



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO

PRÓ-REITORIA DE GRADUAÇÃO

CENTRO DE ENGENHARIAS

CURSO DE ENGENHARIA CIVIL

CAROLINY MARTINS SILVA

**ANÁLISE COMPARATIVA DA AVALIAÇÃO FUNCIONAL DOS PAVIMENTOS DA
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO – *CAMPUS* MOSSORÓ**

MOSSORÓ

2019

CAROLINY MARTINS SILVA

**ANÁLISE COMPARATIVA DA AVALIAÇÃO FUNCIONAL DOS PAVIMENTOS DA
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO – *CAMPUS* MOSSORÓ**

Monografia apresentada à Universidade Federal Rural do Semi-Árido como requisito para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil.

Orientador: Felipe Augusto Dantas de Oliveira.

MOSSORÓ

2019

© Todos os direitos estão reservados a Universidade Federal Rural do Semi-Árido. O conteúdo desta obra é de inteira responsabilidade do (a) autor (a), sendo o mesmo, passível de sanções administrativas ou penais, caso sejam infringidas as leis que regulamentam a Propriedade Intelectual, respectivamente, Patentes: Lei nº 9.279/1996 e Direitos Autorais: Lei nº 9.610/1998. O conteúdo desta obra tomar-se-á de domínio público após a data de defesa e homologação da sua respectiva ata. A mesma poderá servir de base literária para novas pesquisas, desde que a obra e seu (a) respectivo (a) autor (a) sejam devidamente citados e mencionados os seus créditos bibliográficos.

S586a Silva, Caroliny Martins.
Análise comparativa da avaliação funcional dos pavimentos da Universidade Federal Rural do Semi-Árido - Campus Mossoró / Caroliny Martins Silva. - 2019.
56 f. : il.

Orientador: Felipe Augusto Dantas de Oliveira.
Monografia (graduação) - Universidade Federal Rural do Semi-árido, Curso de Engenharia Civil, 2019.

1. Infraestrutura de transportes. 2. Gerência de pavimentos. 3. Avaliação de superfície de pavimentos. I. Oliveira, Felipe Augusto Dantas de, orient. II. Título.

CAROLINY MARTINS SILVA

**ANÁLISE COMPARATIVA DA AVALIAÇÃO FUNCIONAL DOS PAVIMENTOS DA
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO – CAMPUS MOSSORÓ**

Monografia apresentada à Universidade
Federal Rural do Semi-Árido como
requisito para obtenção do título de
Bacharel em Engenharia Civil.

Defendida em: 20 / 03 / 2019.

BANCA EXAMINADORA

Felipe Augusto Dantas de Oliveira
Prof. Eng. Felipe Augusto Dantas de Oliveira (UFERSA)
Presidente e Orientador

Pedro Vinícius Nascimento de Lima
Prof. Eng. Pedro Vinícius Nascimento de Lima (UFERSA)
Primeiro Membro

Marcello Anderson Padre Azevedo
Eng. Esp. Marcello Anderson Padre Azevedo (UFERSA)
Segundo Membro

Dedico o presente trabalho à minha mãe, uma pessoa que nunca mediu esforços para que eu chegasse até esta etapa, sempre lutou e me aconselhou durante meu curso e nos momentos difíceis da minha caminhada.

AGRADECIMENTOS

A Deus, que me deu o dom da vida e me permitiu chegar até aqui.

À toda minha família, em especial à minha mãe Meiririnalva de Souza, que me deu total suporte e incentivo na minha caminhada e, à minha irmã Camila Martins, pelo seu exemplo de determinação. Juntas, sempre acreditaram no meu potencial e na minha vontade de ser e me tornar uma pessoa cada vez melhor.

Ao meu orientador, Felipe Augusto, por todo apoio e dedicação durante a construção deste trabalho. Sua forma de orientar, paciência e disponibilidade, que sempre esteve presente quando as dúvidas surgiam. Obrigada por cada dica e pela oportunidade que me deu. Ao senhor, toda a minha profunda admiração.

Aos professores e todos os demais servidores da UFERSA, que de alguma forma contribuíram para a minha formação.

À banca examinadora por ter contribuído para finalização desse estudo e pelo tempo disponibilizado.

As amizades construídas ao longo de todos os anos de graduação, por cada momento de dificuldade e superação que compartilhamos, além de todos os momentos de descontração que tivemos.

À todos meu sincero muito obrigada!

“Aos outros, dou o direito de ser como são.
A mim, dou o dever de ser cada dia
melhor.”

(Chico Xavier)

RESUMO

Um dos principais objetivos da infraestrutura de transportes é garantir a trafegabilidade contínua em condições climáticas diversas, proporcionando aos usuários conforto ao rolamento e segurança. A necessidade de manutenção oportuna e adequada da rede rodoviária, em virtude do envelhecimento dos pavimentos, foi um dos motivos que impulsionaram o crescente desenvolvimento e aplicação de Sistemas de Gerência de Pavimentos (SGP). O SGP é utilizado como uma ferramenta para melhorar as propostas de manutenção de pavimentos otimizando a utilização dos recursos disponíveis. Dessa forma, o presente trabalho tem como meta a realização de duas das atividades básicas de um SGP: criar um banco de dados e realizar a avaliação dos pavimentos do *campus* da UFERSA Mossoró. Para tanto, utilizando ferramentas gratuitas como o *Google My Maps* e o QGIS, foi possível realizar a catalogação e caracterização das vias; com o sistema de dados georreferenciados, obteve-se o inventário da UFERSA. De um total de 9,6 km de vias existentes, aproximadamente 4,5km são constituídos por vias com pavimento asfáltico. De forma amostral, 12% da extensão total do asfalto foi avaliado. Seguindo as recomendações das normas do Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes, DNIT 006/2003-PRO e DNIT 008/2003-PRO, foram utilizados os métodos do Índice de Gravidade Global (IGG) e Levantamento Visual Contínuo (LVC), respectivamente, como procedimentos de avaliação. Ao final do trabalho é realizada uma análise comparativa entre os métodos estudados e é verificado que, conceitualmente, as vias do *campus* universitário apresentam-se como ótimas ou regulares em relação ao pavimento asfáltico existente. Verificou-se também que as ferramentas obtidas gratuitamente mostraram-se como formas eficazes e econômicas para realizar a caracterização da condição superficial das vias.

Palavras-chave: Infraestrutura de transportes. Gerência de pavimentos. Avaliação de superfície de pavimentos.

ABSTRACT

One of the main objectives of the transport infrastructure is to ensure continuous trafficability in diverse climatic conditions, providing users with rolling comfort and safety. The need for timely and adequate maintenance of the road network, due to the aging of the pavements, was one of the reasons that led to the increasing development and application of Pavement Management Systems (GSP). The GSP is used as a tool to improve pavement maintenance proposals by optimizing the use of available resources. In this way, the present work has as objective the accomplishment of two of the basic activities of a GSP: to create a database and to carry out the evaluation of the pavements of the campus of UFERSA Mossoró. For this, using free tools like Google My Maps and QGIS, it was possible to perform the cataloging and characterization of the routes; with the georeferenced data system, the UFERSA inventory was obtained. From a total of 9.6 km of existing roads, approximately 4.5 km are made up of roads with asphalt pavement. In a sample, 12% of the total extent of the asphalt was evaluated. Following the recommendations of the National Department of Transport Infrastructure, DNIT 006/2003-PRO and DNIT 008/2003-PRO, the Global Severity (IGG) Index and Continuous Visual Survey (LVC) methods were used, respectively, as evaluation procedures. At the end of the work, a comparative analysis is performed between the methods studied and it is verified that, conceptually, the roads of the university campus are presented as optimal or regular in relation to the existing asphalt pavement. It was also verified that the tools obtained free of charge were shown as effective and economical ways to perform the characterization of the surface condition of the roads.

Key-words: Transport infrastructure. Pavement management. Evaluation of pavement surface.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Camadas do pavimento.	21
Figura 2 - O Sistema de Gerência de Pavimentos.	22
Figura 3 - Demarcação das estações para inventário de defeitos.	24
Figura 4 - Caracterização da pesquisa.	29
Figura 5 - Mapa da distribuição das vias no <i>campus</i> da UFERSA Mossoró.	30
Figura 6 - Representação da nomenclatura das vias da UFERSA.	31
Figura 7 - Trechos homogêneos nos quais foram realizadas avaliações da superfície asfáltica.	32
Figura 8 - Demarcação de estação na superfície de avaliação.	34
Figura 9 - Comprimento total em porcentagem de revestimento - Lado Leste.	40
Figura 10 - Comprimento total em porcentagem de revestimento - Lado Oeste.	40
Figura 11 - Defeitos observados no asfalto do <i>campus</i>	42
Figura 12 - Defeitos catalogados na plataforma do <i>Google My Maps</i>	43
Figura 13 – Trecho do mapa da UFERSA contendo os segmentos inventariados pelo método LVC.	44

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Valor do fator de ponderação.	25
Quadro 2 - Conceitos do ICPF.	28
Quadro 3 - Pesos dos defeitos em função da frequência de ocorrência.	28
Quadro 4 - IES - Índice do Estado da Superfície do pavimento.	37

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Conceitos de degradação do pavimento em função do IGG.	25
Tabela 2 – Extensões e tipos de revestimentos das vias da UFERSA – <i>Campus Mossoró</i>	38
Tabela 3 - Extensão dos trechos avaliados.	38
Tabela 4 - Quantitativo geral das vias da UFERSA para os lados Leste e Oeste.	39
Tabela 5 - IGG dos trechos asfaltados avaliados.	41
Tabela 6 - IES, código e conceito das vias asfaltadas avaliadas.	44
Tabela 7 - Conceitos obtidos pelos métodos IGG e LVC.	45

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

A – Afundamentos

ALC – Afundamento Local Consolidado

ALP – Afundamento Local Plástico

ATC – Afundamento da Trilha Consolidado

ATP – Afundamento da Trilha Plástico

CNT – Confederação Nacional do Transporte

D – Desgaste ou Desagregação

DERBA – Departamento de Infraestrutura de Transportes da Bahia

DNER – Departamento Nacional de Estrada de Rodagem

DNIT – Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes

E – Escorregamento

ESAM – Escola Superior de Agricultura de Mossoró

EX – Exsudação

F – Fendas

F – Média aritmética das flechas das trilhas de rodas

fa – Frequência absoluta

FI – Fissuras

Foap – Frequência do conjunto de deformações

fp – Fator de ponderação

Fpr – Frequência (quantidade por quilômetro) de painéis e remendos

fr – Frequência relativa

Ft – Frequência

FV – Média aritmética das variâncias das trilhas de rodas

GPS – Sistema Global de Posicionamento

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

ICF – Índice de condição Funcional

ICPF – Índice de Condição de Pavimento Flexível

IDS – Índice de Defeitos de Superfície

IES – Índice do Estado de Superfície

IGG – Índice de Gravidade Global

IGI – Índice de Gravidade Individual

IGGE – Índice de Gravidade Global Expedido

IP – Instrução de Projeto
IRI – Índice de Irregularidade Internacional
J – “Jacaré”
JE – “Jacaré” com Erosão
LVC – Levantamento Visual Contínuo
O – Corrugação e Ondulações transversais
ONU – Organização das Nações Unidas
P – Panela ou Buraco
PDDUA – Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano Ambiental
Poap – Peso do conjunto de deformações
Ppr – Peso do conjunto de painéis e remendos
PRO – Procedimento
Pt – Peso do conjunto de trincas
R – Remendos
SGP – Sistema de Gerência de Pavimentos
SIG – Sistema de Informação Geográfica
TB – Trinca de Bloco
TBE – Trinca de Bloco com Erosão
TER – Terminologia
TLC – Trinca Longitudinal Curta
TLL – Trinca Longitudinal Longa
TTC – Trinca Transversal Curta
TTL – Trinca Transversal Longa
TRE – Trilha de Roda Externa
TRI – Trilha de Roda Interna
TRR – Trinca por Retração Térmica
UFERSA – Universidade Federal Rural do Semi-Árido
VSA – Valor de Serventia Atual

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	15
1.1 ESTRUTURA DO TRABALHO	17
2 OBJETIVOS	19
2.1 OBJETIVO GERAL	19
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	19
3 REFERENCIAL TEÓRICO	20
3.1 PAVIMENTOS.....	20
3.2 SISTEMA DE GERÊNCIA DE PAVIMENTOS.....	21
3.3 AVALIAÇÃO FUNCIONAL DE SUPERFÍCIE	23
3.3.1 Índice de Gravidade Global (IGG)	23
3.3.2 Irregularidade Longitudinal.....	26
3.3.3 Levantamento Visual Contínuo (LVC).....	26
4 METODOLOGIA.....	29
4.1 CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA	29
4.2 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO.....	30
4.3 CRIAÇÃO DO BANCO DE DADOS	32
4.4 MÉTODOS DE AVALIAÇÃO – PROCEDIMENTOS TÉCNICOS	33
4.4.1 Materiais e equipamentos utilizados.....	33
4.4.2 Índice de Gravidade Global.....	33
4.4.3 Levantamento Visual Contínuo	35
5 RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	38
5.1 COMPOSIÇÃO DO BANCO DE DADOS.....	38
5.2 PANORAMA GERAL DAS VIAS.....	39
5.3 AVALIAÇÃO DAS VIAS ASFALTADAS PELO MÉTODO DNIT 006/2003–PRO 41	
5.4 AVALIAÇÃO DAS VIAS ASFALTADAS PELO MÉTODO DNIT 008/2003–PRO 43	
5.5 ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE IGG E LVC	45

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	47
ANEXO 1 – Inventário do estado da superfície dos pavimentos avaliados.	52
ANEXO 2 – Cálculo dos IGG das vias avaliadas.	53
ANEXO 3 – Cálculo dos IGGE das vias avaliadas.....	56

1 INTRODUÇÃO

O crescimento das cidades é um processo contínuo. Segundo o Programa das Nações Unidas para Assentamentos Humanos (ONU-Habitat, 2013), a população urbana foi multiplicada por cinco entre 1950 e 2011 no mundo todo. Com o aumento populacional há, consequentemente, o crescimento urbano.

Toda a urbanização que surge atrelada ao aumento populacional, demanda aumento no número de veículos que circulam em uma determinada cidade. Com isso, surge a necessidade de realizar o crescimento adequado da malha viária das cidades. Tal fato é enfatizado por Galindo e Azevedo (2014) ao afirmarem que a multiplicação no número de automóveis em circulação tem provocado transformações no espaço urbano na medida em que o crescimento da frota de veículos demanda ampliação do sistema viário nas cidades.

Atualmente, o modal rodoviário é o principal meio de transporte realizado no Brasil (MINISTÉRIO DOS TRANSPORTES, 2014), sendo o mais conhecido e utilizado em toda a extensão do território nacional. Litza Mattos (2018), em revista eletrônica intitulada O Tempo, afirma que o principal modal de transporte do país ficou estagnado nos últimos nove anos. De acordo com o anuário da Confederação Nacional do Transporte (CNT, 2018) a extensão da malha viária pavimentada cresceu apenas 0,5% entre 2009 e 2017, permanecendo praticamente invariável no período considerado e sem sofrer manutenções adequadas. Em oposição, a frota de veículos registrados no país cresceu 63,6% no mesmo período. Os dados mostram ainda que no ano de 2017, 213.453 km de estradas são pavimentadas no Brasil, representando 12,4% do total de 1,720 milhão de quilômetros de estradas. O restante da malha divide-se em estradas não pavimentadas (78,5%) ou planejadas (9,1%). Sendo o transporte rodoviário responsável pela movimentação de 61% das cargas e 95% dos passageiros no Brasil.

Tendo em mente a importância das rodovias para os transportes de cargas e pessoas, Bernucci *et al.* (2010) afirmam que o objetivo principal da pavimentação é garantir a trafegabilidade em qualquer época do ano e condições climáticas, e proporcionar aos usuários conforto ao rolamento e segurança. Os autores enfatizam que do ponto de vista do usuário, o estado da superfície do pavimento é o mais importante, pois os defeitos ou irregularidades nessa superfície são percebidos uma vez que afetam seu conforto.

A necessidade de manutenção oportuna e adequada da rede rodoviária, em virtude do envelhecimento dos pavimentos, foi um dos motivos que impulsionaram o crescente desenvolvimento e aplicação de sistemas de gerenciamento de pavimentos. O SGP é utilizado como uma ferramenta para melhorar as propostas de manutenção de pavimentos otimizando a utilização dos recursos disponíveis.

O Manual de Gerência de Pavimentos do DNIT (2011), descreve quatro Atividades Básicas de um SGP. Agrupadas em quatro grandes atividades para implantação e frequente avaliação, são elas: Sistema de referência (os dados de um SGP devem ser fisicamente localizados em relação à rede rodoviária); Avaliação dos pavimentos (uma das etapas mais importantes, por ser o ponto de partida para as futuras decisões no sistema); Determinação das prioridades e Elaboração de programa plurianual de investimentos (o objetivo fundamental do desenvolvimento e implementação de um SGP é a determinação das prioridades de intervenções, para otimizar os recursos disponíveis e, a elaboração de um Programa Plurianual de Investimentos, como resultado da avaliação econômica empreendida).

Com essa concepção, o presente trabalho surgiu no interesse em se conhecer o estado atual da malha viária asfaltada do campus da UFERSA Mossoró. Fazendo-se necessária, primeiramente, a criação de um adequado banco de dados (primeira atividade básica do SGP) para representar o objeto de estudo, de forma a caracterizá-lo de forma correta e posteriormente realizar a Avaliação Funcional da Superfície dos pavimentos dentro da universidade e verificar como o estado atual das vias influencia no conforto ao rolamento para os usuários. Concretizadas as duas primeiras etapas do SGP, torna-se possível elaborar o Plano de Manutenção para preservação das condições físicas das vias e estabelecer o Programa Plurianual de Investimentos de forma a direcionar os recursos públicos de maneira mais eficaz.

O município de Mossoró, localizado na região oeste potiguar do estado do Rio Grande do Norte, com uma população de 259.815 habitantes (IBGE, 2010), abriga a reitoria da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA). A UFERSA Mossoró é, atualmente, dividida em dois lados, *campus* Leste e Oeste. O crescimento da instituição se deu com a transição da então Escola Superior de Agricultura de Mossoró (ESAM) para a UFERSA no ano de 2005, e hoje conta com 22 cursos de graduação em pleno funcionamento (Portal UFERSA, 2018).

Assim como no processo de planejamento das vias urbanas de uma cidade, o acesso dentro da própria universidade deve ser gerenciado de forma a atender as

necessidades dos usuários. Para tanto, é preciso, inicialmente, definir o sistema de referências, para então diagnosticar a presente situação que as vias de acesso encontram-se, fazendo-se avaliação funcional superficial do pavimento, com objetivo de realizar propostas de manutenção preventiva, preditiva ou corretiva, caso seja necessário.

Vale salientar a importância do desenvolvimento do presente trabalho como contribuição para a melhoria das vias dentro da universidade, pois a partir dele tem-se um conhecimento do estado atual dos pavimentos asfálticos e com isso medidas preventivas e/ou corretivas poderão ser tomadas para conservação do revestimento já existente. Dessa forma, é de grande valia a contribuição que o estudo em questão proporcionará para a comunidade que utiliza diariamente as rodovias na UFERSA.

1.1 ESTRUTURA DO TRABALHO

O presente estudo foi elaborado em 6 seções descritas brevemente como segue:

O primeiro tópico apresenta inicialmente a contextualização do tema escolhido para a pesquisa e inserção deste tema no cenário mundial, bem como evidencia a necessidade de se estudar métodos que possam ajudar na melhoria da gestão e gerenciamento da infraestrutura rodoviária. Por fim, é apresentada a estrutura do trabalho.

A seção seguinte define o objetivo geral e os objetivos específicos que serão desenvolvidos para concretização do trabalho.

Já no tópico três é descrita, de forma mais detalhada, a revisão de literatura acerca da teoria relativa aos conceitos de pavimentos, gerenciamento de pavimentos e avaliação funcional da superfície de pavimentos asfálticos. Também são abordados alguns métodos de avaliação como o IGG, a Irregularidade Longitudinal (IRI) e o LVC.

Posteriormente, é apresentada a metodologia. Esta seção apresenta a caracterização da pesquisa, caracterização da área de estudo, desenvolvimento do banco de dados e os procedimentos técnicos normatizados pelo DNIT que foram utilizados.

A seção cinco traz a exposição e análise dos resultados obtidos, levando-se em consideração a composição do banco de dados, o quantitativo geral do revestimento presente no campus da UFERSA, analisando-se os métodos IGG e LVC

isoladamente, para então ser feita uma análise comparativa entre os métodos desenvolvidos para avaliação da superfície do pavimento asfáltico.

Por fim, o tópico seis apresenta as considerações finais inferidas por este trabalho, conclui os objetivos da pesquisa e propõe sugestões para trabalhos futuros.

Além das seções elencadas, fazem parte da estrutura deste trabalho as referências bibliográficas e os Anexos 1, 2 e 3, nos quais estão contidos os formulários preenchidos para levantamento dos dados e realização dos cálculos.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Realizar análise comparativa entre os métodos do IGG e LVC para avaliação funcional da condição superficial das vias com pavimento asfáltico da Universidade Federal Rural do Semi-Árido *campus* Mossoró.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Utilizar os *softwares* do *Google My Maps* e *Bing Maps* para catalogar as vias do *Campus* da UFERSA Mossoró;
- Utilizar o *software* QGIS com Sistema de Informação Geográfica (SIG) para gerar o mapa do *campus* e obter a extensão das vias de acesso interno;
- Obter o inventário da UFERSA com o sistema de dados georreferenciados;
- Diagnosticar os principais defeitos existentes nas vias da UFERSA *campus* Mossoró;
- Aplicar normas do DNIT para realizar avaliação funcional das superfícies de pavimentos asfálticos.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 PAVIMENTOS

Malha urbana é a composição de caminhos pavimentados ou não de uma cidade. A Lei complementar nº 434/1999, que dispõe sobre o desenvolvimento urbano no Município de Porto Alegre e institui o Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano Ambiental (PDDUA), classifica a malha viária de uma cidade como sendo um conjunto de vias do Município, classificadas e hierarquizadas segundo critérios funcionais, na qual a malha viária básica é o conjunto das vias de transição, arteriais e coletoras, constituindo o principal suporte físico à mobilidade urbana.

Na concepção de Balbo (2007), pavimentar é a atividade de construção de estrutura que visa primordialmente à melhoria operacional para o tráfego, independentemente de sua natureza, na medida em que é criada uma superfície mais regular e mais aderente, características que permitem, respectivamente, maior conforto no deslocamento e mais segurança em condições de pista úmida ou molhada.

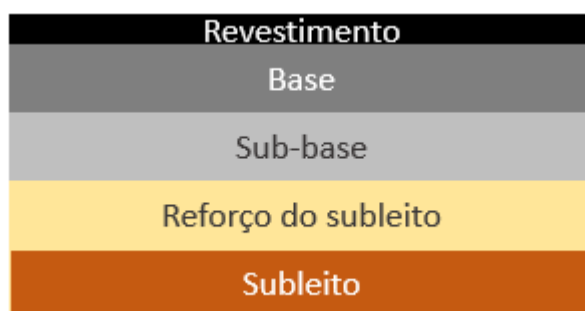
De acordo com Santana (1993), o pavimento é uma estrutura construída sobre a superfície obtida pelos serviços de terraplenagem com a função principal de fornecer ao usuário segurança e conforto, que devem ser conseguidos sob o ponto de vista da engenharia, isto é, com a máxima qualidade e o mínimo custo.

Já Bernucci *et al.* (2010) definem pavimento, do ponto de vista estrutural e funcional, como sendo uma estrutura de múltiplas camadas de espessuras finitas, 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.

O DNIT, em seu Manual de Pavimentação (2006), classifica os pavimentos de uma forma geral como sendo flexíveis (aqueles em que todas as camadas sofrem deformação elástica significativa sob o carregamento aplicado e, portanto, a carga se distribui em parcelas aproximadamente equivalentes entre as camadas), semirrígidos (são caracterizados por uma base cimentada por algum aglutinante com propriedades cimentícias) e, pavimentos rígidos (aqueles em que o revestimento tem uma elevada rigidez em relação às camadas inferiores, absorvendo, praticamente, todas as tensões provenientes do carregamento aplicado).

Balbo (2007) classifica ainda o pavimento em cinco camadas bem divididas. São elas: revestimento, base, sub-base, reforço do subleito e subleito, sendo este parte integrante da fundação estrutural do pavimento. Conforme o autor, dependendo do caso, o pavimento poderá não possuir uma ou outra camada, como sub-base ou reforço do subleito, no entanto, a existência de revestimento e subleito é indispensável para que a estrutura seja denominada de pavimento. A Figura 1 representa a classificação das camadas que compõem um pavimento.

Figura 1 - Camadas do pavimento.



Fonte: Elaborado pela autora (2019).

Para auxiliar as tomadas de decisões, encontrar estratégias adequadas para construir, avaliar e manter os pavimentos em uma condição funcional aceitável, durante certo período de tempo, são utilizados os SGP. A gerência de pavimentos inclui todas as atividades envolvidas no planejamento, projeto, na construção, na manutenção e na avaliação dos pavimentos que fazem parte de uma infraestrutura viária.

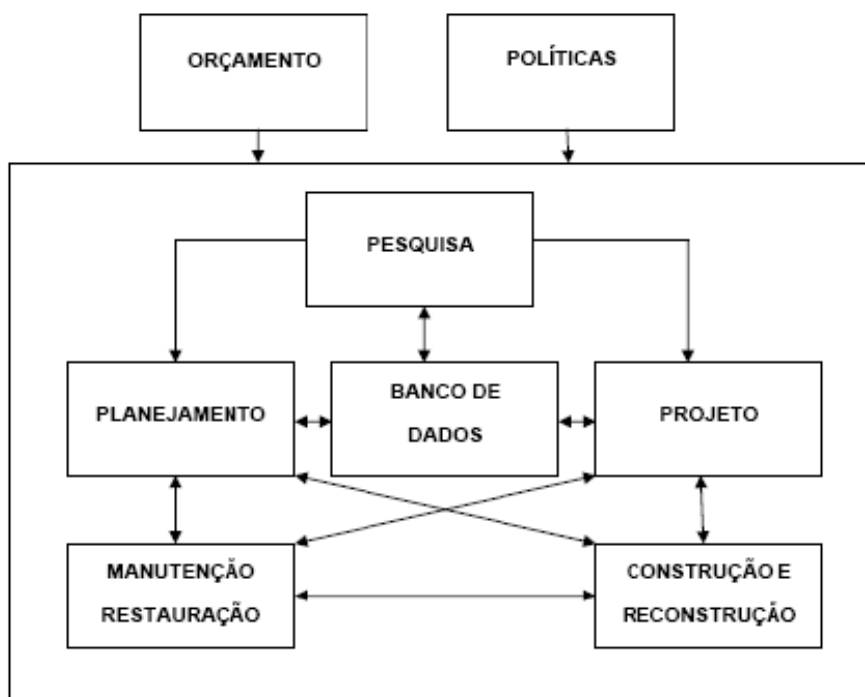
3.2 SISTEMA DE GERÊNCIA DE PAVIMENTOS

Segundo Páez (2015), o propósito de um sistema de gerência de pavimentos é aproveitar ao máximo os recursos que geralmente são escassos nos diferentes órgãos encarregados da administração da infraestrutura viária.

Para a manutenção dos pavimentos rodoviários, existem órgãos governamentais, a exemplo o DNIT e o Departamento de Infraestrutura de Transportes da Bahia (DERBA), que possuem técnicas especializadas para realização dos procedimentos de avaliação.

Os conceitos e aplicações de sistemas de gerência de pavimentos surgiram pela primeira vez nos Estados Unidos da América na década e 1970. Haas *et al.* (1994) classificam o SGP como sendo um conjunto amplo e coordenado de atividades que interagem mutuamente com planejamento, construção, manutenção, avaliação e pesquisa, associados a um banco de dados, que tem por objetivo otimizar os recursos para o estabelecimento de programas de manutenção, proporcionando conforto e segurança ao usuário. O Manual de Pavimentação do DNIT (2011) informa que, além dos componentes citados, atuam também fatores externos ao sistema, são eles: orçamentos, dados necessários ao sistema e às diretrizes políticas e administrativas. Na Figura 2 é ilustrada a estrutura de um SGP.

Figura 2 - O Sistema de Gerência de Pavimentos.



Fonte: Manual de gerência de pavimentos do DNIT (2011).

Páez (2015), infere ainda que a estrutura do pavimento é deteriorada como resultado das condições climáticas e, principalmente, das solicitações do tráfego, na qual um gerenciamento eficaz pode minimizar custos sendo executadas as intervenções na hora certa, utilizando os materiais e técnicas adequadas.

3.3 AVALIAÇÃO FUNCIONAL DE SUPERFÍCIE

Segundo Hermes (2013) avaliação funcional é a determinação da capacidade de um pavimento fornecer conforto ao rolamento para o usuário. Através desta avaliação estima-se o estado de superfície do pavimento e como este interfere no rolamento dos veículos, auxiliando no diagnóstico dos problemas e, fornecendo uma ideia do grau de deterioração.

Para a realização da atividade básica de avaliação da superfície, é necessário, primeiramente, que sejam conhecidos os defeitos que podem acometer uma superfície revestida com asfalto e classificá-los conforme normas existentes.

Bernucci *et al.* (2010) afirmam que os defeitos de superfícies são os danos ou deteriorações na superfície dos pavimentos asfálticos que podem ser identificadas a olho nu e são classificados segundo uma terminologia normatizada pelo DNIT 005/2003-TER.

A norma brasileira “DNIT 005/2003 – TER: Defeitos nos pavimentos flexíveis e semirrígidos: terminologia”, define os termos empregados em defeitos que ocorrem nos pavimentos flexíveis e semirrígidos e que são utilizados para cálculo de indicador de qualidade da superfície do pavimento, o IGG. São eles: fendas (F); afundamentos (A); corrugação e ondulações transversais (O); exsudação (EX); desgaste ou desagregação (D); panela ou buraco (P); e remendos (R).

A avaliação funcional de pavimento é realizada através da determinação da condição da sua superfície por meio da obtenção de alguns parâmetros objetivos, como o IGG e o IRI.

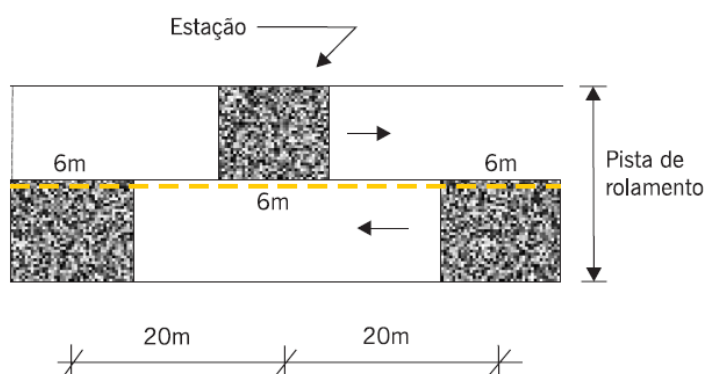
3.3.1 Índice de Gravidade Global (IGG)

O IGG é uma forma de avaliar objetivamente a superfície de um pavimento flexível ou semirrígido. A norma DNIT 006/2003 – PRO (DNIT, 2003b) estabelece um método de levantamento sistemático de defeitos e atribuição do IGG, que poderá ser empregado em projetos de reforço. A mesma é aplicada para definir as condições de superfície do pavimento e obter um inventário das ocorrências e suas prováveis causas, possibilitando assim uma avaliação mais rica e detalhada.

O IGG é determinado de forma amostral através da identificação de defeitos em estações com área e distanciamento entre elas prefixadas pela especificação do

DNIT. Essas estações são alternadas em pista simples a cada 20m ou no caso de pistas duplas as demarcações devem ocorrer a cada 20m na faixa mais solicitada de tráfego (HERMES, 2013). A superfície de avaliação corresponde a superfície delimitada pelas bordas da faixa de tráfego e por duas seções transversais, situadas, respectivamente, a 3,00m antes e 3,00m após a estação considerada (DNIT 006/2003 - PRO), totalizando em cada estação 6m de comprimento e largura igual a faixa de rolamento. A Figura 3 mostra um exemplo das estações em pista simples.

Figura 3 - Demarcação das estações para inventário de defeitos.



Fonte: Bernucci *et al.*, (2010).

O valor do IGG será encontrado atribuindo um indicador numérico ao pavimento que classifica o seu estado geral, com base na incidência de defeitos e das profundidades nas trilhas de rodas (DRESCH, 2014). Segundo a norma DNIT 006/2003 – PRO, os defeitos estão agrupados em oito classes as quais correspondem, cada uma delas, a um fator de ponderação. Elas são: trincas isoladas (FI, TTC, TTL, TLC, TLL e TRR) (FC-1); trincas interligadas (J e TB) (FC-2); trincas interligadas com erosão nos bordos (JE e TBE) (FC-3); afundamentos (ALP, ATP e ALC, ATC); ondulações, painéis e escorregamentos (O, P, E); exsudação (EX); desgaste (D); e remendos (R). O Quadro 1 apresenta a correlação das classes de defeitos e o respectivo fator de ponderação associado.

Quadro 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”	Fator de Ponderação fp
1	Fissuras e Trincas Isoladas (FI, TTC, TTL, TLC, TLL e TRR)	0,2
2	FC-2 (J e TB)	0,5
3	FC-3 (JE e TBE) NOTA: Para efeito de ponderação quando em uma mesma estação forem constatadas ocorrências tipos 1, 2 e 3, só considerar as do tipo 3 para o cálculo da frequência relativa em percentagem (fr) e Índice de Gravidade Individual (IGI); do mesmo modo, quando forem verificadas ocorrências tipos 1 e 2 em uma mesma estação, só considerar as do tipo 2.	0,8
4	ALP, ATP e ALC, ATC	0,9
5	O, P, E	1,0
6	EX	0,5
7	D	0,3
8	R	0,6

Fonte: DNIT, 006/2003 – PRO.

A norma DNIT 006/2003 - PRO fornece ainda uma tabela conceitual com o intuito de conferir ao pavimento inventariado um conceito que determine o grau de degradação atingido (Tabela 1).

Tabela 1 - Conceitos de degradação do pavimento em função do IGG.

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

Fonte: DNIT, 006/2003 – PRO.

Com o auxílio da Tabela 1 é possível realizar uma correlação entre o IGG e a qualidade do pavimento avaliado, com parâmetros de avaliação que variam de 0 a 160, sendo 0 conceituado como ótimo e 160 como o pior estado da superfície, sendo péssimo.

Dresch (2014), infere que a escala de classificação da degradação do pavimento em função do IGG, pode não representar a situação real do estado da superfície, bem como os pesos atribuídos a cada tipo de defeito eventualmente podem estar inadequados em comparação com as faixas de classificação da degradação do pavimento.

3.3.2 Irregularidade Longitudinal

A irregularidade longitudinal de um pavimento é definida como o desvio da superfície da rodovia com relação a um plano de referência, que afeta a dinâmica dos veículos, a qualidade de rolamento e as cargas dinâmicas sobre a via (DNER-PRO 182/94). Existe um índice internacional para a medida da irregularidade, designado IRI do inglês *International Roughness Index* (Índice de Irregularidade Internacional) que é um índice estatístico, expresso em m/km, que quantifica os desvios da superfície do pavimento em relação à do projeto (BERNUCCI *et al.*, 2010).

Segundo Albuquerque (2007), a irregularidade é influenciada por vários componentes, tais como: problemas construtivos, trincamento, desgaste, deformações e manutenções realizadas.

O DNER-PRO 182/94 determina que a medição de irregularidade deve ser realizada através de leitura com aparelho tipo resposta. O sistema de medição é um conjunto constituído por um instrumento medidor tipo resposta e veículo tipo passeio, médio, que se deslocando sobre a via, fornece leituras correspondentes à irregularidade da mesma. Esse equipamento fornece um somatório de desvios do eixo de um veículo em relação à suspensão. Bernucci *et al.* (2010) dizem que a irregularidade também pode ser levantada com medidas topográficas e trazem a seguinte classificação:

- Avaliação direta: por meio de equipamentos de classe I (nível e mira; Dipstick, perfilômetro do TRL, etc.) e classe II (perfilógrafos, equipamentos com sensores a laser, APL francês etc.);
- Avaliação indireta: equipamentos de classe III do tipo-resposta (TRL *Bump integrator*, Maysmeter, Merlin, etc.).

A avaliação subjetiva de serventia realizada por um painel de avaliadores é classificada por alguns autores e órgãos como classe IV, uma vez que a serventia e a irregularidade se correlacionam (BERNUCCI *et al.*, 2010).

3.3.3 Levantamento Visual Contínuo (LVC)

Com auxílio da norma DNIT 008/2003 – PRO (2003), é possível determinar o Índice de Condição de Pavimentos Flexíveis (ICPF), ao mesmo tempo em que se proporcionam também os elementos necessários para o cálculo do Índice de

Gravidade Global Expedido (IGGE) e do Índice do Estado de Superfície do Pavimento (IES).

A norma supracitada estabelece as condições exigíveis para a avaliação da superfície de pavimentos flexíveis e semirrígidos através do LVC. Neste método, um veículo deve ser operado a uma velocidade média aproximada de 40km/h percorrendo a rodovia em um único sentido, para rodovias de 2 faixas de tráfego. A equipe para realizar a avaliação deve ser composta de pelo menos dois técnicos, além do motorista do veículo, que apontarão manualmente os defeitos encontrados quanto a sua frequência e severidade (OLIVEIRA, F. A. D.; RIBEIRO, M. N. F.; FERREIRA, W. L. G., 2018). Os avaliadores devem estabelecer os segmentos com 1km de extensão, preferencialmente.

De acordo com a Instrução de Projeto IP-DE-P00/004 – 2006 do Estado de São Paulo, durante a avaliação contínua é atribuída ao pavimento uma nota subjetiva que reflita a condição ao rolamento, representada pelo Valor de Serventia Atual (VSA).

Dresch (2014), explicita que o LVC permite a determinação de três parâmetros. São eles:

- Índice de Defeitos de Superfície (IDS): o grau de deterioração de superfície do pavimento é representado a partir do somatório da ponderação das frequências e dos pesos relativos às severidades das ocorrências dos distintos tipos de defeitos verificados;
- Valor da Serventia Atual (VSA): é representado através das condições de conforto e segurança ao rolamento percebidas pelos usuários da rodovia;
- Índice de Condição Funcional (ICF): a condição funcional do pavimento é representada, envolvendo aspectos relacionados aos defeitos de superfície e à serventia, a partir de critério decisório envolvendo os dois índices anteriores.

De acordo com a norma DNIT 008/2003 – PRO, no ICPF é assinalado somente o valor do índice da condição do pavimento flexível e semi-rígido, o qual é estimado com base na avaliação visual do pavimento, sendo avaliado por dois ou mais avaliadores, classificando a superfície do segmento segundo os conceitos mostrados no Quadro 2.

Quadro 2 - Conceitos do ICPF.

CONCEITO	DESCRIÇÃO	ICPF
Ótimo	Necessita apenas de conservação rotineira	5 – 4
Bom	Aplicação de lama asfáltica – desgaste superficial, trincas não muito severas em áreas não muito extensas	4 – 3
Regular	Correção de pontos localizados ou recapeamento – pavimento trincado, com “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 008/2003 – PRO.

Conforme preconiza a norma DNIT 008/2003 – PRO, nesse método os defeitos são classificados em três conjuntos: trincas, deformações e, painelas e remendos. Os pesos de cada grupo variam em função da frequência de ocorrência de defeitos, conforme apresentado no Quadro 3.

Quadro 3 - Pesos dos defeitos em função da frequência de ocorrência.

Frequência	Gravidade	Painelas e Remendos		Trincas e Deformações		
		Fator F_{pr} (Quant./km)	Peso	Fator F_t e F_{oap}	Peso de Trincas	Peso das Deformações
A – Alta	3	≥ 5	1,00	≥ 50	0,65	1,00
M – Média	2	2 - 5	0,80	50 - 10	0,45	0,70
B – Baixa	1	≤ 2	0,70	≤ 10	0,30	0,60

Fonte: Adaptado do DNIT 008/2003 – PRO.

Os Quadros 2 e 3 fornecem os meios necessários para realização do cálculo para se determinar o IGGE.

4 METODOLOGIA

4.1 CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA

Com base nas definições de pesquisa bibliográfica propostas por Gil (2002), o presente trabalho apresenta-se com natureza de pesquisa aplicada, com uma abordagem do tipo quali-quantitativa. Os objetivos contemplam meios descritivos e explicativos do problema e os procedimentos técnicos utilizados para realização do trabalho serão predominantemente de forma experimental, com um estudo de caso particular da UFERSA *campus* Mossoró. A Figura 4 representa a caracterização da pesquisa do deste trabalho.

Figura 4 - Caracterização da pesquisa.



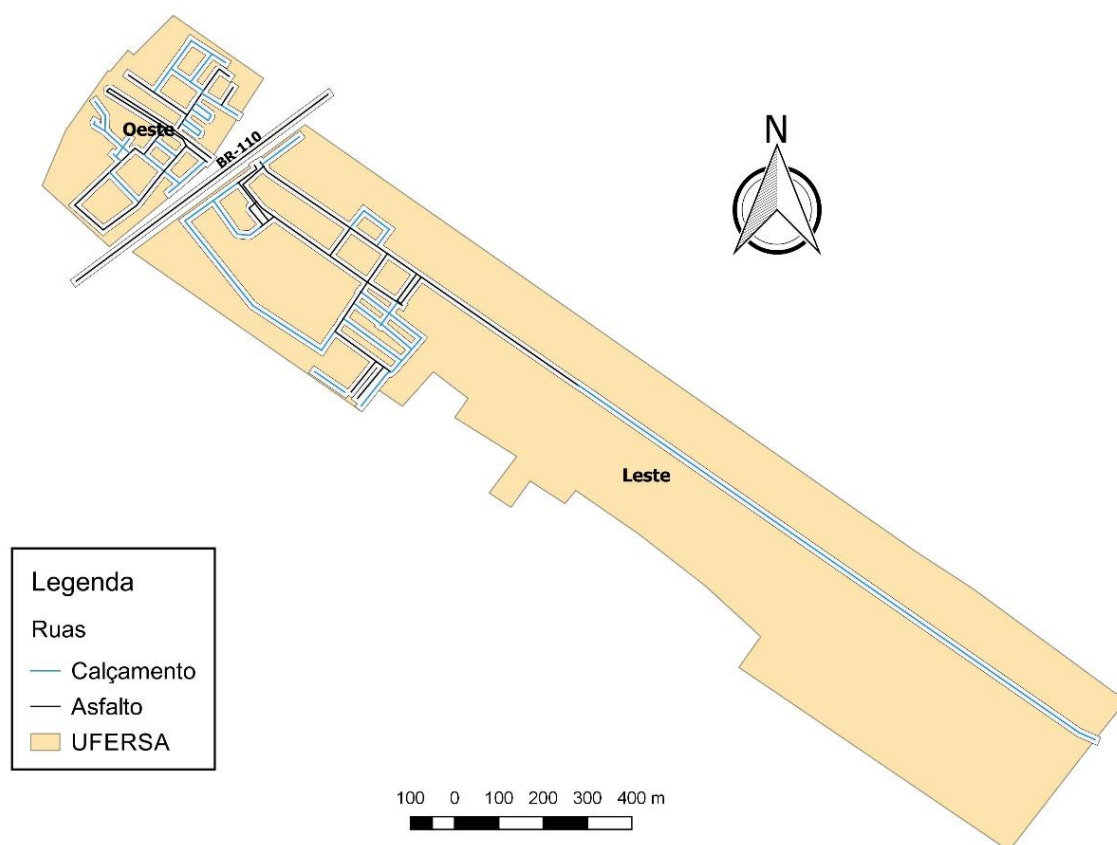
Fonte: Elaborada pela autora (2019).

Com o tipo de pesquisa devidamente delimitado e representado foi possível obter os meios necessários para todo o andamento e desenvolvimento do presente trabalho.

4.2 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

O presente trabalho foi desenvolvido na cidade de Mossoró-RN e teve como objeto de estudo o *campus* da UFERSA, lados Leste e Oeste. Para realizar a localização do *campus* da universidade, foram utilizadas ferramentas virtuais gratuitas de serviço de pesquisa e visualização de mapas e imagens de satélites da Terra, o *Google My Maps* e o *Bing Maps*. Já para a catalogação dos setores, das ruas, verificar a extensão das vias, classificar o pavimento (seja ele asfáltico, paralelepípedo, ou até mesmo o terreno natural) e inferir nomenclatura para as vias, para melhor organização do trabalho, foi utilizado um *software* livre, o QGIS. QGIS é um programa de Sistema de Informação Geográfica que permite a visualização, edição e análise de dados georreferenciados. Com o QGIS foi possível gerar o mapa de toda a UFERSA. A Figura 5 contém uma ilustração do mapa delimitando a área do *campus* da UFERSA Mossoró e a distribuição das vias, criado com a ferramenta QGIS.

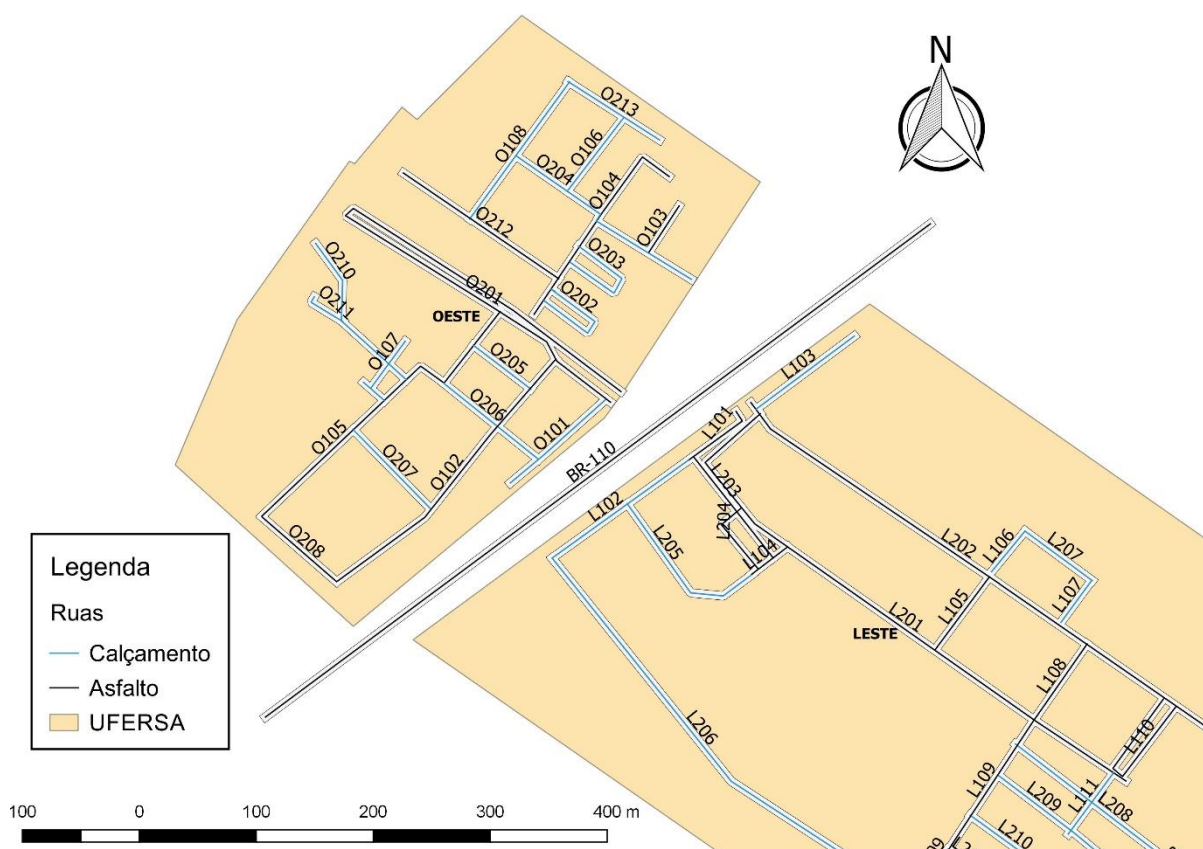
Figura 5 - Mapa da distribuição das vias no *campus* da UFERSA Mossoró.



Fonte: Elaborada pela autora com utilização da ferramenta QGIS (2019).

Para catalogar o campus, primeiramente, criou-se um código para inferir nomenclatura às vias. Para o lado Oeste, o código utilizado foi “OX_ _”, no qual o ‘O’ trata-se de Oeste, ‘X’ é representado pelo número 1 quando relacionado às vias paralelas à BR-110, ou pelo número 2 quando as vias estiverem perpendiculares em relação à BR-110. As duas lacunas finais são preenchidas com números que indicam a ordem das vias, variando de 01 a 99. Quanto mais próxima a rua estiver da BR, mais baixo o valor do número e, quanto mais distante, mais próximo será de 99. Para o lado Leste foi utilizada a mesma lógica de código, diferenciando-se apenas pela inicial ‘L’, referente à Leste (LX_ _). As nomenclaturas das vias do *campus* podem ser verificadas na Figura 6.

Figura 6 - Representação da nomenclatura das vias da UFERSA.



Fonte: Elaborada pela autora com utilização da ferramenta QGIS (2019).

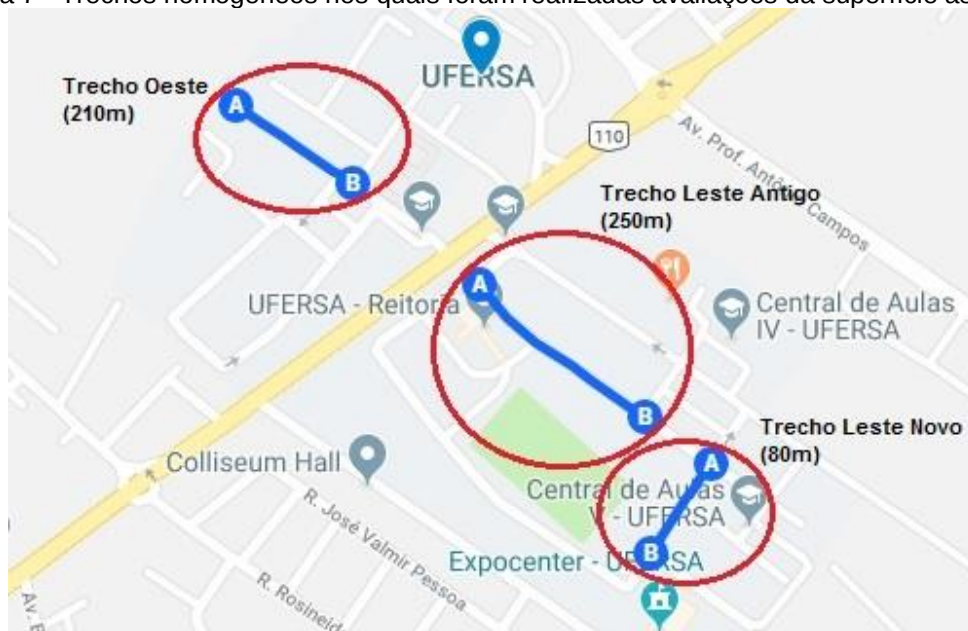
Após a utilização das ferramentas citadas e com todas as vias devidamente representadas, foi possível calcular a extensão de cada trecho e criar um banco de dados, com o qual foi definida uma porcentagem para o adequado inventário da UFERSA.

4.3 CRIAÇÃO DO BANCO DE DADOS

Para compor o banco de dados, as vias previamente nomeadas foram classificadas, de acordo com o tipo de revestimento presente, entre pavimentos asfálticos e calçamento do tipo paralelepípedo. Os comprimentos de cada trecho foram quantificados gerando-se uma Tabela de Atributos no *software* QGIS, a qual foi exportada para planilha eletrônica em Microsoft Office Excel© e, então, pôde-se melhor visualizar os dados coletados para trabalhar estatisticamente, fazendo cruzamento de dados e comparações lógicas.

O *campus* foi dividido em três trechos homogêneos, levando em consideração a idade do pavimento, nos quais as avaliações foram realizadas. São eles: Leste trecho novo (asfalto recém implantado em relação à data de realização do trabalho), Leste trecho antigo (asfalto já existente há um certo tempo) e Oeste. Os trechos avaliados podem ser visualizados na Figura 7.

Figura 7 - Trechos homogêneos nos quais foram realizadas avaliações da superfície asfáltica.



Fonte: Elaborada pela autora com a utilização da ferramenta Google My Maps (2019).

A etapa de criação do banco de dados foi primordial para composição do inventário, para posteriormente serem aplicados os métodos de avaliação nos trechos homogêneos selecionados.

4.4 MÉTODOS DE AVALIAÇÃO – PROCEDIMENTOS TÉCNICOS

4.4.1 Materiais e equipamentos utilizados

Para a realização das avaliações foram necessários os seguintes materiais e equipamentos:

- Cinta métrica de fibra de vidro (Trena 30m fita/cinta 12,5mm);
- Giz branco para marcação do asfalto;
- Esquadro retilíneo – 98cm;
- Régua de 30cm;
- Régua de 15cm;
- Aparelho celular *smartphone* com GPS integrado;
- Formulários para registros dos dados.

A norma sugere que para realizar a medição das flechas das trilhas de rodas, seja utilizada uma treliça de alumínio padronizada. No entanto, como não foi possível dispor de tal equipamento, foi feita uma adaptação e, ao invés da treliça, foi utilizado um esquadro retilíneo de 98cm para realizar essa aferição.

4.4.2 Índice de Gravidade Global

A avaliação das vias pelo método do IGG foi realizada no dia 24 de fevereiro de 2019. Cada sub-trecho homogêneo foi avaliado conforme a norma DNIT 006/2003 – PRO. Foi tomado como referência o início de cada rua para distribuição das estações. Todas as vias ensaiadas eram de pista simples, então as estações foram demarcadas alternando-se de faixa a cada 20m em relação ao eixo da pista de rolamento, como preconiza a norma. A Figura 8 apresenta a demarcação de uma dessas estações.

Figura 8 - Demarcação de estação na superfície de avaliação.



Fonte: Registrada pela autora (2019).

Ao todo, foram demarcadas 31 estações, proporcionalmente distribuídas entre os trechos (Leste (novo): 5 estações; Leste (antigo): 14 estações e, Oeste: 12 estações).

Para definir o número de estações em cada segmento avaliado, foi utilizada a equação (1).

$$N^{\circ} \text{ estações} = \frac{\text{Comprimento do trecho}}{20} + 1 \quad (1)$$

Na equação (1), o valor encontrado é arredondado para o número inteiro imediatamente superior ao calculado. O comprimento do trecho foi obtido verificando a extensão da via pelo QGIS. Para cada trecho foi avaliado um percentual de 12% do total de revestimento asfáltico. O formulário completo preenchido contendo o inventário com o registro das ocorrências encontradas durante a avaliação, encontra-se no **ANEXO 1**.

Concluída a análise dos dados dos segmentos homogêneos definidos, foram computadas a frequência absoluta (fa) de cada tipo de defeito, que corresponde ao número de vezes em que a ocorrência foi verificada; e a frequência relativa (fr), que é

dada pelo percentual das estações com ocorrência de determinada patologia em relação ao número total de estações avaliadas no sub-trecho, o que pode ser verificado na equação (2).

Em seguida, foram calculadas a média aritmética dos valores médios das flechas medidas (F) nas trilhas de rodas internas (TRI) e externa (TRE) e, a média aritmética das variâncias (FV) das flechas medidas em ambas as trilhas.

O Índice de Gravidade Individual (IGI) foi calculado multiplicando-se a frequência relativa pelo fator de ponderação respectivo – equação (3). O índice de gravidade global, por sua vez, foi obtido pelo somatório dos IGI, conforme equação (4).

$$fr = \frac{fa \cdot 100}{n} \quad (2)$$

$$IGI = fr * fp \quad (3)$$

$$IGG = \sum IGI \quad (4)$$

Onde:

fr = Frequência relativa de cada tipo de defeito

fa = Frequência absoluta de cada tipo de defeito

n = Número de estações inventariadas

fp = Fator de ponderação (disponível no Quadro 1)

Foram calculados três IGG correspondentes aos três trechos homogêneos avaliados. As planilhas de cálculo dos IGG podem ser verificadas no **ANEXO 2**.

4.4.3 Levantamento Visual Contínuo

A avaliação das vias pelo método do LVC foi realizada no dia 28 de fevereiro de 2019. Cada sub-trecho homogêneo foi avaliado conforme a norma DNIT 008/2003 – PRO, em conjunto com o aplicativo para celulares *smartphone* gratuito *Google My Maps*. Com o auxílio do *software*, cada defeito foi registrado e catalogado a partir do GPS integrado ao aparelho. Embora a norma exija a utilização de um veículo, preferiu-

se realizar o levantamento a pé, tornando-se possível uma maior precisão da localidade de cada defeito.

Após a coleta em campo dos defeitos, foi gerado um arquivo em formato *KML* a partir do site do *Google My Maps*, o qual foi exportado para o *software* QGIS e transformado em arquivo do tipo *shapefile*. No QGIS, uma tabela de atributos foi gerada com a extensão dos defeitos e exportada para planilha eletrônica, para então ser quantificada de forma mais simples a ocorrência dos defeitos em cada via, além de realizar os cálculos para se determinar o IGGE.

O cálculo do índice de gravidade global expedido, foi realizado semelhante ao cálculo do IGG, pela média dos dados levantados. O IGGE foi determinado através da frequência dos defeitos e seus respectivos pesos (disponíveis no Quadro 3), conforme a equação (5).

$$\text{IGGE} = (\text{Pt} * \text{Ft}) + (\text{Poap} * \text{Foap}) + (\text{Ppr} * \text{Fpr}) \quad (5)$$

Onde:

Ft = Frequência

Pt = Peso do conjunto trincas (t)

Foap = Frequência do conjunto de deformações (oap)

Poap = Peso do conjunto de deformações (oap)

Fpr = Frequência (quantidade por quilômetro) de panelas (p) e remendos (r)

Ppr = Peso do conjunto de panelas (p) e remendos (r)

Foram calculados três IGGE correspondentes aos três trechos homogêneos avaliados. As planilhas de cálculo dos IGGE podem ser verificadas no **ANEXO 3**.

Com os valores obtidos a partir da equação (5) e utilizando-se os conceitos do ICPF (Quadro 2), é possível determinar o IES do pavimento, cujos valores estão compreendidos de 0 a 10, o que irá constituir uma síntese daqueles dois índices. Os valores do IES juntamente com o Código e o Conceito atribuídos ao estado da superfície do pavimento, são determinados de acordo com o Quadro 4.

Quadro 4 - 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 008/2003 – PRO.

Utilizando-se o Quadro 4 chega-se ao objetivo final da norma DNIT 008/2003-PRO, que é determinar o índice do estado da superfície do pavimento avaliado, partindo-se da determinação do ICPF e calculando-se o IGGE.

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.1 COMPOSIÇÃO DO BANCO DE DADOS

A Tabela 2 apresenta as vias classificadas, seus respectivos comprimentos e tipos de revestimentos de cada trecho georreferenciado.

Tabela 2 – Extensões e tipos de revestimentos das vias da UFERSA – *Campus Mossoró*.

NOME	COMPRIMENTO (m)	REVESTIMENTO	NOME	COMPRIMENTO (m)	REVESTIMENTO
O105	316,64	Asfalto	O207	104,38	Calçamento
O104	209,69	Asfalto	O204	207,33	Calçamento
O201	620,49	Asfalto	O213	101,73	Calçamento
O208	92,18	Asfalto	O210	162,95	Calçamento
O212	176,11	Asfalto	O209	26,07	Calçamento
O103	51,49	Asfalto	O107	57,95	Calçamento
O102	293,64	Asfalto	O202	119,96	Calçamento
L202	965,73	Asfalto	O203	116,66	Calçamento
L201	566,33	Asfalto	O211	41,03	Calçamento
L101	73,45	Asfalto	L213	1550,96	Calçamento
L105	84,67	Asfalto	L102	157,43	Calçamento
L104	42,29	Asfalto	L206	471,35	Calçamento
L204	78,16	Asfalto	L103	114,98	Calçamento
L203	120,78	Asfalto	L205	166,91	Calçamento
L211	169,82	Asfalto	L210	176,85	Calçamento
L112	221,24	Asfalto	L209	180,69	Calçamento
L108	86,33	Asfalto	L113	225,07	Calçamento
L109	133,49	Asfalto	L208	189,7	Calçamento
L110	175,29	Asfalto	L212	90,69	Calçamento
O101	119,2	Calçamento	L111	71,51	Calçamento
O106	86,47	Calçamento	L106	49,35	Calçamento
O108	158,62	Calçamento	L107	48,49	Calçamento
O205	67,84	Calçamento	L207	78,44	Calçamento
O206	113,9	Calçamento	L109	55,97	Calçamento

Fonte: Elaborada pela autora em planilha eletrônica (2019).

De forma amostral, a avaliação da superfície foi realizada em 12% da quantidade de pavimento asfáltico existente, totalizando 540m. Os comprimentos dos trechos avaliados são listados na Tabela 3.

Tabela 3 - Extensão dos trechos avaliados.

Trechos homogêneos	Revestimento Asfáltico (m)
LESTE (Novo)	80
LESTE (Antigo)	250
OESTE	210

Fonte: Elaborada pela autora (2019).

Representativamente, a escolha da porcentagem de avaliação levou em consideração os trechos homogêneos, de acordo com a idade do pavimento e a similaridade de características e defeitos que o segmento apresentou. Verificou-se que os segmentos ficariam bem representados utilizando-se, no mínimo, a porcentagem escolhida, uma vez que são trechos onde a rodovia apresenta praticamente as mesmas propriedades e características, seja em relação ao subleito, deflexões, tipos de defeitos encontrados, material do pavimento, dentre outros.

Definida a composição do banco de dados, obteve-se o quantitativo geral do revestimento presente e pôde-se separar os trechos homogêneos que foram estudados.

5.2 PANORAMA GERAL DAS VIAS

O comprimento total das vias contabilizadas foi aproximadamente 9,60 km, sendo 4,50 km de revestimento asfáltico e 5,10km de calçamento paralelepípedo. A Tabela 4 apresenta como esse quantitativo está dividido entre os lados Leste e Oeste do *campus* da UFERSA.

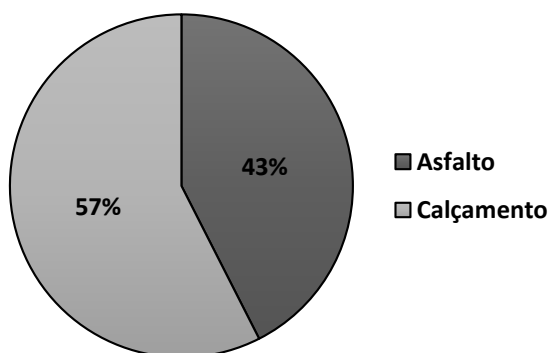
Tabela 4 - Quantitativo geral das vias da UFERSA para os lados Leste e Oeste.

Lados	Asfalto (m)	Calçamento (m)
OESTE	1760,24	1484,09
LESTE	2717,58	3628,39
Total	4477,82	5112,48

Fonte: Elaborada pela autora (2019).

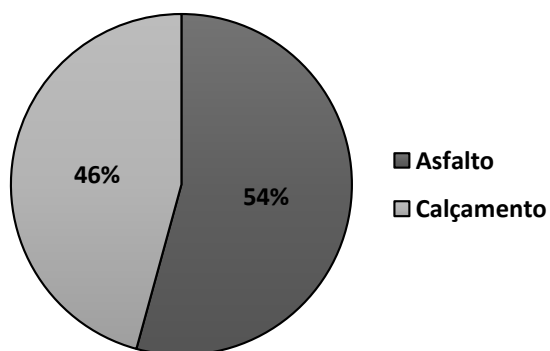
No *campus*, 46,88% das vias são asfaltadas enquanto 53,12% são de calçamento tipo paralelepípedo, ou seja, ainda é predominante este tipo de revestimento nas vias. As Figuras 9 e 10 representam a porcentagem de revestimento presente em cada um dos lados do *campus*.

Figura 9 - Comprimento total em porcentagem de revestimento - Lado Leste.



Fonte: Elaborada pela autora (2019).

Figura 10 - Comprimento total em porcentagem de revestimento - Lado Oeste.



Fonte: Elaborada pela autora (2019).

No lado Leste do *campus*, 43% das vias recebem pavimento asfáltico e no lado Oeste, 54%. No estudo feito, foi possível observar que as vias principais que dão acesso aos blocos recebem asfalto, enquanto as vias de menor fluxo e os estacionamentos são com calçamento tipo paralelepípedo.

5.3 AVALIAÇÃO DAS VIAS ASFALTADAS PELO MÉTODO DNIT 006/2003–PRO

Com a finalidade de conferir ao pavimento inventariado um conceito que retrate o grau de degradação atingido, estabelecendo uma correspondência com a Tabela 1, foi elaborada a Tabela 5, a qual contém um resumo dos valores de IGG calculados nos trechos avaliados.

Tabela 5 - IGG dos trechos asfaltados avaliados.

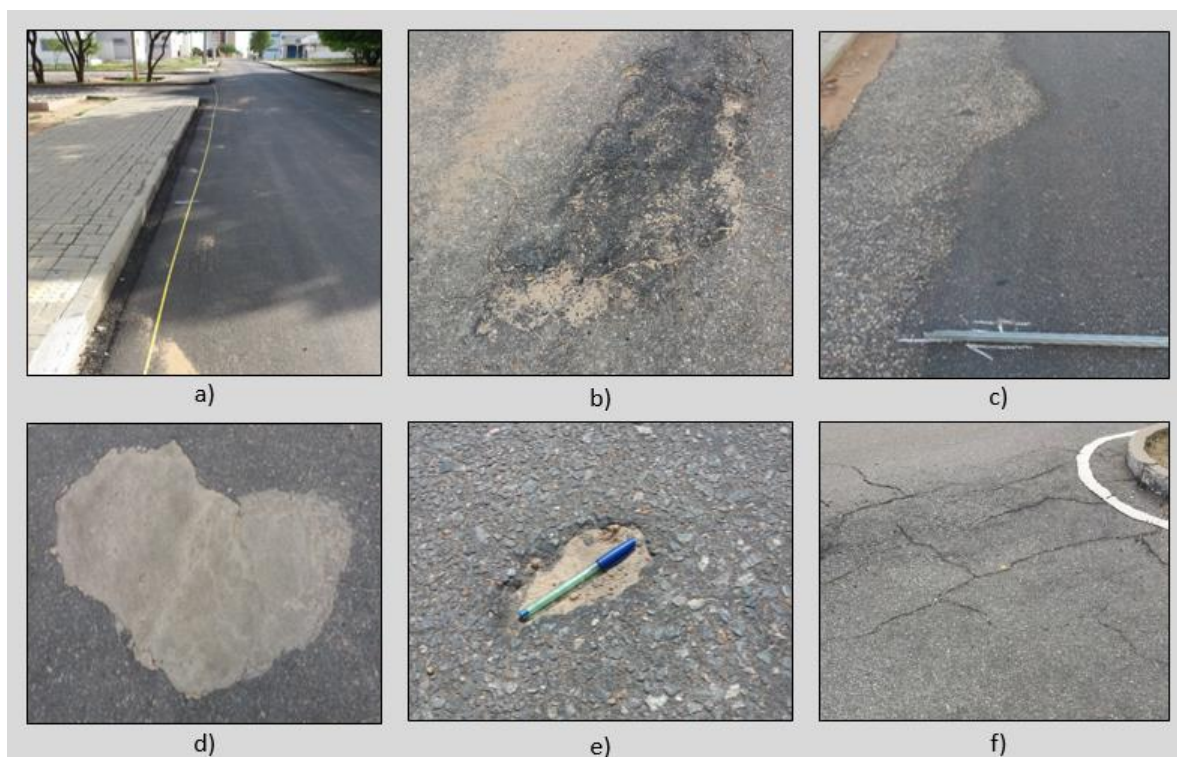
Trecho	IGG	Conceito	Comprimento (m)	% Total
LESTE (Novo)	6	Ótimo	80	14,80
LESTE (Antigo)	47,60	Regular	250	46,30
OESTE	52,56	Regular	210	38,90
Total	-	-	540	100

Fonte: Elaborada pela autora a partir dos dados levantados (2019).

O IGG das vias asfaltadas que foram avaliadas variou de 6 (conceito no intervalo de 'ótimo') até aproximadamente 53 (conceito na faixa de 'regular'). O trecho Leste (novo) teve conceito ótimo, devido à idade do pavimento, que foi implantado a menos de um ano em relação a data de elaboração do trabalho. Este trecho apresentou apenas ocorrências do tipo trilhas de rodas, o que ocasionou o valor 6 para o IGG.

Já nos trechos Leste (antigo) e Oeste, os quais possuem um pavimento mais antigo, implantados há mais de um ano, foram observadas ocorrências do tipo painelas, escorregamentos, remendos, desgastes e trincas, além das trilhas de rodas externas e internas. A Figura 11 apresenta alguns dos defeitos observados e também um trecho de via sem ocorrência de defeitos.

Figura 11 - Defeitos observados no asfalto do *campus*.¹



Fonte: Registrado pela autora (2019).

Como fica evidenciado na Figura 11a, o segmento Leste (novo), que representa aproximadamente 15% das vias avaliadas, encontra-se em ótimo estado, não apresentando nenhum defeito visível sob as estações avaliadas. Enquanto os outros dois trechos apresentaram uma alta frequência de defeitos, o que pode ser visto nas demais imagens da Figura 11.

Vale ressaltar que os valores e conceitos para o IGG obtidos, encontram-se dentro de uma faixa esperada, representando uma realidade existente na condição superficial do revestimento. Para o pavimento recém implantado, praticamente livre de defeitos, era esperado valor próximo de 0. Os demais trechos que apresentaram-se regulares, também estão condizentes com a atual situação das vias, apesar de alguns defeitos não terem sido contabilizados, devido à superfície de avaliação ser delimitada em cada estação e, com isso algumas ocorrências terem ficado de fora.

Todavia, pelo tipo de veículos que circula nas ruas da universidade serem veículos leves (ou seja, pouca ocorrência de veículos como ônibus e caminhões de carga), não se espera uma deterioração do pavimento a ponto de o mesmo obter um

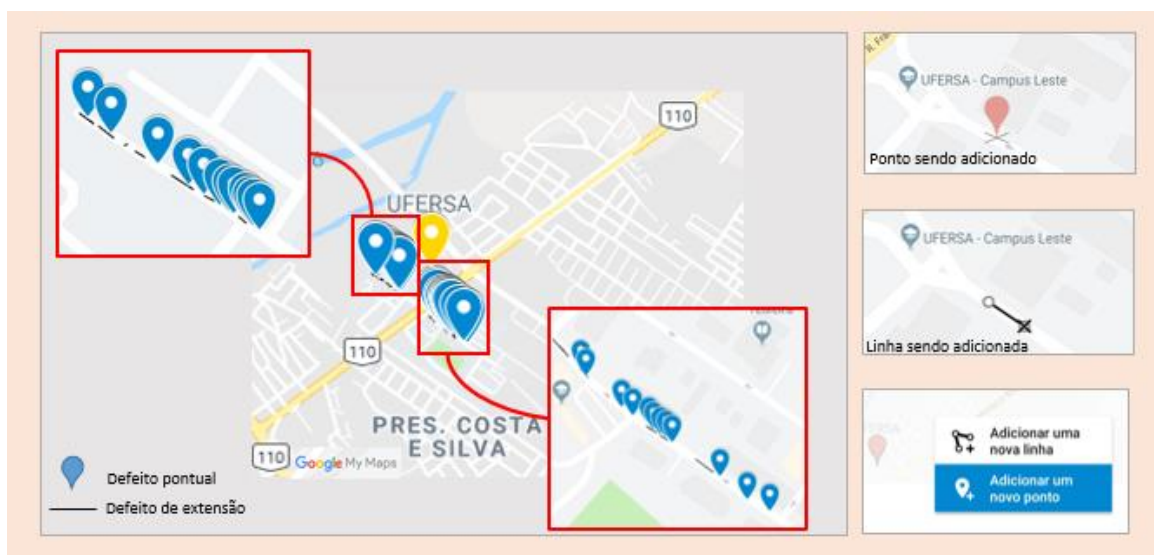
¹ a) Trecho de via sem defeitos b) Desgaste c) Escorregamento d) Remendo e) Panela f) Trincas.

conceito de péssimo ($IGG > 160$). Dessa forma, as solicitações pelo tráfego que causarão a deterioração e consequente diminuição da vida útil daquele revestimento dificilmente farão com que o mesmo apresente um conceito negativo quando avaliado, fato este considerado como um ponto benéfico para conservação da malha já existente.

5.4 AVALIAÇÃO DAS VIAS ASFALTADAS PELO MÉTODO DNIT 008/2003–PRO

Na Figura 12 podem ser vistos os defeitos que foram medidos em campo com o auxílio do *Google My Maps*. Para os defeitos pontuais, os pontos foram marcados a partir da opção “Adicionar um novo ponto”, o qual contabiliza panelas e remendos. Já para os defeitos de extensão, trincas e demais defeitos, foi utilizada a opção “Adicionar uma nova linha”.

Figura 12 - Defeitos catalogados na plataforma do *Google My Maps*.



Fonte: Elaborado pela autora (2019).

Utilizando-se o método do LVC foram identificadas a extensão e a severidade dos defeitos. Os trechos avaliados foram os mesmos inventariados pelo método do IGG. Seguindo os preceitos da norma DNIT 008/2003 – PRO, foram obtidos dois índices, um objetivo e outro subjetivo. O primeiro índice, obtido por meio de cálculo com os dados levantados com auxílio da ferramenta *Google My Maps*, foi o IGGE – equação (5). O segundo índice, ICPF, foi determinado de forma subjetiva pela média aritmética das notas de dois avaliadores, fazendo-se observações visuais *in loco* e

utilizando o Quadro 2. Com os valores do IGGE e do ICPF, foi determinado o índice de estado da superfície do pavimento, utilizando o Quadro 4. A Tabela 6 apresenta um resumo da avaliação obtida por meio do método LVC.

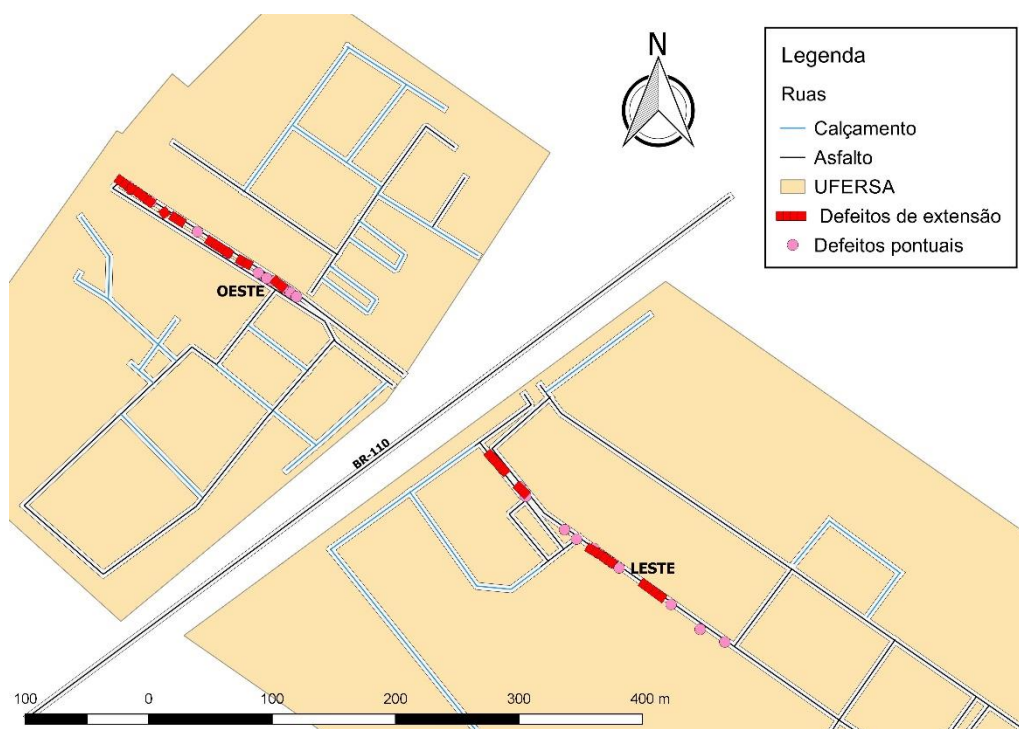
Tabela 6 - IES, código e conceito das vias asfaltadas avaliadas.

Trechos homogêneos	IGGE _(calculado)	ICPF _(av.1)	ICPF _(av.2)	ICPF _(Médio)	IES	Código	Conceito
LESTE (Novo)	0	5,00	5,00	5,00	0	A	ÓTIMO
LESTE (Antigo)	25,16	3,50	3,00	3,25	3	C	REGULAR
OESTE	36,59	3,00	4,00	3,50	3	C	REGULAR

Fonte: Elaborado pela autora com base nos dados levantados (2019).

Observando-se a Tabela 6, a qual contém os valores de IGGE, ICPF, IES e o conceito das vias obtidos, percebe-se que houve uma variação de conceito entre ótimo e regular, com o IGGE variando de 0 a 36,59. O valor de IGGE igual a 0 é atribuído ao trecho Leste com pavimento recém implantado, no qual não foram observados defeitos. Já os trechos Leste (antigo) e Oeste, apresentaram um valor maior de IGGE (25,16 e 36,59 respectivamente), nos quais foram observadas ocorrências. A Figura 13 apresenta um trecho do mapa contendo os segmentos inventariados depois de exportados da ferramenta *Google My Maps* para o *software* QGIS.

Figura 13 – Trecho do mapa da UFERSA contendo os segmentos inventariados pelo método LVC.



Fonte: Elaborada pela autora com utilização da ferramenta QGIS (2019).

Na ilustração do mapa estão presentes somente os trechos Leste (antigo) e Oeste, o trecho Leste (novo) não se encontra representado pois obteve IGGE igual a zero. Ademais, como o quesito desgaste não entra no cálculo do IGGE, todos os trechos receberam conceitos positivos.

Ao se utilizar a ferramenta do *Google My Maps* para avaliação, ao invés de um veículo com velocidade controlada, pode acontecer dos resultados obtidos distanciarem-se dos que seriam encontrados nas avaliações em consonância com a norma. No entanto, vale ressaltar que isso não é um fato e que o distanciamento pode ou não ocorrer, dependendo da forma com que a avaliação é realizada e do nível de precisão e detalhamento que é utilizado para registro das ocorrências em ambos os procedimentos.

Assim como observado na avaliação pelo método IGG, o método do LVC também representou de forma coerente o estado atual das vias do *campus*. Mesmo a avaliação não tendo sido realizada percorrendo os trechos com um veículo a 40km/h, como a norma sugere, os resultados obtidos retratam de forma positiva o que foi observado nos locais estudados.

5.5 ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE IGG E LVC

Ao realizar-se a avaliação pelos dois métodos supracitados, algumas diferenças e aproximações foram verificadas entre eles. A Tabela 7 foi elaborada para facilitar a visualização dos dados obtidos entre os dois métodos.

Tabela 7 - Conceitos obtidos pelos métodos IGG e LVC.

Trechos homogêneos	Conceitos	
	DNIT 006/2003 - PRO	DNIT 008/2003 - PRO
LESTE (Novo)	Ótimo	Ótimo
LESTE (Antigo)	Regular	Regular
OESTE	Regular	Regular

Fonte: Elaborado pela autora com base nos resultados obtidos (2019).

Observando a Tabela 7, torna-se evidente a similaridade dos conceitos obtidos em ambos os métodos utilizados. Assim como no método do IGG, o LVC apontou o conceito Ótimo para o trecho Leste (novo) avaliado e Regular para os demais.

Diferenças entre os métodos foram observadas com o desenvolvimento dos cálculos, devido ao tipo de análise que cada um incorpora no seu procedimento. Por exemplo, utilizando-se o LVC não há contabilização do desgaste da superfície do pavimento para o cálculo do IGGE, isso pode resultar em uma avaliação acima do esperado em certos trechos. Já com o procedimento DNIT 006/2003 – PRO, obteve-se um valor de IGG igual a 6 para o trecho Leste (novo), enquanto utilizando o DNIT 008/2003 – PRO para o mesmo trecho, obteve-se resultado zero em toda a extensão do trecho. Isso ocorreu devido o IGG contabilizar as trilhas de rodas, interna e externa, dano esse não contabilizado pelo LVC. Porém, ao final, por ambos os métodos, o segmento obteve conceito ótimo dentro da sua faixa de escala.

Ao relacionar-se o IGG com o IES de cada segmento avaliado, percebeu-se que o IES descreveu melhor a qualidade das vias analisadas em termos numéricos. Enquanto o LVC analisa a extensão do segmento completo, o IGG analisa a superfície de avaliação da estação, que é delimitada dentro de uma área. Dessa forma, existem ocorrências que não estão dentro da área de avaliação pelo IGG que não são contabilizadas no inventário, como algumas painéis e trincas.

Apesar das diferenças numéricas encontradas, as avaliações por ambos os métodos chegaram ao mesmo conceito no final. E a maior parte das vias da UFERSA *campus* Mossoró encontra-se em bom estado de conservação, algumas necessitando de reparos superficiais e outras apenas de manutenção periódica para assegurar o tempo de vida útil das mesmas.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir dos instrumentos de avaliações adotados e de ferramentas de georreferenciamento para avaliar a condição superficial do pavimento, tornou-se possível a concretização do objetivo geral do presente trabalho, ao ser elaborado o inventário do campus universitário e serem realizados os procedimentos técnicos normatizados pelo DNIT.

Com a utilização dos *softwares* gratuitos *Google My Maps* e o QGIS, foi possível realizar o catálogo completo do *campus*, delimitando a área, identificando as ruas, inferindo nomenclatura, classificando as vias e obtendo-se a extensão de todos os trechos presentes na área estudada. As ferramentas utilizadas mostraram-se como formas eficazes e econômicas para a criação de um banco de dados e realização do trabalho.

Com o banco de dados em mãos, foi utilizada a norma DNIT 005/2003 – TER para classificar os tipos de defeitos encontrados nos pavimentos. Durante o desenvolvimento prático da avaliação, imagens dos defeitos foram registradas para comprovar e exemplificar suas ocorrências.

Com a utilização dos formulários disponíveis nos **ANEXOS**, os dados foram coletados e calculados. A apresentação desses dados em forma tabular tornou possível a análise comparativa entre os métodos utilizados. Foi feita também uma análise gráfica do panorama geral dos revestimentos das vias da UFERSA, o que pode ser verificado com a apresentação dos resultados das avaliações.

Com tudo o que foi apresentado, fica perceptível que no geral as vias do campus universitário da UFERSA Mossoró apresentam-se regulares quanto ao estado em que encontram-se hoje. Mesmo existindo pequenas divergências numéricas entre os métodos utilizados, ambos convergiram para o mesmo conceito dos trechos inventariados. Quanto as ferramentas utilizadas, observou-se a grande eficiência para caracterizar de maneira simples e econômica a condição superficial das vias, o que irá auxiliar no processo de planejamento de ações de manutenção para conservação das vias já existentes.

Como sugestão para trabalhos futuros, o presente trabalho poderá ser complementado realizando-se a avaliação estrutural do pavimento asfáltico, fazendo-se análises de deflexão (como a viga Benkelman), como também avaliar a irregularidade pelo método do IRI. Finalmente, com todos os dados implementados

ao sistema de referência, há a possibilidade de realização das demais atividades básicas de um SGP, nas quais podem ser estudadas metodologias corretivas para os defeitos e assim auxiliar na elaboração de um plano de investimentos, o qual conterá informações capazes de responder por onde deve-se começar a corrigir esses defeitos, verificando a urgência das ocorrências.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBUQUERQUE, Fernando Silva. **Sistema de gerência de pavimentos para departamentos de estradas do Nordeste brasileiro**. Tese de Doutorado. Porto Alegre: PPGE/UFRGS, 2007. 303 p.

BALBO, José Tadeu. **Pavimentação Asfáltica: materiais, projetos e restauração**. Oficina de texto, 2007.

BERNUCCI, L. B.; MOTTA, L. M.; CERATI, J. A. P.; SOARES, J. B. **Pavimentação Asfáltica: Formação Básica para Engenheiros**. 3ª Edição. Rio de Janeiro, RJ, 2010.

BRASIL. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. **DNIT 005/2003-TER: Defeitos nos pavimentos flexíveis e semirrígidos - Terminologia**. Rio de Janeiro: IPR, 2003.

BRASIL. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. **DNIT 006/2003-PRO: Avaliação objetiva da superfície de pavimentos flexíveis e semirrígidos - Procedimento**. Rio de Janeiro: IPR, 2003.

BRASIL. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. **DNIT 008/2003 – PRO: Levantamento visual contínuo para avaliação da superfície de pavimentos flexíveis e semirrígidos –Procedimento**. Rio de Janeiro: IPR, 2003.

BRASIL. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. **DNIT 009/2003-PRO: Avaliação subjetiva da superfície de pavimentos flexíveis e semirrígidos - Procedimento**. Rio de Janeiro: IPR, 2003.

BRASIL. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. **Manual de gerência de pavimentos**. Rio de Janeiro: IPR, 2011. 189p.

BRASIL. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. **Manual de pavimentação**. 3.ed. – Rio de Janeiro: IPR, 2006. 274p.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DOS TRANSPORTES. **Anuário CNT, 2018**. Disponível em: < <http://anuariodotransporte.cnt.org.br/2018/>> Acesso em 12 de novembro de 2018.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE ESTRADAS DE RODAGEM. **DNER-PRO 182/94: Medição da irregularidade de superfície de pavimento com sistemas integradores IPR/USP maysmeter**.

DRESCH, Fernanda. **Gerência de pavimentos urbanos: utilização de levantamento visual contínuo para avaliação das vias principais pavimentadas de Santa Rosa/RS**. Departamento de ciências exatas e engenharias, Curso de Engenharia Civil. Ijuí – RS, 2013.

GALINDO, L. S.; AZEVEDO, F. F. **O crescimento da frota de automóveis em Natal/RN e seus reflexos na produção do espaço urbano**. Vitória/ES, 2014. VII Congresso Brasileiro de Geógrafos. ISBN: 978-85-98539-04-1.

GIL, A. C. 1946. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4 ed. São Paulo: Atlas, 2002, 176 p.

HAAS, R. C. G., HUDSON, W. R., ZANIEWSKI, J. P. **Modern pavement management**. Krieger Publishing Company. Malabar, Florida, 1994.

HERMES, Thiago Breunig. **Impacto do alto tráfego em pavimento dimensionado para baixo tráfego – Estudo de caso: Coronel Barros – RS**. Departamento de ciências exatas e engenharias, Curso de Engenharia Civil. Ijuí – RS, 2013.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Panorama dos municípios brasileiros, 2010**. Disponível em <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/rn/mossoro/panorama>> Acesso em 12 de novembro de 2018.

DEPARTAMENTO DE ESTRADAS DE RODAGEM. **IP-DE-P00/004: Avaliação de pavimentos flexíveis e semirrígidos por meio de levantamento visual contínuo de defeitos da superfície**. São Paulo, 2006.

PORTO ALEGRE (Rio Grande do Sul). **Lei complementar nº 434 de 01 de dezembro de 1999**. Sistema Viário Urbano.

MATTOS, Litza. **Frota de veículos cresce 63%, e malha viária aumenta só 0,5%**. 14 ago. 2018. Disponível em: <<https://www.otempo.com.br/capa/brasil/frota-de-ve%C3%ADculos-cresce-63-e-malha-vi%C3%A1ria-aumenta-s%C3%B3-0-5-1.2013251>> Acesso em 06 de dezembro de 2018.

OLIVEIRA, F. A. D., RIBEIRO, M. N. F., FERREIRA, W. L. G. **Uso de ferramentas de georreferenciamento para avaliação da condição superficial de pavimentos urbanos**. In: Congresso de Pesquisa e Ensino em Transportes. 32º ANPET, Gramado-RS, 2018.

ONU – HABITAT **Programa das Nações Unidas para os Assentamentos Humanos**. Disponível em: <<https://nacoesunidas.org/agencia/onuhabitat/>> Acesso em 12 de novembro de 2018.

PÁEZ, Edgar Misael Arévalo. **Índice de condição do pavimento (ICP) para aplicação em sistemas de gerência de pavimentos urbanos**. Dissertação (mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Transportes. Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo, 2015.

Portal UFERSA. História. Cursos de graduação. Disponível em: <<https://ufersa.edu.br/>> Acesso em 12 de novembro de 2018.

MINISTÉRIO DOS TRANSPORTES. **Pesquisa nacional de tráfego, 2014.**
Disponível em: < <http://infraestrutura.gov.br/pesquisa-nacional-de-tr%C3%A1fego.html>> Acesso em 12 de novembro de 2018.

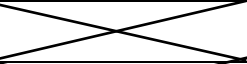
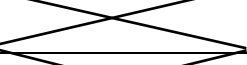
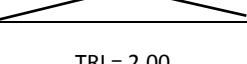
SANTANA, Humberto. Notas de aula professor Humberto Santana. **Manual de Pré-misturados a frio**, 1993.

ANEXO 1 – Inventário do estado da superfície dos pavimentos avaliados.

INVENTÁRIO DO ESTADO DA SUPERFÍCIE DO PAVIMENTO																								
RODOVIA: TRECHO: SUBTRECHO:										OPERADOR: REVESTIMENTO TIPO: DATA:														
Estaca ou km	Seção Terraplenagem	OK	TRINCAS								AFUNDAMENTOS				OUTROS DEFEITOS						TRILHAS DE RODAS			
			ISOLADAS						INTERLIGADAS				PLÁSTICO		CONSOLID		O	P	E	EX	D	R	TRI (mm)	TRE (mm)
			FI	TTC	TTL	TLC	TLL	TRR	FC-2		FC - 3		ALP	ATP	ALC	ATC								
			1	1	1	1	1	1	J 2	TB 2	JE 3	TBE 3	4	4	4	4								
1	-																						2	3
2	-																						2	2
3	-																						2	1
4	-																						2	2
5	-																						1	4
6	-																	X					2	3
7	-																X						2	3
8	-																						1	1
9	-																						2	3
10	-																			X			1	1
11	-			X			X																1	2
12	-			X			X													X			4	2
13	-																X						3	2
14	-			X																			2	1
15	-																			X			4	1
16	-			X																			4	3
17	-			X			X																3	2
18	-					X	X																6	7
19	-																						4	5
20	-			X				X												X			4	1
21	-			X					X														1	3
22	-			X	X	X	X	X												X			3	1
23	-			X				X															1	1
24	-			X				X	X														3	1
25	-																				X		3	1
26	-																			X	X		3	8

Fonte: Adaptado de DNIT 006/2003 – PRO.

ANEXO 2 – Cálculo dos IGG das vias avaliadas.

RODOVIA: Leste Novo			PLANILHA DE CÁLCULO DO ÍNDICE DE GRAVIDADE GLOBAL (IGG)			Data:	Folha:
			TRECHO:			Estaca ou Quilômetro	Estaca ou Quilômetro
			SUB-TRECHO:			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	0	0	0,00	0,20	0,00	
2	(FC - 2) J, TB	0		0,00	0,50	0,00	
3	(FC - 3) JE, TBE	0		0,00	0,80	0,00	
4	ALP, ATP, ALC, ATC	0		0,00	0,90	0,00	
5	O, P, E	0		0,00	1,00	0,00	
6	EX	0		0,00	0,50	0,00	
7	D	0		0,00	0,30	0,00	
8	R	0		0,00	0,60	0,00	
9	Média aritmética dos valores médios das flechas medidas em mm nas TRI e TRE	TRE = 2,00	TRI = 2,00	F = 4/3	1 A () 1 B ()	5,33	
10	Média aritmética das variâncias das flechas medidas em ambas as trilhas	TREv = 0,67	TRiv = 0,00	FV = 1,00	2 A () 2 B ()	0,67	
Nº TOTAL DE ESTAÇÕES, n =		4	Σ IND. GRAVID. IND. = IGG			6,00	Conceito
1A) IGI = F x 4/3 quando F ≤ 30 1B) IGI = 40 quando F > 30 2A) IGI = FV quando FV ≤ 50 2B) IGI = 50 quando FV > 50						Operador	
						Cálculo	
						Visto	

Fonte: Adaptado de DNIT 006/2003 – PRO.

RODOVIA: Leste (Antigo)		PLANILHA DE CÁLCULO DO ÍNDICE DE GRAVIDADE GLOBAL (IGG)				Data:	Folha:
TRECHO:						Estaca ou Quilômetro	Estaca ou Quilômetro
SUB-TRECHO:		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	6	4	33,33	0,20	6,67	
2	(FC - 2) J, TB	0	0	0,00	0,50	0,00	
3	(FC - 3) JE, TBE	0	0	0,00	0,80	0,00	
4	ALP, ATP,ALC, ATC	0		0,00	0,90	0,00	
5	O, P, E	3		25,00	1,00	25,00	
6	EX	0		0,00	0,50	0,00	
7	D	3		25,00	0,30	7,50	
8	R	0		0,00	0,60	0,00	
9	Média aritmética dos valores médios das flechas medidas em mm nas TRI e TRE	TRE = 2,17	TRI = 2,25	F = 4/3	1 A () 1 B ()	5,89	
10	Média aritmética das variâncias das flechas medidas em ambas as trilhas	TREv = 1,06	TRIV = 1,48	FV = 1,00	2 A () 2 B ()	2,54	
N° TOTAL DE ESTAÇÕES, n =		12	Σ IND. GRAVID. IND. = IGG			47,60	Conceito
1A) IGI = F x 4/3 quando F ≤ 30 1B) IGI = 40 quando F > 30 2A) IGI = FV quando FV ≤ 50 2B) IGI = 50 quando FV > 50						Operador	
						Cálculo	
						Visto	

Fonte: Adaptado de DNIT 006/2003 – PRO.

RODOVIA: Oeste		PLANILHA DE CÁLCULO DO ÍNDICE DE GRAVIDADE GLOBAL (IGG)				Data:	Folha:
TRECHO:		SUB-TRECHO:				Estaca ou Quilômetro	Estaca ou 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	18	7	70,00	0,20	14,00	
2	(FC - 2) J, TB	0	0	0,00	0,50	0,00	
3	(FC - 3) JE, TBE	0	0	0,00	0,80	0,00	
4	ALP, ATP, ALC, ATC	0		0,00	0,90	0,00	
5	O, P, E	0		0,00	1,00	0,00	
6	EX	0		0,00	0,50	0,00	
7	D	3		30,00	0,30	9,00	
8	R	2		20,00	0,60	12,00	
9	Média aritmética dos valores médios das flechas medidas em mm nas TRI e TRE	TRE = 3,00	TRI = 3,10	F = 4/3	1 A () 1 B ()	8,13	
10	Média aritmética das variâncias das flechas medidas em ambas as trilhas	TREv = 7,33	TRiv = 2,10	FV = 1,00	2 A () 2 B ()	9,43	
Nº TOTAL DE ESTAÇÕES, n =		10	Σ IND. GRAVID. IND. = IGG			52,56	Conceito
1A) IGI = F x 4/3 quando F ≤ 30 1B) IGI = 40 quando F > 30 2A) IGI = FV quando FV ≤ 50 2B) IGI = 50 quando FV > 50						Operador	
						Cálculo	
						Visto	

Fonte: Adaptado de DNIT 006/2003 – PRO.

ANEXO 3 – Cálculo dos IGGE das vias avaliadas.

PAVIMENTOS FLEXÍVEIS E SEMIRRÍGIDOS IGGE - ÍNDICE DE GRAVIDADE GLOBAL EXPEDIDO (CÁLCULO)													
Rodovia: Leste (Novo)													
SEGMENTO				TRINCAS			DEFORMAÇÕES			PANELA + REMENDO			(FtxPt)+(FoapxPoap)+(FpprxPpr) =IGGE
N° do seg	Km Início	Km fim	Extensão (m)	Ft %	Pt	Ft x Pt	Foap %	Poap	Foap x Poap	Fpr n°	Ppr	Fpr x Ppr	
			80										0
PAVIMENTOS FLEXÍVEIS E SEMIRRÍGIDOS IGGE - ÍNDICE DE GRAVIDADE GLOBAL EXPEDIDO (CÁLCULO)													
Rodovia: Leste (Antigo)													
SEGMENTO				TRINCAS			DEFORMAÇÕES			PANELA + REMENDO			(FtxPt)+(FoapxPoap)+(FpprxPpr) =IGGE
N° do seg	Km Início	Km fim	Extensão (m)	Ft %	Pt	Ft x Pt	Foap %	Poap	Foap x Poap	Fpr n°	Ppr	Fpr x Ppr	
			250	31,02	0,45	13,96	14,00	0,70	9,80	2,00	0,70	1,40	25,16
PAVIMENTOS FLEXÍVEIS E SEMIRRÍGIDOS IGGE - ÍNDICE DE GRAVIDADE GLOBAL EXPEDIDO (CÁLCULO)													
Rodovia: Oeste													
SEGMENTO				TRINCAS			DEFORMAÇÕES			PANELA + REMENDO			(FtxPt)+(FoapxPoap)+(FpprxPpr) =IGGE
N° do seg	Km Início	Km fim	Extensão (m)	Ft %	Pt	Ft x Pt	Foap %	Poap	Foap x Poap	Fpr n°	Ppr	Fpr x Ppr	
			210	44,40	0,65	28,86	9,10	0,30	2,73	5,00	1,00	5,00	36,59

Fonte: Adaptado de DNIT 008/2003 – PRO.