



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA AGROALIMENTAR
UNIDADE ACADÊMICA DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA AMBIENTAL
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL**

**AVALIAÇÃO FUNCIONAL DE PAVIMENTO ASFÁLTICO EM TRECHO
DA PB-262 LIGANDO AS CIDADES DE PATOS-PB E SÃO JOSÉ DO
BONFIM-PB UTILIZANDO O MÉTODO LVC.**

MARIA HELENA DE LUCENA JUSTINIANO

**POMBAL – PB
2023**

MARIA HELENA DE LUCENA JUSTINIANO

AVALIAÇÃO FUNCIONAL DE PAVIMENTO ASFÁLTICO EM TRECHO
DA PB-262 LIGANDO AS CIDADES DE PATOS-PB E SÃO JOSÉ DO
BONFIM-PB UTILIZANDO O MÉTODO LVC.

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado à Unidade Acadêmica de
Ciências e Tecnologia Ambiental da
Universidade Federal de Campina Grande,
como parte dos requisitos necessários
para obtenção do título de Engenheiro
Civil.

Orientador(a): Prof^a Elisângela Pereira da
Silva

POMBAL – PB

2023

J96a Justiniano, Maria Helena de Lucena.

Avaliação funcional de pavimento asfáltico em trecho da PB-262 ligando as cidades de Patos-PB e São José do Bonfim-PB utilizando o método LVC / Maria Helena de Lucena Justiniano. – Pombal, 2023.

58 f. : il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil)
– Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Ciências e
Tecnologia Agroalimentar, 2023.

“Orientação: Profa. Dra. Elisângela Pereira da Silva”.

Referências.

1. Pavimento asfáltico. 2. Pavimento flexível. 3. Patologia em pavimentação.
4. Patologia em rodovia. I. Silva, Elisângela Pereira da. II. Título.

CDU 693.78 (043)

UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA AGROALIMENTAR
UNIDADE ACADÊMICA DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA AMBIENTAL
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL

PARECER DA COMISSÃO EXAMINADORA DE TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO.

MARIA HELENA DE LUCENA JUSTINIANO

**AVALIAÇÃO FUNCIONAL DE PAVIMENTO ASFÁLTICO EM TRECHO DA PB 262
LIGANDO AS CIDADES DE PATOS-PB E SÃO JOSÉ DO BONFIM-PB
UTILIZANDO O MÉTODO LVC.**

Trabalho de Conclusão de Curso da discente Maria Helena de Lucena Justiniano **APROVADO** em 04 de dezembro de 2023 ano pela comissão examinadora composta pelos membros abaixo relacionados como requisito para obtenção do título de ENGENHEIRO CIVIL pela Universidade Federal de Campina Grande.

Registre-se e publique-se.



Documento assinado digitalmente
ELISANGELA PEREIRA DA SILVA
Data: 07/12/2023 21:42:39-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof^a. Dr^a. Elisângela Pereira da Silva
(Orientadora – UFCG)



Assinado digitalmente por Eduardo
Morais de Medeiros
Razão: Eu atesto a precisão e a
integridade deste documento
Localização: Pombal/PB
Data: 2023.12.08 18:30:57-03'00'

Prof. D. Sc. Eduardo Morais de Medeiros
(Membro Interno – UFCG)

Prof^a. Dr^a. Sinara Martins Camelo
(Membro Externo – UFCG)

Dedico esse trabalho aos meus pais (Evani e Saulo) que sempre me proporcionaram tudo. Amo vocês!

AGRADECIMENTOS

Agradeço em primeiro lugar a Deus, só Ele sabe o que eu passei pra chegar até aqui, foram anos, mais de 1000 dias, tentando terminar esse TCC, para enfim conseguir encerrar esse ciclo chamado Graduação.

Peço licença a minha família, pra agradecer logo em seguida a minha orientadora Elisângela, sem ela eu não teria conseguido, se fosse qualquer outro orientador eu já teria desistido. Elisângela, espero que ao lê essas palavras, a senhora saiba o quanto foi importante na minha trajetória pessoal e profissional, sempre irei me lembrar com carinho da senhora. Muito obrigada por tudo.

Agradeço a minha mãe Evani, por todo amor, paciência, dedicação e empenho ao longo desses meus 30 anos de vida, e aos meus irmãos, Joanice e Saulo Filho, pela paciência e apoio nos momentos de desespero e estresse. Meu pai Saulo, que está junto de Deus, obrigada por ter sido exemplo de fé e sabedoria, por nunca ter medido esforços pra dar-nos a melhor educação possível. Até que enfim eu estou terminando painho.

Agradeço aos meus amigos da vida e aos que fiz ao longo desses anos na UFCG, não citarei nomes, para não correr o risco de esquecer ninguém, mas vocês fizeram e fazem a minha vida mais feliz.

Agradeço a minha banca, pela disponibilidade em me ajudar nesse momento tão importante da minha vida, meu muito obrigada.

RESUMO

As rodovias são o principal meio de locomoção de bens, serviços e pessoas no Brasil. Por isso é importante que elas estejam em boas condições para proporcionar conforto e segurança aos usuários. Todavia, muitas rodovias do país apresentam defeitos e algumas nem são pavimentadas. O principal tipo de pavimento utilizado nas rodovias é o flexível, apesar de existir outros como o rígido e o semirrígido. Apesar de sua grande utilização, o pavimento flexível começa a apresentar defeitos (patologias) ao longo do tempo. Essas patologias são inúmeras e são classificadas pela DNIT, para que se possa entender qual melhor tipo de conservação a ser realizada no pavimento. Com isso, o intuito desse trabalho é realizar a análise funcional do pavimento flexível, que liga as cidades de Patos - PB e São José do Bonfim -PB, através do método do Levantamento Visual Contínuo (LVC), normatizado pelo DNIT 008/2003. Esse método analisa visualmente as patologias encontradas no pavimento, com ele são encontrados três índices: Índice de Condição dos Pavimentos Flexíveis (ICPF), o Índice de Gravidade Global Expedito (IGGE) e Índice do Estado de Superfície do Pavimento (IES). A obtenção dos índices mostrou que a rodovia se apresenta em péssimo estado de conservação. Isso implica em prejuízos para os usuários.

.

Palavras-chave: Pavimentos Flexíveis; Patologias; Prejuízos

ABSTRACT

Roads serve as the primary conduit for the transportation of goods, services, and people in Brazil. Ensuring their optimal condition is crucial for providing comfort and safety to users. Unfortunately, a significant number of the country's roads are defective, with some lacking proper pavement. Flexible pavements are prevalent on highways, although there exist alternatives like rigid and semi-rigid pavements. Despite their prevalence, flexible pavements are not immune to defects (pathologies) over time. These pathologies are numerous and classified by the DNIT to guide appropriate maintenance. This study focuses on a functional analysis of the flexible pavement connecting Patos - PB and São José do Bonfim - PB, utilizing the Continuous Visual Survey (CVS) method outlined in DNIT 008/2003. The method visually assesses pavement pathologies, yielding three key indices: Flexible Pavement Condition Index (FPCI), Expedited Global Severity Index (EGSI), and Pavement Surface Condition Index (PSCI). The obtained indices reveal a severely deteriorated road, signifying substantial losses for its users.

Key words: Flexible Pavement; Pathologies; Losses

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Camadas do Pavimento.....	20
Figura 2 - Pavimento Flevível.....	21
Figura 3 - Diferença entre pavimento rígido e pavimento flexível.....	22
Figura 4 - Estrutura dos pavimentos semirrígidos.....	23
Figura 5 - Fissuras	24
Figura 6 - Trincas Isoladas.....	25
Figura 7- Trinca tipo Couro de Jacaré.....	25
Figura 8 - Afundamento Tipo Plástico	26
Figura 9 - Ondulações.....	27
Figura 10 - Escorregamento.....	27
Figura 11 - Exsudação	28
Figura 12 - Desgaste.....	28
Figura 13 - Painelas.....	29
Figura 14 - Remendos.....	30
Figura 15 - Fluxograma das atividades realizadas.....	36
Figura 16 -Trecho da PB-262 entre as cidade de Patos-PB e S. J. do Bonfim - PB .	37
Figura 17- Início do trecho analisado da PB 262 – Saída de Patos-PB	38
Figura 18 - Final do trecho analisado da PB 262 – (Saída de S. J. do Bonfim-PB)...	38
Figura 19 - Trincas isoladas, trincas couro de jacaré.....	50
Figura 20- Trincas Couro de Jacaré e Remendos.....	50
Figura 21 - Trincas isoladas	51
Figura 22 - Trincas Longitudinais	51

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Manifestação de Defeitos em trecho da PB 262	44
Tabela 2- Índice de Condição do Pavimento Flexível, informações complementares e observações do trecho da PB 262	46
Tabela 3 - Trincas em trecho da PB 262	47
Tabela 4 - Deformações em trecho da PB 262	47
Tabela 5 - Panela + Remendo em trecho da PB 262	48
Tabela 6 - Índice de Gravidade Global Expedito da PB 262	48
Tabela 7 - Resultado do método LVC	49

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Frequência de defeitos.....	40
Quadro 2 - Conceitos do ICPF	40
Quadro 3 - Determinação do Índice de Gravidade	42
Quadro 4 - Pesos para cálculo do IGGE	42
Quadro 5 - IES (Índice do Estado de Superfície do Pavimento).....	43
Quadro 6 – Resumo das Patologias no Pavimento.....	45

LISTA DE SIGLAS E SÍMBOLOS

Siglas

- CNT - Confederação Nacional de Transportes
- DER - Departamento de Estradas e Rodagem
- DNIT – Departamento Nacional de Infraestrutura e Transporte
- ICPF – Índice da Condição do Pavimento Flexível
- IES – Índice do Estado da Superfície do Pavimento
- IGGE – Índice de Gravidade Global Expedito
- LVC – Levantamento Visual Contínuo
- Entr. - Entrocamento

SUMÁRIO

Registre-se e publique-se.....	4
1. INTRODUÇÃO.....	15
1.1. Justificativa	17
1.2. Objetivos.....	17
1.2.1. <i>Objetivo Geral</i>	17
1.2.2. <i>Objetivos Específicos</i>	17
2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	19
2.1. Rodovias no Brasil	19
2.2. Pavimento.....	19
2.3. Classificação dos Pavimentos.....	20
2.3.1. <i>Pavimento Flexível</i>	20
2.3.2. <i>Pavimento Rígido</i>	21
2.3.3. <i>Pavimento Semirrígido</i>	22
2.4. Defeitos em Pavimentos Flexíveis	23
2.5. Avaliação dos Pavimentos.....	30
2.5.1. <i>Avaliação funcional</i>	31
2.5.2. <i>Avaliação estrutural</i>	32
2.6. Conservação dos Pavimentos	34
3. MATERIAIS E MÉTODOS.....	36
3.1. Área de Estudo.....	37
3.2. Método do Levantamento Visual Contínuo	39
3.2.1. <i>Materiais</i>	39
3.2.2. <i>Execução do método LVC</i>	39
4. RESULTADOS E DISCUSSÕES	44
4.1. ICPF	45
4.2. IGGE	46
4.3. IES.....	49
4.4. Principais patologias encontradas	50
5. CONCLUSÕES.....	52
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	53
ANEXOS	55

1. INTRODUÇÃO

No Brasil, o principal modal de transportes é o rodoviário, seja para locomoção de pessoas ou movimentação de mercadorias. Dados de 2022, da pesquisa anual realizada pela CNT (Confederação Nacional de Transporte), afirma que dos 110.333 km de pavimento avaliados, 66% foi considerado regular, ruim ou péssimo, em 2021 esse percentual era de 61,8%.

Em 2021 foi realizada uma pesquisa inédita chamada “Investimentos públicos e as rodovias federais no Brasil: evolução e perspectivas.”, realizada pela CNI (Confederação Nacional da Indústria), ela apontou que para 2022 a demanda estimada para obras de manutenção, duplicação e construção de trechos seria R\$ 12 bilhões, mas o orçamento do DNIT (Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes) foi de apenas R\$ 6 bilhões, metade do valor necessário para a melhoria das rodovias.

Segundo a Secretaria Nacional de Transportes Terrestres (SNNT), 91% da malha rodoviária pavimentada federal sob responsabilidade do DNIT possui cobertura de contratos de manutenção.

O ICM (Índice de Condição da Manutenção) é um indicador de qualidade das rodovias federais, resultado de uma pesquisa permanente, onde todos os dias equipes de engenheiros e técnicos estão nas rodovias, analisando km a km as condições das mesmas e transmitindo as análises ao DNIT.

Nesse indicador são analisados itens como, as patologias das rodovias (buracos e trincamentos), a drenagem da rodovia, os remendos que nela existem ocasionados das patologias, se a sinalização está sendo adequada e se a roçada está sendo feita.

A classificação ocorre da seguinte forma: $ICM < 30$, a rodovia apresenta “bom” estado de manutenção e requer apenas serviços de conserva rotineira; $30 < ICM < 50$, a rodovia apresenta situação “regular” e requer serviços de conserva leve; $50 < ICM < 70$, a rodovia está em estado “ruim” de manutenção e requer serviços de conserva pesada (nível 1) e por fim se o $ICM > 70$ a rodovia é considerada em péssimo estado, o que requer serviços de conserva pesada (nível 2).

A presença de patologias nas rodovias é algo que influencia diretamente no ICM, quanto mais buracos, trincamentos e outras problemas a mesma tiver, maior serão os recursos necessários para sua manutenção e conserva. Devido ao modal rodoviário ser o mais utilizado no Brasil, espera-se que a qualidade das rodovias seja adequada para o grande fluxo de carros, ônibus, caminhões, carretas e outros tipos de veículos.

A pavimentação no Brasil foi alavancada devido a Lei Joppert (1945), lei essa que conferia autonomia técnica e financeira ao DNER (Departamento Nacional de Estradas e Rodagem), criado em 1937. Em meados de 1940, apenas 423 km de rodovias eram pavimentadas no Brasil. Com consequência da Lei Joppert, em 1950, o Brasil já tinha 968 km da sua malha rodoviária pavimentada.

Segundo o presidente da CNT, Vander Costa, a situação das rodovias no Brasil impactam diretamente os custos do transporte. Pavimentos deficientes aumentam em 28,5% o custo operacional do transporte, reduzem a segurança viária e aumentam a necessidade de manutenção dos veículos, além do consumo de combustível, lubrificantes, pneus e freios. Em 2019, o Brasil desperdiçou mais de 900 bilhões de litros de diesel, cerca de R\$ 3,3 bilhões, isso ocorre, pois, pavimentos inadequados aumentam as frenagens e reacelerações desnecessárias.

De acordo com Bernucci (2006), pavimento é uma estrutura de várias camadas criado após a terraplenagem que tem o intuito de resistir os esforços oriundos do tráfego e do clima, assegurando conforto, economia e segurança. Os pavimentos podem ser classificados em rígidos, semirrígidos e flexíveis.

Para Castro (2009), patologias em pavimentações são alterações na parte superficial ou nas camadas da estrutura de um pavimento, de forma que prejudique o desempenho do mesmo.

Em se tratando de pavimentos flexíveis, o Departamento Nacional de Infraestrutura de Transporte – DNIT (2006) afirma que é uma estrutura com um misto de camadas a fim de distribuir estes esforços para a camada que fica em contato com os veículos e pedestres, composto por uma mistura de solos e materiais granulares.

A rodovia PB 262 trata-se de um pavimento flexível, por isso os tipos de patologias analisadas serão de acordo com esse tipo de pavimento. Alguns tipos de

patologias são mais comumente encontrados, como por exemplo, exsudação do terreno, trincas e fissuras, afundamentos e as panelas (mais conhecidos por buracos).

1.1. Justificativa

A maioria das estradas brasileiras são pavimentadas, mas devido a ocorrência de muitas patologias, as rodovias possuem uma qualidade muito inferior ao esperado de um modal de transporte tão utilizado, então é importante saber e reconhecer os principais problemas que afetam esse sistema.

As causas das patologias podem ser as mais diversas, desde a má elaboração de um projeto, má execução, matéria prima de qualidade inferior, intemperismos... É importante descobrir as causas, para poder encontrar as soluções mais viáveis e adequadas.

A escolha do trecho da PB 262, ligando as cidades de Patos e São José do Bonfim, se deu pela importância econômica de Patos, cidade de referência no interior, faz ligação para várias cidades do sertão nordestino, e São José do Bonfim por ficar na rota dessas cidades apresenta grande fluxo de veículos no trecho da PB 262.

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivo Geral

Avaliar a funcionalidade do pavimento flexível, no trecho da rodovia PB 262, que liga as cidades de Patos a São José do Bonfim, utilizando norma do DNIT.

1.2.2. Objetivos Específicos

- Utilizar o método do Levamento Visual Contínuo (LVC), DNIT 008/2003, para analisar a qualidade do pavimento flexível no trecho;
- Determinar e indicar os índices da condição funcional do trecho analisado: ICPF, IGGE e IES;

- Classificar as principais patologias encontradas no trecho de acordo com a literatura.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1. Rodovias no Brasil

O setor de transporte é formado pelos modais rodoviário, ferroviário, aquaviário, aéreo e dutoviário, os quais ofertam serviços para o deslocamento de pessoas e cargas (CRUZ et al., 2019).

A infraestrutura de transportes é fundamental para o desenvolvimento e crescimento econômico de um país, promovendo a movimentação das riquezas naturais, produtos industrializados, bens de consumo e pessoas entre todas as regiões do país e para o exterior (ANTT, 2023).

No Brasil, segundo dados do DNIT - Departamento Nacional de Infraestrutura de Transporte (2010), o subsetor rodoviário apresenta uma predominância absoluta em relação aos demais modais.

As rodovias são importantes meios de ligação entre as cidades brasileiras, levando-se em consideração a dimensão continental do país. Apesar da importância desse modal segundo dados da Confederação Nacional de Transporte (CNT, 2023), em 2022 cerca de 12,4% da malha rodoviária é pavimentada (213.500 km), 9,1% planejada (157.309 km) e 78,5% não pavimentada (1.350.100 km).

A 25ª edição da pesquisa sobre rodovias, divulgada pela CNT em 2023, avaliou 110.333 km de rodovias pavimentadas, sendo 42.951 km de rodovias estaduais e 67.382 km de rodovias federais. Da extensão total avaliada, verificou-se que em 66% o estado da rodovia foi classificado com regular, ruim ou péssimo, seja no pavimento, sinalização ou geometria da via e em 34% com ótimo ou bom.

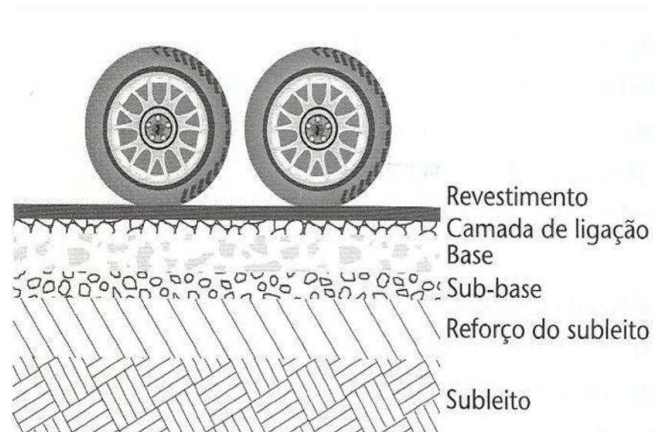
A pavimentação nas rodovias é de suma importância pois, proporciona aos usuários conforto no tráfego, comodidade, segurança no percurso e redução dos custos de viagem.

2.2. Pavimento

Silva (2008) define pavimento como sendo uma estrutura construída sob a fundação (subleito) que tem o intuito de suportar as cargas das rodas dos veículos e as ações do tempo, como chuvas e altas temperaturas. Ele é formado por outras

camadas como ilustrado na Figura 1, que são dimensionadas de acordo com o objetivo do projeto, essas camadas são:

Figura 1 - Camadas do Pavimento



(Fonte: Balbo, 2007)

Para Balbo (2007), revestimento é a camada que vai receber as cargas, sejam elas elásticas ou dinâmicas, é composto por material aglutinante, por isso não sofre deformações nem degradação de componentes. Base é a camada que alivia as pressões sobre as camadas de solos inferiores, tem papel importante na drenagem. Subleito é a camada onde os esforços impostos sobre sua superfície serão aliviados em sua profundidade, é composto por material consolidado e compactado.

Quando necessário, conforme requisitos do projeto, podem ser construídas camadas complementares, são elas: camada de ligação e o reforço do subleito.

2.3. Classificação dos Pavimentos

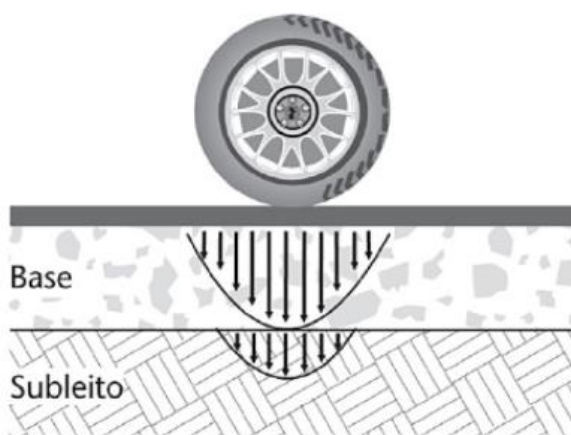
De acordo com o Manual de Pavimentação do DNIT (2006), os pavimentos podem ser de três tipos: Flexível, Semi Rígido e Rígido. Atualmente, existe a tendência de chamar os pavimentos flexíveis de pavimentos asfálticos e os pavimentos rígidos de pavimento de concreto de cimento Portland, como forma de indicar o tipo de revestimento utilizado.

2.3.1. Pavimento Flexível

Para o DNIT (2006), pavimento flexível é dito como aquele em que todas as camadas sofrem uma deformação elástica, onde a carga se distribui em parcelas equivalentes entre as camadas.

Balbo (2007) em seu trabalho considera que uma dada carga atuante sobre um pavimento flexível impõe nessa estrutura um campo de tensões muito concentrado, nas proximidades do ponto de aplicação da carga, como ilustrado na Figura 2 (BALBO, 2007).

Figura 2 - Pavimento Flevível



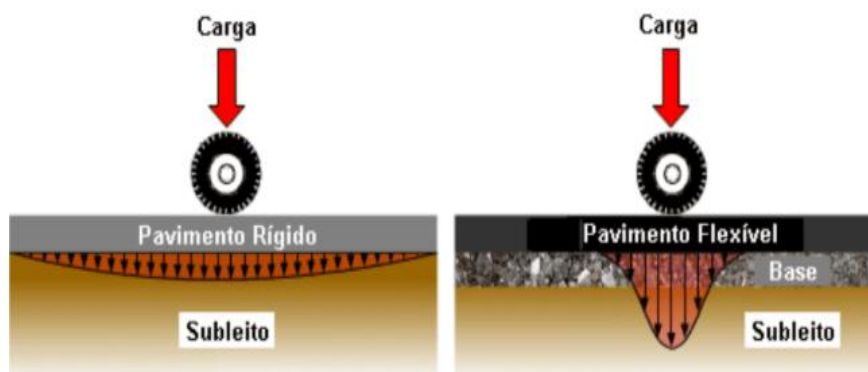
(Fonte: Balbo, 2007)

O material betuminoso é a principal matéria prima utilizada na camada de revestimento do pavimento flexível, isso ocorre devido ao tipo de material que confere deformabilidade ao pavimento, atuando nos esforços a tração, conferindo uma resistência à fadiga. As camadas inferiores, que são formadas por materiais granulares atuam resistindo os esforços de compressão (PARMEGGIANI, 2018).

2.3.2. Pavimento Rígido

O DNIT (2006) conceitua pavimento rígido como “aquele em que o revestimento tem uma elevada rigidez em relação às camadas inferiores e, portanto, absorve praticamente todas as tensões provenientes do carregamento aplicado.” A Figura 3 ilustra a diferença entre a distribuição de cargas de um pavimento.

Figura 3 - Diferença entre pavimento rígido e pavimento flexível



(Fonte: ARAÚJO, 2016)

O pavimento rígido é constituído geralmente por uma única camada superior (laje) de betão de cimento, geralmente cimento Portland, que funciona simultaneamente como camada de desgaste e de base. A elevada resistência à flexão do betão de cimento faz com que o pavimento não sofra deformações acentuadas, mesmo quando sujeito a tráfego pesado e intenso e com baixa capacidade de carga (RODRIGUEZ, p. 12, 2011).

2.3.3. Pavimento Semirrígido

Os pavimentos semirrígidos apresentam-se no meio termo entre o rígido e o flexível e, portanto, contêm atributos e particularidades de ambos sem pertencer a nenhuma dessas duas classificações, conferindo à essa classe um pavimento bastante peculiar (PAIXÃO *et al.*, 2017).

O pavimento semirrígido “caracteriza-se por uma base cimentada por algum aglutinante com propriedades cimentícias como por exemplo, por uma camada de solo cimento revestida por uma camada asfáltica” (DNIT, 2006). A Figura 4 ilustra a estrutura de um pavimento semirrígido.

Figura 4 - Estrutura dos pavimentos semirrígidos



(Fonte: DER, 2008)

2.4. Defeitos em Pavimentos Flexíveis

A vida útil de um pavimento é um dos fatores determinantes para indicar a sua escolha, pois o tipo de revestimento que o pavimento possuir vai interferir em vários aspectos, como o tipo de tráfego e seu comportamento diante a agentes naturais (Lima, 2020).

Segundo Bernucci (2016) os defeitos em pavimentos costumam ser irregularidades encontradas na superfície dos mesmos, que podem ser detectadas a olho nu, e apresentam uma nomenclatura normatizada.

Conforme a norma 005/2003, os termos técnicos encontrados em dois tipos de pavimentos (flexíveis e semirrígidos) são classificados e definidos, isso para que seja padronizado a linguagem facilitando pesquisas e estudos.

Os principais defeitos encontrados em pavimentos flexíveis, são:

- Fissuras

São tipos de fenda que podem ser longitudinais, transversais ou oblíquas ao eixo da rodovia. Só podem ser vistas a uma distância mínima de 1,5m do observador. Vale salientar que as fissuras são fendas no estado inicial de degradação do pavimento, sendo assim não causam danos funcionais. Sua abertura é de no máximo 1 mm.

Figura 5 - Fissuras



(Fonte: CNT,2018)

- Trincas

Diferentemente das fissuras, as trincas podem ser facilmente vistas a olho nu, e apresentam uma abertura maior que 1mm. Podem ser classificadas como isoladas ou intercaladas.

1. Trincas Isoladas

- a. Trinca transversal: costuma apresentar direção ortogonal ao eixo da rodovia. É dita trinca isolada curta quando apresenta comprimento menor que 100 cm, caso seja maior que 100 cm vai ser chamada de trinca isolada longa.
- b. Trinca longitudinal: predominantemente apresenta direção paralela ao eixo. Será chamada de trinca longitudinal curta quando apresentar comprimento menor que 100 cm, e trinca longitudinal longa quando for maior que 100 cm.
- c. Trinca de retração: diferente das anteriores, essa trinca ocorre em detrimento a manifestações térmicas ou do material de revestimento e não em relação à fadiga.

Figura 6 - Trincas Isoladas



(Fonte: Autoria Própria, 2023)

2. Trincas Interligadas

- a. Trinca tipo “Couro de Jacaré”: conjunto de trincas interligadas, que não apresentam direções preferenciais e se parecem com o couro do jacaré. Podem ou não apresentar erosões na borda.
- b. Trinca tipo “Bloco”: conjunto de trincas que se assemelham a blocos por apresentarem lados bem definidos, podendo ou não apresentar erosões na borda.

Figura 7- Trinca tipo Couro de Jacaré



(Fonte: CNT,2018)

- Afundamentos

Defeito permanente, caracterizado pela formação de depressão no pavimento. Pode ser de dois tipos: plástico ou de consolidação.

1. Afundamento Plástico

Causado pela deformação plástica de uma ou mais camadas do pavimento ou subleito, acompanhado de levantamento (compensação volumétrica lateral). Quando sua extensão é inferior a 6m é chamado *afundamento plástico local*, caso seja superior a 6m e estiver localizado ao longo da trilha de roda é denominado *afundamento plástico do trilho de roda*.

Figura 8 - Afundamento Tipo Plástico



(Fonte: CNT,2018)

2. Afundamento de Consolidação

Ocorre, como o próprio nome diz, pela consolidação diferencial de uma ou mais camadas do pavimento ou subleito e não é acompanhado pelo levantamento. Quando sua extensão for menor que 6m, é chamado de *afundamento de consolidação local*, caso contrário e ele estiver no ao longo da trilha de roda é denominado *afundamento de consolidação do trilho da roda*.

- Ondulação ou corrugação

São ondulações ou corrugações apresentadas de forma transversal no pavimento. Costumam causar vibrações para os usuários dentro do veículo.

Figura 9 - Ondulações



(Fonte: CNT,2018)

- Escorregamento

Deslocamentos do revestimento em relação à camada subjacente do pavimento, aparecendo fendas em formatos de meia lua.

Figura 10 - Escorregamento



(Fonte: CNT,2018)

- Exsudação

Causado pelo excesso de ligante betuminoso na superfície do pavimento.

Figura 11 - Exsudação



(Fonte: CNT,2018)

- Desgaste

Caracterizado por aspereza superficial do pavimento, oriundos de esforços tangenciais causado pelo tráfego.

Figura 12 - Desgaste



(Fonte: CNT,2018)

- **Panela ou Buraco**

Cavidades que se apresentam em variados tamanhos no revestimento do pavimento, podendo alcançar camadas inferiores, originando a desagregação dessas camadas. As causas para isso são as mais diversas.

Figura 13 - Painelas



(Fonte: CNT,2018)

- **Remendo**

Trata-se de uma tentativa de corrigir as painelas, anteriormente definidas, por meio da utilização de material asfáltico para preencher essas concavidades, esse processo é conhecido por “tapa-buraco”. Podem ser de dois tipos:

- a. **Remendo Superficial:** É realizado apenas uma correção em uma área específica, por meio de uma aplicação de camada betuminosa.
- b. **Remendo Profundo:** Há substituição do revestimento e até de outras camadas inferiores. Costuma apresentar a forma retangular.

Figura 14 - Remendos



(Fonte: CNT,2018)

2.5. Avaliação dos Pavimentos

Uma etapa essencial para um bom gerenciamento de uma rodovia são estudos para se avaliar em quem estado de qualidade se encontra o pavimento da mesma. Isso ocorre fazendo-se o levantamento dos danos e o nível de gravidade dos mesmos. Baseado nisso, parte-se para a organização das manutenções e restaurações do pavimento (Fernandes, 2017).

As metodologias usadas para a identificação e avaliação das condições funcionais e estruturais dos pavimentos podem ser diversas, dentre elas: análise das condições do pavimento em relação ao conforto e segurança do usuário; descrição das incidências mais recorrentes; detalhamento e categorização dos defeitos e seus níveis de severidade (Reis, 2007).

O Manual de Restauração de Pavimentos Asfálticos preparado pelo DNIT (2006), afirma que: “A condição de um pavimento representa o nível de degradação resultante dos processos associados ao meio ambiente e ao seu uso continuado pelo tráfego.” Por meio de parâmetros de referências normatizados é possível determinar:

- Condição de superfície: avalia o trecho de acordo com a segurança e o conforto dos usuários. Necessário conhecimento dos termos técnicos para indicar as patologias.
- Condição estrutural: embasar a escolha do projetista na solução proposta para restauração do pavimento.
- Condição de rugosidade longitudinal: utiliza-se uma irregularidade longitudinal do pavimento como plano de referência para as demais.
- Avaliação das solicitações do tráfego: estudo do tráfego para dimensionar a demanda futura e assim tomar as melhores decisões.
- Condições de aderência pneu/pavimento: garantir a uma boa aderência e atrito entre o pneu e a superfície do pavimento.

2.5.1. Avaliação funcional

A avaliação funcional de um pavimento tem por finalidade estabelecer o nível de degradação da via, quantificando e identificando os problemas superficiais que prejudicam a segurança e o conforto dos usuários (Silva, 2006).

O Manual de Restauração de Pavimentos Asfálticos (DNIT, 2006) indica duas maneiras para avaliar as condições de um pavimento: avaliação subjetiva, uma classificação mais qualitativa da via, relacionando variáveis alfanuméricas e a avaliação objetiva, que faz um levantamento quantitativo dos defeitos, indicando a gravidade dos mesmos.

Abaixo serão descritos alguns métodos utilizados para realizar-se a avaliação funcional dos pavimentos.

- **Método Levantamento Visual Contínuo (LVC)**

De acordo com DNIT (2003), o LVC, ou método do levantamento visual contínuo, tem por finalidade obter três parâmetros: o Índice de Condição de Pavimentos Flexíveis (ICPF), o Índice de Gravidade Global Expedido (IGGE) e o Índice de Estado de Superfície (IES).

O grande interesse do método é observar a condição da superfície do pavimento por meio de um exame visual e contínuo dos defeitos percebidos por dois ou mais avaliadores no interior de um automóvel, fora o condutor. Os avaliadores irão percorrer o trecho rodoviário que se pretende estudar, e com isso serão capazes de identificar os principais defeitos no pavimento da rodovia, e a frequência dos mesmos (Oliveira, 2020).

Esse é o método utilizado no presente trabalho.

- **Irregularidade Longitudinal dos Pavimentos**

De acordo com o manual de restauração do DNIT, a irregularidade longitudinal de um pavimento se dá pelo conjunto dos desvios da superfície do mesmo em relação a um plano de referência. Esses desvios prejudicam a qualidade do rolamento e a ação dinâmica das cargas sobre a via. É a medida física estimável que melhor se associa ao custo operacional dos veículos, o conforto, a segurança e a velocidade de percurso.

A determinação da irregularidade longitudinal pode ser realizada pela leitura com medidores tipo resposta, como o Bump Integrator, o IPR/USP ou o Maysmeter, ou por perfilômetro a laser.

- **Avaliação de Superfície pela Determinação do IGG**

O Índice de Gravidade Global (IGG), é normatizado pelo DNIT 006/2003 PRO, é um método que permite classificar o estado geral de uma parte do pavimento em função da ocorrência de defeitos na superfície. É muito utilizado para tomada de decisões no que diz respeito as possíveis medidas de restaurações no pavimento.

Para a listagem dos defeitos utiliza-se planilhas para anotações das ocorrências, material para demarcação de estacas e áreas da pesquisa e uma treliça metálica para determinação do afundamento nas trilhas de roda das áreas analisadas.

2.5.2 Avaliação estrutural

De acordo com Bernucci (2010), os pavimentos são estruturas que em via de regra não apresentam uma ruptura repentina, mas sim uma degradação funcional e estrutural acumulada a partir de sua abertura ao tráfego. A degradação estrutural está relacionada aos danos ligados a capacidade de carga do pavimento.

A avaliação estrutural é a determinação da capacidade de desempenho estrutural do pavimento, em outras palavras, a capacidade do pavimento de manter sua integridade estrutural. Se dá por meio da análise das medidas de deslocamentos verticais recuperáveis da superfície do pavimento, quando submetido a determinado carregamento (DER-SP, 2006).

Esse tipo de avaliação se dá a partir de três métodos: destrutivo, semidestruutivo e não- destrutivo (Bernucci, 2010).

- Destrutivo: ocorre por meio da abertura de trincheiras ou poços de sondagens, para a coleta de material até o subleito, permitindo a realização de ensaios de capacidade de carga. Por ser um método destrutivo só pode ser realizado em alguns poucos pontos selecionados.
- Semidestruutivo: se dá por meio de pequenos furos no pavimento, onde se é utilizado um instrumento portátil de pequenas dimensões para se avaliar a capacidade de carga do pavimento, a exemplo de cones dinâmicos de penetração – DCP.
- Não destrutivo: método mais utilizado para grandes extensões de pista e com chances de várias repetições no mesmo ponto, de modo a acompanhar a variação da capacidade de carga ao longo do tempo, para esse método são usadas medidas de deflexão.

2.6 Conservação dos Pavimentos

De acordo com Manual de Restauração de Pavimentos Asfálticos (DNIT, 2006) “a conservação dos pavimentos pode ser definida como um conjunto de serviços destinados à preservação do pavimento nas condições em que ele foi originalmente construído ou no estado em que foi posteriormente restaurado.”

Os pavimentos flexíveis, aqueles que apresentam uma camada asfáltica, são dimensionados para apresentar em torno de 10 anos de vida útil. Já os pavimentos rígidos, aqueles que apresentam uma camada de concreto, são dimensionados visando uma vida útil de 20 anos (NAKAMURA, 2021).

Todavia, nem sempre o pavimento irá apresentar essa durabilidade. As principais causas para a deterioração prévia desse pavimento podem ter várias origens, dentre elas: falhas de execução e projeto; escolha inadequada da matéria prima; falhas no sistema de drenagem; mudanças na solicitação de tráfego e ações climáticas (SANTOS, 2021).

A conservação dos pavimentos não deve ser vista como um gasto desnecessário e sim como um investimento empregado na infraestrutura rodoviária do país, visando evitar uma restauração onerosa.

O Manual de Restauração de Pavimentos Asfálticos (DNIT, 2006), afirma que os três principais objetivos da conservação do pavimento são:

- Ampliar a vida útil das rodovias;
- Conter o custo de operação dos veículos; e
- Contribuir para que as rodovias se mantenham permanentemente abertas ao tráfego, permitindo melhores condições aos usuários.

Segundo o Manual de Conservação Rodoviária (DNIT, 2005), existem cinco modos de realizar a conservação de uma rodovia: conservação corretiva rotineira, conservação preventiva periódica, conservação de emergência, restauração e melhoramentos da rodovia.

- Conservação rotineira: visa reparar ou sanar um defeito encontrado;

- Conservação periódica: tem o intuito de evitar o surgimento ou agravamento de defeitos;
- Conservação emergencial: propõe-se a recuperar o pavimento danificado por um evento inesperado;
- Restauração: conjunto de medidas destinadas a adaptar a rodovia de uma forma permanente as condições de tráfego atuais e futuras, conferindo-lhe mais um ciclo de vida;
- Melhoramentos da rodovia: conjunto de procedimentos que acrescentam as rodovias existentes, características novas ou modifiquem as características existentes.

A conservação das rodovias deve ocorrer durante toda a vida útil do pavimento, de modo que a conservação seja realizada logo que o defeito seja detectado de forma a evitar o desconforto dos usuários e gastos dispendiosos.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

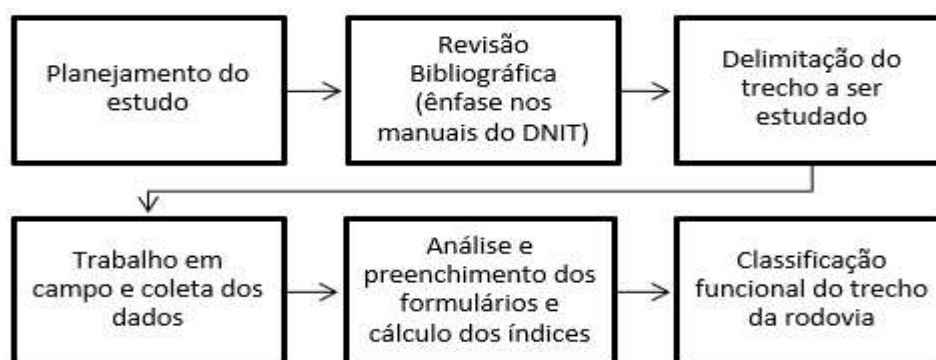
O presente trabalho pode ser dito como estudo de caso, pois as informações utilizadas para chegar ao objetivo final foram oriundas de um trabalho de campo. Em primeiro lugar, foi feita uma revisão bibliográfica, utilizando-se manuais e normas do DNIT, trabalhos na área, revistas nacionais (CNT), como o intuito de proporcionar maior embasamento e confiabilidade.

Os materiais utilizados foram o: Manual de Conservação Rodoviária (2005); Manual de Restauração de Pavimentos Asfálticos (2006); DNIT 005/2003 – TER (Defeitos nos pavimentos flexíveis e semirrígidos – Terminologia) e DNIT 008/2003 – PRO (Levantamento visual contínuo para avaliação da superfície de pavimentos flexíveis e semirrígidos – Procedimento).

Após todo estudo da parte literária do trabalho, foi realizada uma primeira visita ao trecho, para saber se de fato era viável a realização do trabalho, o que foi confirmado, já que logo no início do trecho foram encontradas várias patologias.

Seguidamente toda revisão bibliográfica e primeira visita ao trecho, realizou-se o trabalho em campo para o inventário das informações necessárias a respeito das patologias apresentadas pelo trecho da rodovia estudada, após análise e preenchimentos dos formulários disponibilizados na norma DNIT 008/2003. Os resultados vieram da realização dos cálculos dos índices presentes na norma DNIT 008/2003, por meio do recurso Microsoft Excel. A figura 5 ilustra a sequência das atividades realizadas. Foram feitos registros fotográficos de algumas patologias encontradas, já que devido a extensão do trecho (13km) e a quantidade de patologias encontradas, não foi possível registrar todos os defeitos.

Figura 15 - Fluxograma das atividades realizadas



Fonte: Autoria Própria (2023)

3.1. Área de Estudo

O presente trabalho analisou apenas os defeitos superficiais do pavimento, não compreendendo os defeitos estruturais. O trecho escolhido para estudo foi uma rodovia de grande importância por servir de ligação entre zonas de importâncias econômicas e sociais, trecho da PB-262 que liga as cidades de Patos-PB a São José do Bonfim-PB. Patos por se destacar como um grande elo de ligação entre várias cidades do sertão nordestino e São José do Bonfim por servir de conexão a várias cidades como Teixeira-PB e São José do Egito – PE.

- PB -262

A PB-262 é uma rodovia estadualizada oriunda da BR-110. Essa última, uma importante rodovia federal que liga vários estados do nordeste, começa na cidade de Areia Branca-RN e termina em Catu-BA, conta com 1.091,1 km de extensão.

De acordo com o DER-PB (Departamento de Estradas e Rodagem), a rodovia PB-262 conta com 35,8 km de extensão, subdivididos em 5 sub trechos: Divisa PE.PB - Entr.PB-306 com 2,3 km; Entr. 306 – Entr. PB-238 com 1,9km; Entr. PB 238 – Teixeira com 2,1 km; Teixeira – São José do Bonfim com 13,7 km e por fim, São José do Bonfim – Patos com 15,8 km. Vale salientar, que todos os trechos são pavimentados. A Figura 16 ilustra o trecho escolhido.

Figura 16 -Trecho da PB-262 entre as cidade de Patos-PB e S. J. do Bonfim - PB



Fonte: Google Maps (2023)

O trecho da PB 262 foi escolhido devido a quantidade de patologias apresentadas. É um trecho que passa por serviços de conservação periodicamente, popularmente conhecido como “tapa buraco”. Nos últimos anos, de acordo com o DER, foram executados serviços de conservação em janeiro de 2021, em 2022 foram feitos serviços em fevereiro e por último no mês de junho. As figuras 7 e 8 ilustram respectivamente o início e o final do trecho analisado.

Figura 17- Início do trecho analisado da PB 262 – Saída de Patos-PB



Fonte: Autoria Própria (2023)

Figura 18 - Final do trecho analisado da PB 262 – (Saída de S. J. do Bonfim-PB)



Fonte: Autoria Própria (2023)

3.2. Método do Levantamento Visual Contínuo

O método LVC conta como referência para sua realização a norma do DNIT 008/2003-PRO, sendo assim todo trabalho foi baseado na mesma, para garantir a confiabilidade dos resultados.

3.2.1. Materiais

Foi utilizado como material de apoio para a realização do método: veículo com velocímetro e odômetro calibrados, formulários retirados da norma, pranchetas, canetas e câmera do celular para registro das patologias e posterior apresentação. Fez-se necessária uma equipe para ajudar na análise e registro dos dados constituída de dois avaliadores, não incluindo o motorista do veículo.

3.2.2. Execução do método LVC

A execução do método LVC na rodovia PB 262, sentido Patos a São José do Bonfim foi realizada no dia 09 de julho de 2023, por se tratar de uma rodovia com alto fluxo de veículos, foi escolhido o domingo para aplicação do método. Vale salientar que as condições climáticas também eram propícias.

Devido ao dia da semana escolhido conseguiu-se manter uma velocidade constante de aproximadamente 40 km/h como determina a norma. Por se tratar de uma pista simples (PB 262), o levantamento foi realizado em apenas um sentido da via, mas considerando as duas faixas de rolamento.

O odômetro do carro foi zerado nas imediações da UFCG – Campus Patos (figura 7) e ao percorrer todo o trecho até o final da cidade (figura 8), observou-se que a extensão do local em estudo foi de aproximadamente 13km, os quais foram divididos em 13 subtrechos de 1km.

O quadro 1 retirado da norma 008/2003 ilustra a frequência de defeitos. De acordo com ele é registrado o código “A” para alta, “M” para média e “B” para baixa, conforme a estimativa da qualidade e da porcentagem de ocorrência do defeito avaliado. Caso não ocorra nenhum defeito, deixar a lacuna da tabela em branco.

Quadro 1- Frequência de defeitos

Panelas (P) e Remendos (R)		
Código	Frequência	Quant./km
A	Alta	≥ 5
M	Média	2 –5
B	Baixa	≤ 2
Demais defeitos		
Código	Frequência	% por km
A	Alta	≥ 50
M	Média	50 – 10
B	Baixa	≤ 10

Fonte: DNIT 008/2023

O ICPF (Índice da Condição do Pavimento Flexível) foi baseado na avaliação visual do pavimento. Para o cálculo do mesmo foi feito uso do quadro 2 para a classificação da superfície do segmento, feito a partir da média dos índices atribuídos pelos avaliadores para cada trecho analisado.

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 "panelas" e remendos pouco freqüentes e com irregularidade longitudinal ou transversal.	3 - 2
Ruim	RECAPEAMENTO COM CORREÇÕES PRÉVIAS - defeitos generalizados com correções prévias em áreas localizadas - remendos superficiais ou profundos.	2 - 1
Péssimo	RECONSTRUÇÃO - defeitos generalizados com correções prévias em toda a extensão. Degradação do revestimento e das demais camadas - infiltração de água e descompactação da base	1 - 0

Fonte: DNIT 008/2003

Tendo-se essas informações em mãos, deu-se início ao preenchimento dos dados nos formulários ao intervalo de 1km, correspondente a cada trecho analisado. Para essa análise, todas as diretrizes da norma foram cumpridas, a equipe avaliadora permaneceu dentro do veículo, o motorista permaneceu em velocidade constante e avaliou-se visualmente os tipos e as dimensões dos defeitos existentes.

Para o cálculo do IGGE (Índice de Gravidade Global Expedito), foi utilizado a média dos dados obtidos no formulário do levantamento de cada trecho (Anexo 01 e 02), realizado pelos avaliadores e determinado por meio da frequência dos defeitos e seus respectivos pesos (Quadro 3 e Quadro 4) e utilizando-se da fórmula a seguir:

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

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 do Conjunto de Painéis (p) e Remendos (r);

Ppr: Peso do Conjunto de Painéis (p) e Remendos (r).

Quadro 3 - Determinação do Índice de Gravidade

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

Fonte: DNIT 008/2003

Quadro 4 - Pesos para cálculo do IGGE

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

Fonte: DNIT 008/2003

Em seguida vem o IES (Índice do Estado de Superfície do Pavimento), cujo valores estão no intervalo de 0 a 10, e é classificado em função dos outros dois

índices, ICPF e IGGE calculados anteriormente. O Quadro 5 ilustra os valores do IES, assim como o código e o conceito atribuído.

Quadro 5 - IES (Índice do Estado de 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

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Tendo em mãos os formulários disponibilizados pela norma e com consequência o seu preenchimento, obteve-se os seguintes resultados.

Para cada trecho percorrido, realizou-se a análise dos defeitos na superfície do pavimento, para afim de classificar sua existência e possível incidência (alta, média e baixa). Com esses resultados, chegou-se na tabela 2.

Tabela 1 - Manifestação de Defeitos em trecho da PB 262

FREQUÊNCIA DE DEFEITOS (A, M, B ou S)											
N° DO SEGMENTO	P	TRINCAS			R	DEFORMAÇÕES		OUTROS DEFEITOS			EXTENSÃO
		TR	TJ	TB		AF	O	D	EX	E	
1	A	M	B	S	M	B	M	M	S	B	1 km
2	A	A	M	B	M	B	B	A	S	S	1 km
3	A	A	A	A	A	B	B	A	S	B	1 km
4	M	A	A	A	A	B	B	A	S	S	1 km
5	B	M	S	S	B	M	A	A	S	S	1 km
6	A	A	M	B	A	B	B	M	S	S	1 km
7	A	A	M	M	A	B	B	M	S	S	1 km
8	A	A	M	M	A	B	B	M	S	B	1 km
9	M	A	M	M	A	M	B	M	S	S	1 km
10	M	A	M	M	A	B	B	M	S	S	1 km
11	A	A	A	A	A	B	B	A	S	S	1 km
12	A	A	A	A	A	B	B	A	S	B	1 km
13	A	A	A	A	A	M	M	A	S	S	1 km

Fonte: DNIT 008/2003 – PRO. Produzida pela autora (2023).

Quadro 6 – Resumo das Patologias no Pavimento

Resumo - Patologias no pavimento	
<i>Patologia</i>	<i>Significado</i>
Panela (P)	Cavidades dos mais variados tamanhos (buracos)
Trinca Isolada (TR)	Como o próprio nome diz, é uma trinca isolada
Trinca Couro de Jacaré (TJ)	Conjunto de trincas interligadas que se assemelham a couro de jacaré
Trinca em Bloco (TB)	Conjunto de trincas que se assemelham a blocos por apresentarem lados bem definidos
Remendo (R)	Tentativas de corrigir as painelas utilizando material asf.
Afundamento (AF)	Depressão no pavimento
Ondulações (O)	Causa vibrações para os usuários dos veículos
Desgaste (D)	Aspereza superficial do pavimento
Exsudação (Ex)	Excesso de ligante betuminoso no pavimento
Escorregamento (E)	Descolamentos do revestimento

Fonte: Autoria Própria (2023)

Com os resultados obtidos na tabela 1, compreende-se que o trecho da rodovia analisada apresenta resultados insatisfatórios, pois a incidência de painelas, trincas e remendos é alta. A ocorrência de deformações e outros defeitos deu-se entre baixa e média. Com isso, vemos que o trecho apresenta muitas patologias, o que prejudica o conforto e a segurança dos usuários. Como já dito, o trecho estudado é uma grande via de ligação entre cidades, onde é alto o número de transportes alternativos, ônibus de estudantes e veículos a passeio.

4.1. ICPF

Conforme a incidência dos defeitos encontrados, foi possível chegar-se ao Índice de Condição do Pavimento Flexível (ICPF) para cada trecho analisado (Tabela 3).

Tabela 2– Índice de Condição do Pavimento Flexível, informações complementares e observações do trecho da PB 262

ICPF e Informações Complementares e Observações			
Nº DO SEGMENTO	ICPF	REVESTIMENTO	OBSERVAÇÕES
1	2	asfáltico	trecho urbano
2	3	asfáltico	-
3	1,5	asfáltico	-
4	2,8	asfáltico	-
5	3	asfáltico	-
6	1,3	asfáltico	-
7	2,8	asfáltico	-
8	1,5	asfáltico	-
9	2	asfáltico	-
10	2	asfáltico	-
11	1,3	asfáltico	-
12	1,8	asfáltico	-
13	1,2	asfáltico	trecho urbano

Fonte: DNIT 008/2003 – PRO. Produzida pela autora (2023).

Com os valores do ICPF de cada subtrecho, a média geral do trecho analisado é 2, indicando conceito ruim para o pavimento e sua descrição de recapeamento com correções prévias – defeitos generalizados com correções prévias em áreas localizadas – remendos superficiais ou profundos. Apesar do conceito geral ruim, apresentou 3 subtrechos, dos 13 analisados, com conceito regular, onde o ICPF é acima de 2.

4.2. IGGE

O Índice de Gravidade Global Expedito (tabela 6) foi obtido a partir dos dados extraídos das tabelas referentes as trincas, deformações, painelas + remendos (tabelas 3, 4 e 5).

Tabela 3 - Trincas em trecho da PB 262

TRINCAS				
Nº DO SEGMENTO	% Ft	GRAVIDADE	Pt	Ft x Pt
1	45	2	0,45	20,25
2	80	3	0,65	52
3	95	3	0,65	61,75
4	70	3	0,65	45,5
5	30	2	0,45	13,5
6	60	3	0,65	39
7	80	3	0,65	52
8	78	3	0,65	50,7
9	89	3	0,65	57,85
10	75	3	0,65	48,75
11	95	3	0,65	61,75
12	98	3	0,65	63,7
13	90	3	0,65	58,5

Fonte: DNIT 008/2003 – PRO. Produzida pela autora (2023).

Tabela 4 - Deformações em trecho da PB 262

DEFORMAÇÕES				
Nº DO SEGMENTO	% Foap	GRAVIDADE	Poap	Foap x Poap
1	30	2	0,7	21
2	10	2	0,7	7
3	40	2	0,7	28
4	25	2	0,7	17,5
5	70	3	1	70
6	20	2	0,7	14
7	20	2	0,7	14
8	36	2	0,7	25,2
9	40	2	0,7	28
10	30	2	0,7	21
11	35	2	0,7	24,5
12	40	2	0,7	28
13	25	2	0,7	17,5

Fonte: DNIT 008/2003 – PRO. Produzida pela autora (2023).

Tabela 5 - Painela + Remendo em trecho da PB 262

PANELAS + REMENDO				
Nº DO SEGMENTO	Fpr nº	GRAVIDADE	Ppr	Fpr x Ppr
1	95	3	1,00	95
2	87	3	1,00	87
3	130	3	1,00	130
4	75	3	1,00	75
5	27	3	1,00	27
6	142	3	1,00	142
7	87	3	1,00	87
8	170	3	1,00	170
9	162	3	1,00	162
10	187	3	1,00	187
11	204	3	1,00	204
12	218	3	1,00	218
13	210	3	1,00	210

Fonte: DNIT 008/2003 – PRO. Produzida pela autora (2023).

Tabela 6 - Índice de Gravidade Global Expedito da PB 262

CÁLCULO DO IGGE				
Nº DO SEGMENTO	Ft x Pt	Foap x Poap	Fpr x Ppr	IGGE
1	20,25	21	95	136
2	52	7	87	146
3	61,75	28	130	220
4	45,5	17,5	75	138
5	13,5	70	27	111
6	39	14	142	195
7	52	14	87	153
8	50,7	25,2	170	246
9	57,85	28	162	248
10	48,75	21	187	257
11	61,75	24,5	204	290
12	63,7	28	218	310
13	58,5	17,5	210	286

Fonte: DNIT 008/2003 – PRO. Produzida pela autora (2023).

4.3. IES

Com o IGGE calculado, pode-se encontrar o IES (Índice do Estado da Superfície do Pavimento), já que o mesmo utiliza o IGGE e o ICPF (já obtido), para sua análise. A Tabela 7 indica os valores encontrados dos IESs e os seus referentes conceitos do estado de superfície de cada subtrecho.

Tabela 7 - Resultado do método LVC

RESULTADO DO LEVANTAMENTO VISUAL CONTÍNUO					
Nº DO SEGMENTO	ICPF	IGGE	IES		
			VALOR	CÓDIGO	CONCEITO
1	2	136	10	E	PÉSSIMO
2	3	146	10	E	PÉSSIMO
3	1,5	220	10	E	PÉSSIMO
4	2,8	138	10	E	PÉSSIMO
5	3	111	10	E	PÉSSIMO
6	1,3	195	10	E	PÉSSIMO
7	2,8	153	10	E	PÉSSIMO
8	1,5	246	10	E	PÉSSIMO
9	2	248	10	E	PÉSSIMO
10	2	257	10	E	PÉSSIMO
11	1,3	290	10	E	PÉSSIMO
12	1,8	310	10	E	PÉSSIMO
13	1,2	286	10	E	PÉSSIMO

Fonte: DNIT 008/2003 – PRO. Produzida pela autora (2023).

Com os resultados, observa-se que o cálculo do IGGE foi fundamental para determinar a classificação da superfície do pavimento, visto que foi maior que 90 em todos os 13 subtrechos analisados, ganhando valor 10 no IES, o que configura um conceito péssimo. Com isso, o subtrecho da PB 262 que liga as cidades de Patos a São José do Bonfim, apresenta um alto grau de degradação na superfície do seu pavimento, de acordo com o método analisado.

Assim sendo, nota-se que todo o trecho precisa de uma reconstrução a partir de sua base, e não de apenas uma conservação rotineira como tapa buracos, para assim conseguir assegurar a qualidade da superfície do pavimento e por consequência garantir conforto e segurança aos usuários.

4.4. Principais patologias encontradas

Figura 19 - Trincas isoladas, trincas couro de jacaré



Fonte: Autorial Própria (2023).

Figura 20- Trincas Couro de Jacaré e Remendos



Fonte: Autorial Própria (2023).

Figura 21 - Trincas isoladas



Fonte: Autoria Própria (2023).

Figura 22 - Trincas Longitudinais



Fonte: Autoria Própria (2023).

5. CONCLUSÕES

O modal rodoviário no Brasil é o mais utilizado para transporte de cargas, mercadorias e pessoas. Sendo assim é importante avaliar a qualidade do pavimento das rodovias, visando melhorar a qualidade dos serviços, o conforto e a segurança dos usuários.

Assim, o método do levantamento visual contínuo (LVC) normatizado pelo DNIT 008/2003 tem por princípio caracterizar visualmente a qualidade do pavimento, vale salientar que apesar de ser normatizado, é um método que apresenta falhas, justamente por levar em consideração apenas o aspecto visual do pavimento, caracterizando um método subjetivo, pois cada avaliador tem suas próprias percepções.

Dessa forma, os índices encontrados (ICPF, IGGE e IES) podem sim apresentar erros, mas o conceito péssimo alcançado nesse trabalho é fidedigno a realidade, pois é altamente notório o nível de degradação do pavimento (fotos em anexos), as reclamações dos usuários e as várias conservações rotineiras (serviços de tapa buracos) realizados pelo DER.

Apesar da sua subjetividade, é um método que possibilita aos avaliadores ter uma noção do estado do pavimento, pois para a realização do mesmo é preciso ter atenção ao analisar as patologias, o que não acontece no dia a dia, devido a vida atribulada dos motoristas.

O nível de degradação do pavimento implica diretamente em custos, quanto melhor o nível do pavimento, menos custos ele irá requerer para sua manutenção, já um pavimento que apresenta um alto grau de degradação, precisará de mais investimentos públicos para sua melhoria, seja para um serviço de restauração, recapeamento ou até mesmo a reconstrução da mesma.

Sendo assim, esse trabalho atrelado a outros métodos e outros trabalhos da área serve para embasar a decisão da adoção da melhor maneira corretiva para o trecho, enfatizando o aprofundamento do estudo, mas não inviabilizando o resultado do trabalho, logo, o trecho analisado por apresentar um alto grau de degradação precisa de um recapeamento ou até mesmo de uma reconstrução.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARAÚJO, Marcelo Almeida; et. al. **Análise Comparativa de Métodos de Pavimentação – Pavimento Rígido (concreto) x Flexível (asfalto)**. Revista Científica Multidisciplinar Núcleo Do Conhecimento. Ano 01, Edição 11, Vol. 10, pp. 187-196, novembro de 2016. ISSN: 2448-0959

ANTT – Agência Nacional de Transportes Terrestres. Disponível em: <https://www.gov.br/antt/pt-br/assuntos/rodovias/informacoes-gerais>. Acesso em: 21 de outubro de 2023.

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

BERNUCCI, L. B.; et al. **Pavimentação Asfáltica: Formação básica para engenheiros**. Rio de Janeiro, 2008. 3ª. reimpressão 2010: Petrobrás: ABEDA, 2006. 504 f.:il.

CNT, 2018. Principais Patologias das rodovias brasileiras. Disponível em: <https://www.cnt.org.br/agencia-cnt/conheca-principais-defeitos-pavimento>

CRUZ, C. M., ARAÚJO, A., CRUZ, K., BARRETO, J., GERIBELLO, R., & AMARANTE, M. Modais de Transporte no Brasil. *Revista Pesquisa E Ação*, 5(2), 1-27. 2019.

DER-PR. DEPARTAMENTO DE ESTRADAS DE RODAGEM DO ESTADO DO PARANÁ. **Norma de Pavimentos Flexíveis e Rígidos**. Curitiba, 2008.

DNIT. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. **Manual de Pavimentação**. Publicação IPR-719, 2006.

Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. **Manual de Restauração de Pavimentos Asfálticos**. Publicação IPR-720, 2006.

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

FERNANDES, Fernando Manoel Lopes da Silva. **Software de gerenciamento de pavimentos aplicado a vias urbanas de cidades de pequeno a médio porte**. 2017. Tese de Doutorado. Universidade Federal do Rio de Janeiro.

LIMA, Euclides Sobral de Farias Rodrigues de. **Patologias em Pavimentos Asfálticos: Análise de um trecho da rodovia RO-140, município de Cacaulândia/RO**. Ariquemes, 2020.

NAKAMURA, Juliana. **Como aumentar a durabilidade de pavimentos rodoviários?** Disponível em: <https://www.aecweb.com.br/revista/materias/como-aumentar-a-durabilidade-de-pavimentos-rodoviarios/19268>. Acesso em: 12/09/2023

PAIXÃO, M. P.; CORDEIRO, C. C. C.; CORREIA, M. C. N. **Pavimentos Semirrígidos: Prevenção e Tratamento de Reflexão de Trincas**. In: SEMINÁRIO ESTUDANTIL DE PRODUÇÃO ACADÊMICA, 16., 2017, Feira de Santana. SEPA, UNIFACS. p. 136-157. Acesso em 13 setembro 2023.

REIS, C. A. R. **Desenvolvimento de Equipamento e Método para Levantamento Visual Contínuo com Vídeo-Registro de Defeitos de Pavimentos Rodoviários**. 2007. 171 p. Dissertação (Mestrado em Ciências em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2007.

RODRIGUES, J. L. A. **Concepção de Pavimentos Rígidos**. 2011. 128 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil – Especialização em Vias de Comunicação) – Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto, Portugal, 2011.

SILVA, Marcelo C. **Avaliação funcional e estrutural das vias asfaltadas do campus da UFV**. 111 p. Dissertação de Pós-Graduação (Engenharia Civil-Magister Scientiae) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2006. Disponível em: <http://www.locus.ufv.br/handle/123456789/3810>. Acesso em: 01/10/2023

ANEXOS

Anexo A – Formulário para o levantamento visual contínuo (parte 1)

NORMA DNIT 008/2003 – PRO 8

Anexo B (normativo)

Formulário para o levantamento visual contínuo

MT											Folha	01
DNIT											de	02
Código PNV	Ext. PNV _____		Ext. EXEC _____		UNIT _____		Nº PISTALADO <u>0</u>		MÊS/ANO <u>Julho/2023</u>		Largura da Pista: _____	
	Trecho do PNV		Início <u>0 Km</u>		Fim <u>13 Km</u>		VMD _____		MR Nº _____		Largura do Acostamento: _____	

Nº DO SEG	SEGMENTO		FREQÜÊNCIA DE DEFEITOS (A, M, B, ou S)										INF. COMPLEMENTARES			OBSERVAÇÕES		
	ODÔMETRO/KM	Ext	TRINCAS			DEFORMAÇÕES		OUTROS DEFEITOS					REV	ESP	IDADE			
			TR	TJ	TB	AF	O	D	EX	E	ORIG	REST						
	INÍCIO	FIM																
1	0	1	1km	A	M	B	S	4	B	M	M	S	B	2	Asf.			
2	1	2	1km	A	A	M	B	M	B	B	A	S	S	30	Asf.			
3	2	3	1km	A	A	A	A	A	B	B	A	S	B	15	Asf.			
4	3	4	1km	M	A	A	A	A	B	B	A	S	S	27	Asf.			
5	4	5	1km	B	M	S	S	B	4	A	A	S	S	30	Asf.			
6	5	6	1km	A	A	M	B	A	B	B	M	S	S	13	Asf.			
7	6	7	1km	A	A	M	M	A	B	B	M	S	S	28	Asf.			
8	7	8	1km	A	A	M	M	A	B	B	M	S	B	15	Asf.			
9	8	9	1km	M	A	M	M	A	B	B	M	S	S	2	Asf.			
10	9	10	1km	M	A	M	M	A	B	B	A	S	S	2	Asf.			
11	10	11	1km	A	A	A	A	A	B	B	A	S	S	10	Asf.			
12	11	12	1km	A	A	A	A	A	B	B	A	S	B	18	Asf.			

P – Painela	AF – Afundamento	D – Desgaste do Pavimento	REST – Idade da última restauração
TR – Trinca Isolada	O – Ondulações	EX – Exsudação	REV – Tipo de Revestimento
TJ – Trinca Couro de Jacaré	E – Escorregamento do revestimento betuminoso	R – Remendo	ESP – Espessura do Revestimento
TB – Trinca em Bloco	ICPF – Índice de Condições	MR – Marco Rodoviário	ORIG – Idade do Pav. Original

Avaliadores
Helena de Lucena Justiniano
Wagner de Souza

/Anexo C

Anexo C – Cálculo do IGGE (parte 1)

FORMA DNT 008/2003 - PRO

99

ANEXO C (Informação)

Cálculo do IGGE

PAVIMENTOS FLEXÍVEIS E SEMI-RÍGIDOS
 IGGE - ÍNDICE DE GRAVIDADE GLOBAL EXPEDITO
 (CÁLCULO)

MT _____ DNIT _____

Folha 01
 da 02

Código PNV _____ Ext. PNV _____ UNIT _____ Nº PISTA/LADO 0 MÊS/ANO maio/2023

Largura da Pista: _____
 Largura do Acostamento: _____

Trecho do PNV Início 0,0 Km Fim 13 Km VMD _____ MR Nº _____

Nº do Seg	SEGMENTO			TRINCAS			DEFORMAÇÕES			PANELA + REMENDO			(F _{tr} x P _{tr}) = IGGE
	Km Início	Km Fim	Extensão	F _t %	P _t	F _t x P _t	F _{dep} %	P _{dep}	F _{dep} x P _{dep}	F _{pr} n°	P _{pr}	F _{pr} x P _{pr}	
1	0	1	1 Km	45			30			95			
2	1	2	1 Km	80			10			87			
3	2	3	1 Km	95			40			130			
4	3	4	1 Km	70			25			75			
5	4	5	1 Km	30			70			27			
6	5	6	1 Km	60			20			142			
7	6	7	1 Km	80			20			87			
8	7	8	1 Km	78			36			170			
9	8	9	1 Km	89			40			162			
10	9	10	1 Km	75			30			187			
11	10	11	1 Km	95			35			204			
12	11	12	1 Km	98			40			248			

/Anexo D

Anexo D – Cálculo do IGGE (parte 2)

2003 - PRO 9

Anexo C (normativo)

Cálculo do IGGE

MT DNIT	PAVIMENTOS FLEXÍVEIS E SEMI-RÍGIDOS IGGE - ÍNDICE DE GRAVIDADE GLOBAL EXPEDITO (CÁLCULO)	Folha <u>02</u> de <u>02</u>
Código PNV _____ Ext. PNV _____ UNIT _____ Nº PISTALADO <u>0</u> MÊS/ANO <u>12/2023</u>		
Largura da Pista: _____ Largura do Acostamento: _____		
Trecho do PNV Início <u>0,0km</u> Fim <u>13km</u> VMD _____ MR Nº _____		

Nº do Seg	SEGMENTO			TRINCAS		DEFORMAÇÕES			PANELA + REMENDO		$(F_i \times P_i) +$ $(F_{irr} \times P_{irr}) +$ $(F_{pr} \times P_{pr}) =$ IGGE
	Km Início	Km Fim	Extensão	F_i %	P_i	F_{irr} %	P_{irr}	F_{pr} %	P_{pr}		
13	12	13	1km	90		25			210		

/Anexo D