



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DA PARAÍBA
DIRETORIA GERAL DO CAMPUS JOÃO PESSOA
DEPARTAMENTO DE ENSINO SUPERIOR
CURSO SUPERIOR DE BACHARELADO EM ENGENHARIA CIVIL

JOSÉ VITOR ANDRADE LIMA

**ANÁLISE DAS PRINCIPAIS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS DO PAVIMENTO
RODOVIÁRIO DA BR 230 - KM 0 ATÉ O KM 14, NO MUNICÍPIO DE
CABEDELO-PB**

JOÃO PESSOA

2026

JOSÉ VITOR ANDRADE LIMA

**ANÁLISE DAS PRINCIPAIS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS DO PAVIMENTO
RODOVIÁRIO DA BR 230 - KM 0 ATÉ O KM 14, NO MUNICÍPIO DE
CABEDELO-PB**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso Superior de Bacharelado em Engenharia Civil do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba, como requisito curricular obrigatório para obtenção do título de Engenheiro(a) Civil.

Orientador: Prof. Dr. Vamberto Monteiro da Silva

JOÃO PESSOA

2026

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação – CIP
Biblioteca Nilo Peçanha – IFPB, *campus* João Pessoa

L732a

Lima, José Vitor Andrade.

Análise das principais manifestações patológicas do pavimento rodoviário da BR 230 - km 0 até o km 14, no município de Cabedelo-PB / José Vitor Andrade Lima. – 2026. 73 f. : il.

TCC (Graduação em Engenharia Civil) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba – IFPB / Coordenação de Engenharia Civil.

Orientador: Prof. Dr. Vamberto Monteiro da Silva.

1. Pavimento flexível. 2. Manifestações patológicas. 3. Conservação rodoviária. 4. BR-230. I. Título.

CDU 625.8

DECISÃO 33/2026 - CBEC/UA1/UA/DDE/DG/JP/REITORIA/IFPB, de 7 de julho de 2026.

JOSÉ VITOR ANDRADE LIMA

ANÁLISE DAS PRINCIPAIS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS DO PAVIMENTO RODOVIÁRIO DA BR 230 - KM 0 ATÉ O KM 14, NO MUNICÍPIO DE CABEDELO-PB

	Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Bacharelado em Engenharia Civil do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba como requisito curricular para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil
--	--

Aprovado em 01 de fevereiro de 2026

Banca Examinadora

Dr. Vamberto Monteiro da Silva (Orientador - IFPB)

Me. Camila Campos Gomez Famá (Examinadora Interna - IFPB)

Dra. Ana Cláudia Leão Borges (Examinadora Interna - IFPB)

JOÃO PESSOA

2026

Documento assinado eletronicamente por:

- Vamberto Monteiro da Silva, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 07/07/2026 14:13:16.
- Ana Claudia Leao Borges, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 08/07/2026 13:29:20.
- Camila Campos Gomez Famá, COORDENADOR(A) DE CURSO - FUC1 - CBEC-JP em 09/07/2026 11:37:00.

Este documento foi emitido pelo SUAP em 07/07/2026. Para comprovar sua autenticidade, faça a leitura do QRCode ao lado ou acesse <https://suap.ifpb.edu.br/autenticar-documento/> e forneça os dados abaixo:

Código: 901071
Verificador: 9d46c1a12c
Código de Autenticação:



NOSSA MISSÃO: Ofertar a educação profissional, tecnológica e humanística em todos os seus níveis e modalidades por meio do Ensino, da Pesquisa e da Extensão, na perspectiva de contribuir na formação de cidadãos para atuarem no mundo do trabalho e na construção de uma sociedade inclusiva, justa, sustentável e democrática.

VALORES E PRINCÍPIOS: Ética, Desenvolvimento Humano, Inovação, Qualidade e Excelência, Transparência, Respeito, Compromisso Social e Ambiental.

À todos aqueles com coragem de seguir os seus próprios sonhos.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, eu agradeço a Deus por ter me concedido saúde, disposição e força de vontade para a realização deste trabalho, sem o sua benção e sem o seu amor, nada seria possível.

Aos meus pais, Marcelo Lima e Leila Andrade, por acreditarem no meu potencial e me acompanharem nessa jornada intensa cheia de desafios, emoções e conquistas. Eu não conseguiria chegar tão longe se não fossem os esforços de vocês dois.

À minha namorada, Ana Caroline, minha companheira de vida, que compra todas as minhas brigas e me apoia nos momentos mais difíceis. Essa jornada não teria sido a mesma sem o seu toque de sabedoria e amor.

Aos meus avós paternos, José de Ribamar e Mary Lima, que me entregaram princípios, ensinamentos e lições que hoje carrego comigo.

Aos meus avós maternos, José Mauro e Severina Sobral, que hoje não se encontram mais presentes nesta vida, porém os seus legados irão se perpetuar eternamente em meu coração. Esse trabalho é nosso, independentemente de onde vocês estejam, sei que estão torcendo por mim.

Ao meu orientador, Dr. Vamberto Monteiro, por seus ensinamentos e paciência que foram essenciais para a construção deste trabalho.

Aos meus amigos que a faculdade me deu, Diego Gomes, Lenildo Soares, Lavínia Chaves e Laís Ribeiro, toda essa trajetória não teria sido a mesma sem a presença de vocês.

Aos meus amigos de infância, Marcus Augusto e César Gonçalves, vocês vivenciaram muitos momentos da minha vida, mesmo antes da faculdade, se hoje eu cheguei até aqui, significa que tenho muito o que agradecer a vocês dois.

Por fim, agradeço a mim mesmo, por ter suportado o processo, toda essa trajetória foi uma experiência da qual eu agradeço por não ter desistido.

“Nunca é tarde para ser o que você poderia ter sido.”

George Eliot

RESUMO

A qualidade dos pavimentos rodoviários está diretamente relacionada às condições de segurança, conforto e trafegabilidade oferecidas aos usuários, tornando indispensável o monitoramento de seu estado de conservação. Nesse contexto, o presente trabalho teve como objetivo analisar as principais manifestações patológicas presentes no pavimento flexível da rodovia BR-230, no trecho compreendido entre o km 0 e o km 14, localizado no município de Cabedelo-PB. Para isso, foi realizada uma pesquisa aplicada, de caráter descritivo e exploratório, baseada em inspeções visuais executadas ao longo do trecho estudado. A metodologia adotada permitiu a identificação, classificação e análise das manifestações patológicas observadas, bem como a avaliação de suas possíveis causas e das atividades de conservação aplicáveis. Os resultados evidenciaram a ocorrência de diferentes defeitos no pavimento, destacando-se as trincas, os desgastes superficiais, os remendos, as panelas e os afundamentos. Verificou-se que fatores como o tráfego intenso, as condições ambientais e o envelhecimento dos materiais contribuem para o processo de deterioração da estrutura. Constatou-se ainda que a conservação rodoviária exerce papel fundamental na manutenção das condições funcionais e estruturais do pavimento. Dessa forma, conclui-se que o monitoramento contínuo e a realização de intervenções adequadas são essenciais para minimizar a evolução dos defeitos e contribuir para a durabilidade da infraestrutura viária.

Palavras-chave: Pavimento flexível; Manifestações patológicas; Conservação rodoviária; BR-230.

ABSTRACT

The quality of highway pavements is directly related to the safety, comfort, and trafficability conditions provided to users, making the monitoring of their conservation status essential. In this context, this study aimed to analyze the main pathological manifestations present in the flexible pavement of the BR-230 highway, along the section between kilometer 0 and kilometer 14, located in the municipality of Cabedelo, Paraíba, Brazil. To achieve this objective, an applied, descriptive, and exploratory research was conducted based on visual inspections carried out throughout the studied section. The adopted methodology allowed the identification, classification, and analysis of the observed pavement distresses, as well as the evaluation of their possible causes and applicable maintenance activities. The results revealed the occurrence of different pavement defects, especially cracks, surface wear, patches, potholes, and rutting. It was verified that factors such as heavy traffic, environmental conditions, and material aging contribute to the pavement deterioration process. Furthermore, highway maintenance was found to play a fundamental role in preserving the functional and structural conditions of the pavement. Therefore, it is concluded that continuous monitoring and the implementation of appropriate maintenance interventions are essential to minimize the progression of defects and contribute to the durability of road infrastructure.

Key words: Flexible pavement; Pavement distresses; Highway maintenance; BR-230.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Camadas do pavimento flexível.....	23
Figura 2 - Camadas do pavimento rígido.....	24
Figura 3 - Estrutura do pavimento-tipo (flexível).....	25
Figura 4 - Execução do revestimento asfáltico.....	25
Figura 5 - Deformação elástica pela carga no pavimento flexível.....	26
Figura 6 - Tipos de bases e sub-bases flexíveis.....	26
Figura 7 - Tipos de revestimentos flexíveis.....	28
Figura 8 - Estrutura do pavimento-tipo (rígido).....	30
Figura 9 - Execução das placas de concreto cimento.....	31
Figura 10 - Deformação pela carga no pavimento rígido.....	31
Figura 11 - Fissura.....	34
Figura 12 - Trinca transversal.....	35
Figura 13 - Trinca longitudinal.....	36
Figura 14 - Trinca de retração.....	37
Figura 15 - Trinca tipo “Couro de Jacaré”.....	37
Figura 16 - Trinca tipo “Bloco”.....	38
Figura 17 - Afundamento plástico.....	39
Figura 18 - Afundamento de consolidação.....	40
Figura 19 - Ondulação ou Corrugação.....	41
Figura 20 - Escorregamento.....	42
Figura 21 - Exsudação.....	42
Figura 22 - Desgaste.....	43
Figura 23 - Panela ou buraco.....	44
Figura 24 - Remendo.....	45
Figura 25 - Trecho de estudo.....	49
Figura 26 - Trinca Transversal.....	52
Figura 27 - Trinca Longitudinal.....	53
Figura 28 - Trinca Jacaré.....	53
Figura 29 - Trinca em Blocos.....	54
Figura 30 - Afundamento plástico.....	55
Figura 31 - Afundamento de consolidação.....	56
Figura 32 - Ondulações.....	57
Figura 33 - Escorregamentos.....	58
Figura 34 - Exsudações.....	58
Figura 35 - Desgastes.....	59

Figura 36 - Buracos.....	60
Figura 37 - Remendos.....	60

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Frequência das manifestações patológicas identificadas.....	61
Tabela 2 - Correlação entre as possíveis causas e as manifestações patológicas.....	65
Tabela 3 - Correlação entre as manifestações patológicas e os métodos de conservação.....	67

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Distribuição das ocorrências.....	62
---	----

LISTA DE EQUAÇÕES

Equação 1 - $FR = \frac{N_i}{N} \times 100$	51
---	----

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

A	Afundamento
ALC	Afundamento de consolidação local
ALP	Afundamento plástico local
ATC	Afundamento de consolidação da trilha de roda
ATP	Afundamento plástico da trilha de roda
AM	Amazonas
BL	Barras de ligação
BT	Barras de transferência
BGTC	Brita Graduada Tratada com Cimento
CBUQ	Concreto Betuminoso Usinado a quente
CNT	Confederação Nacional do Transporte
D	Desgaste
DER	Departamento de Estradas e Rodagem
DNIT	Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes
E	Escorregamento
EX	Exsudação
F	Fenda
FI	Fissura
FP	Fator de ponderação
FR	Frequência Relativa
IGG	Índice de Gravidade Global
IGI	Índice de Gravidade Individual
J	Trinca “Couro de Jacaré”
O	Ondulação ou Corrugação
P	Panela ou buraco
PB	Paraíba
PCA	Pavimento de concreto armado
PCAC	Pavimento de concreto com armadura contínua
PCPM	Pavimento de concreto pré-moldado
PCPRO	Pavimento de concreto protendido
PCS	Pavimento de concreto simples
RP	Remendo profundo

RS	Remendo superficial
SP	São Paulo
TB	Trinca “Bloco”
TCU	Tribunal de Contas da União
TLC	Trinca longitudinal curta
TLL	Trinca longitudinal longa
TRR	Trinca de retração
TSD	Tratamento Superficial Duplo
TTC	Trinca transversal curta
TTL	Trinca transversal longa
WT	Whitetopping
WTUD	Whitetopping ultradelgado

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	18
2 OBJETIVOS	21
2.1 Objetivo Geral	21
2.2 Objetivos Específicos	21
3 REFERENCIAL TEÓRICO	22
3.1 Pavimentação	22
3.2 Classificação dos pavimentos	24
3.2.1 Pavimentos flexíveis	24
3.2.2 Pavimentos semi-rígidos	29
3.2.3 Pavimentos rígidos	30
3.3 Patologias em pavimentos flexíveis	32
3.3.1 Fenda (F)	33
3.3.1.1 Fissura (FI)	34
3.3.1.2 Trinca	34
3.3.1.2.1 Trincas isoladas	35
3.3.1.2.2 Trinca interligada	37
3.3.2 Afundamento (A)	39
3.3.2.1 Afundamento plástico	39
3.3.2.2 Afundamento de consolidação	40
3.3.3 Ondulação ou Corrugação (O)	41
3.3.4 Escorregamento (E)	41
3.3.5 Exsudação (EX)	42
3.3.6 Desgaste (D)	43
3.3.7 Panela ou buraco (P)	44
3.3.8 Remendo	44
3.3.8.1 Remendo profundo (RP)	45
3.3.8.2 Remendo superficial (RS)	45
3.4 Conservação rodoviária	46
4 METODOLOGIA	48
4.1 Classificação da pesquisa	48
4.2 Área de estudo	48
4.3 Procedimentos de coleta de dados	50
4.4 Identificação e classificação das patologias	51
4.5 Tratamento e análise dos dados	51
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	52

5.1 Manifestações patológicas na BR-230 (KM 0 ao KM 14)	52
5.2 Frequência das manifestações patológicas	61
5.3 Análise das possíveis causas	63
5.4 Métodos de conservação rodoviária	66
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS	69
REFERÊNCIAS	70

1 INTRODUÇÃO

Os pavimentos rodoviários desempenham papel fundamental na garantia da mobilidade, segurança e conforto dos usuários. A economia nacional está diretamente associada às rodovias, as quais precisam possuir performance satisfatória frente à trafegabilidade em qualquer período do ano, independente das condições climáticas (GARCIA, 2021). A condição de operacionalidade da infraestrutura viária configura-se como um dos principais indicadores do desempenho e da eficiência do transporte rodoviário, estando diretamente relacionada à adequada conservação do pavimento e à qualidade do projeto viário, que deve ser bem planejado, desenvolvido e executado, de modo a proporcionar maior vida útil ao corpo estradal (BALDUINO; COSMO, 2022).

No contexto brasileiro, o transporte rodoviário destaca-se como o principal modal de deslocamento de cargas e passageiros, sendo responsável por grande parte da movimentação logística do país. Estima-se que cerca de 65% das mercadorias e 95% dos passageiros sejam transportados por meio das rodovias, evidenciando a dependência nacional desse sistema de transporte (CNT, 2024). Dessa forma, a qualidade dos pavimentos rodoviários exerce influência direta no desempenho econômico, na mobilidade urbana e na segurança dos usuários, tornando indispensáveis ações de planejamento, execução e manutenção adequadas da infraestrutura viária.

Dentre as principais rodovias brasileiras, destaca-se a BR-230, conhecida como Rodovia Transamazônica, é uma rodovia federal transversal do Brasil, com extensão implantada de 4260 km que exerce relevante papel na integração regional, no deslocamento de produtos e na movimentação populacional. Ela foi criada durante o Governo Emílio Médici, sendo uma das obras inacabadas devido às suas proporções enormes, realizadas durante o período da ditadura militar. Ao extremo leste (Região Nordeste), se inicia na cidade de Cabedelo, no estado da Paraíba (PB); enquanto que ao extremo oeste (Região Norte), ela finaliza na cidade de Lábrea, no estado do Amazonas (AM) (FUNDAÇÃO MEMÓRIA DO TRANSPORTE, [s.d.]).

No estado da Paraíba (PB), especialmente no trecho compreendido entre o município de Cabedelo e a cidade de João Pessoa, a BR-230 apresenta elevada importância estratégica, concentrando intenso fluxo de veículos, incluindo o transporte de cargas destinadas ao Porto de Cabedelo e os deslocamentos diários da população da Região Metropolitana. De acordo com o Tribunal de Contas da União (TCU, 2017), o Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT) propôs intervenções de ampliação da capacidade da rodovia, incluindo

duplicação e implantação de faixas adicionais no segmento entre o km 0 e o km 28, cujas obras tiveram início no ano de 2017, com o objetivo de adequar a via ao volume crescente de tráfego e melhorar as condições de segurança e mobilidade.

A referida intervenção contempla a ampliação da rodovia com a implantação de terceira faixa em segmentos específicos, além da construção de vias marginais, viadutos, passarelas, ciclovias e melhorias no sistema de drenagem, configurando-se como uma obra de grande porte voltada à reestruturação da mobilidade urbana na região. De acordo com Santos et al (2017), a execução dessa obra busca melhorar a circulação de veículos entre bairros da capital e municípios vizinhos, reduzindo congestionamentos e promovendo maior fluidez no tráfego, além de contribuir para a melhoria da qualidade de vida da população.

Além disso, conforme o Tribunal de Contas da União (TCU, 2017), a readequação da BR-230 apresenta significativa relevância socioeconômica, uma vez que visa ampliar a capacidade da rodovia frente ao adensamento urbano e ao aumento da demanda por transporte, bem como otimizar o escoamento de cargas e estimular o desenvolvimento turístico na região. Dessa forma, a obra configura-se como um importante vetor de desenvolvimento regional, influenciando diretamente a dinâmica econômica e urbana da área de estudo.

Entretanto, apesar dos benefícios esperados, intervenções de grande porte como a triplicação da BR-230 podem, a longo prazo, favorecer o surgimento de manifestações patológicas na estrutura do pavimento e nos elementos associados à infraestrutura viária. Ademais, com o passar do tempo, os próprios pavimentos rodoviários ficam sujeitos ao surgimento de manifestações patológicas, decorrentes de fatores como tráfego intenso, falhas construtivas, envelhecimento dos materiais e deficiências no sistema de drenagem (BRANDÃO et al, 2020). Essas patologias e a falta de manutenção periódica nas vias comprometem o seu desempenho estrutural e funcional, reduzindo sua vida útil e afetando diretamente o conforto e a segurança dos usuários. Além disso, a presença dessas deteriorações pode aumentar os custos de manutenção e impactar negativamente a eficiência do sistema de transporte rodoviário (RAMOS, 2017).

Nesse contexto, evidencia-se a importância do desenvolvimento de estudos voltados à avaliação das manifestações patológicas em pavimentos rodoviários, com ênfase nos trechos do km 0 até o km 14 da BR-230, no município de Cabedelo. A análise dessas ocorrências possibilita identificar os principais mecanismos de degradação que afetam a estrutura do pavimento, considerando fatores como o aumento das cargas solicitantes, as condições ambientais e possíveis deficiências construtivas. Além disso, o estudo sistemático dessas

patologias contribui para o aprimoramento das técnicas de intervenção e manutenção, permitindo maior eficiência na gestão da infraestrutura viária. Dessa forma, a compreensão do comportamento dos pavimentos ao longo do tempo torna-se essencial para garantir níveis adequados de desempenho, segurança e durabilidade das rodovias.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Realizar a análise das manifestações patológicas presentes nos pavimentos flexíveis da rodovia BR-230, a partir do KM 0 até o KM 14, observando toda a extensão da rodovia no município de Cabedelo.

2.2 Objetivos Específicos

- Identificar e classificar as principais manifestações patológicas presentes no pavimento no trecho analisado;
- Analisar as possíveis causas das manifestações patológicas observadas, considerando fatores como condições de tráfego, aspectos construtivos e condições ambientais.
- Apontar sugestões de conservação da rodovia que possam contribuir para a recuperação e aumento da durabilidade do pavimento no trecho estudado.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 Pavimentação

Segundo Bernucci et al (2022, p. 11), o pavimento é uma estrutura de múltiplas camadas de espessuras finitas, construída sobre a superfície final de terraplenagem, destinada técnica e economicamente a resistir aos esforços oriundos do tráfego de veículos e do clima, e a propiciar aos usuários melhoria nas condições de rolamento, com conforto, economia e segurança.

Em relação a nomenclatura e a definição dessas camadas, de forma ampla, conforme o DNIT (2006, p. 106), temos:

Pavimento: É a estrutura construída após a terraplenagem e destinada, econômica e simultaneamente em seu conjunto, a:

- Resistir e distribuir ao subleito os esforços verticais oriundos do tráfego;
- Melhorar as condições de rolamento quanto à comodidade e conforto;
- Resistir aos esforços horizontais (desgaste), tomando mais durável a superfície de rolamento.

Subleito: É o terreno de fundação do pavimento;

Leito: É a superfície obtida pela terraplenagem ou obra-de-arte e conformada ao seu greide e perfis transversais;

Greide do leito: É o perfil do eixo longitudinal do leito;

Regularização: É a camada posta sobre o leito, destinada a conformá-lo transversal e longitudinalmente de acordo com as especificações; a regularização não constitui, propriamente uma camada de pavimento, sendo, a rigor, uma operação que pode ser reduzida em corte do leito implantado ou em sobreposição a este, de camada com espessura variável;

Reforço do subleito: É uma camada de espessura constante, posta por circunstâncias técnico-econômicas, acima da de regularização, com características geotécnicas inferiores ao material usado na camada que lhe for superior, porém melhores que o material do subleito;

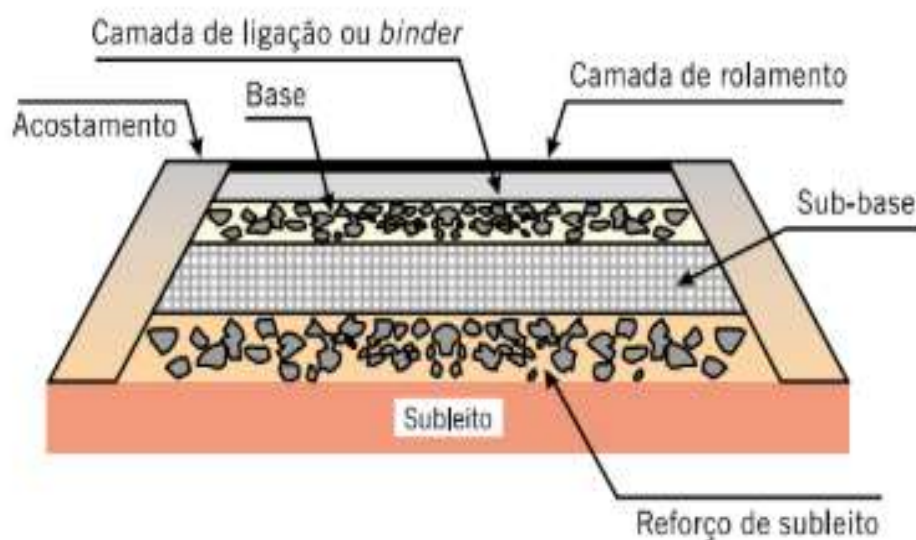
Sub-base: É a camada complementar à base, quando por circunstâncias técnico-econômicas não for aconselhável construir a base diretamente sobre regularização;

Base: É a camada destinada a resistir e distribuir os esforços oriundos do tráfego e sobre a qual se constrói o revestimento;

Revestimento: É a camada, tanto quanto possível impermeável, que recebe diretamente a ação do rolamento dos veículos e destinada a melhorá-la, quanto à comodidade e segurança e a resistir ao desgaste.

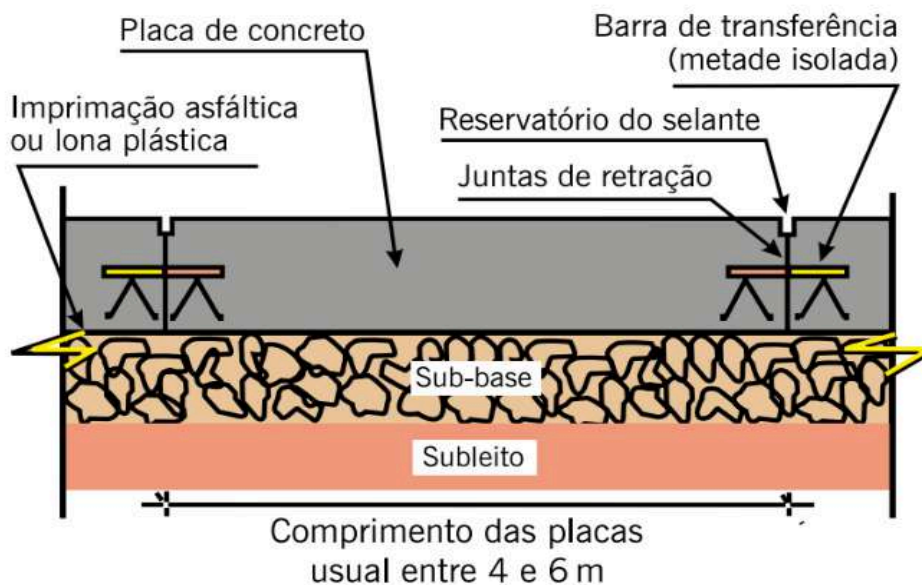
Ainda segundo Bernucci et al (2022, p. 11), os pavimentos são projetados para que cada camada tenha uma certa espessura e rigidez e que o sistema de camadas responda com uma rigidez conjunta adequada às condições climáticas e geométricas do local e ao tráfego, durante sua vida de projeto. Concomitantemente, a Confederação Nacional do Transporte, CNT (2024, p. 45), aponta que a principal premissa dessas camadas é distribuir a carga, de maneira a garantir um desempenho adequado da via pelo tempo de vida útil previsto. Dessa forma, podemos destacar que cada camada, independentemente do tipo de pavimento, possui influência no correto funcionamento da rodovia, podendo ser representado a partir da Figura 1, os pavimentos flexíveis e na Figura 2, os pavimentos rígidos.

Figura 1 - Camadas do pavimento flexível



Fonte: Bernucci et al (2022, p. 12)

Figura 2 - Camadas do pavimento rígido



Fonte: Bernucci et al (2022, p. 12)

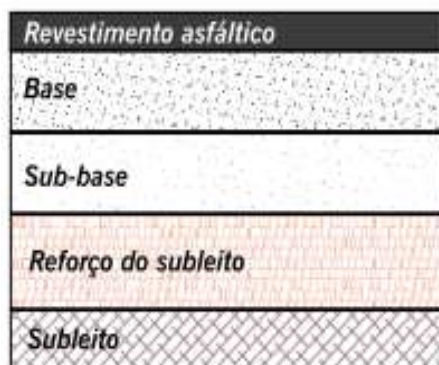
3.2 Classificação dos pavimentos

De acordo com o DNIT (2006, p. 95), os pavimentos são classificados em flexíveis, semi-rígidos e rígidos. No entanto, segundo Bernucci et al (2022, p. 11), há uma tendência de usar-se a nomenclatura: pavimentos de concreto de cimento Portland (ou simplesmente concreto-cimento) e pavimentos asfálticos, respectivamente, para indicar o tipo de revestimento do pavimento. Os pavimentos asfálticos englobam: os pavimentos flexíveis e os pavimentos semi-rígidos.

3.2.1 Pavimentos flexíveis

Bernucci et al (2022, p. 535) afirma que os pavimentos flexíveis, em geral associados aos pavimentos asfálticos, são compostos por camada superficial asfáltica (revestimento), apoiada sobre camadas de base, de sub-base e de reforço do subleito, constituídas por materiais granulares, solos ou misturas de solos, sem adição de agentes cimentantes ou aglutinadores que elevem a rigidez normalmente verificada em materiais granulares e solos. Dependendo do volume de tráfego, da capacidade de suporte do subleito, da rigidez e espessura das camadas, e condições ambientais, uma ou mais camadas podem ser suprimidas. A Figura 3 mostra uma estrutura-tipo e a Figura 4 a execução da camada de revestimento asfáltico.

Figura 3 - Estrutura do pavimento-tipo (flexível)



Fonte: Bernucci et al (2022, p. 536)

Figura 4 - Execução do revestimento asfáltico

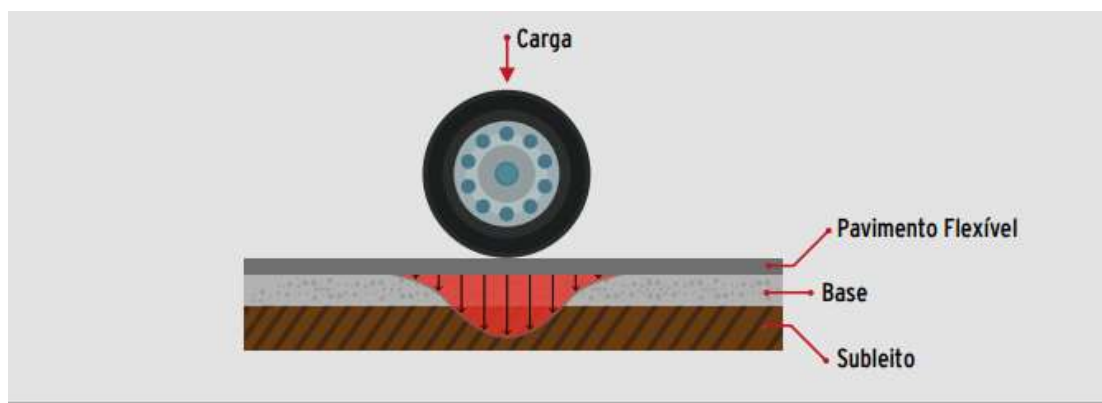


Fonte: Bernucci et al (2022, p. 536)

De acordo com CNT (2017, p. 25), os pavimentos flexíveis levam essa designação por serem compostos por várias camadas, sendo que todas sofrem deformação elástica significativa. Assim, a carga decorrente do tráfego se distribui de forma aproximadamente equivalente entre elas, o que permite observar um campo de tensões muito concentrado nas proximidades do ponto de aplicação da carga. A representação do comportamento estrutural dos pavimentos flexíveis, no que se refere à distribuição das tensões e à ocorrência de

deformações elásticas decorrentes da aplicação das cargas de tráfego, pode ser observada na Figura 5 a seguir.:

Figura 5 - Deformação elástica pela carga no pavimento flexível



Fonte: CNT (2017, p. 25)

Em conformidade com as diretrizes estabelecidas pelo DNIT (2006), no que se refere à concepção e execução de pavimentos flexíveis, a Figura 6 apresenta a classificação e os principais tipos de materiais empregados nas camadas de sub-base e base, enquanto a Figura 7 relaciona os materiais utilizados na camada de revestimento. Complementarmente, Pastana (2006) apresenta as definições das camadas constituintes do pavimento — base, sub-base e revestimento —, contribuindo para a compreensão das funções e características de cada uma dessas estruturas.

Figura 6 - Tipos de bases e sub-bases flexíveis



Fonte: DNIT (2006, p. 96)

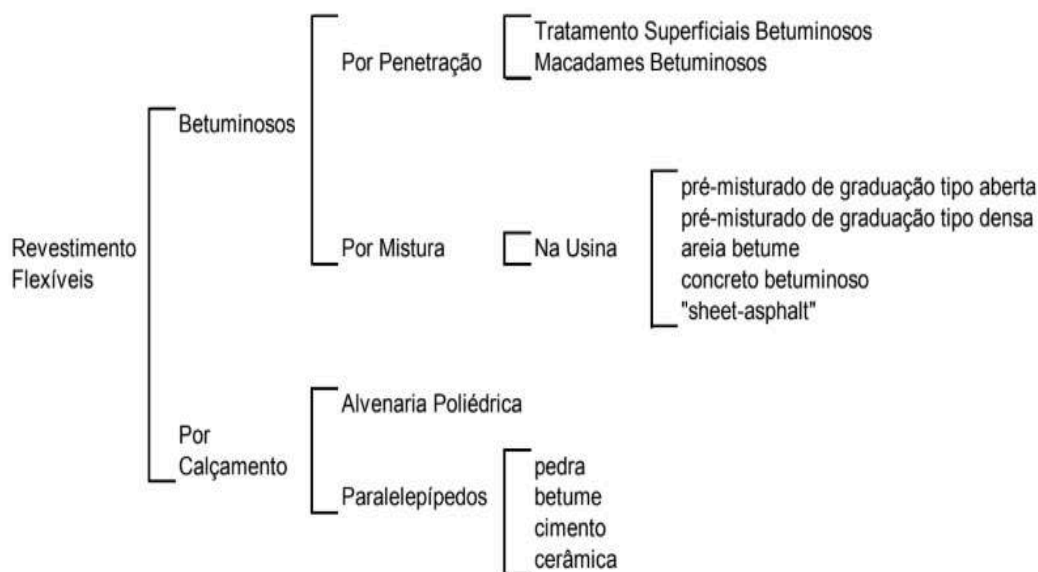
Bases e Sub-bases granulares:

- A. Estabilização granulométrica: São executadas pela compactação de um material ou de misturas de materiais que apresentam uma granulometria apropriada, fixada em especificações.
- B. Macadame Hidráulico: Consiste de uma camada de brita de graduação aberta, de tipo especial (ou brita tipo macadame), que após compressão tem os vazios preenchidos pelo material de enchimento, constituído por finos de britagem (pó de pedra) ou mesmo por solos de granulometria e plasticidade apropriada; a penetração do material de enchimento é promovida pelo espalhamento na superfície, seguido de varredura, compressão (com ou sem vibração) e irrigação.

Bases e Sub-bases estabilizadas:

- A. Solo-cimento ou Solo-cal: É uma mistura devidamente compactada de solo, cimento portland (ou cal) e água; a mistura solo-cimento (ou solo-cal) deve satisfazer a certos requisitos de densidade, durabilidade, e resistência, dando como resultado um material duro, cimentado, de acentuada rigidez à flexão.
- B. Solo melhorado com cimento ou Solo-cal: Obtidos quando são utilizados pequenos teores de cimento (ou cal), visando primordialmente à modificação do solo no que se refere a sua plasticidade e sensibilidade à água, sem cimentação acentuada; são considerados flexíveis.
- C. Solo betume: É uma mistura de solo, água e material betuminoso; as misturas solo-betume são consideradas flexíveis.

Figura 7 - Tipos de revestimentos flexíveis



Fonte: DNIT (2006, p. 98)

Revestimentos flexíveis por calçamento:

- A. Alvenaria Poliédrica: Consistem de camadas de pedra irregulares (dentro de certas tolerâncias), assentadas e comprimidas sobre um colchão, de regularização, constituído de material granular apropriado; as juntas entre as pedras são tomadas com pequenas lascas e pedras e com o próprio material do colchão.
- B. Paralelepípedos: São constituídos por blocos regulares, assentes sobre um colchão de regularização, como foi descrito para alvenaria poliédrica. As juntas entre os paralelepípedos podem ser tomadas com o próprio material do colchão de regularização, com materiais ou misturas betuminosas, ou com argamassa de cimento.

Revestimentos flexíveis betuminosos:

- A. Por penetração: Distingue-se a penetração direta e a penetração invertida. Os Revestimentos Betuminosos por penetração invertida - são os executados com uma aplicação ou "pintura" de material betuminoso, seguida de espalhamento e compressão do agregado de granulometria apropriada, resultando o que se denomina Tratamento Superficial Simples de Penetração Invertida. Quando vários tratamentos simples são superpostos, resultam os tratamentos duplos, triplos, etc. Os tratamentos são sempre utilizados como revestimentos. Já os Revestimentos Betuminosos por penetração direta - são os executados

mediante o espalhamento prévio de uma camada de brita de granulometria apropriada que dê, após compressão, a espessura desejada; seguem-se a aplicação de material betuminoso, que penetra nos vazios do agregado, e o espalhamento de uma brita miúda para preenchimento dos vazios superficiais, acompanhado de nova compressão. O serviço é completado com uma "capa selante", resultando o que se denomina de Macadame Betuminoso por Penetração Direta, ou simplesmente Macadame Betuminoso.

- B. Por mistura: O agregado é pré-envolvido com o material betuminoso antes da compressão. Quando o pré-envolvimento é feito em usinas fixas. Quando o ligante e o agregado são misturados e espalhados na pista ainda quentes, têm-se os Pré-Misturados a Quente ("hot mix, hot laid"). Quando os tipos de agregados e de ligante utilizados permitem que o espalhamento na pista seja feito à temperatura ambiente (embora a mistura tenha sido feita a quente) tem-se os Pré-Misturados a Frio.

Ademais, segundo o DNIT (2006, p. 99), Conforme a graduação dos agregados com que são executados, os "Pré-misturados" e os "Road mixes" podem ser de graduação aberta ou densa. Os de graduação densa em geral não requerem capa selante, que é obrigatória nos de graduação aberta. Quando o agregado natural ou artificial, é constituído predominantemente de material passando na peneira nº 10 (abertura 2,0 mm) ou seja, de areia, tem-se os "Road-mixes" e os "Pré-misturados" Areia-Betume. A designação Concreto Betuminoso Usinado a Quente (CBUQ) ou Concreto Asfáltico tem sido reservada para pré-misturados a quente de graduação densa, em que são feitas rigorosas exigências no que diz respeito a equipamentos de construção e índices tecnológicos - como granulometria, teor de betume, estabilidade, vazios, etc.

3.2.2 Pavimentos semi-rígidos

De acordo com o DNIT (2006, p. 95), O pavimento semi-rígido 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.

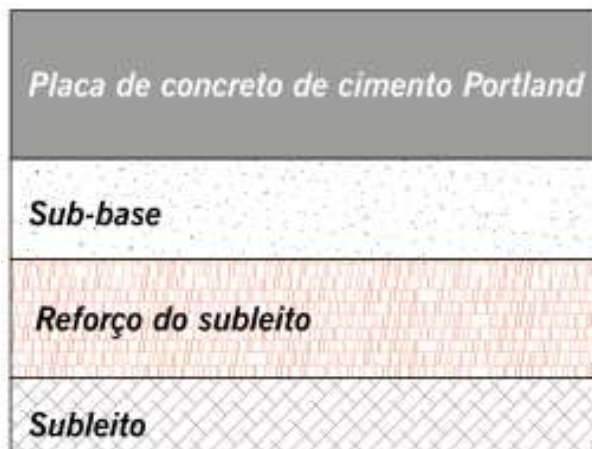
Segundo o DER/SP (2008, p. 3), o pavimento semi-rígido é constituído por revestimento asfáltico e camadas de base ou sub-base em material estabilizado com adição de cimento. O pavimento semi-rígido é conhecido como pavimento do tipo direto quando a camada de revestimento asfáltico é executada sobre camada de base cimentada e do tipo

indireto ou invertido quando a camada de revestimento é executada sobre camada de base granular e sub-base cimentada.

3.2.3 Pavimentos rígidos

Conforme Bernucci et al (2022, p. 535), os pavimentos rígidos, em geral associados aos pavimentos de concreto de cimento Portland, são compostos por uma camada superficial de concreto de cimento Portland (em geral placas, armadas ou não), apoiada geralmente sobre uma camada de material granular ou de material estabilizado com cimento (chamada em geral de sub-base), assentada sobre o subleito ou sobre um reforço do subleito quando necessário. A Figura 8 mostra uma estrutura-tipo de pavimento de concreto de cimento Portland e a Figura 9 uma foto de uma execução das placas de concreto de cimento, na qual aparece a vibroacabadora mais ao fundo e o acabamento da superfície sendo realizado, após o qual ainda se executam as ranhuras para melhor aderência pneu-pavimento.

Figura 8 - Estrutura do pavimento-tipo (rígido)



Fonte: Bernucci et al (2022, p. 535)

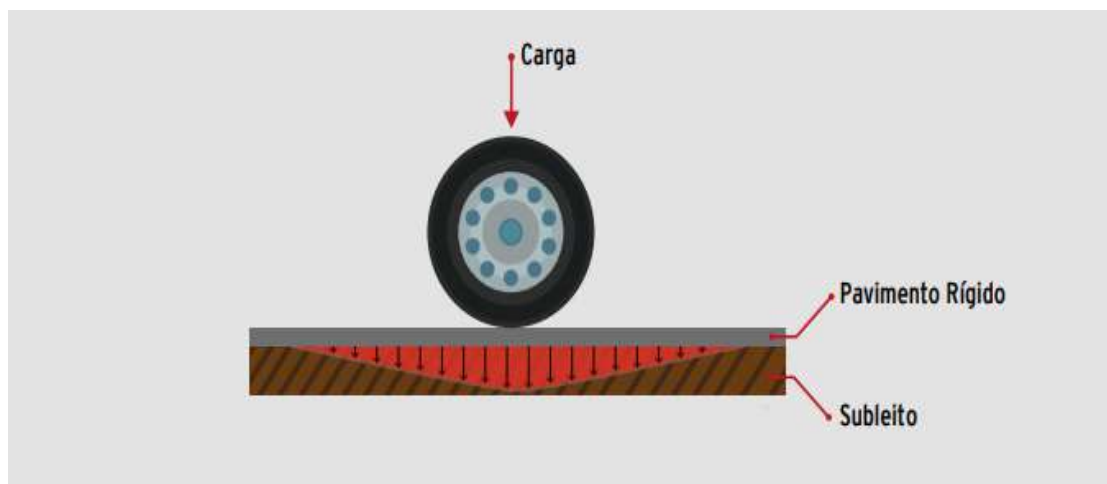
Figura 9 - Execução das placas de concreto cimento



Fonte: Bernucci et al (2022, p. 535)

Para o DNIT (2006, p. 95), o pavimento rígido é 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. Ademais, Bernucci et al (2022, p. 536) reforça que, no caso de pavimentos de concreto de cimento Portland, devido a essa mesma rigidez do revestimento em relação às demais camadas, as cargas de superfície são distribuídas por uma grande área em relação à área de contato, aliviando dessa forma as tensões transmitidas às camadas subjacentes. A representação do comportamento estrutural dos pavimentos rígidos, no que se refere à distribuição das tensões e à resposta às cargas provenientes do tráfego, pode ser observada na Figura 10 a seguir.

Figura 10 - Deformação pela carga no pavimento rígido



Fonte: CNT (2017, p. 28)

Balbo (2009) demonstra a classificação dos principais tipos de pavimentos de concreto, mostrando suas características estruturais e construtivas, conforme demonstrado a seguir:

Pavimento de concreto simples (PCS): São constituídas de placas de concreto moldadas no local, de alta resistência em relação a concretos estruturais para edifícios, que combatem os esforços de tração na flexão gerados na estrutura, por não possuir armaduras para isso. A presença de juntas serradas de contração (para controle da retração) pouco espaçadas é marcante.

Pavimento de concreto armado (PCA): Trabalham sob ação de esforços em flexão, ou seja, em regime de compressão no banzo comprimido, mas sem sofrer esmagamento no banzo tracionado. Exigem menor quantidade de barras de transferência (BT) e barras de ligação (BL).

Pavimento de concreto com armadura contínua (PCAC): Concreto que tolera a fissuração de retração, transversalmente, de modo aleatório, a armadura contínua, colocada acima da linha neutra, na seção transversal da placa, cabe a tarefa de manter as faces fissuradas fortemente unidas.

Pavimento de concreto protendido (PCPRO): Concreto que permite placas de extensas dimensões planas e menores espessuras, trabalhando em regime elástico.

Pavimento de concreto pré-moldado (PCPM): As placas atendem à necessidade de transporte. São normalmente fabricadas sob medida, com elevado controle e precisão, para a rápida substituição de placas em pavimentos de concretos deteriorados.

Whitetopping (WT): Nova camada de revestimento de um antigo pavimento asfáltico de concreto, que poderá ser em PCS, PCA, PCAC, PCPRO ou PCPM, de acordo com os respectivos padrões construtivos dessas soluções.

Whitetopping ultradelgado (WTUD): Camada delgada de concreto, de elevada resistência, lançada sobre a antiga superfície asfáltica fresada, que apresenta placas de pequenas dimensões e trabalha por flexão e deflexão. As juntas de contração são serradas com espaçamentos pequenos e, em geral, utiliza-se concreto de alta resistência.

3.3 Patologias em pavimentos flexíveis

A patologia na construção civil pode ser definida como a área encarregada de analisar os componentes de um projeto de construção que por algum motivo passam a ter um desempenho insatisfatório. Abordando os possíveis defeitos mediante “sintomas” ou

manifestações patológicas, suas origens, causas, mecanismos de ocorrência e consequências. O problema das manifestações patológicas é constituído em ser um aviso de que o componente está “sofrendo” alguma anomalia, que se traduz em algum dano no desempenho a curto ou longo prazo. Em função da extensão do dano, superficial ou profundo, será necessária uma intervenção em vários sistemas que, se não forem reparados, podem levar ao deterioramento progressivo e geral da estrutura (UNIASSELVI, 2021).

No contexto da infraestrutura de transportes, as patologias correspondem às ocorrências de deformações ou falhas em estruturas, como aquelas observadas nos sistemas viários. Essas deteriorações afetam diretamente a funcionalidade, a qualidade e a segurança das vias de rolamento (BENTO et al, 2025). Ademais, um pavimento danificado impacta diretamente nos custos operacionais e também é considerado uma das causas de acidentes. As más condições da superfície de rolamento das rodovias, com depressões, recalques e/ou painéis podem levar às perdas de estabilidade e aderência do pneu/pavimento e, refletirá na dificuldade em manter os veículos na trajetória que se deseja (RAMOS, 2017).

As patologias do pavimento flexível podem ser de origem funcional ou estrutural. As patologias funcionais afetam o estado de serviço dos pavimentos, contribuindo para o desempenho insatisfatório de sua função, ou seja, dificulta as condições de rolamento e conforto aos seus usuários. Quanto às patologias estruturais, causam deslocamentos verticais na superfície quando aplicadas a um tipo de carregamento (BALDUINO; COSMO, 2022).

Considerando que o trecho da BR-230 analisado neste trabalho é constituído por pavimento flexível, serão abordadas apenas as manifestações patológicas características desse tipo de pavimento. As terminologias relativas aos defeitos são definidas pela Norma DNIT 005/2003 – Defeitos nos pavimentos flexíveis e semi-rígidos – Terminologia, a qual estabelece os termos técnicos empregados na identificação, caracterização e classificação das manifestações patológicas em pavimentos asfálticos. Na sequência, serão apresentados e discutidos os principais tipos de defeitos observados nesse tipo de estrutura, de acordo com a norma do DNIT (2003), assim como a sua classificação e as suas principais causas, de acordo com a CNT (2017).

3.3.1 Fenda (F)

Qualquer descontinuidade na superfície do pavimento, que conduza a aberturas de menor ou maior porte, apresentando-se sob diversas formas.

3.3.1.1 Fissura (FI)

Fenda de largura capilar existente no revestimento, posicionada longitudinal, transversal ou obliquamente ao eixo da via, somente perceptível à vista desarmada de uma distância inferior a 1,50 m.

Figura 11 - Fissura



Fonte: CNT (2017)

NOTA: As fissuras são fendas incipientes que ainda não causam problemas funcionais ao revestimento, não sendo assim consideradas quanto à gravidade nos métodos atuais de avaliação das condições de superfície.

Principais causas:

- A. Má dosagem do asfalto, excesso de finos (filler ou material de enchimento) no revestimento;
- B. Compactação em momento inadequado ou excessivo.

Classe: São fendas incipientes que ainda não causam problemas funcionais e nem estruturais.

3.3.1.2 Trinca

Fenda existente no revestimento, facilmente visível à vista desarmada, com abertura superior à da fissura, podendo apresentar-se sob a forma de trinca isolada ou trinca interligada.

3.3.1.2.1 Trincas isoladas

→ Trinca transversal : Trinca isolada que apresenta direção predominantemente ortogonal ao eixo da via. Quando apresenta extensão de até 100 cm é denominada trinca transversal curta (TTC) Quando a extensão for superior a 100 cm denomina-se trinca transversal longa (TTL).

Figura 12 - Trinca transversal



Fonte: DNIT (2003)

Principais causas:

- A. Contração da capa asfáltica causada devido a baixas temperaturas ou ao endurecimento do asfalto;
- B. Propagação de trincas nas camadas inferiores à do revestimento da estrada.

Classe: Defeito funcional (grandes trincamentos causam irregularidade) e estrutural (enfraquecem o revestimento do pavimento).

- Trinca longitudinal: Trinca isolada que apresenta direção predominantemente paralela ao eixo da via. Quando apresenta extensão de até 100 cm é denominada trinca longitudinal curta (TLC). Quando a extensão for superior a 100 cm denomina-se trinca longitudinal longa (TLL).

Figura 13 - Trinca longitudinal



Fonte: DNIT (2003)

Principais causas:

- A. Má execução da junta longitudinal de separação entre as duas faixas de tráfego;
- B. Recalque diferencial;
- C. Contração de capa asfáltica devido a baixas temperaturas ou ao endurecimento do asfalto;
- D. Propagação de trincas nas camadas inferiores à do revestimento da estrada.

Classes: Defeito funcional (grandes trincamentos causam irregularidade) e estrutural (enfraquecem o revestimento do pavimento).

- Trinca de retração (TRR): Trinca isolada não atribuída aos fenômenos de fadiga e sim aos fenômenos de retração térmica ou do material do revestimento ou do material de base rígida ou semi-rígida subjacentes ao revestimento trincado.

Figura 14 - Trinca de retração

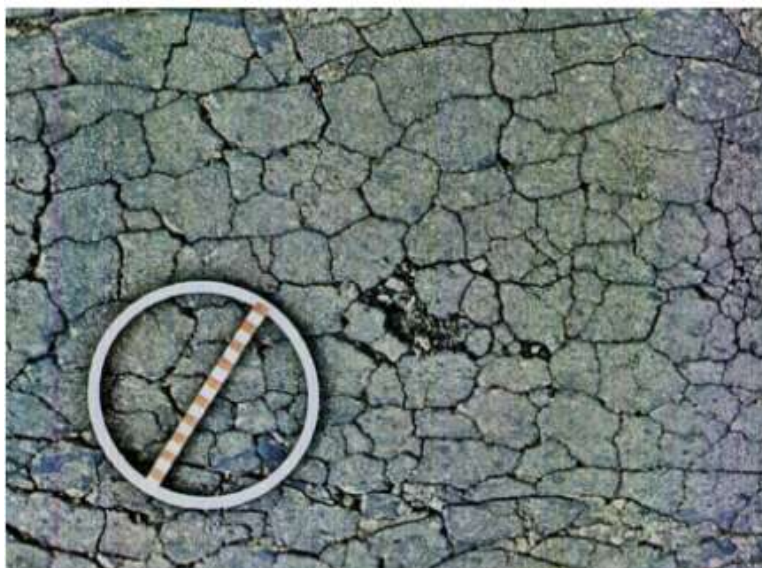


Fonte: Bernucci et al (2022, p. 654)

3.3.1.2.2 Trinca interligada

- Trinca tipo “Couro de Jacaré” (J): Conjunto de trincas interligadas sem direções preferenciais, assemelhando-se ao aspecto de couro de jacaré. Essas trincas podem apresentar, ou não, erosão acentuada nas bordas.

Figura 15 - Trinca tipo “Couro de Jacaré” (J)



Fonte: DNIT (2003)

Principais causas:

- A. Colapso do revestimento asfáltico devido à repetição das ações do tráfego;
- B. Subdimensionamento ou má qualidade da estrutura ou de uma das camadas do pavimento;
- C. Baixa capacidade de suporte do solo;
- D. Envelhecimento do pavimento (fim da vida);
- E. Asfalto duro ou quebradiço.

Classe: Defeito estrutural

- Trinca tipo “Bloco” (TB): Conjunto de trincas interligadas caracterizadas pela configuração de blocos formados por lados bem definidos, podendo, ou não, apresentar erosão acentuada nas bordas.

Figura 16 - Trinca tipo “Bloco”



Fonte: CNT (2017)

Principais causas:

- A. Contração da capa asfáltica devido à alternância entre altas e baixas temperaturas;
- B. Baixa resistência à tração da mistura asfáltica.

Classe: Defeito funcional (grandes trincamentos em bloco causam irregularidade) e estrutural (reduzem a integridade estrutural do pavimento).

3.3.2 Afundamento (A)

Deformação permanente caracterizada por depressão da superfície do pavimento, acompanhada, ou não, de solevamento, podendo apresentar-se sob a forma de afundamento plástico ou de consolidação.

3.3.2.1 Afundamento plástico

Afundamento causado pela fluência plástica de uma ou mais camadas do pavimento ou do subleito, acompanhado de solevamento. Quando ocorre em extensão de até 6 m é denominado afundamento plástico local (ALP); quando a extensão for superior a 6 m e estiver localizado ao longo da trilha de roda é denominado afundamento plástico da trilha de roda (ATP).

Figura 17 - Afundamento plástico



Fonte: DNIT (2003)

Principais causas:

- A. Fluência plástica de uma ou mais camadas do pavimento ou do subleito;
- B. Falha na dosagem de mistura asfáltica – excesso de ligante asfáltico;
- C. Falha na seleção de tipo de revestimento asfáltico para a carga solicitante.

Classe: Defeito funcional.

3.3.2.2 Afundamento de consolidação

Afundamento de consolidação é causado pela consolidação diferencial de uma ou mais camadas do pavimento ou subleito sem estar acompanhado de solavamento. Quando ocorre em extensão de até 6 m é denominado afundamento de consolidação local (ALC); quando a extensão for superior a 6m e estiver localizado ao longo da trilha de roda é denominado afundamento de consolidação da trilha de roda (ATC).

Figura 18 - Afundamento de consolidação



Fonte: CNT (2017)

Principais causas:

- A. Fluência plástica de uma ou mais camadas do pavimento ou do subleito;
- B. Densificação ou ruptura por cisalhamento de camadas subjacentes ao revestimento;
- C. Falha de compactação na construção;
- D. Problemas de drenagem.

Classe: Defeito funcional.

3.3.3 Ondulação ou Corrugação (O)

Deformação caracterizada por ondulações ou corrugações transversais na superfície do pavimento.

Figura 19 - Ondulação ou Corrugação



Fonte: DNIT (2003)

Principais causas:

- A. Falta de estabilidade da mistura asfáltica;
- B. Excessiva umidade do solo subleito;
- C. Contaminação da mistura asfáltica;
- D. Falta de aeração das misturas líquidas de asfalto.

Classe: Defeito funcional.

3.3.4 Escorregamento (E)

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

Figura 20 - Escorregamento



Fonte: CNT (2017)

Principais causas:

A. Falhas construtivas e de pintura de ligação.

Classe: Defeito funcional.

3.3.5 Exsudação (EX)

Excesso de ligante betuminoso na superfície do pavimento, causado pela migração do ligante através do revestimento.

Figura 21 - Exsudação



Fonte: DNIT (2003)

Principais causas:

- A. Excessiva quantidade de ligante;
- B. Baixo conteúdo de vazios.

Classe: Defeito funcional.

3.3.6 Desgaste (D)

Efeito do arrancamento progressivo do agregado do pavimento, caracterizado por aspereza superficial do revestimento e provocado por esforços tangenciais causados pelo tráfego.

Figura 22 - Desgaste



Fonte: DNIT (2003)

Principais causas:

- A. Falhas de adesividade ligante-agregado;
- B. Presença de água aprisionada e sobreposição em vazios da camada de revestimento, gerando deslocamento de ligante;
- C. Deficiência no teor de ligante;
- D. Problemas executivos ou de projeto de misturas.

Classe: Defeito funcional.

3.3.7 Panela ou buraco (P)

Cavidade que se forma no revestimento por diversas causas (inclusive por falta de aderência entre camadas superpostas, causando o deslocamento das camadas), podendo alcançar as camadas inferiores do pavimento, provocando a desagregação dessas camadas.

Figura 23 - Panela ou buraco



Fonte: DNIT (2003)

Principais causas:

- A. Trincas de fadiga;
- B. Desintegração localizada na superfície do pavimento;
- C. Deficiência na compactação;
- D. Umidade excessiva em camadas de solo;
- E. Falha na imprimação.

Classe: Defeito funcional.

3.3.8 Remendo

Panela preenchida com uma ou mais camadas de pavimento na operação denominada de “tapa-buraco”.

Figura 24 - Remendo



Fonte: DNIT (2003)

Principais causas:

- A. Carga de tráfego;
- B. Emprego de material de má qualidade;
- C. Ação do meio ambiente;
- D. Má construção.

Classe: Defeito funcional e estrutural.

3.3.8.1 Remendo profundo (RP)

Aquele em que há substituição do revestimento e, eventualmente, de uma ou mais camadas inferiores do pavimento. Usualmente, apresenta forma retangular.

3.3.8.2 Remendo superficial (RS)

Correção, em área localizada, da superfície do revestimento, pela aplicação de uma camada betuminosa.

3.4 Conservação rodoviária

De acordo com o DNIT (2006, p. 245), O objetivo maior do pavimento - entendido aqui como a rodovia com todos os seus componentes, deverá se constituir em atender, adequadamente, às suas funções básicas. Por este motivo, deverá ser ele concebido, projetado, construído e conservado de forma a apresentar, invariavelmente, níveis de serventia compatíveis e homogêneos, em toda sua extensão, os quais são normalmente avaliados através da apreciação de três características gerais de desempenho: a segurança, o conforto e a economia.

Desse modo, entende-se que o conceito de conservação rodoviária, de acordo com o DNIT (2003, p. 99), é que ela compreende o conjunto de operações rotineiras, periódicas e de emergência realizadas com o objetivo de preservar as características técnicas e físico-operacionais do sistema rodoviário e das instalações fixas, dentro de padrões de serviço estabelecidos. Ademais, ainda de acordo com o DNIT (2005, p. 99), Os serviços de conservação das rodovias fazem parte do conjunto de funções e atividades destinadas a proporcionar conforto e segurança aos usuários. Dessa forma, entendemos que a conservação do pavimento é um item primordial para se garantir os seus objetivos funcionais e estruturais.

Segundo o DNIT (2005, p. 99), As tarefas de conservação propriamente dita, podem ser enfocadas, em razão de suas naturezas e finalidades específicas, em 3 grupos básicos, aos quais se incorporam outros 2 grupos de tarefas com finalidades afins, sendo eles:

- Conservação Corretiva Rotineira: É o conjunto de operações de conservação que tem como objetivo reparar ou sanar um defeito e restabelecer o funcionamento dos componentes da rodovia, propiciando conforto e segurança aos usuários;
- Conservação Preventiva Periódica: É o conjunto de operações de conservação, realizadas periodicamente com o objetivo de evitar surgimento ou agravamento de defeitos; Trata-se de tarefas requeridas durante o ano, mas cuja frequência de execução depende do trânsito, topografia e clima. Ex.: operação tapa-buraco, fechamento de trincas, etc;
- Conservação de Emergência: É o conjunto de operações, que com o serviço ou obras necessárias para reparar, repor, reconstruir ou restaurar trechos ou estrutura da rodovia, que tenham sido seccionados, obstruídos ou danificados por um evento extraordinário, catastrófico, ocasionando à interrupção do tráfego da rodovia.
- Restauração: É o conjunto de operações destinado a restabelecer o perfeito funcionamento de um bem determinado ou avariado, e restabelecer, na íntegra, suas

características técnicas originais. Envolve, portanto, um conjunto de medidas destinadas a adaptar a rodovia, de uma forma permanente, às condições de tráfego atuais e futuras, prolongando seu período de vida.

→ Melhoramentos da Rodovia: É o conjunto de operações que acrescentam à rodovia existente, características novas, ou modificam as características existentes.

Cada método de conservação possui uma finalidade específica e deve ser aplicado de acordo com o tipo e o nível de deterioração apresentado pelo pavimento. Dessa forma, a escolha da intervenção mais adequada depende da correta identificação das manifestações patológicas. Mais adiante, será estabelecida uma correlação entre os principais defeitos identificados neste estudo e os métodos de conservação mais indicados para cada situação.

4 METODOLOGIA

4.1 Classificação da pesquisa

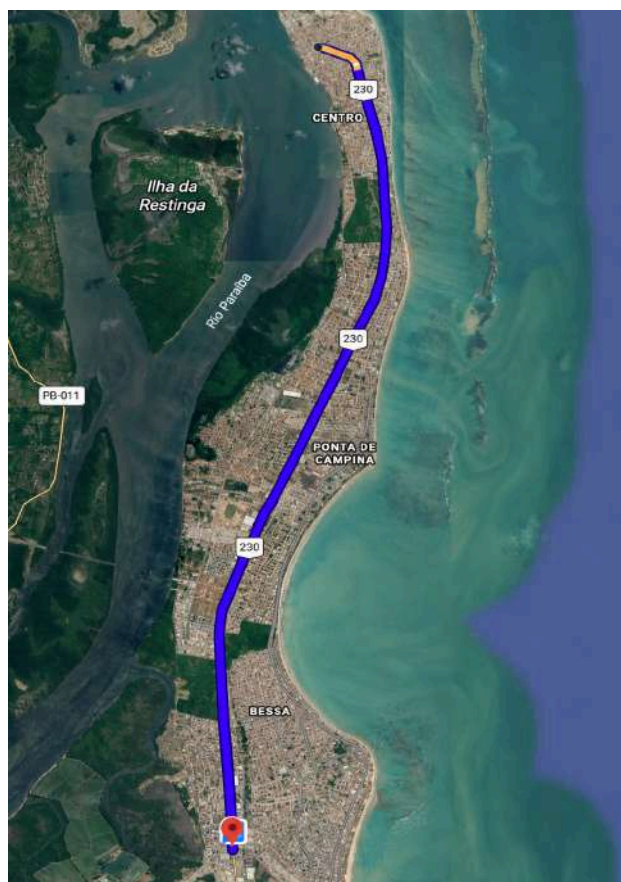
A presente pesquisa caracteriza-se, quanto à sua natureza, como aplicada, uma vez que tem como finalidade a geração de conhecimentos voltados à solução de problemas reais relacionados às manifestações patológicas em pavimentos rodoviários, especialmente no contexto da infraestrutura viária urbana. No que se refere à abordagem, o estudo enquadra-se como qualitativo, pois baseia-se na observação direta das condições do pavimento e na interpretação dos fenômenos identificados em campo, buscando compreender suas características, causas e implicações, ainda que possa apresentar suporte descritivo complementar.

Quanto aos objetivos, a pesquisa é classificada como descritiva e exploratória, tendo em vista que se propõe a identificar, registrar, classificar e analisar as manifestações patológicas presentes no pavimento, além de investigar suas possíveis causas e relações com fatores como tráfego, condições ambientais e aspectos construtivos. Essa abordagem permite uma compreensão mais aprofundada do problema estudado, contribuindo para a construção de diagnósticos técnicos mais consistentes.

4.2 Área de estudo

O trecho objeto deste estudo está inserido na rodovia BR-230, localizada no estado da Paraíba, compreendendo especificamente o segmento urbano entre o km 0 e o km 14, situado no município de Cabedelo, estendendo-se em direção à cidade de João Pessoa (Figura 25).

Figura 25 - Trecho de estudo



Fonte: Google Maps. Ed.: Autor

De acordo com o Tribunal de contas da união (2017), o segmento analisado faz parte do projeto de duplicação e triplicação da BR-230/PB, que abrange aproximadamente 28 km, desde o município de Cabedelo até o bairro de Oitizeiro, em João Pessoa. Esse projeto tem como principal objetivo a ampliação da capacidade da via, a melhoria da fluidez do tráfego e o aumento da segurança viária, por meio da implantação de novas faixas de rolamento, vias marginais, passarelas para pedestres, viadutos e sistemas de drenagem.

De acordo com o projeto executivo, as intervenções previstas incluem “a implantação de novas pistas, separadas por barreiras rígidas de concreto [...] bem como de quatorze novas passarelas para pedestres” (TCU, 2017, p. 6), além de serviços de restauração e manutenção do pavimento existente.

No que se refere à estrutura do pavimento, de acordo com Souza (2019), o trecho entre Cabedelo e João Pessoa é predominantemente constituído por pavimento flexível, com revestimento asfáltico.

Ainda segundo Souza (2019), a obra de triplicação da BR-230/PB, que inclui a implantação da terceira faixa e vias marginais, utiliza materiais de pavimentação asfáltica e estrutural, focando na adequação para alto tráfego. Os materiais e técnicas aplicados, incluem:

- Revestimento asfáltico: Aplicação de CBUQ (Concreto Betuminoso Usinado a Quente), material padrão para rodovias de alto tráfego, garantindo a rodagem da nova faixa.
- Base e Sub-base: Utilização de BGTC (Brita Graduada Tratada com Cimento) para a base do pavimento (15 cm de espessura) e solo estabilizado granulometricamente para a sub-base (15 cm de espessura).
- Camada de ligação: Aplicação de TSD (Tratamento Superficial Duplo) em trechos específicos da estrutura do pavimento.

4.3 Procedimentos de coleta de dados

A coleta de dados foi realizada por meio de inspeção visual direta ao longo de todo o trecho da rodovia BR-230 compreendido entre o km 0 e o km 14, localizado no município de Cabedelo-PB. Foram realizadas cinco visitas técnicas em período matutino, com duração média de quatro horas cada, permitindo percorrer integralmente a área de estudo e observar as condições gerais de conservação do pavimento flexível.

Durante as visitas de campo, buscou-se identificar as principais manifestações patológicas presentes na superfície do pavimento, observando os diferentes tipos de defeitos visíveis ao longo da rodovia. Verificou-se que alguns segmentos apresentavam maior concentração de manifestações patológicas, enquanto outros se encontravam em melhores condições de conservação, evidenciando diferentes níveis de degradação ao longo do trecho analisado.

Ao longo das inspeções, foram realizados registros fotográficos das ocorrências observadas por meio de um dispositivo móvel com câmera digital. Ao todo, foram obtidas aproximadamente 300 fotografias, abrangendo diferentes pontos da rodovia. Esses registros foram realizados de forma contínua durante todo o percurso, permitindo documentar as manifestações patológicas identificadas e representar adequadamente as condições do pavimento na área de estudo.

4.4 Identificação e classificação das patologias

Após a realização das inspeções visuais e dos registros fotográficos em campo, procedeu-se à análise das imagens coletadas, visando à identificação e classificação das manifestações patológicas observadas no pavimento da BR-230.

A classificação dos defeitos foi realizada com base nos critérios e definições estabelecidos pela Norma DNIT 005/2003 – TER – Defeitos nos Pavimentos Flexíveis e Semi Rígidos – Terminologia, permitindo a padronização das ocorrências identificadas. Foram consideradas patologias como trincas, afundamentos, exsudação, desgaste, panelas, remendos, ondulações e escorregamentos.

4.5 Tratamento e análise dos dados

Os dados obtidos foram organizados e analisados com o objetivo de identificar a incidência das manifestações patológicas ao longo do trecho estudado. Para cada tipo de defeito identificado, determinou-se a frequência absoluta de ocorrência e sua respectiva frequência relativa, com base na norma DNIT 006/2003-PRO: avaliação objetiva da superfície de pavimentos flexíveis e semi-rígidos – procedimento, permitindo avaliar a participação de cada patologia em relação ao conjunto total de ocorrências observadas.

A frequência relativa foi calculada por meio da Equação 1, a seguir:

$$FR = \frac{N_i}{N} \times 100 \text{ (Eq. 1)}$$

Onde:

- FR = frequência relativa da patologia (%);
- N_i = número de ocorrências da patologia analisada;
- N = número total de ocorrências observadas.

Os resultados serão apresentados por meio de tabelas e gráficos, possibilitando a visualização das manifestações patológicas predominantes e a comparação entre elas. A partir dessas informações, realizou-se uma análise técnica fundamentada na literatura especializada, buscando relacionar os defeitos observados às suas possíveis causas.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Manifestações patológicas na BR-230 (KM 0 ao KM 14)

→ Trincas

As trincas são facilmente visíveis de serem encontradas e identificadas, isso se deve ao tamanho de sua abertura ser consideravelmente maior, sendo elas encontradas sob a forma de trincas isoladas e trincas interligadas. No trecho em estudo, foram encontradas a presença de trincas isoladas dos tipos: Transversal (Figura 26) e Longitudinal (Figura 27) e também trincas interligadas dos tipos: Jacaré (Figura 28) e Trincas em Blocos (Figura 29).

Figura 26 - Trinca Transversal



Fonte: Autor (2026)

Figura 27- Trinca Longitudinal



Fonte: Autor (2026)

Figura 28- Trinca Jacaré



Fonte: Autor (2026)

Figura 29 - Trinca em Blocos



Fonte: Autor (2026)

→ Afundamentos

Os afundamentos são caracterizados por depressões na superfície do pavimento, no decorrer do trecho analisado, foram encontrados ambos os tipos de afundamentos, afundamentos plásticos (Figura 30) e afundamentos de consolidação (Figura 31).

Figura 30- Afundamento Plástico



Fonte: Autor (2026)

Figura 31 - Afundamentos de Consolidação



Fonte: Autor (2026)

→ Ondulações

Caracterizadas por serem defeitos funcionais, as ondulações (Figura 32) estiveram presentes em diversos pontos da rodovia, como visto a seguir:

Figura 32 - Ondulações



Fonte: Autor (2026)

→ Escorregamentos

Os escorregamentos correspondem ao deslocamento da camada superficial do revestimento asfáltico, geralmente provocado pela baixa aderência entre as camadas do pavimento e pelos esforços horizontais gerados pelos veículos. Durante as inspeções realizadas, foram identificados escorregamentos em alguns pontos do trecho analisado (Figura 33).

Figura 33 - Escorregamentos



Fonte: Autor (2026)

→ Exsudações

As exsudações são caracterizadas pelo excesso de ligante betuminoso na superfície do pavimento, conferindo aspecto brilhante e reduzindo a aderência entre pneu e pista. No decorrer do trecho estudado, foram encontradas exsudações na rodovia (Figura 34).

Figura 34 - Exsudações



Fonte: Autor (2026)

→ Desgastes

Comprometendo as condições funcionais da via, os desgastes (Figura 35) são caracterizados por uma aspereza superficial do revestimento provocada por esforços tangenciais causados pelo tráfego, como observado a seguir

Figura 35 - Desgastes



Fonte: Autor (2026)

→ Buracos

Podendo surgir por diversos fatores, os buracos são as manifestações patológicas mais descomplicadas de serem encontradas, estando presentes em alguns pontos da rodovia (Figura 36).

Figura 36 - Buracos



Fonte: Autor (2026)

→ Remendos

Os remendos (Figura 37) correspondem às intervenções realizadas com o objetivo de corrigir defeitos existentes no pavimento. O estudo das manifestações patológicas na rodovia permitiram identificar a presença dessa condição em alguns pontos.

Figura 37 - Remendos



Fonte: Autor (2026)

5.2 Frequência das manifestações patológicas

Com o objetivo de compreender a incidência das manifestações patológicas identificadas ao longo do trecho estudado, realizou-se a análise da frequência de ocorrência dos defeitos observados durante as inspeções de campo por meio dos cálculos apresentados nos tópicos anteriores. Os resultados obtidos a partir das aproximadamente 300 fotos permitiram identificar quais patologias apresentaram maior representatividade na BR-230, fornecendo subsídios para a avaliação das condições do pavimento e dos possíveis mecanismos de deterioração atuantes.

A Tabela 1 apresenta a distribuição das manifestações patológicas registradas no trecho compreendido entre o km 0 e o km 14 da rodovia.

Tabela 1 - Frequência das manifestações patológicas identificadas

Patologias	Quantidade	Frequência Relativa (%)
Trincas (N_i)	101	27,98 %
Desgastes (N_i)	82	22,71 %
Remendos (N_i)	51	14,13 %
Afundamentos (N_i)	39	10,80 %
Panelas (N_i)	43	11,91 %
Exsudação (N_i)	12	3,32 %
Ondulações (N_i)	18	4,99 %
Escorregamentos (N_i)	15	4,16 %
Total (N)	361	100 %

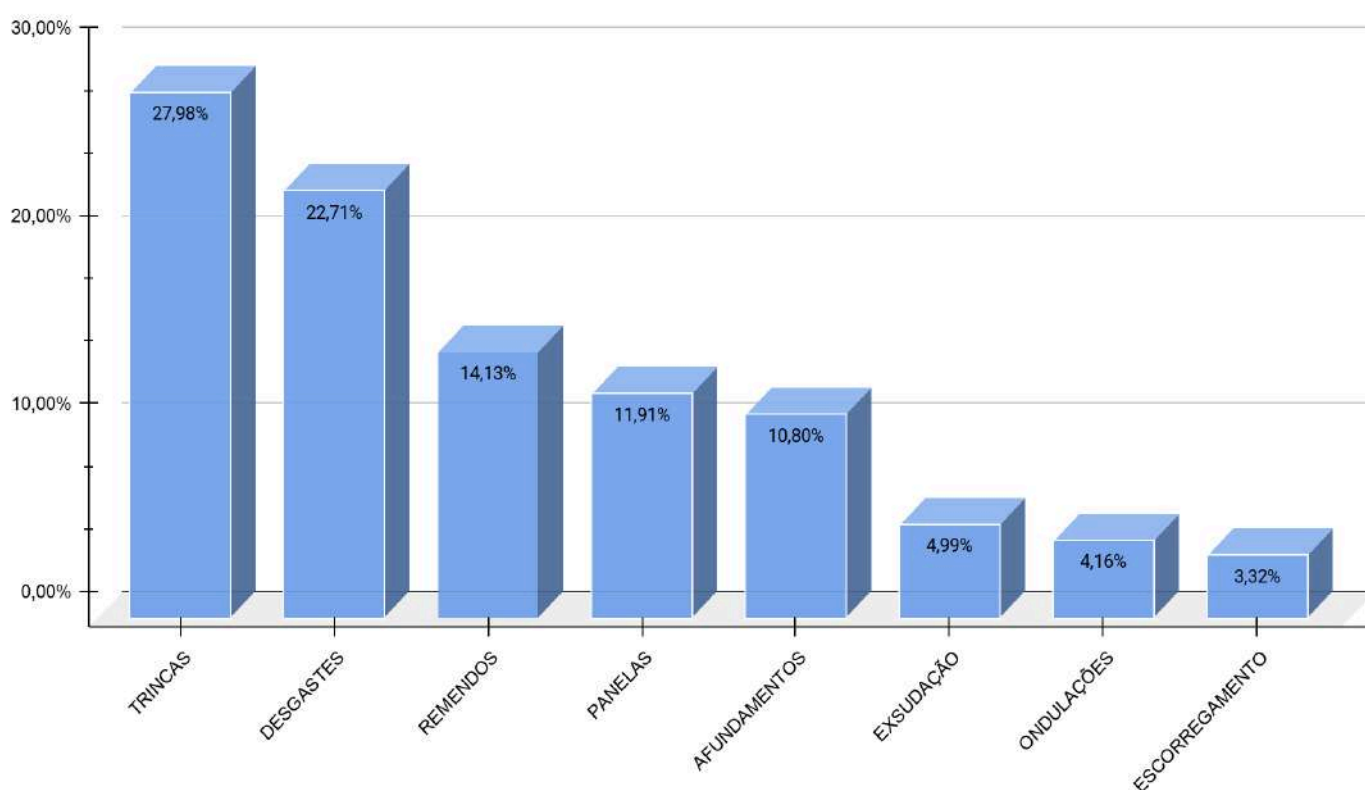
Fonte: Autor (2026)

A partir dos resultados apresentados, observa-se que as patologias mais recorrentes foram as trincas, representando aproximadamente 27,98% do total de ocorrências registradas. Por outro lado, defeitos como o escorregamento apresentaram menor incidência ao longo da

rodovia, indicando que tais manifestações ocorrem de forma mais localizada quando comparadas às demais patologias identificadas.

Com o intuito de facilitar a visualização da distribuição das ocorrências, os resultados também foram representados graficamente, conforme apresentado no Gráfico 1.

Gráfico 1 - Distribuição das ocorrências



Fonte: Autor (2026)

A análise gráfica permite observar de forma mais clara a predominância das manifestações patológicas encontradas no trecho estudado, destacando os defeitos que mais contribuem para o processo de degradação do pavimento. Esses resultados demonstram a importância da adoção de medidas de manutenção direcionadas às patologias mais recorrentes, de modo a minimizar a evolução dos danos e preservar as condições de serventia da rodovia.

5.3 Análise das possíveis causas

De acordo com Bernucci et al (2022, p. 651), Os defeitos de superfície podem aparecer precocemente (devido a erros ou inadequações de projeto e/ou executivos) ou a médio ou longo prazo (em função da utilização pelo tráfego e efeitos das intempéries). Entre os erros ou inadequações que levam à redução da vida de projeto, destacam-se os seguintes fatores, agindo separada ou conjuntamente: erros de projeto; erros ou inadequações na seleção, na dosagem ou na produção de materiais; erros ou inadequações construtivas; erros ou inadequações nas alternativas de conservação e manutenção.

Com base nas inspeções visuais realizadas em cada segmento avaliado, foi possível identificar a ocorrência de diferentes tipos de patologias ao longo de toda a extensão analisada. Entretanto, observou-se que as manifestações mais frequentes foram as diversas formas de trincamento, além da presença de remendos e desgastes ao longo da via, que apresentaram incidência significativamente superior em comparação aos demais defeitos. Por outro lado, patologias como exsudação e escorregamento do revestimento não foram notadas com tanta frequência nos trechos inspecionados.

As trincas representaram a manifestação patológica mais recorrente no trecho analisado, sendo identificadas tanto na forma de trincas isoladas quanto interligadas. Em diversos segmentos foram observadas trincas do tipo couro de jacaré e trincas em bloco, indicando um estágio avançado de deterioração do revestimento asfáltico. De acordo com o DNIT (2003, p. 127), a ocorrência dos intitulados defeitos de superfície (trincas e buracos) constituem deficiências que, com maior ou menor intensidade, ocorrerão durante a vida útil de um pavimento, como consequência natural do seu tempo de uso, da intensidade do tráfego a que estiver sujeito e de possíveis causas ligadas a imperfeições havidas no processo construtivo. A elevada ocorrência dessas patologias pode estar relacionada ao intenso fluxo de veículos observado na BR-230, principalmente em razão da importância logística da rodovia para a Região Metropolitana de João Pessoa e para o acesso ao Porto de Cabedelo.

Ainda de acordo com o DNIT (2003, p. 322), o principal responsável pela ocorrência de panelas ou buracos está geralmente relacionado com a perda de capacidade de suporte, ocasionada pela presença de água na fundação ou pelo subdimensionamento da estrutura do pavimento.

Outro aspecto observado foi a presença frequente de remendos distribuídos ao longo do trecho estudado. A ocorrência desses reparos evidencia a realização de intervenções corretivas anteriores, porém em alguns locais verificaram-se desníveis, desgaste prematuro e

reincidência dos defeitos. De acordo com o DNIT (2003, p. 385), os remendos existentes são em geral considerados falhas, já que refletem o mau comportamento da estrutura original, gerando normalmente incremento na irregularidade longitudinal, tendo como causas: Solicitação intensa do tráfego, emprego de material de má qualidade, agressividade das condições ambientais e problemas construtivos.

Além das trincas, panelas e remendos, também foram identificados pontos com desgaste superficial ao longo do trecho analisado. Essa patologia caracteriza-se pela perda progressiva dos agregados da camada de revestimento, tornando a superfície mais áspera e reduzindo a aderência entre pneu e pavimento. Segundo Bernucci et al. (2022, p. 658), algumas causas prováveis dos desgastes estão associadas às falhas de adesividade do ligante, a presença de água aprisionada e sobrepressão em vazios da camada de revestimento gerando o deslocamento do ligante, além de problemas de dosagem e problemas executivos.

Também foram observados pontos com afundamentos, defeito caracterizado pela deformação permanente da superfície, podendo ser plásticos ou de consolidação. De acordo com o DNIT (2003, p. 380), os afundamentos por consolidação, até certo limite são toleráveis, porém, quando o acúmulo das deformações permanentes formam flechas expressivas, a estrutura estará em um estado terminal, pondo em risco a segurança dos usuários, tendo como possíveis causas: Compactação insuficiente de uma ou mais camadas durante a construção, mistura asfáltica inadequada e o enfraquecimento de uma ou mais camadas devido à infiltração da água. Ainda de acordo com o DNIT (2003, p. 381), os afundamentos plásticos têm como possíveis causas a ruptura de uma ou mais camadas do pavimento devido à ação das cargas de tráfego. A ocorrência dos afundamentos, sejam eles plásticos ou de consolidação, reforçam novamente como o intenso tráfego decorrente do turismo e das atividades econômicas ligadas ao porto de Cabedelo afetam diretamente a qualidade da estrutura viária.

Em relação às patologias de exsudação, ondulação e escorregamento, elas foram observadas com baixa incidência ao longo do trecho analisado da BR-230. Apesar de pouco frequentes, esses defeitos merecem atenção por estarem associados a falhas construtivas, inadequações dos materiais e condições operacionais desfavoráveis. Segundo o Manual de Conservação Rodoviária (2003), as ondulações estão relacionadas principalmente à instabilidade da mistura betuminosa, ao excesso de umidade nas camadas subjacentes, à contaminação da mistura asfáltica por materiais estranhos e à retenção de água na estrutura do pavimento. Já o escorregamento ocorre, em grande parte, devido à ligação inadequada entre as camadas do pavimento, à compactação deficiente das misturas asfálticas e aos efeitos das

altas temperaturas sobre o revestimento. No caso da exsudação, as principais causas estão associadas ao excesso de ligante na mistura asfáltica, decorrente de erros de dosagem ou de temperaturas excessivas durante a produção e aplicação da mistura. A baixa ocorrência dessas patologias sugere que tais mecanismos de deterioração possuem menor influência no trecho estudado quando comparados aos processos relacionados ao trincamento, desgaste superficial e formação de painéis.

A análise das manifestações patológicas identificadas no trecho estudado da BR-230 permitiu verificar que os defeitos observados não estão associados a uma única causa específica. Em geral, sua ocorrência resulta da atuação simultânea de fatores relacionados ao tráfego, às condições ambientais, ao envelhecimento dos materiais, às condições de drenagem e a aspectos construtivos. Dessa forma, a Tabela 2 apresenta uma correlação entre as possíveis causas e as manifestações patológicas identificadas ao longo da rodovia, auxiliando na compreensão dos mecanismos responsáveis pela deterioração do pavimento.

Tabela 2 - Correlação entre as possíveis causas e as manifestações patológicas

Possíveis Causas	Manifestações Patológicas
Tráfego intenso e repetição das cargas	Trincas, trinca couro de jacaré, trinca em bloco, afundamentos, painéis e remendos.
Envelhecimento natural dos materiais	Fissuras e diferentes formas de trincamento do revestimento.
Variações de temperatura e condições ambientais	Trincas de retração, trincas em bloco e fissuração do revestimento.
Presença de água e deficiência no sistema de drenagem	Painéis, afundamentos por consolidação, desgaste superficial e perda de suporte das camadas do pavimento.
Falhas construtivas ou executivas	Escorregamento, exsudação, remendos deteriorados, afundamentos e fissuração precoce.
Problemas na dosagem ou produção da mistura asfáltica	Exsudação, desgaste superficial e afundamento plástico.
Baixa capacidade de suporte da estrutura do pavimento	Painéis (buracos) e afundamentos.

5.4 Métodos de conservação rodoviária

A escolha do método de conservação depende diretamente das características e da gravidade das manifestações patológicas identificadas no pavimento. Dessa forma, este tópico tem como objetivo apresentar os principais métodos de conservação rodoviária apresentados anteriormente, relacionando cada tipo de intervenção aos defeitos observados, a fim de evidenciar sua aplicação mais adequada.

Dentre as modalidades de conservação apresentadas pelo DNIT (2005), a conservação corretiva rotineira destaca-se por contemplar intervenções destinadas a reparar defeitos já existentes e restabelecer as condições adequadas de funcionamento da rodovia. Nesse contexto, manifestações patológicas identificadas no trecho estudado, como panelas, remendos deteriorados e defeitos superficiais localizados, podem ser corrigidas por meio de reparos pontuais e recomposição do revestimento. Essas intervenções contribuem para restabelecer as condições de conforto e segurança dos usuários, além de evitar a progressão dos danos para níveis mais severos de deterioração.

A conservação preventiva periódica, por sua vez, compreende um conjunto de ações executadas periodicamente com o objetivo de evitar o surgimento ou agravamento de defeitos. Para as trincas observadas ao longo da BR-230, especialmente aquelas em estágios iniciais, recomenda-se a realização de serviços de selagem, reduzindo a infiltração de água e retardando a deterioração das camadas do pavimento. Da mesma forma, os desgastes superficiais podem ser tratados por meio da aplicação de lama asfáltica, capa selante ou micro revestimento asfáltico, procedimentos que auxiliam na preservação da textura superficial e prolongam a vida útil do revestimento.

A conservação de emergência é aplicada em situações excepcionais que comprometem diretamente a trafegabilidade da via. Embora não tenham sido identificadas ocorrências dessa natureza durante a realização deste estudo, eventos como deslizamentos, erosões severas, rompimentos de dispositivos de drenagem ou danos provocados por chuvas intensas podem demandar intervenções imediatas para restabelecer as condições de circulação e garantir a segurança dos usuários.

Nos casos em que os defeitos atingem níveis avançados de deterioração e passam a comprometer significativamente o desempenho funcional e estrutural do pavimento, torna-se necessária a adoção de medidas de restauração. Considerando as patologias identificadas neste trabalho, segmentos que apresentem elevada concentração de trincamentos interligados, afundamentos extensos ou sucessivos remendos podem demandar intervenções mais

abrangentes, como recapeamentos ou reforços estruturais, visando recuperar as características técnicas da rodovia e adequá-la às condições atuais de tráfego.

Por fim, os melhoramentos rodoviários consistem em intervenções destinadas a acrescentar novas características ou aperfeiçoar as já existentes na infraestrutura viária. Nesse sentido, além das ações diretamente relacionadas ao pavimento, podem ser executadas melhorias nos sistemas de drenagem, sinalização e dispositivos de segurança viária. Tais intervenções contribuem para minimizar fatores que favorecem o surgimento e a evolução das manifestações patológicas, promovendo melhores condições de desempenho e maior durabilidade da rodovia.

Com base nas manifestações patológicas identificadas na BR-230, estabeleceu-se uma correlação entre cada defeito e o método de conservação mais indicado. Essa relação considera as características de cada manifestação e o nível de deterioração apresentado pelo pavimento, permitindo selecionar a intervenção mais adequada para preservar suas condições funcionais e estruturais. As informações serão organizadas e apresentadas na Tabela 3, a seguir:

Tabela 3 - Correlação entre as manifestações patológicas e os métodos de conservação

Manifestações Patológicas	Método de conservação
Fissuras	Conservação preventiva periódica
Trincas transversais (estágio inicial)	Conservação preventiva periódica
Trincas longitudinais (estágio inicial)	Conservação preventiva periódica
Trincas do tipo “Couro de Jacaré”	Restauração
Trincas em bloco (Avançado)	Restauração
Afundamento plástico	Restauração
Afundamento de consolidação	Restauração
Ondulação ou Corrugação	Conservação corretiva rotineira
Escorregamento	Conservação corretiva rotineira
Exsudação	Conservação corretiva rotineira

Desgaste	Conservação preventiva periódica
Buracos ou Panelas	Conservação corretiva rotineira
Remendo	Conservação corretiva rotineira

Fonte: Autor (2026)

Segunda Garcia (2021), o intuito principal das intervenções de manutenção é de fazer com que sejam preservadas as condições originais do pavimento, de modo apropriado para que possa então reduzir o custo total da sociedade com operações de veículos, bem como os custos relacionados à ocorrência de acidentes, e também os custos da própria manutenção do pavimento. Sendo assim, as intervenções realizadas com a finalidade de corrigir os defeitos devem ser feitas no momento certo de forma que possa estender ou ao menos manter em níveis adequados as propriedades de desempenho, conforto e segurança dos pavimentos.

Ainda conforme Garcia (2021), se no decorrer da sua vida útil não forem realizadas intervenções periódicas de manutenção, assim que entra no estágio de fadiga a degradação do pavimento tende a sofrer um processo mais acelerado, podendo levar a um colapso em toda a sua estrutura. Nesse caso, já não se justifica realizar o reforço, sendo necessário fazer a reconstrução da estrutura do pavimento.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise realizada no trecho da BR-230 compreendido entre o km 0 e o km 14 permitiu identificar a ocorrência de diversas manifestações patológicas ao longo do pavimento, evidenciando que a rodovia apresenta sinais de deterioração decorrentes da ação contínua do tráfego, das condições ambientais e do envelhecimento natural dos materiais.

Entre os defeitos observados, destacam-se principalmente as trincas, os desgastes superficiais, os remendos, as panelas e os afundamentos. A elevada incidência dessas manifestações demonstra que parte do trecho analisado já apresenta comprometimentos que podem influenciar diretamente as condições de conforto, segurança e desempenho da via.

A partir da análise das patologias identificadas, verificou-se que muitos dos defeitos encontrados estão relacionados entre si, uma vez que a evolução de determinadas manifestações pode favorecer o surgimento de outras formas de deterioração. Nesse sentido, a presença de trincamentos e desgastes superficiais merece atenção especial, pois podem acelerar o processo de degradação do pavimento quando não tratados adequadamente.

Os resultados obtidos reforçam a importância das atividades de conservação rodoviária como ferramenta fundamental para a manutenção da qualidade da infraestrutura viária. A execução de intervenções corretivas, preventivas e restauradoras em tempo oportuno contribui para reduzir a evolução dos defeitos e preservar as condições de serventia da rodovia.

Dessa forma, observa-se que o monitoramento contínuo das condições do pavimento e a adoção de programas adequados de conservação são medidas indispensáveis para garantir maior durabilidade à estrutura, reduzir custos de recuperação e proporcionar melhores condições de trafegabilidade aos usuários da BR-230.

REFERÊNCIAS

ARAÚJO, Marcelo A. et al. Análise comparativa de métodos de pavimentação. Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento, 2016. Disponível em: <https://www.nucleodoconhecimento.com.br/engenharia-civil/metodos-de-pavimentacao>. Acesso em: 06 abr. 2026.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE TECNOLOGIA PARA CONSTRUÇÃO E MINERAÇÃO (SOBRATEMA). Estudo da USP avalia alternativas para pavimentos de concreto. São Paulo, 18 jan. 2018. Disponível em: <https://www.sobratema.org.br/Blog/Exibir/220114>. Acesso em: 07 abr. 2026.

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

BALBO, José Tadeu. Pavimentos de concreto. São Paulo: Oficina de Textos, 2009.

BALDUINO, Yan Carlos de Souza Santos; COSMO, Rafael de Paula. Principais patologias na pavimentação rodoviária: identificação das causas e reparos. Revista Esfera Acadêmica Tecnologia, v. 7, n. 2, 2022.

BENTO, Izadora Santos; BARNABE, Karolina Braga Peixoto; MARCELINO, Mateus Vilela. Análise de manifestações patológicas em pavimentação asfáltica na BR-153 (trecho Araguaína – Nova Olinda). JNT – Facit Business and Technology Journal, v. 2, n. 67, p. 98-129, 2025.

BERNUCCI, Liedi Bariani; MOTTA, Laura Maria Goretti da; CERATTI, Jorge Augusto Pereira; SOARES, Jorge Barbosa. Pavimentação asfáltica: formação básica para engenheiros. 2. ed. Rio de Janeiro: Petrobras; ABEDA, 2022.

BRANDÃO, Anna Beatriz Bencke; SANTOS, Gisely Maria dos; SILVA, Roberta Jerônimo Fernandes da; SILVA, Pedro Henrique de França. Patologias em pavimentos flexíveis. Revista Mangaio Acadêmico, v. 5, n. 1, p. 58-80, 2020.

BRASIL. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. DNIT 005/2003 – TER: defeitos nos pavimentos flexíveis e semi-rígidos – terminologia. Rio de Janeiro: DNIT, 2003.

BRASIL. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT). DNIT 006/2003-PRO: avaliação objetiva da superfície de pavimentos flexíveis e semi-rígidos – procedimento. Rio de Janeiro: Instituto de Pesquisas Rodoviárias (IPR), 2003.

BRASIL. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT). Manual de conservação rodoviária. 2. ed. Rio de Janeiro: DNIT, Instituto de Pesquisas Rodoviárias, 2005. 564 p. (Publicação IPR-710).

BRASIL. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. Manual de pavimentação. 3. ed. Rio de Janeiro: DNIT, 2006.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DO TRANSPORTE (CNT). Pesquisa CNT de Rodovias 2024. Brasília: CNT; SEST SENAT; ITL, 2024.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DO TRANSPORTE (CNT). Pesquisa CNT de Rodovias 2025. Brasília: CNT; SEST SENAT; ITL, 2025.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DO TRANSPORTE (CNT). Transporte rodoviário: por que os pavimentos das rodovias do Brasil não duram? Brasília: CNT, 2017.

DEPARTAMENTO DE ESTRADAS DE RODAGEM DO ESTADO DE SÃO PAULO (DER/SP). Avaliação de pavimentos flexíveis e semi-rígidos por meio de levantamento visual contínuo de defeitos da superfície. São Paulo, 2006. (Instrução de Projeto IP-DE-P00/004).

FUNDAÇÃO MEMÓRIA DO TRANSPORTE (FuMTran). BR-230. Memória do Transporte Brasileiro, [s.d.]. Disponível em: <https://memoriadotransporte.org.br/galeria/br-230/>. Acesso em: 07 abr. 2026.

GARCIA, Mariana. Patologias e métodos de recuperação de pavimentos rodoviários. 2021. 36 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) – Centro Universitário de Cuiabá, Rondonópolis, 2021.

PASTANA, Carlos Eduardo Troccoli. Pavimentações de estradas II: anotações de aula. Marília: Universidade de Marília, 2006.

RAMOS, Dennis Martins. Determinação de patologias em pavimentação asfáltica nas avenidas: Av. Sergipe, Av. Joaquim Aires e Av. das Nações Unidas em Porto Nacional – TO. 2017. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) – Centro Universitário Luterano de Palmas, Palmas, 2017.

SANTOS, Mariana Silvina dos; LUZ, Maria Adelice da Silva. Obra de duplicação e triplicação da BR-230: o desenvolvimento urbano em equilíbrio com a preservação ambiental. João Pessoa: IESP, 2017.

SENÇO, Wlastermiller de. Manual de técnicas de pavimentação. v. 1. 2. ed. São Paulo: Pini, 1997.

SOUSA, Heloisa de. Moradores de Cabedelo lutam contra obras de expansão da BR-230. João Pessoa, 2019.

TAMBARA JÚNIOR, Luís Urbano Durlo; BARRAZA, Madeleing Taborda. Patologia das construções. Indaial: UNIASSELVI, 2021.

TRIBUNAL DE CONTAS DA UNIÃO (TCU). Relatório de fiscalização: obras da BR-230/PB (km 0 ao km 28,1). Brasília: TCU, 2017.



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DA PARAÍBA
Campus João Pessoa - Código INEP: 25096850
Av. Primeiro de Maio, 720, Jaguaribe, CEP 58015-435, João Pessoa (PB)
CNPJ: 10.783.898/0002-56 - Telefone: (83) 3612.1200

Documento Digitalizado Ostensivo (Público)

TCC

Assunto:	TCC
Assinado por:	Jose Vitor
Tipo do Documento:	Tese
Situação:	Finalizado
Nível de Acesso:	Ostensivo (Público)
Tipo do Conferência:	Cópia Simples

Documento assinado eletronicamente por:

- José Vitor Andrade Lima, DISCENTE (202112220018) DE BACHARELADO EM ENGENHARIA CIVIL - JOÃO PESSOA, em 25/07/2026 09:28:12.

Este documento foi armazenado no SUAP em 25/07/2026. Para comprovar sua integridade, faça a leitura do QRCode ao lado ou acesse <https://suap.ifpb.edu.br/verificar-documento-externo/> e forneça os dados abaixo:

Código Verificador: 1925212

Código de Autenticação: 51715e3f81

