



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA
CAMPUS VIII – ARARUNA
CENTRO DE CIÊNCIAS, TECNOLOGIA E SAÚDE
COORDENAÇÃO DE ENGENHARIA CIVIL**

FRANCISCO LEANDRO DOS SANTOS

**AVALIAÇÃO FUNCIONAL DO PAVIMENTO DE UM TRECHO DA RN 269 ENTRE
AS CIDADES DE NOVA CRUZ E PASSA E FICA NO RIO GRANDE DO NORTE**

ARARUNA-PB

2023

FRANCISCO LEANDRO DOS SANTOS

AVALIAÇÃO FUNCIONAL DO PAVIMENTO DE UM TRECHO DA RN 269 ENTRE
AS CIDADES DE NOVA CRUZ E PASSA E FICA NO RIO GRANDE DO NORTE

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

Área de concentração: Pavimentação.

Orientador: Prof. Me. Osires de Medeiros Melo Neto.

ARARUNA-PB

2023

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.

S238a Santos, Francisco Leandro dos.

Avaliação funcional do pavimento de um trecho da RN 269 entre as cidades de nova cruz e passa e fica no Rio Grande do Norte [manuscrito] / Francisco Leandro dos Santos. - 2023.

44 p. : il. colorido.

Digitado.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) - Universidade Estadual da Paraíba, Centro de Ciências, Tecnologia e Saúde, 2023.

"Orientação : Prof. Me. Osires de Medeiros Melo Neto, Coordenação do Curso de Engenharia Civil - CCTS. "

1. Pavimentação. 2. Deterioração. 3. Avaliação de material. I. Título

21. ed. CDD 625.8

FRANCISCO LEANDRO DOS SANTOS

AVALIAÇÃO FUNCIONAL DO PAVIMENTO DE UM TRECHO DA RN 269 ENTRE AS CIDADES DE NOVA CRUZ E PASSA E FICA NO RIO GRANDE DO NORTE

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

Área de concentração: Pavimentação.

Aprovado em: 05/07/2023.

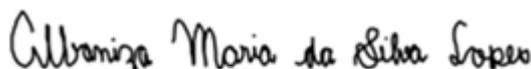
BANCA EXAMINADORA



Prof. Me. Osires de Medeiros Melo Neto (Orientador)
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)



Prof. Dra. Yáscara Maia Araújo de Brito
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)



Prof. Dra. Albaniza Maria da Silva Lopes
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)

Dedico este trabalho a minha esposa e
filha pelo o incentivo e companherismo.
Vocês foram essenciais nesta conquista.

AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente a Deus pela saúde, força e sua infinita misericórdia por ter me sustentado em todos os momentos, a honra e a glória ao único Deus que vive, não existe palavras para descrever o quanto és maravilhoso.

Aos meus pais e parentes pelo o encorajamento, paciência e compreensão das ausências nas confraternizações e reuniões familiares.

Aos professores do curso de Engenharia civil da UEPB pelo os ensinamentos, em especial, ao professor Osires de Medeiros Melo Neto, que me orientou na construção desta pesquisa.

Aos colegas de turma pelo o apoio e amizade, afinal foram varias lutas vencidas.

Aos colegas de trabalho pela o entendimento nos dias que tive de me ausentar.

RESUMO

Apesar da fragilidade da infraestrutura o modal rodoviário é o mais utilizado no Brasil e o que mais cresce no país por ter um alcance maior dentro do território nacional. Fatores como ações repetidas do tráfego, subdimensionamento da estrutura, materiais de baixa qualidade, intempéries e a falta de manutenção reduzem a durabilidade do pavimento asfáltico. Dessa forma, a fim de verificar a condição de trafegabilidade, esse estudo tem o objetivo de avaliar uma parte da via que liga a cidade de Nova Cruz a Passa e Fica, ambas situadas no estado do Rio Grande do Norte, numa extensão de 10 quilômetros divididos em 10 partes de 1 quilômetro. O método utilizado foi uma avaliação subjetiva de acordo com a norma DNIT 009/2003-PRO que trata do Valor de Serventia Atual (VSA), onde 5 avaliadores percorreram o trecho em estudo e atribuíram notas de 0 a 5 analisando o estado de cada trecho. Obtiveram-se resultados, de acordo com o quadro dos níveis de avaliação prescrito na norma, nos trechos 01 e 02 de atribuição péssima, nos trechos 03, 04, 05 e 06 ruins, e nos trechos 07, 09 e 10 regular, sendo o trecho 08 considerado bom. Com as informações que foram apuradas infere-se que a área em estudo carece passar por uma intervenção o quanto antes, pois é uma via importante para a economia da região além do fato da prevenção de acidentes, visto que é significativo que o pavimento traga conforto e segurança para os usuários.

Palavras-chave: Trafegabilidade; Funcionalidade; Deterioração; Avaliação do Pavimento; Defeito de Pavimento.

ABSTRACT

Despite the fragility of the infrastructure, the road modal is the most used in Brazil and the one that grows the most in the country because it has a greater reach within the national territory. Factors such as heavy traffic, inadequate structural design, low-quality materials, adverse weather conditions, and lack of maintenance contribute to the decreased durability of asphalt pavements. In light of this, the purpose of this study was to assess the condition of a specific section of road spanning 10 kilometers, connecting the cities of Nova Cruz and Passa e Fica in the state of Rio Grande do Norte. The evaluation was conducted through a subjective assessment method in accordance with the DNIT 009/2003-PRO standard, which utilizes the Current Service Value (VSA) approach. Five evaluators were tasked with covering the designated section and assigning scores ranging from 0 to 5 based on the condition of each segment. The results, classified according to the prescribed assessment levels in the standard, indicated poor conditions in sections 01 and 02, bad conditions in sections 03, 04, 05, and 06, and fair conditions in sections 07, 09, and 10. Section 08 was deemed to be in good condition. Based on the collected data, it is evident that immediate intervention is necessary for the studied area, considering its significance as an important economic route for the region and the imperative to prevent accidents. Ensuring a comfortable and safe pavement is of utmost importance for the well-being of road users.

Keywords: Trafficability; Functionality; Deterioration; Pavement Assessment; Pavement defect.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Camadas do pavimento flexível	14
Figura 2 - Camadas do pavimento semirrígido	15
Figura 3 - Camadas do pavimento rígido	15
Figura 4 - Trinca Transversal.	17
Figura 5 - Trinca longitudinal	18
Figura 6 - Trinca couro de Jacaré	18
Figura 7 - Trinca tipo "Bloco"	19
Figura 8 - Afundamento plástica	20
Figura 9 - Afundamento de consolidação	20
Figura 10 - Ondulação ou Corrugação	21
Figura 11 - Escorregamento.....	21
Figura 12 - Exsudação	22
Figura 13 - Desgaste.....	22
Figura 14 - Panela ou buraco	23
Figura 15 - Equipamento FWD.....	26
Figura 16 - EURADAR	27
Figura 17 - Localização da via de estudo	29
Figura 18 - Localização do trecho	29
Figura 19 - Ficha para avaliação do pavimento.....	30
Figura 20 - Trecho 01.....	31
Figura 21 - Trecho 02.....	32
Figura 22 - Trecho 03.....	33
Figura 23 - Trecho 04.....	33
Figura 24 - Trecho 05.....	34
Figura 25 - Trecho 06.....	34
Figura 26 - Trecho 07.....	35
Figura 27 - Trecho 09.....	36
Figura 28 - Trecho 10.....	36
Figura 29 - Valores médios de VSA para cada Trecho da rodovia	37
Figura 30 - Período recomendável para a manutenção dos pavimentos	38

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Resultados do VSA	37
Tabela 2 - Parâmetros estatísticos do teste ANOVA	40

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	11
2 OBJETIVOS	12
2.1 Objetivo Geral	12
2.2 Objetivos Específicos	12
3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	12
3.1 História da Pavimentação	12
3.2 Pavimento e seus tipos	13
3.3 Defeitos em pavimentos flexíveis	16
3.3.1 Terminologia	16
3.3.1.1 Fenda.....	16
3.3.1.2 Fissura	16
3.3.1.3 Trinca.....	17
3.3.1.3.1 Trinca isolada.....	17
3.3.1.3.2 Trinca interligada.....	18
3.3.1.4 Afundamento.....	19
3.3.1.4.1 Afundamento plástico	19
3.3.1.4.2 Afundamento de consolidação	20
3.3.1.5 Ondulação ou Corrugação	20
3.3.1.6 Escorregamento.....	21
3.3.1.7 Exsudação	21
3.3.1.8 Desgaste.....	22
3.3.1.9 Panela ou buraco	22
3.3.1.10 Remendo	23
3.3.1.10.1 Remendo profundo.....	23
3.3.1.10.2 Remendo superficial.....	23
3.4 Avaliações de Pavimentos Flexíveis	23

3.4.1 Avaliações funcionais	24
3.4.1.1 Levantamento visual contínuo – LVC	24
3.4.1.2 Índice de Gravidade Global (IGG)	24
3.4.2 Avaliação estrutural	25
3.4.3 Serventia	27
4 METODOLOGIA	28
5 RESULTADOS E DISCUSSÕES	31
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS E SUGESTÕES DE PESQUISAS FUTURAS	41
6.1 Considerações finais	41
6.2 Sugestões para pesquisas futuras	41
REFERÊNCIAS	43

1 INTRODUÇÃO

No Brasil, o modal mais utilizado é o rodoviário devido a isso há influência de forma considerável nos custos de investimento pelo o governo, já que os recursos para manutenção e construção dessa estrutura são poucos e escassos (CNT, 2017). Segundo pesquisas da Confederação Nacional de Transportes (CNT) 2022, foram realizadas avaliações em 110.333 km de rodovias e verificou-se que 66,0% da malha rodoviária pavimentada no Brasil apresenta algum problema sendo apontada regular, ruim ou péssima. Enquanto 34,0% da malha é considerada ótima ou boa.

Devido às intempéries como chuva, variação de temperaturas e radiações UV, os pavimentos se tornam fragilizados e somado aos esforços oriundos do tráfego aparecem defeitos como trincas e deformações permanentes. As trincas abertas no pavimento ocasiona a percolação da água no seu interior provocando uma degradação no material (DNIT, 2006).

De acordo a Norma DNIT 005/2003-TER (2003) defeitos mais comuns nos pavimentos flexíveis são: trinca transversa, trinca longitudinal, trinca de retração, trinca tipo bloco, afundamento, ondulação ou corrugação, escorregamento entre outros. Compreender todo funcionamento de degradação do pavimento é um fator primordial para usar técnicas adequadas no tratamento dos defeitos para uma restauração eficiente, pois técnicas inadequadas poderão aumentar os custos causados pelo retrabalho (DNIT, 2006).

De acordo com Hermes (2013), a avaliação funcional mostra a capacidade de um pavimento oferecer conforto ao rolamento para o usuário. Essa avaliação auxilia no estudo para determinar a condição da superfície, como seu estado interfere no rolamento dos veículos e no diagnostico dos problemas analisados. Com interesse de descobrir possíveis soluções, o referido estudo teve o objetivo de realizar uma avaliação funcional da rodovia entre Nova Cruz e Passa e Fica no estado do Rio Grande do Norte e Identificar quais os principais defeitos do pavimento além de uma análise estatística para obtermos dados relevantes.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Realizar uma análise de funcionalidade do pavimento flexível da RN 269 entre as cidades de Nova Cruz e Passa e Fica no Rio Grande do Norte.

2.2 Objetivos Específicos

- Aplicar o método de Valor de Serventia Atual (VSA);
- Identificar quais os principais defeitos do pavimento;
- Análisar estatisticamente os resultados por meio da ANOVA.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Este tópico aborda um panorama conceitual sobre a história da pavimentação; tipos de pavimentos; principais defeitos em pavimentos flexíveis e métodos utilizados na avaliação funcional de pavimentos.

3.1 História da Pavimentação

Desde o surgimento das primeiras civilizações no decorrer da história da humanidade a pavimentação foi essencial para o intercâmbio cultural, religioso, comercial, além da urbanização e desenvolvimento regional de cada povo (MOURA, 2017).

Para entender um pouco sobre a pavimentação percorremos as histórias das antigas civilizações, pois a primeira estradas surgiu no Egito, elas não se destinaram a veículos com rodas, mas a pesados trenós destinados ao transporte de cargas elevadas na construção das pirâmides (2600-2400 AC). Na Ásia tivemos a construção das estradas de Semíramis (600 a.C.) – entre as cidades da Babilônia e Ecbatana (reino da Média, no planalto Iraniano); cruzava o Rio Tigre, outra construção foi a estrada Real (500a.C.) – na Ásia Menor ligando Iônia (Éfeso) do

Império Grego ao centro do Império Persa, Susa; vias com até 2000 km de extensão. Destaca-se também a Estrada da Seda, uma das rotas de comércio mais antigas e historicamente importantes devido a sua grande influência nas culturas da China, Índia, Ásia e também do Ocidente. Foram aos romanos atribuída a arte de maior do planejamento de construção viária eles implantaram um sistema robusto construído com elevado nível de critério técnico. Já no continente americano tivemos as estradas do Império Inca (1400's), Peru (Equador, Argentina, Bolívia, Chile) e Império Maia (300's AC), México – ligando centros, povoados e portos do mar; sacbeob – estradas brancas (MOURA, 2017).

Segundo Carneiro (2004) a pavimentação no Brasil foi um pouco mais lenta comparada com alguns lugares principalmente centros comerciais maiores, no decorrer da história o primeiro pavimento de concreto foi executado no Caminho do Mar – ligação de São Paulo a Cubatão em 1926. Logo após foi realizada a construção em concreto da pavimentação da travessia de São Miguel Paulista, da antiga estrada Rio - São Paulo em 1932.

Nas décadas de 1940 e 1950 ocorreu uma grade elevação na construção da malha rodoviária no Brasil, devido aos impostos dos combustíveis líquidos e a criação do Fundo Rodoviário Nacional (FRN) no ano de 1946. Outro fato importante para esse impulsionamento foi à criação da Petrobras em 1953 durante o governo de Getúlio Vargas (BERNUCCI et al., 2022).

O Brasil passou por uma falta de recursos financeiro e com uma grande demanda de rodovias para serem construídas, essa situação estimulou a utilização de pavimentos asfáltico, com a existência de refinaria de petróleo e atrelado ao conhecimento dessa tecnologia de pavimento que estava em alta nos EUA seria economicamente viável para o país ,em consequência , gerou resistência aos métodos alternativos de pavimentação (PITTA, 1998).

3.2 Pavimento e seus tipos

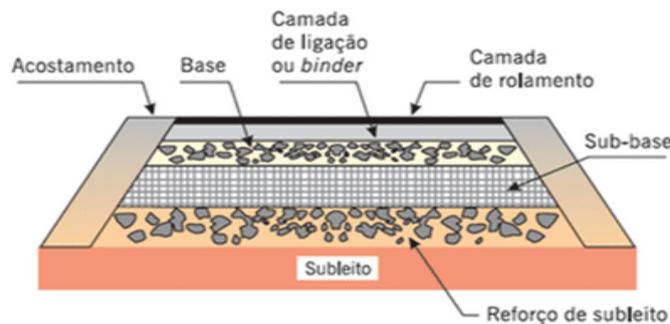
Pavimento é a superestrutura formada por um sistema de camadas de espessura determinada de diferentes matérias resistente e deformável, onde sua infraestrutura é denominada de subleito (DNIT, 2006).

O Pavimento Asfáltico é formado por uma mistura de agregados e ligantes asfáltico e comadas inferiores responsáveis a resistir aos esforços dos veículos intempéries tais pavimentos apresentam características excepcionais de segurança e conforto. Além de base, sub-base e reforço do subleito (BERNUCCI et al., 2022).

De acordo com DNIT (2006), referente à classificação de pavimentos temos três flexíveis, semirrígidos e rígidos:

– Flexível: As camadas desse pavimento se caracterizam por sofrer deformação elástica devido o carregamento aplicado sobre ele, deste modo, as cargas distribui igualmente entre as camadas. Esse pavimento é constituído por uma base britada, sub-base, reforço de subleito quando necessário, subleito e o revestimento asfáltico.

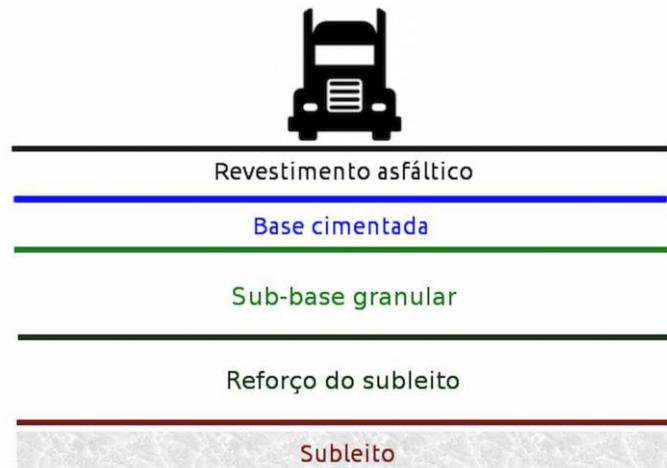
Figura 1 - Camadas do pavimento flexível



Fonte: BERNUCCI et al. (2022)

– Semirrígido: Esse pavimento também é revestido por uma camada asfáltica, porém tem sua base cimentada por um material de propriedade aglutinante, por exemplo, o uso de solo cimento na constituição de sua base.

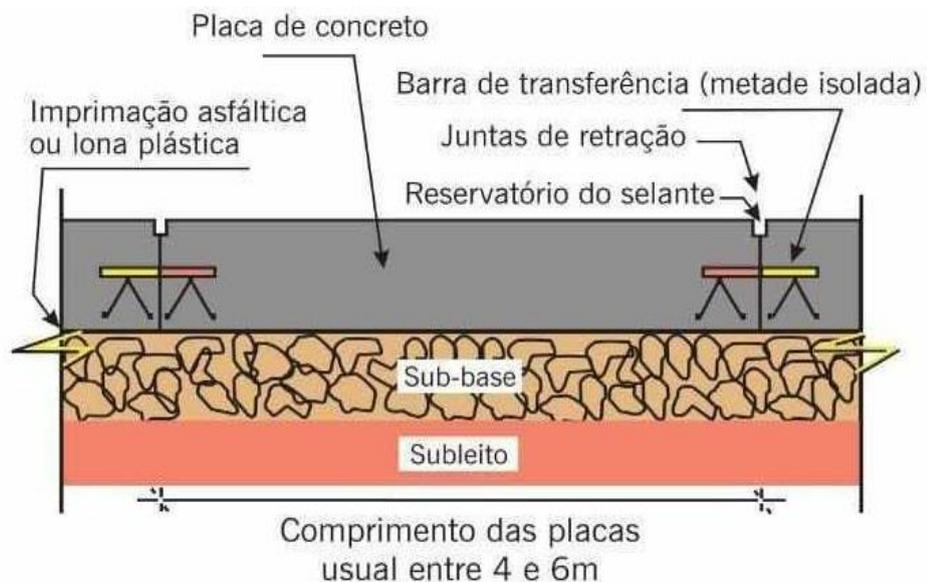
Figura 2 - Camadas do pavimento semirrígido



Fonte: DER-PR (2008)

– Rígido: Possui uma alta rigidez esse revestimento absorve praticamente todas as cargas disposta sobre ele, proveniente dos esforços aplicados. Esse pavimento caracteriza-se pelas as camadas de subleito, sub-base e uma camada constituída por lajes de concreto de cimento Portland.

Figura 3 - Camadas do pavimento rígido



Fonte: BERNUCCI et al. (2022).

3.3 Defeitos em pavimentos flexíveis

Segundo Bernucci et al. (2022) os defeitos nos pavimentos podem ser recorrentes devido a erros ou inadequações podendo aparecer em qualquer momento seja de maneira precoce ou no longo período tempo fatores como tráfego e intempéries somado aos erros de projeto, construtivos ou mesmo na escolha de matérias faz com que reduza a sua vida útil.

Ao analisar um pavimento, será necessária uma avaliação crítica dos defeitos, sua severidade e extensão de cada um deles especificamente, com isso poderá haver uma intervenção eficaz as patologias (MACHADO, 2013).

3.3.1 Terminologia

Segundo a Norma DNIT 005/2003-TER (2003) a deteriorização dos pavimentos Asfálticos poderão ser identificado e classificado visualmente de acordo com sua terminologia, os termos estabelecida na norma refere-se aos pavimentos flexíveis e semirrígidos.

3.3.1.1 Fenda

É uma descontinuidade na superfície do pavimento podendo ser causada pela falta de estabilidade da mistura asfáltica, capaz de apresentar aberturas de menor ou maior porte e de diversas formas. As fendas se dividem em fissuras e trincas.

3.3.1.2 Fissura

É uma abertura de largura capilar no revestimento do pavimento, localizada longitudinalmente e transversalmente no eixo a rodovia, geralmente pode ser vista a uma distância de 1,5 m.

NOTA: Os métodos recentes para avaliação funcional de pavimento não leva em consideração a sua gravidade.

3.3.1.3 Trinca

As trincas são facilmente visualizadas com aberturas maiores do que as fissuras podendo ser classificada como trinca isolada ou trinca interligada.

3.3.1.3.1 Trinca isolada

a) Trinca transversal

Ela apresenta direção perpendicular ao eixo da via. Se apresentar extensão de até 100 cm é chamada de trinca transversal curta e se a extensão for superior a 100 cm é denominada trinca transversal longa.

Figura 4 - Trinca Transversal.



Fonte: Norma DNIT 005/2003 – TER (2003)

b) Trinca longitudinal

Ela apresenta direção paralela ao eixo da rodovia. Se apresentar extensão de até 100 cm é chamada trinca longitudinal curta e se a extensão for superior a 100 cm é denominada trinca longitudinal longa.

Figura - 5 Trinca longitudinal



Fonte: Norma DNIT 005/2003 – TER (2003)

b) Trinca de retração

Essas trincas estão relacionadas à retração térmica ou do material do revestimento ou do material de base rígida ou semirrígida subjacentes ao revestimento.

3.3.1.3.2 Trinca interligada

a) Trinca tipo “Couro de Jacaré”

Conglomerado de trincas interligadas sem direções preferenciais, assemelhando-se ao aspecto de couro de jacaré. São defeitos estruturais podendo aparecer, ou não, trincas realçadas nas bordas.

Figura 6 - Trinca couro de Jacaré



Fonte: Norma DNIT 005/2003 – TER (2003)

b) Trinca tipo "Bloco"

Conglomerado de trincas interligadas formando blocos retangulares bem definido, podendo, ou não, apresentar erosão acentuada nas bordas.

Figura 7 - Trinca tipo "Bloco"



Fonte: Norma DNIT 005/2003 – TER (2003)

3.3.1.4 Afundamento

Deformação permanente é um dos principais defeitos apresentados nas rodovias caracterizada por depressão da superfície do pavimento, acompanhada, ou não, de solevamento, classificando-se como afundamento plástico ou de consolidação.

3.3.1.4.1 Afundamento plástico

Causado pela fluência plástica podendo ocorrer em qualquer camada do pavimento ou até mesmo no subleito, seguido de solevamento. Quando ocorre em extensão de até 6 m é chamado afundamento plástico local; se for a maior que 6 m e estiver localizado ao longo da trilha de roda é denominado afundamento plástico da trilha de roda.

Figura 8 - Afundamento plástica



Fonte: Norma DNIT 005/2003 – TER (2003)

3.3.1.4.2 Afundamento de consolidação

É gerado pela consolidação diferencial de uma ou mais camadas do pavimento ou subleito, não estando seguido de solevamento. Quando ocorre em extensão de até 6 m é chamado afundamento de consolidação local; se a extensão for maior que 6m e estiver localizado ao longo da trilha de roda é denominado afundamento de consolidação da trilha de roda.

Figura 9 - Afundamento de consolidação



Fonte: Norma DNIT 005/2003 – TER (2003)

3.3.1.5 Ondulação ou Corrugação

É uma modificação na superfície do pavimento caracterizada por ondulações ou corrugações transversais.

Figura 10 - Ondulação ou Corrugação



Fonte: Norma DNIT 005/2003 – TER (2003)

3.3.1.6 Escorregamento

Transposição do revestimento em relação à camada encoberta do pavimento, com aparecimento de fendas em forma de meia-lua.

Figura 11 - Escorregamento



Fonte: Norma DNIT 005/2003 – TER (2003)

3.3.1.7 Exsudação

Causado pela migração do ligante através do revestimento criando um brilho vitreo, representado pelo o excesso de ligante na superfície do pavimento.

Figura 12 - Exsudação



Fonte: Norma DNIT 005/2003 – TER (2003)

3.3.1.8 Desgaste

Consequência da remoção progressiva do agregado do pavimento, caracterizado por aspereza superficial do revestimento e provocado por esforços oriundo do tráfego.

Figura 13 - Desgaste



Fonte: Norma DNIT 005/2003 – TER (2003)

3.3.1.9 Panela ou buraco

Concavidade de vários tamanhos no revestimento podendo alcançar camadas inferiores do pavimento, são causadas por diferentes fatores como a falta de aderência entre camadas superpostas, causando o deslocamento das camadas.

Figura 14 - Panela ou buraco



Fonte: Norma DNIT 005/2003 – TER (2003)

3.3.1.10 Remendo

Buraco preenchido com uma ou mais camadas de pavimento na operação denominada de “tapa-buraco”, embora ser uma manutenção ou conservação é apontado como um defeito.

3.3.1.10.1 Remendo profundo

É uma mudança no revestimento em uma ou mais camadas inferiores do pavimento. Apresenta forma retangular.

3.3.1.10.2 Remendo superficial

É um acerto da camada de revestimento da superfície do pavimento com a utilização de uma camada betuminosa.

3.4 Avaliações de Pavimentos Flexíveis

Segundo Boyu et al. (2019 apud LAGO, 2021) devido às cargas oriundas dos veículos e intempéries, faz com que o pavimento esteja em constante degradação carecendo de avaliações para precisar o seu estado. Para obter informações sobre o seu estado pode ser feito através de avaliações subjetivas e objetivas. Na avaliação subjetiva um grupo de avaliadores analisam as condições referentes às irregularidades e conforto do pavimento. A avaliação objetiva faz o levantamento catalogando os defeitos de acordo com o seu tipo, severidade e densidade.

Devido à ocorrência do tráfego o pavimento começa a se deteriorar pelas as forças exercidas sobre ele. Os defeitos começam a se acumular, e com isso os pavimentos apresentam danos funcionais e estruturais, pois os pavimentos são estruturas que não manifestam ruptura súbita (BERNUCCI et al., 2022).

3.4.1 Avaliações funcionais

Segundo Silva (2006) a avaliação funcional mede o grau de desgaste do pavimento quantificando os seus problemas, essa avaliação Independentemente do profissional que ira realizar o trabalho, sendo técnicas padronizadas e de esperar resultados semelhantes.

Segundo machado (2013) as avaliações objetivas são analisadas através das normas DNIT 006/2003 – PRO que avalia o índice de Gravidade global (IGG) e pela a norma DNIT 008/2003 – PRO que determina levantamento Visual Contínuo.

3.4.1.1 Levantamento visual contínuo – LVC

Esta Norma de Levantamento Visual Contínuo (LVC) fixa os procedimentos exigíveis na avaliação da superfície de pavimentos flexíveis e semirrígidos com base na determinação do valor do ICPF - Índice de Condição de Pavimentos Flexíveis ou semirrígidos, ao mesmo tempo em que proporciona também as informações necessárias para o cálculo do IGGE -Índice de Gravidade Global Expedito e do IES – Índice do Estado de Superfície (DNIT, 2003, P.1).

Para a execução do Levantamento Visual Contínuo dever ser usado preferencialmente dois técnicos equipados com um veículo e com velocidade média de aproximada de 40 km/h percorrendo a rodovia nos dois sentidos. Em rodovias com duas pistas o procedimento devera ser feito separadamente. No Levantamento visual Contínuo serão analisado os defeitos no pavimento de acordo com a DNIT 005/2003-TE, tais como: trincas isoladas, trincas tipo couro de jacaré, trincas em bloco, flechas nas trilhas de roda, ondulações, panelas, remendos, desgaste, exsudação e escorregamento (DNIT, 2003).

3.4.1.2 Índice de Gravidade Global (IGG)

De acordo com Neto (2019) o Índice de Gravidade Global (IGG) é calculado atribuindo-se fatores de ponderação a cada defeito presencialdo na superfície, com o objetivo de apresentar sua influência. Para calcular a ocorrência dos defeitos e

preciso encontra a sua frequência que é dado pela frequência absoluta sob número de estações inventariadas vezes 100, após esse procedimento, calcular o Índice de gravidade individual (IGI) que é obtido através do produto da frequência por um fator de ponderação. Todos esses fatores e equações estão descritos na NORMA DNIT 006/2003 – PRO.

Para fazer essa avaliação é necessário ir a campo registrar os tipos de defeitos e a frequência em que eles aparecem. O pavimento é classificado em uma escala de 0 a 160, onde o menor valor representa melhores condições de trafegabilidade (NETO *et al.*, 2019).

Índice de Gravidade Global (IGG) é calculado através da equação: $IGG = \sum IGI$, onde $\sum IGI$ somatório Índice de Gravidade individual.

3.4.2 Avaliação estrutural

Os defeitos estruturais são decorrentes das repetições das cargas sobre o pavimento tais cargas são responsáveis pelas deformações causando o surgimento de trincas que podem levar à fadiga do revestimento. A avaliação estrutural está associada com essa capacidade de carga ligada diretamente ao seu projeto (BERNUCCI *et al.*, 2022).

Ainda o mesmo autor citado acima classifica outros modelos de avaliações estruturais como:

- **Destrutivas:** Um método de investigação para de cada camada que compõe o pavimento por abertura no pavimento (sondagem), recolher amostras de cada material até o subleito o ensaio de capacidade de carga é feito no local. Como o ensaio é destrutivo são pegadas poucas quantidades de pontos (BERNUCCI *et al.*, 2022).
- **semidestrutiva:** Semelhante ao método destrutivo difere nas aberturas de valas que são menores e na utilização de equipamento portátil para avaliação de capacidade de carga do pavimento (BERNUCCI *et al.*, 2022).
- **Não-destrutiva:** Esse método é apropriado para grandes extensões de área pavimentada, pois possibilita várias repetições no mesmo local, de forma a acompanhar a variação da capacidade de carga com o tempo, representadas por medidas de deflexão (BERNUCCI *et al.*, 2022).

Para avaliações não destrutivas existem alguns equipamentos que são utilizados para esse tipo de análise, por exemplo, o FWD (Falling Weight Deflectometer) possui sensores capazes de medir a deflexão do pavimento devido à aplicação desta carga, ele também fornece o mapeamento da área de pavimento ensaiado. Outro equipamento utilizado é o EURADAR ele foi desenvolvido principalmente para determinar a espessura do pavimento e capaz de descobrir qualquer anormalidade até 1 m de profundidade (SANTANA; SÁ, 2012).

Figura 15 - Equipamento FWD



Fonte: Santana; Sá, (2012)

Figura 16 - EURADAR



Fonte: Santana; Sá, (2012)

3.4.3 Serventia

De acordo com o DNIT 009/2003 – PRO É medida de avaliação subjetiva da superfície de um pavimento por um grupo de pessoas que irá analisar o trecho relatando seus argumentos sobre a capacidade do pavimento de servi a exigências do trafego, no momento da avaliação, quanto à suavidade e ao conforto.

“O Valor da Serventia Atual é uma atribuição numérica compreendida em uma escala de 0 a 5, dada pela média de notas de avaliadores para o conforto ao rolamento de um veículo trafegando em um determinado trecho, em um dado momento da vida do pavimento” (DNIT, 2011).

De acordo com DNIT 009/2003 – PRO às condições impostas para a avaliação do pavimento são as seguintes:

- Cada trecho deve ser avaliado definindo Valor de Serventia Atual, atribuindo a rodovia como se estivesse um tráfego intenso de veículos comerciais e passageiros.
- Os avaliadores devem respeitar condição da superfície no momento da análise, conseqüentemente pode caracterizar um pavimento como “bom” embora, esteja em eminente ruptura.
- A avaliação não poderá ser realizada nos dias em que o clima não for favorável, por exemplo, chuva, neblina, nevoeiro etc.

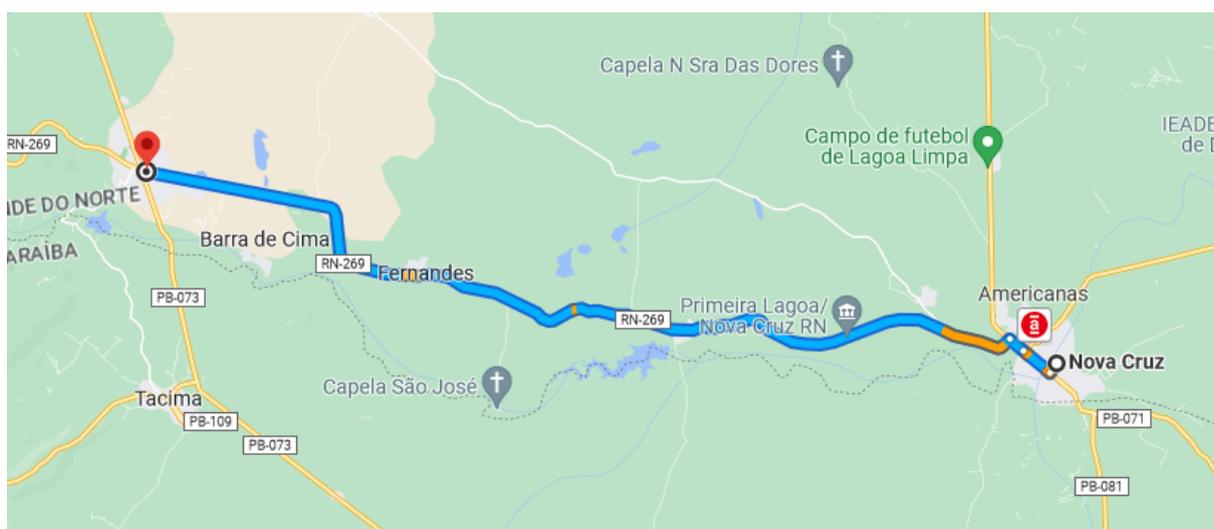
- O avaliador deve desprezar os aparência do projeto geométrico da rodovia como alinhamento, largura do acostamento, largura do revestimento. Os avaliadores devem analisar os trechos como o projeto geométrico fosse feito para qualquer tráfego.
- A resistência à derrapagem do revestimento não será assinalado pelo os avaliadores.
- De acordo com a Norma DNIT 005/2003-TER os avaliadores devem considerar principalmente os “buracos”, saliências, irregularidades transversais e longitudinais da superfície. E não levar em consideração Grandes depressões resultantes do recalque de aterros.
- Os cruzamentos ferroviários, imperfeições nos acessos das pontes e imperfeições devidas a recalques de bueiros, deve ser ignorado pelo os avaliadores.

Portanto, logo depois de obedecer a essas especificações, um grupo de avaliadores irá julgar de maneira individual utilizando uma escala de zero (péssimo) a cinco (ótimo), após adquirir as notas de cada trecho relaciona-se o valores obtidos da media aritmética com os conceitos correspondentes do valor de Serventia Atual (VSA) (FERNANDES JÚNIOR, 1999).

4 METODOLOGIA

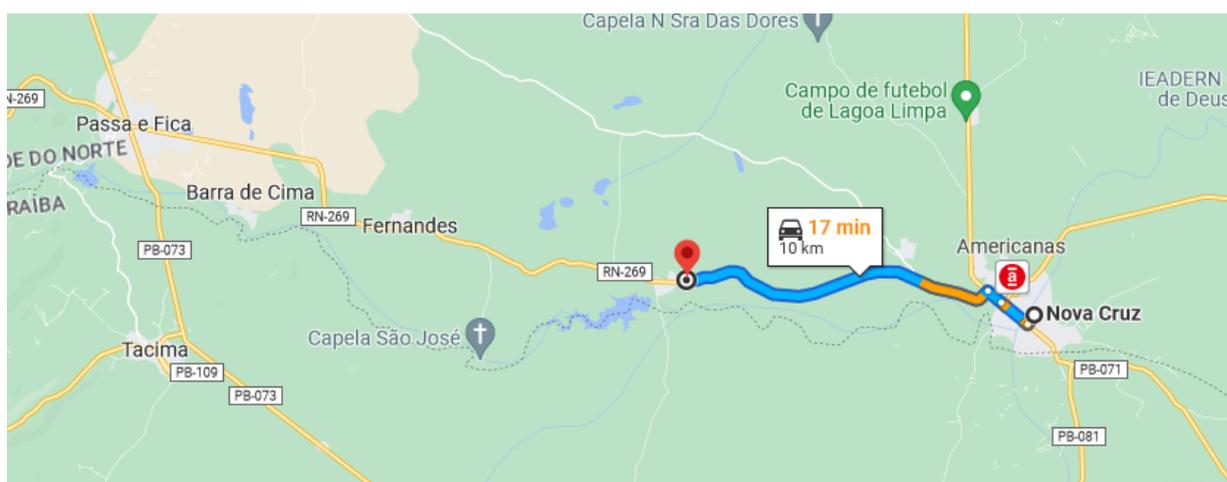
A área de estudo constitui a rodovia RN 269, localizada entre os municípios de Nova Cruz e Passa e Fica ambas no Rio Grande do Norte. Consiste em uma via de pavimento flexível, muito importante para a região quanto ao desenvolvimento econômico e social, pois é a principal conexão entre os municípios. A Figura 15 apresenta toda a rodovia RN 269, enquanto a Figura 16 apresenta o trecho escolhido para análise.

Figura 17 - Localização da via de estudo



Fonte: Google Maps (2023)

Figura 18 - Localização do trecho



Fonte: Google Maps (2023)

A obtenção dos dados para eventuais defeitos foi por meio da aplicação do método Valor de Serventia Atual (VSA) em que ao analisar a via os avaliadores atribuem notas entre 0 e 5 para condições de rolamento e conforto do trecho pré-determinado. Todos os membros que participaram do estudo são usuários da via motorista e profissionais da construção civil estavam perfeitamente conscientizados sobre as normas e do objetivo da avaliação, antes de ser testada experimentalmente a sensibilidade dos mesmos (DNIT 005/2003-TER, 2003).

De acordo com a Norma DNIT 009 (2003), o grupo responsável pela determinação do VSA deve ser composto por pelo menos cinco membros que saibam os propósitos técnicos e as recomendações da respectiva norma.

Antes da realização do estudo foram feitas algumas adaptações da norma. Determinou-se uma distancia de 10 km compreendida entre os dois municípios, posteriormente dividida em 10 trechos de 1 km. O Valor da Serventia Atual (SVA) foi definido por um grupo de cinco pessoas , onde todos compreendem os propósitos técnicos previsto na norma. A Figura 17 apresenta um exemplo de avaliação de serventia com os níveis para julgamento do pavimento.

Figura 19 - Ficha para avaliação do pavimento

VSA - Valor de Serventia Atual	5	ÓTIMO	Conceito
	4	BOM	
	3	REGULAR	
	2	RUIM	
	1	PÉSSIMO	
Rodovia: _____ _____ _____			
Observações: _____ _____ _____			
Nº do Avaliador: _____ _____ _____			
Data: ____/____/____			
_____ Índice geral			

Fonte: Norma DNIT 009 (2003)

De acordo com a norma DNIT 009 (2003) os resultados para cada trecho de pavimento avaliado devem ser relacionados separadamente e são obtidos por meio da seguinte fórmula:

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

Onde:

VSA - Valor de Serventia Atual;

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

n - número de membros do grupo de avaliação.

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Ao analisar a superfície do pavimento no Trecho 01, de acordo com a Figura 18, observou-se em toda sua totalidade defeitos como afundamentos do pavimento, trincas couro de jacaré, panelas e remendos além da quantidade de material granular para tapar os buracos provisoriamente prejudicando o atrito do pavimento com os veículos.

Figura 20 - Trecho 01



Fonte: Elaborado pelo autor (2023)

Nos Trechos 02 e 03 a superfície do pavimento apresenta defeitos como buracos, pois existe uma grade de degradação do pavimento praticamente em toda sua extensão e com o acúmulo de água no pavimento aumenta a erosão no revestimento. Pode-se observar também um material granular que não é adequado para manutenção do pavimento.

Figura 21 - Trecho 02



Fonte: Elaborado pelo autor (2023)

Figura 22 - Trecho 03



Fonte: Elaborado pelo autor (2023)

Na superfície do pavimento nos Trechos 04, 05, 06 e 07 são defeitos que se repete de maneira mais moderada em relação aos trechos anteriores, pois ainda são bastante recorrentes defeitos como buracos e trincas couro de jacaré e como nos trechos anteriores a presença de material para fechar os buracos sendo uma solução paliativa pois não resolve o problema definitivamente.

Figura 23 - Trecho 04



Fonte: Elaborado pelo autor (2023)

Figura 24 - Trecho 05



Fonte: Elaborado pelo autor (2023)

Nos Trechos 06 e 07 observaram-se defeitos semelhantes aos Trechos 03, 04 e 05; buracos e trincas couro de jacaré e presença de material para fechar os buracos.

Figura 25 - Trecho 06



Fonte: Elaborado pelo autor (2023)

Figura 26 - Trecho 07



Fonte: Elaborado pelo autor (2023)

No pavimento dos Trechos 08, 09 e 10 foi verificada uma melhor condição de toda área de estudo, porém exibe defeitos comuns como panelas e remendo. Nessa parte da rodovia praticamente não se verificou mais o material granular presente nos demais trechos (utilizado para fechar os buracos).

Figura 24 - Trecho 08



Fonte: Elaborado pelo autor (2023)

Figura 27 - Trecho 09



Fonte: Elaborado pelo autor (2023)

Figura 28 - Trecho 10



Fonte: Elaborado pelo autor (2023)

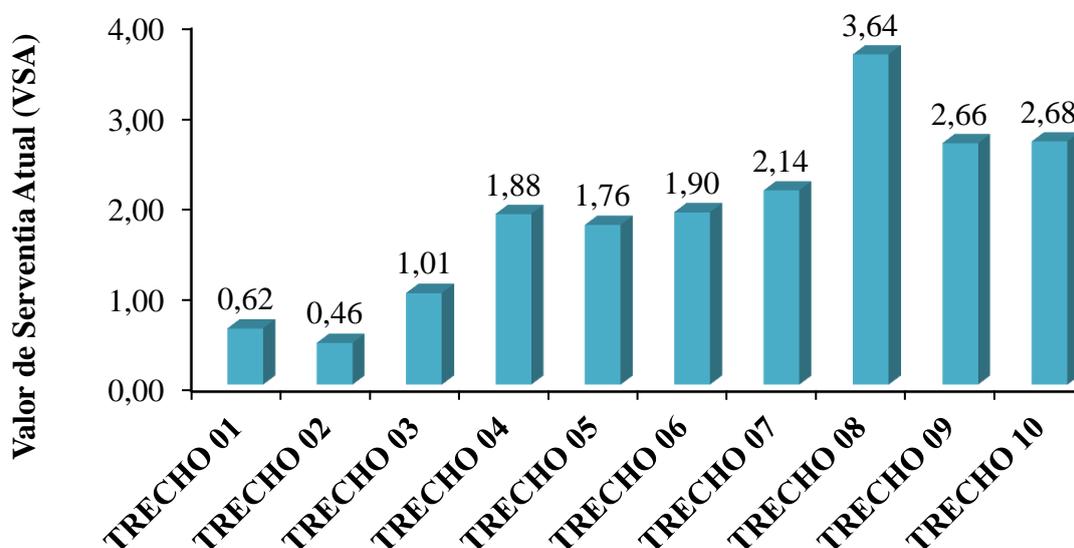
Essa avaliação foi realizada no dia 26 de março de 2023, conforme a norma DNIT 009/2003-PRO que trata da avaliação subjetiva de serventia do pavimento analisando seu conforto e suavidade, onde os avaliadores analisaram o trecho em estudo e dispuseram de uma nota de entre 0 e 5 verificando o pavimento numa extensão de 10 km subdividido em trechos 1 km. Na Tabela 1 estão apresentados os resultados da avaliação VSA do pavimento por avaliador e a Figura 27 apresenta as médias referentes a cada Trecho de 1 km analisado.

Tabela 1 - Resultados do VSA

	AVALIADORES					MÉDIA
	Nº 1	Nº 2	Nº 3	Nº 4	Nº 5	
TRECHO 01	1,00	0,50	0,60	0,50	0,50	0,62
TRECHO 02	1,00	0,50	0,50	0,10	0,20	0,46
TRECHO 03	2,50	0,75	0,90	0,70	0,20	1,01
TRECHO 04	3,50	2,60	2,00	1,00	0,30	1,88
TRECHO 05	3,10	2,70	1,30	1,30	0,40	1,76
TRECHO 06	3,00	2,70	1,80	1,50	0,50	1,90
TRECHO 07	4,00	2,80	1,60	2,20	0,10	2,14
TRECHO 08	4,30	2,90	3,50	2,50	5,00	3,64
TRECHO 09	2,00	2,50	2,80	2,00	4,00	2,66
TRECHO 10	2,70	3,00	2,90	1,80	3,00	2,68
MÉDIA TOTAL						1,88

Fonte: Elaborado pelo autor (2023)

Figura 29 - Valores médios de VSA para cada Trecho da rodovia

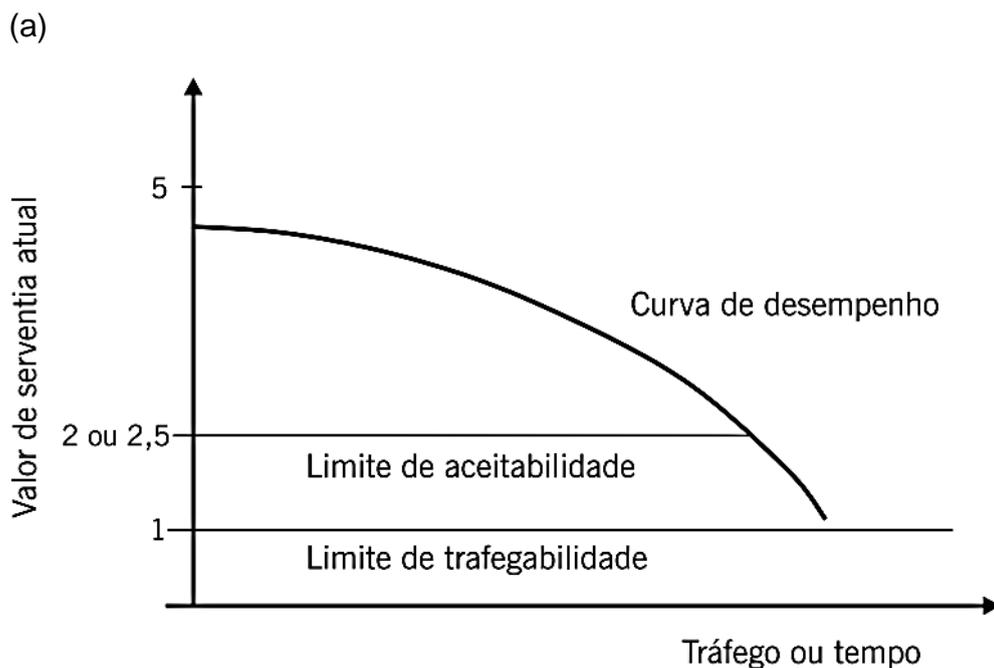


Fonte: Elaborado pelo autor (2023)

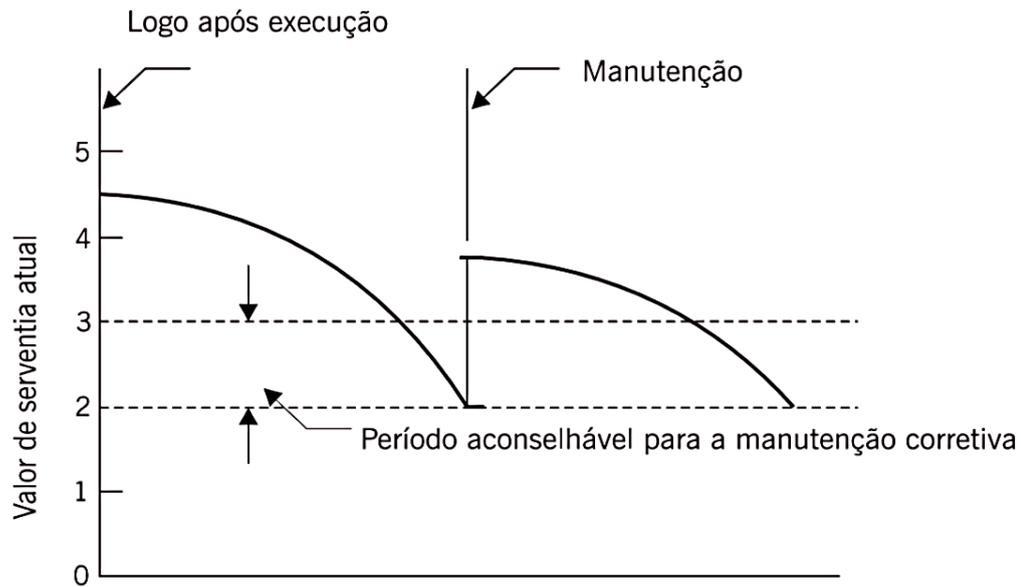
Na análise do resultado da superfície do pavimento verifica-se que a área avaliada apresenta um avançado grau de deterioração, pois a maioria das notas foram baixas devido à condição do pavimento. O gráfico apresentado na Figura 27 aponta que o trecho com pior condição é o 02 com menor valor de VSA. De maneira geral, observa-se que os Trechos iniciais apresentam menor funcionalidade e os Trechos finais maior trafegabilidade com valores de VSA maiores em relação aos demais.

Esses achados apontam a necessidade imediata de uma intervenção, pois o pavimento apresenta uma grande quantidade de defeitos tornando uma via praticamente intransitável. Vale resaltar que deve-se priorizar os primeiros trechos, visto que já está no seu estado de limite ultimo. Essa via foi construída no início dos anos 2000 devido a todo esse tempo provavelmente ela já tenha ultrapassou o seu limite de funcionalidade, além da falta manutenção que contribui na piora o seu estado. A Figura 28 apresenta o gráfico de necessidade de manutenção em pavimentos quanto ao valor de VSA.

Figura 30 - Período recomendável para a manutenção dos pavimentos



(b)



Fonte: Bernucci et al. (2022)

O valor médio total de VSA do pavimento foi de **1,88**, ou seja, está abaixo do limite de VSA para manutenção corretiva (2,00). Assim, pode-se apontar que o pavimento se encontra dentro da região entre 0 e 1 apresentando uma situação bem degradada com baixa funcionalidade para trafegabilidade, aproximando-se da faixa de limite de trafegabilidade.

A análise de variância (ANOVA) de fator único foi utilizada neste estudo para avaliar as diferenças significativas entre as médias de diferentes grupos. O objetivo foi comparar os valores de VSA frente aos Trechos analisados (Trecho 01, Trecho 02, Trecho 03, Trecho 04, Trecho 05, Trecho 06, Trecho 07, Trecho 08, Trecho 09, Trecho 10). Os dados foram submetidos à análise de variância de fator único, utilizando um nível de significância de $\alpha = 0,05$ (5%).

O teste de normalidade dos dados foi verificado por meio do teste de Kolmogorov-Smirnov. Todos os cálculos estatísticos foram realizados utilizando o software estatístico Excel (versão 2021) e os resultados foram considerados significativos quando $p < 0,05$.

Considerou-se duas hipóteses nesta análise: (i) hipótese nula (não há diferença estatisticamente significativa entre as médias observadas), (ii) hipótese alternativa (há diferença estatisticamente significativa entre as médias observadas). A Tabela 2 apresenta os parâmetros estatísticos obtidos no teste ANOVA.

Tabela 2 - Parâmetros estatísticos do teste ANOVA

GRUPOS	CONTAGEM	SOMA	MÉDIA	VARIÂNCIA		
TRECHO 01	5	3,1	0,62	0,047		
TRECHO 02	5	2,3	0,46	0,123		
TRECHO 03	5	5,05	1,01	0,763		
TRECHO 04	5	9,4	1,88	1,607		
TRECHO 05	5	8,8	1,76	1,238		
TRECHO 06	5	9,5	1,9	0,995		
TRECHO 07	5	10,7	2,14	2,088		
TRECHO 08	5	18,2	3,64	1,038		
TRECHO 09	5	13,3	2,66	0,678		
TRECHO 10	5	13,4	2,68	0,257		
FONTE DA VARIAÇÃO	SQ	gl	MQ	F_{calc}	p-valor	F_{tab}
Entre grupos	43,94525	9	4,882806	5,527287	6,2x10⁻⁵	2,124029
Dentro dos grupos	35,336	40	0,8834			
Total	79,28125	49				

SQ = Soma dos quadrados; gl = Grau de liberdade; MQ = Quadrados médios; F_{calc} = F calculado; F_{tab} = F tabulado; NA = Não Aplicável.

Fonte: Elaborado pelo autor (2023)

Por meio dos dados da Tabela 2, verifica-se que o valor de F_{calc} foi maior que o F_{tab}, apontando que se encontra dentro de área de rejeição da hipótese nula e aceitação da hipótese alternativa. Ou seja, houve diferença estatisticamente significativa entre as médias obtidas nos Trechos avaliados.

Esses resultados corroboram com os valores demonstrados na Figura 27, onde foram observados Trechos mais deteriorados que outros com valores de VSA inferiores. O p-valor (6,2 x 10⁻⁵) foi menor que o nível de significância de 5% (0,05) indicando que há diferença estatisticamente significativa entre as médias observadas.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS E SUGESTÕES DE PESQUISAS FUTURAS

6.1 Considerações finais

Os valores obtidos apontam uma condição não satisfatória em relação ao estado atual da via , pois se observou uma numerosa quantidade de defeitos. A melhor avaliação média teve como conceito bom equivalente a 10% das médias, onde 90% das médias das notas analisadas pelos avaliadores correspondem de péssimo a regular, ou seja, apenas um trecho dos dez avaliados teve um conceito bom. Defeitos como afundamento plástico, trincas couro de jacaré e painelas são recorrentes praticamente em todo trecho da área estuda ainda existe alguns deformações que alcançou as camadas mais inferiores do pavimento. Para avaliar a significância entre os trechos utilizamos o teste da ANOVA, obtivemos um resultado satisfatório, segundo o teste estático as médias dos trechos são estatisticamente significativa o que corrobora com as médias da avaliação, ou seja, cada trecho tem um média diferente. Esse método de avaliação funcional tem uma aplicação muito prática, é um estudo simples, barato, eficiente, e tem uma norma muito clara, no estudo acima tivemos um resultado aceitável e dentro do esperado logo é uma rodovia bastante deteriorada. Na grande maioria dos locais ou repartições responsáveis pela gestão da infraestrutura não existem profissionais designados para fazer esses estudos de análise do pavimento, pois seria importante para que a estrada não chegasse a esse ponto de degradação.

6.2 Sugestões para pesquisas futuras

Pesquisas futuras que podem ser exploradas para ampliar o conhecimento e a compreensão sobre o tema:

- (1) Análise temporal do VSA da área de estudo;
- (2) Realizar uma análise do Índice de Irregularidade do pavimento;
- (3) Apresentar medidas corretivas para os defeitos apresentados no pavimento;
- (4) Fazer um estudo de impacto ambiental das atividades corretivas de pavimentação asfáltica.

- (5) Avaliar a condição da camada de rolamento, por meio do Valor de Serventia Atual (VSA), e cálculo do Índice de Gravidade Global (IGG).
- (6) Analisar, por meio da literatura, os métodos não destrutivos de obtenção das deflexões, a fim de determinar o mais viável para realizar uma futura avaliação estrutural no trecho.
- (7) Fornecer soluções para que o pavimento volte a apresentar níveis de desempenho (conforto, segurança e economia) aceitáveis.
- (8) Analisar funcionalmente de outras rodovias, armazenando os resultados obtidos, gerando um banco de dados a fim de fomentar um sistema de gerenciamento de pavimentos mais eficaz e que contemple o máximo de rodovias possível, para que as intervenções de restauração sejam realizadas no momento correto e com os procedimentos mais adequados, gerando economia, e trazendo conforto e segurança aos usuários.

REFERÊNCIAS

BERNUCCI *et al.* **Pavimentação Asfáltica**: formação básica para engenheiros.. Rio de Janeiro: Universidade Petrobras, 2022.

CARNEIRO, L. A. V. Pavimentos de Concreto: histórico, tipos e modelos de fadiga, Artigo Científico In: Seção de Engenharia de Fortificação e Construção, Instituto Militar de Engenharia, Rio de Janeiro, 2014.

CNT. **Anuário CNT do Transporte estatísticas consolidadas 2017**. Confederação Nacional do Transporte, 2017. Disponível em: < <https://anuariodotransporte.cnt.org.br/2017/File/MaterialImprensa.pdf> >. Acesso em: 28 maio. 2022.

CNT. **Pesquisa CNT de Rodovias**. Confederação Nacional do Transporte, 2022. Disponível em: < <https://pesquisarodovias.cnt.org.br/conteudo> >. Acesso em: 28 maio. 2022.

DEPARTAMENTO DE ESTRADAS DE RODAGEM DO ESTADO DO PARANÁ. **Norma de pavimentos flexíveis e rígidos**. Curitiba: DER-PR, 2008.

DNIT – DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES. **Manual de Restauração de pavimentos Asfálticos**, 2006. Disponível em:< https://www.gov.br/dnit/pt-br/assuntos/planejamento-e-pesquisa/ipr/coletanea-de-anuais/vigentes/720_manual_restauracao_pavimentos_afalticos.pdf > Acesso em: 28 maio. 2022.

DNIT - DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES. **Manual de pavimentação, 2006**. Disponível em:< <https://marcosporto.eng.br/wp-content/uploads/2018/02/Manual-de-Pavimentacao-719-DNIT-2006.pd> > Acesso em: 1 junho. 2022.

DNIT - DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES. NORMA DNIT 005/2003 – TER: **Defeitos nos pavimentos flexíveis e semirrígidos**. Rio de Janeiro, 2003.

FERNANDES JÚNIOR, J. L.; ODA, S.; ZERBINI, L. F. **Defeitos e Atividades de Manutenção e Reabilitação em Pavimentos Asfálticos**. Apostila. Escola de Engenharia de São Carlos. Universidade de São Paulo. São Carlos, 1999.

GOOGLE MAPS – Disponível em: < <https://www.google.com/maps/@-6.435271,-35.6837555,13z?entry=ttu> >. Acesso em: 19 jun. 2023.

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.

LAGO, Luiz Paulo Dos Reis. **Análise de Defeitos em Pavimentos Flexíveis da Cidade de João Pessoa por Meio de Imagens coletadas pelo o Google Earth.** João Pessoa-PB: Universidade Federal da Paraíba, 2021.

MACHADO, Denise Maria Camargo. **Avaliação de normas de identificação de defeitos para fins de gerência de pavimentos flexíveis.** 2013. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

MOURA, Edson de. **Transporte e Obras de Terra: movimento de terra e pavimentação.** São Pulo – SP: Faculdade de Tecnologia de São Paulo-SP, 2017.

NETO, Antonio Dias de Lima Terceiro. **Avaliação das Condições do Pavimento em uma via na Cidade de João Pessoa/PB – Comparação entre Índice.** Balneário Camboriú-SC: 33ª Congresso de Pesquisa e Ensino em Transporte ANPET, 2019.

NETO, Paulo Vitor Anastácio. **Avaliação Funcional de um Trecho da Rua Francisco Vicente Ferreira pelos Métodos do IGG e do PCI.** Uberlândia-MG: Universidade Federal de Uberlândia, 2019.

PITTA, M. R. **Projeto de sub-bases para pavimentos de concreto – ET 29.** Associação Brasileira de Cimento Portland (ABCP), São Paulo. 1998.

SANTANA, Cinthia Isabelle Alves de.; SÁ, Rener Freire Aguiar de: **Ensaio não Destrutivos em Pavimentos pelo Método FWD – Análise Estrutural Comparativa entre as Faixas da av. Artur Lima Cavalcanti, Santo Amaro – Recife – PE.** Recife-PE, Universidade Federal de Pernambuco Centro de Tecnologia e Geociência, 2012.

SILVA, Marcelo C. **Avaliação Funcional e Estrutural das Vias Asfaltadas do Campus da UFV.** Dissertação de Pós-Graduação (Engenharia Civil-Magister Scientiae) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2006. Disponível em: <<https://www.locus.ufv.br/bitstream/123456789/3810/1/texto%20completo.pdf> > Acesso em: 06/06/2023.