAVID. IND. = IGG		58 Regular		
1A) IGI = F x 4/3 QUANDO F ≤ 30						2A) IGI = FV QUANDO FV ≤ 50	
1B) IGI = 40 QUANDO F > 30						2B) IGI = 50 QUANDO FV > 50	
						OPERADOR	CONCEITO
						CÁLCULO	
						VISTO	