



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

JULIANA LYRA TEIXEIRA

**ANÁLISE DAS PRINCIPAIS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS DO PAVIMENTO
RODOVIÁRIO DE CONCRETO DE CIMENTO PORTLAND NA RODOVIA BR 101 -
DO KM 41, NO MUNICÍPIO DE MAMANGUAPE, ATÉ A DIVISA COM O RIO
GRANDE DO NORTE**

JOÃO PESSOA

2024

JULIANA LYRA TEIXEIRA

**ANÁLISE DAS PRINCIPAIS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS DO PAVIMENTO
RODOVIÁRIO DE CONCRETO DE CIMENTO PORTLAND NA RODOVIA BR 101 -
DO KM 41, NO MUNICÍPIO DE MAMANGUAPE, ATÉ A DIVISA COM O RIO
GRANDE DO NORTE**

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

Orientador: Prof. Dr. Vamberto Monteiro da Silva

JOÃO PESSOA

2024

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

T266a	<p>Teixeira, Juliana Lyra.</p> <p>Análise das principais manifestações patológicas do pavimento rodoviário de concreto de cimento Portland na rodovia BR 101- do Km 41, no município de Mamanguape, até a divisa com o Rio Grande do Norte / Juliana Lyra Teixeira. – 2024.</p> <p>83 f. : il.</p> <p>TCC (Graduação – Engenharia Civil) – Instituto Federal de Educação da Paraíba / Departamento de ensino Superior / Coordenação do Curso Superior de Bacharelado em Engenharia Civil, 2024.</p> <p>Orientação : Prof. Dr. Vamberto Monteiro da Silva.</p> <p>1. Pavimento. 2. Defeito em rodovia. 3. Patologia em pavimento. 4. BR 101/PB. 5. Concreto de cimento Portland. I. Título.</p> <p style="text-align: right;">CDU 625.7/8(043)</p>
-------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Bibliotecária responsável: Lucrecia Camilo de Lima – CRB 15/132

DECISÃO 2/2025 - CBEC/UA1/UA/DDE/DG/IP/REITORIA/IFPB, de 30 de janeiro de 2025.

JULIANA LYRA TEIXEIRA

ANÁLISE DAS PRINCIPAIS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS DO PAVIMENTO RODOVIÁRIO DE CONCRETO DE CIMENTO PORTLAND NA RODOVIA BR 101 - DO KM 41, NO MUNICÍPIO DE MAMANGUAPE, ATÉ A DIVISA COM O RIO GRANDE DO NORTE

	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 Bacharela em Engenharia Civil
--	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Aprovado em 24 de setembro de 2024

Banca Examinadora

Dr. Vamberto Monteiro da Silva (Orientador - IFPB)

Me. Severino Ferreira da Silva Filho (Examinador Interno - IFPB)

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

JOÃO PESSOA

2024

Documento assinado eletronicamente por:

- **Vamberto Monteiro da Silva**, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 30/01/2025 19:23:57.
- **Camila Campos Gomez Famá**, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 30/01/2025 21:33:18.
- **Severino Ferreira da Silva Filho**, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 07/03/2025 09:48:44.

Este documento foi emitido pelo SUAP em 07/10/2024. 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: 615356
Verificador: 37%43b92e
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 minha amada mãe, Vitória Toscano.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por Seu infinito amor, bondade e misericórdia.

À minha mãe, Vitória Toscano, que tanto me apoiou e me ajudou.

Ao meu irmão, Daniel Lyra, pela sua formidável ajuda com o trabalho de campo.

Ao meu orientador, Dr. Vamberto Monteiro, por ter me auxiliado nessa jornada com tanta paciência, dedicação e sabedoria.

À banca examinadora por todas as contribuições, atenção e preciosas sugestões a minha pesquisa.

À Coordenação de Engenharia Civil do IFPB, em especial, à professora Melyne Palmeira.

Aos meus queridos professores, por terem proporcionado o meu crescimento pessoal, emocional e profissional.

Ao Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes – DNIT por disponibilizar dados e informações imprescindíveis.

Meus sinceros agradecimentos aos queridos familiares, amigos, colegas e todos que de alguma forma contribuíram, direta ou indiretamente, para o desenvolvimento deste trabalho.

*“Sabemos que todas as coisas cooperam para
o bem daqueles que amam a Deus...”*

Bíblia Sagrada, Romanos 8:28

RESUMO

O modal rodoviário é utilizado em alta escala no País, tanto para o deslocamento de pessoas como de produtos. Dentro desse contexto, a rodovia BR-101 possui um papel estratégico para a integração regional e contribui para o desenvolvimento socioeconômico do País. No entanto, em alguns trechos, esta rodovia tem apresentado defeitos que vem comprometendo a qualidade dos serviços ofertados e os riscos de sinistros e danos aos usuários são evidentes. Desta forma, foi realizado um levantamento fotográfico das principais patologias existentes no trecho em estudo, visando a catalogação e identificação das suas possíveis causas. Dos vinte tipos de patologias identificadas nas normas do DNIT para os pavimentos rígidos, foram constatadas a presença de dezessete tipos de defeitos em que, as fissuras transversais, seguida por problemas relacionados ao desnível pavimento-acostamento e os desgastes superficiais apresentaram maiores incidências. Tendo como possíveis causas, a falta de controle de eixo padrão dos veículos pesados, problemas relativos à drenagem, ausência ou longo períodos sem manutenções preventivas. Para tanto, a utilização de algumas inovações tecnológicas pode auxiliar ou mesmo sanar alguns problemas apresentados. Destaca-se a utilização de materiais com elastômeros como o asfalto borracha, uso de fotocatalisadores e de PCCA.

Palavras-chave: Defeitos; BR-101/PB; pavimento rígido; patologias; concreto de cimento Portland.

ABSTRACT

The road transport is widely used in Brazil, both for the movement of people and goods. In this context, the BR-101 highway plays a strategic role in regional integration and contributes to the country's socioeconomic development. However, in some stretches, this highway has presented defects that have been compromising the quality of the services offered, and the risk of accidents and damages to users is evident. Therefore, a photographic survey of the main pathologies existing in the stretch under study was carried out, aiming to catalog and identify their possible causes. Of the twenty types of pathologies identified in the DNIT standards for rigid pavements, the presence of seventeen types of defects was found, with transverse cracks, followed by problems related to the unevenness of the pavement and shoulder, and surface wear having the highest incidences. Possible causes include the lack of standard axle control for heavy vehicles, problems related to drainage, absence or long periods without preventive maintenance. To this end, the use of some technological innovations can help or even solve some of the problems presented. The use of materials with elastomers such as rubber asphalt, the use of photocatalysts and PCCA stands out.

Key words: Defects; BR-101/PB; hard flooring; pathologies; Portland cement concrete.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 01 – Esquema de seção transversal do pavimento.....	21
Figura 02 – Esquema de seção transversal do pavimento flexível.....	22
Figura 03 – Esquema de seção transversal do pavimento rígido.....	23
Figura 04 – Comparativo dos tipos de pavimento.....	25
Figura 05 – Alçamento de placas.....	26
Figura 06 – Fissura de canto.....	27
Figura 07 – Placa dividida.....	27
Figura 08 – Escalonamento.....	28
Figura 09 – Falha na selagem das juntas.....	28
Figura 10 – Desnível pavimento – acostamento.....	29
Figura 11 – Fissuras transversais.....	29
Figura 12 – Fissuras ou trincas longitudinais.....	30
Figura 13 – Fissuras diagonais.....	30
Figura 14 – Grandes reparos.....	30
Figura 15 – Pequenos reparos.....	31
Figura 16 – Desgaste superficial.....	31
Figura 17 – Bombeamento.....	32
Figura 18 – Quebras localizadas.....	32
Figura 19 – Passagem de nível.....	32
Figura 20 – Fissuras superficiais.....	33
Figura 21 – Fissuras de retração plástica.....	33
Figura 22 – Esborcinamento ou quebra de canto.....	34
Figura 23 – Esborcinamento de juntas.....	34
Figura 24 – Placa bailarina.....	35
Figura 25 – Assentamento.....	35
Figura 26 – Buracos.....	35
Figura 27 – Localização	44
Figura 28 – Seção tipo do pavimento rígido.....	46
Figura 29 – Seção Tipo do pavimento rígido – detalhes das barras de transferência e juntas de ligação.....	46

Figura 30 – Fissura de canto.....	49
Figura 31 – Placa dividida.....	50
Figura 32 – Escalonamento ou degrau nas juntas.....	50
Figura 33 – Falha na selagem das juntas.....	51
Figura 34 – Desnível pavimento-acostamento.....	51
Figura 35 – Separação entre o pavimento e o acostamento.....	51
Figura 36 – Crescimento de vegetação entre o acostamento e a pista de rolamento.....	52
Figura 37 – Fissuras transversais.....	52
Figura 38 – Fissuras longitudinais.....	53
Figura 39 – Fissuras diagonais.....	53
Figura 40 – Grandes reparos	54
Figura 41 – Grandes reparos danificados.....	54
Figura 42 – Reparos em concreto de cimento Portland.....	54
Figura 43 – Danos em reparos executados com concreto de cimento Portland.....	55
Figura 44 – Pequenos reparos.....	55
Figura 45 – Desgaste superficial.....	56
Figura 46 – Placa com desagregações (<i>Popouts</i>).....	56
Figura 47 – Detalhe da placa com desagregações (<i>Popouts</i>).....	56
Figuras 48 – Bombeamento de finos na zona de contato entre a placa e acostamento.....	57
Figuras 49 – Bombeamento de finos através das juntas de tração e das fissuras no pavimento.....	57
Figuras 50 – Quebras localizadas.....	58
Figuras 51 – Fissura de retração plástica.....	58
Figura 52 – Esborcinamento ou quebra de canto.....	58
Figura 53 – Esborcinamento de juntas.....	59
Figura 54 – Buracos.....	59
Figura 55 – Placa bailarina.....	60
Figura 56 – Assentamento.....	60
Figura 57 – Grauteamento das trincas existentes na sub base	63
Figura 58 – Bordas concretadas ainda com as fôrmas.....	64
Figura 59 – Barras de transferência	64
Figuras 60 – Placas de concreto em processo de cura.....	64

Figura 61 – Placas recém construídas.....	65
Figura 62 – Demolição das placas de concreto.....	65
Figura 63 – Demolição da base de concreto.....	65
Figura 64 – Execução de reforço do subleito execução	66
Figura 65 – Juntas de tração, formas metálicas e lonas plásticas.....	66
Figura 66 – Concretagem da base.....	66
Figura 67 – Placas concretadas em processo de cura.....	67

LISTA DE QUADROS

Quadro 01 – Tipos de pavimentos de concreto em placas.....	24
------------------------------------------------------------	----

LISTA DE DIAGRAMAS

Gráfico 01- Quantitativos dos defeitos dos pavimentos de concreto.....	61
Gráfico 02- Classificação do pavimento: rodovias brasileiras	68
Gráfico 03- Determinação do número mínimo de amostra (n).....	75

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AASHTO	American Association of State Highway and Transportation Officials
ABCP	Associação Brasileira de Cimento Portland
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
CCR	Concreto Compactado a Rolo
CNT	Confederação Nacional de Transporte
DNIT	Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes
EUA	Estados Unidos da América
ES	Especificação de Serviço
FHWA	Administração Rodoviária Federal
NBR	Norma Brasileira
PAC	Programa de Aceleração do Crescimento
PCA 84	Portland Cement Association
PCCA	Pavimento de Concreto Continuamente Armado
PE	Pernambuco
PIC	Plano de Intervenção Corretiva
PRO	Procedimento
RN	Rio Grande do Norte
Seplan	Secretaria de Planejamento
TCU	Tribunal de Contas da União

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	17
2	OBJETIVOS	19
2.1	Objetivo geral.....	19
2.2	Objetivos específicos.....	19
3	REFERENCIAL TEÓRICO	20
3.1	O Pavimento	20
3.2	Tipos de pavimentos	21
3.2.1	Pavimentos flexíveis.....	22
3.2.2	Pavimentos semirrígidos.....	22
3.2.3	Pavimentos rígidos.....	23
3.3	Patologias em pavimentos rígidos	26
3.3.1	Terminologia dos defeitos	26
3.3.1.1	Alçamento de placas	26
3.3.1.2	Fissura de canto	27
3.3.1.3	Placa dividida.....	27
3.3.1.4	Escalonamento ou degrau nas juntas	27
3.3.1.5	Falha na selagem das juntas.....	28
3.3.1.6	Desnível pavimento – acostamento	29
3.3.1.7	Fissuras lineares.....	29
3.3.1.8	Grandes reparos	30
3.3.1.9	Pequenos reparos	31
3.3.1.10	Desgaste superficial	31
3.3.1.11	Bombeamento	31
3.3.1.12	Quebras localizadas	32
3.3.1.13	Passagem de nível.....	32
3.3.1.14	Fissuras superficiais (rendilhado) e escamação.....	33
3.3.1.15	Fissuras de retração plástica	33
3.3.1.16	Esborcinação ou quebra de canto	34
3.3.1.17	Esborcinação de juntas	34
3.3.1.18	Placa “bailarina”	34
3.3.1.19	Assentamento.....	35
3.3.1.20	Buracos	35
3.3.2	Causas principais dos defeitos em pavimentos de concreto de cimento Portland	36
3.3.2.1	Alçamento de placas	36
3.3.2.2	Placa dividida.....	36
3.3.2.3	Escalonamento ou degrau nas juntas	36
3.3.2.4	Falha na selagem das juntas.....	37
3.3.2.5	Desnível pavimento – acostamento	37
3.3.2.6	Fissuras	37
3.3.2.7	Desgaste superficial	39
3.3.2.8	Bombeamento	39
3.3.2.9	Passagem de nível.....	39
3.3.2.10	Esborcinação ou quebra de canto	39

3.3.2.11	Esborcinamento de juntas	40
3.3.2.12	Placa “bailarina”	40
3.3.2.13	Assentamento.....	40
3.3.2.14	Buracos	40
3.3.3	Patologias em pavimentos de cimento Portland segundo a classificação da FHWA	40
3.3.3.1	Rachaduras.....	41
3.3.3.2	Deficiência nas juntas	41
3.3.3.3	Defeitos superficiais	42
3.3.3.4	Deteriorações diversas	42
4	METODOLOGIA.....	44
4.1	Área de Estudo	44
4.2	Material	46
4.2.1	Dados	46
4.2.2	Equipamentos	47
4.2.3	Programas computacionais	47
4.3	Método	47
4.3.1	Amostragem.....	46
5	RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	49
5.1	Inspeção visual do pavimento.....	49
5.2	Recuperação de algumas patologias dispostas anteriormente.....	62
5.3	Sugestões para melhorias e prevenção de patologias do pavimento rígido do trecho rodoviário em estudo	67
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	700
	REFERÊNCIAS	722
	ANEXO A – DETERMINAÇÃO DO NÚMERO MÍNIMO DE AMOSTRA (N).....	755
	ANEXO B – OFÍCIO DNIT	766

1 INTRODUÇÃO

O modal rodoviário movimenta cerca de 65% das cargas e 95% dos passageiros no território nacional. Desempenhando, dessa forma, um papel estratégico para a integração regional e contribuindo para o desenvolvimento socioeconômico do País. Porém, além de problemas em relação à oferta e à distribuição, essas rodovias possuem, de modo geral, graves deficiências quanto aos seus estados de conservação de acordo com a Confederação Nacional de Transporte - CNT (2023, p. 10).

Ainda segundo a CNT (2023, p.130), em 2023 foram avaliados 67.659 quilômetros de rodovias federais, correspondente a 60,7% da extensão total. Dessas rodovias avaliadas, quanto ao estado geral, apenas 7,4% possuem estado ótimo, 29,7%, bom, 43,1% é regular, enquanto 15,4% apresentam um estado ruim e 4,4%, péssimo.

Buscando trazer valores sociais e econômicos, um aumento no turismo, melhoria e fluidez ao tráfego, além da expansão econômica da região Nordeste do Brasil, o Departamento Nacional de Infraestrutura e de Transportes (DNIT) realizou a duplicação da rodovia BR 101/NE no ano de 2010.

Conforme a assessoria de imprensa do DNIT (2010), o Governo Federal investiu cerca de R\$ 2,3 bilhões, oriundos do Programa de Aceleração do Crescimento (PAC) para execução de serviços de duplicação e adequação de capacidade de tráfego em 400 quilômetros da BR-101 - Corredor Nordeste, desde Natal (RN) até Palmares (PE). Deste total, foram investidos cerca de R\$ 700 milhões na Paraíba.

Visto que se trata de uma rodovia imprescindível para desenvolvimento socioeconômico da Região Nordeste e uma via de ligação fundamental para o País, a BR-101 recebeu uma camada asfáltica para recuperação de seu traçado existente e a implantação de uma nova pista para ampliação de sua capacidade (duplicação), executada em concreto armado visando uma maior durabilidade e melhor atendimento às especificações técnicas de projeto.

Sabe-se que os pavimentos de concreto de cimento Portland são executados para atingirem uma durabilidade acima de 30 anos, atendendo requisitos técnicos de qualidade relativos à resistência, ao desempenho em serviço e à durabilidade das rodovias. Porém, quando os projetos não são bem elaborados e/ou executados; não são realizadas manutenções preventivas e corretivas; quando há existência de uso inadequado por parte dos usuários das vias, como o excesso de peso nos caminhões; verifica-se, nesses casos, que há

comprometimento na qualidade dos serviços e os riscos de sinistros e danos aos usuários são evidentes.

Observa-se que, a nova pista construída com o sistema de pavimento rígido não tem oferecido níveis de serviços satisfatórios e já apresenta muitos trechos com patologias como fissuras e quebra das placas de concreto. Embora tenha menos de 20 anos, principalmente o Lote 3, com 40,4 quilômetros, o qual se inicia na divisa da Paraíba com o Estado do Rio Grande do Norte e se estende até o município de Mamanguape, são verificados vários problemas nessas placas de concreto que vem se agravando ao longo dos anos. Fazendo-se necessários, dessa forma, o estudo e também a catalogação das principais patologias visualizadas buscando o entendimento dos problemas ocorridos no trecho.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Analisar algumas patologias observadas nos pavimentos de concreto de cimento Portland da BR-101, no trecho que se inicia na cidade de Mamanguape até a divisa da Paraíba com o Estado do Rio Grande do Norte, totalizando 40,4 quilômetros de extensão;

2.2 Objetivos específicos

- Fazer uma análise das possíveis causas e efeitos dos danos apresentados no pavimento de concreto do trecho rodoviário em estudo;
- Apontar algumas sugestões para melhorias e prevenção de patologias do pavimento rígido do trecho rodoviário em estudo;
- Apresentar algumas técnicas e/ou novos materiais que possibilitem a melhoria e a prevenção de patologias do pavimento rígido do trecho rodoviário em estudo.

3 Referencial teórico

3.1 O Pavimento

Segundo DNIT (2006, p. 95), o pavimento de uma rodovia é a superestrutura constituída por um sistema de camadas de espessuras finitas, assentes sobre um semiespaço considerado teoricamente como infinito - a infraestrutura ou terreno de fundação, a qual é designada de subleito.

A definição de cada uma dessas camadas, ainda de acordo com DNIT (2006, p. 106), é abordada a seguir.

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

- A. Resistir e distribuir ao subleito os esforços verticais oriundos do tráfego;
- B. Melhorar as condições de rolamento quanto à comodidade e conforto;
- C. 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 transmite seus efeitos às camadas inferiores.

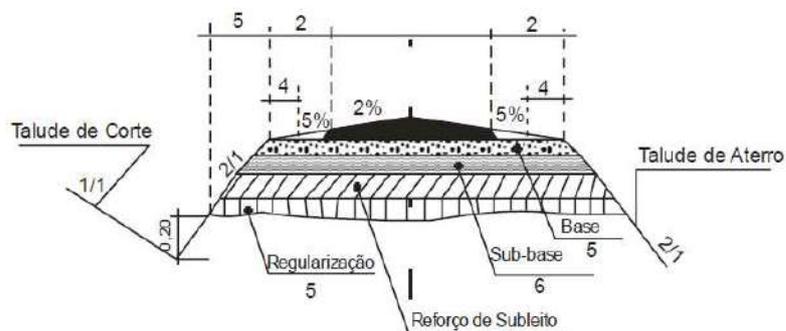
Pode-se afirmar que, ainda segundo Senço (2007, p. 6) o pavimento é um sistema de várias camadas de espessuras finitas que se assenta sobre um semiespaço infinito que exerce a função de fundação da estrutura, chamado subleito.

Na definição para pavimentos de Bernucci et al. (2022, p. 11), observa-se uma amplitude maior a qual abrange os aspectos de qualidade, conforto, segurança e economia. Além de abordar os efeitos do clima e das cargas dos veículos no pavimento:

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. (Bernucci et al. 2022, p. 11)

Através da Figura 1, pode-se visualizar de maneira esquemática uma seção transversal de um pavimento com suas camadas constituintes.

Figura 1 – Esquema de seção transversal do pavimento



Fonte: DNIT (2006, p. 98)

3.2 Tipos de pavimentos

De uma forma genérica, DNIT (2006, p. 95) classifica os pavimentos em flexíveis, semirrígidos e rígidos.

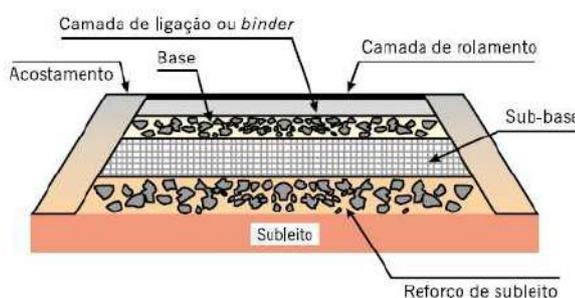
3.2.1 Pavimentos flexíveis

De acordo com DNIT (2006, p. 95), o pavimento flexível é aquele em que todas as camadas sofrem deformação elástica significativa quando submetidas a um carregamento e, desta forma, a carga se distribui em quantias aproximadamente equivalentes entre as suas camadas.

Nos pavimentos flexíveis, segundo Senço (2007), as deformações, até determinado limite, não levam ao colapso. E estes pavimentos são dimensionados, normalmente, à compressão e à tração na flexão, provocada pelo aparecimento das bacias de deformação sob as rodas dos veículos, que levam a estrutura a deformações permanentes, e ao rompimento por fadiga.

Conforme Bernucci et al. (2022, p. 13), nos pavimentos flexíveis, as camadas abaixo do revestimento asfáltico são constituídas por materiais granulares, solos, solo-agregados, entre outros (Fig.02).

Figura 02 – Esquema de seção transversal do pavimento flexível



Fonte: Bernucci et al. (2022, p. 13)

3.2.2 Pavimentos semirrígidos

O pavimento semirrígido é descrito por DNIT (2006, p. 95) como um pavimento que possui uma camada cimentada por algum aglutinante com propriedades cimentícias como por exemplo, uma camada de solo cimento revestida por uma camada asfáltica.

De forma semelhante, é caracterizado por Bernucci et al. (2022, p. 13) como um pavimento onde, abaixo do revestimento asfáltico, a base ou sub-base são constituídas por materiais cimentados ou aglutinados por ligante hidráulico, e que resistem aos esforços de tração.

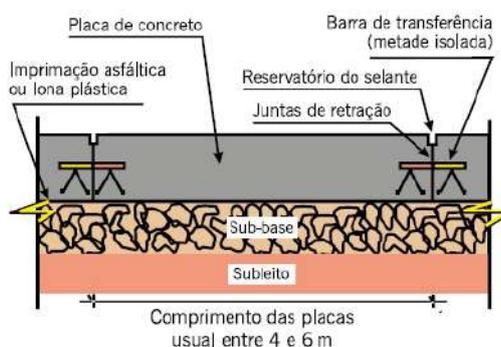
3.2.3 Pavimentos rígidos

Conforme DNIT (2006, p. 95), o pavimento rígido é um revestimento de elevada rigidez em relação às camadas que estão sob ela e, assim, absorve praticamente todas as tensões advindas da carga aplicada. A exemplo, tem-se o pavimento constituído por lajes de concreto de cimento Portland.

Verifica-se uma abordagem mais voltada à mecânica dos pavimentos no conceito de pavimentos rígidos abordado por Senço (2007, p. 23). Para o autor, estes tipos de pavimentos são aqueles pouco deformáveis, constituídos principalmente de concreto de cimento que rompem por tração na flexão, quando sujeitos a deformações.

Há uma tendência de usar-se a nomenclatura pavimentos de concreto de cimento Portland (ou simplesmente concreto-cimento) para os pavimentos rígidos. Os mesmos, são definidos como aqueles em que o revestimento é uma placa de concreto de cimento Portland. A espessura é fixada em função da resistência à flexão das placas de concreto (que poderá ou não ser armadas com barras de aço) e das resistências das camadas subjacentes. Essa configuração pode ser observada através da Figura 03 (Bernucci et al., 2022, p. 13).

Figura 03 – Esquema de seção transversal do pavimento rígido



Fonte: Bernucci et al. (2022, p. 13)

As informações e experiências adquiridas ao longo dos anos acerca desses pavimentos têm possibilitado o melhoramento das técnicas do projeto geométrico de juntas de dilatação e de dimensionamento das alturas das placas de concreto. Permitindo que novos modelos de comportamento dos pavimentos rígidos, como o de erosão da fundação do pavimento e o de escalonamento das juntas, que sendo usados para realização da análise estrutural, acarreta uma estimativa mais realista dos fenômenos que podem colapsar o pavimento (DNIT, 2005, p.67).

Ainda segundo DNIT (2005, p.67), a análise estrutural era limitada ao uso do sistema de placas apoiadas em fundação contínua (*Westergaard*) ou de camadas múltiplas (*Burmister*, por exemplo) mas, os projetos já usam o Método dos Elementos Finitos que é capaz de simular uma diversificada variação na geometria e nas propriedades dos componentes da estrutura de forma mais rápida e eficaz.

Esses pavimentos rodoviários podem ser de concreto simples, de concreto estruturalmente armado e os pavimentos especiais são dos tipos *Whitetopping*, pavimentos sobre estruturas de concreto e pavimentos com peças pré-moldadas de concreto.

Na definição dada por Balbo (2009) para os pavimentos de concreto, ele afirma que esses pavimentos são aqueles cuja camada de rolamento é elaborada com concreto (produzido com agregados e ligantes hidráulicos) onde pode ser usada diversas técnicas de manipulação e elaboração do concreto, que apresentam suas particularidades de projeto, execução, operação e manutenção. No quadro 01, são expostos os tipos de pavimentos de concreto e suas respectivas características estruturais e construtivas dada pelo autor.

Quadro 01 - Tipos de pavimentos de concreto em placas

Denominação	Símbolo	Principais características Estruturais e Construtivas
Pavimento de concreto simples	PCS	Concreto de alta resistência em relação a concretos estruturais para edifícios, que combate os esforços de tração na flexão gerados na estrutura, por não possuir armaduras para isso. A presença de juntas serradas de contração (para o controle da retração) pouco espaçadas é marcante
Pavimento de concreto armado	PCA	Concreto que trabalha em regime de compressão de banzo comprimido, mas sem sofrer esmagamento. No banzo tracionado estão as armaduras resistentes aos esforços de tração, o que faz dele um concreto convencional armado. Há juntas serradas, porém de modo mais espaçado que no PCS.
Pavimento de concreto com armadura contínua	PCAC	Concreto que tolera a fissuração de retração, transversalmente, de modo aleatório. A armadura contínua, colocada pouco acima da linha neutra, na seção transversal da placa, cabe a tarefa de manter as faces fissuradas fortemente unidas. Não se executam juntas de contração nesse pavimento, com exceção das construtivas
Pavimento de concreto protendido	PCPRO	Concreto que permite placas de grandes dimensões planas e menores espessuras, trabalhando em regime elástico.
Pavimento de concreto pré-moldado	PCPM	As placas de concreto pré-moldadas atendem à necessidade de transporte. São normalmente fabricadas sob medida, com elevado

Denominação	Símbolo	Principais características Estruturais e Construtivas
		controle de precisão, para a rápida substituição de placas em pavimentos de concreto deteriorados.
<i>Whitetopping</i>	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.
<i>Whitetopping</i> ultra delgado	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.

Fonte: Balbo, 2009

Segundo a Curti (2019, p.5), as vantagens do pavimento em concreto são: o conhecimento técnico acumulado pelo DNIT; melhor visibilidade por reflexão; economia de energia elétrica; grande durabilidade com pouca manutenção; não sofre deformação plástica; menor distância de frenagem; economia de combustíveis; menor absorção de calor; conforto de rolamento; custo total de construção e manutenção é competitivo; execução por modernas técnicas.

Na Figura 4, é mostrado um comparativo das camadas existentes nos três tipos de pavimentos. Sendo o pavimento rígido o que possui um menor número de camadas e é também o que oferece uma distribuição mais uniforme dos carregamentos.

Figura 4 – Comparativo dos tipos dos pavimentos



Fonte: Master Plate (2023)

3.3 Patologias em pavimentos rígidos

O conhecimento de patologias é indispensável e quando se tem informações acerca dos defeitos construtivos que possam vir a ocorrer e suas causas, é muito menos provável que se cometam erros. E como, nas edificações modernas, tem-se procurado construir, em função do conhecimento mais aperfeiçoado e profundo dos materiais e técnicas. O consumo tem sido reduzido, mas em compensação, o mínimo erro causa patologias. Verçozza (1991, p. 7)

Segundo Souza et al. (1998, p. 13), O aparecimento de patologias pode indicar, de maneira geral, a existência de uma ou mais falhas durante o processo executivo, além de apontar para falhas também no sistema de controle de qualidade de um ou mais serviços.

3.3.1 Terminologia dos defeitos

A Norma DNIT 061/2004 – Pavimento rígido – Defeitos – Terminologia, apresenta os termos técnicos a serem empregados para a caracterização dos defeitos que possam ocorrer nos pavimentos rígidos de concreto de cimento Portland.

A seguir, tais defeitos serão descritos e definidos conforme a norma supracitada.

3.3.1.1 Alçamento de placas

É um desnível entre as placas de concreto que acontece nas juntas ou nas fissuras transversais, podendo ocasionalmente, aparecer próximo das canaletas de drenagens ou de procedimento realizado no pavimento (Figura 5).

Figura 5 – Alçamento de placas



Fonte: Carvalho (2016)

3.3.1.2 Fissura de canto

A fissura (Figura 6) que atinge as juntas a uma distância menor ou igual à metade do comprimento das bordas ou juntas do pavimento (longitudinal e transversal), medindo-se a partir do seu canto. Comumente, atinge a espessura total da placa.

Figura 6 – Fissura de canto



Fonte: Carvalho (2016)

3.3.1.3 Placa dividida

Corresponde ao aparecimento de fissuras que dividem a placa (Figura 7) em quatro ou mais partes.

Figura 7 – Placa dividida



Fonte: Carvalho (2016)

3.3.1.4 Escalonamento ou degrau nas juntas

Caracterizam-se pelos deslocamentos verticais diferenciados e permanentes que ocorrem entre uma placa e outra próxima a ela, na área da junta de dilatação como observado na Figura 8 a seguir.

Figura 8 – Escalonamento



Fonte: Vitória (2016)

3.3.1.5 Falha na selagem das juntas

Dano observado no material selante que permita o acúmulo de materiais incompressíveis na junta ou a infiltração de água. As principais falhas (Figura 9) observadas no material selante são:

- A. Rompimento, por tração ou compressão;
- B. Extrusão do material;
- C. Crescimento de vegetação;
- D. Endurecimento (oxidação) do material;
- E. Perda de aderência às placas de concreto;
- F. Quantidade deficiente de selante nas juntas.

Figura 9 – Falha na selagem das juntas



Fonte: Carvalho (2016)

3.3.1.6 Desnível pavimento – acostamento

Degrau formado entre o acostamento e a borda do pavimento, podendo ou não apresentar uma separação dessas bordas (Figura 10).

Figura 10 – Desnível pavimento – acostamento



Fonte: Vitória (2016)

3.3.1.7 Fissuras lineares

São fissuras que atingem toda a espessura da placa de concreto, dividindo-a em duas ou três partes. Essas fissuras lineares podem ser divididas em:

- A. Fissuras transversais (Figura 11) que ocorrem na direção da largura da placa, perpendicularmente ao eixo longitudinal do pavimento;

Figura 11 – Fissuras transversais



Fonte: DNIT (2004)

- B. Fissuras longitudinais (Figura 12) que ocorrem na direção do comprimento da placa, paralelamente ao eixo longitudinal do pavimento;

Figura 12 – Fissuras ou trincas longitudinais



Fonte: DNIT (2004)

C. Fissuras diagonais (Figura 13), que são fissuras inclinadas que interceptam as juntas do pavimento a uma distância maior que a metade do comprimento dessas juntas ou bordas.

Figura 13 – Fissuras diagonais



Fonte: DNIT (2004)

3.3.1.8 Grandes reparos

Os grandes reparos (Figura 14) correspondem a áreas do pavimento maiores que $0,45 \text{ m}^2$, que foram removidas e posteriormente preenchidas com um material de enchimento.

Figura 14 – Grandes reparos



Fonte: DNIT (2004)

3.3.1.9 Pequenos reparos

São áreas do pavimento original, menores ou iguais a $0,45 \text{ m}^2$, que foram removidas e preenchida com material de enchimento (Figura 15).

Figura 15 – Pequenos reparos



Fonte: DNIT (2004)

3.3.1.10 Desgaste superficial

Ocorrem quando há um desprendimento da argamassa superficial, e isso faz com que os agregados aflorem na superfície do pavimento, e com o passar do tempo, ficam com a sua superfície polida (Figura 16).

Figura 16 – Desgaste superficial



Fonte: DNIT (2004)

3.3.1.11 Bombeamento

Decorrente da saída de finos plásticos existentes no solo de fundação do pavimento, através das juntas, bordas ou trincas, quando passam as cargas solicitantes. Esses finos bombeados possuem a forma lama fluida (Figura 17).

Figura 17 – Bombeamento



Fonte: Carvalho (2016)

3.3.1.12 Quebras localizadas

São áreas das placas trincadas e partidas em pequenos pedaços (Figura 18), situando-se geralmente entre uma trinca e uma junta ou entre duas trincas próximas entre si (em torno de 1,5 m).

Figura 18 – Quebras localizadas



Fonte: DNIT (2004)

3.3.1.13 Passagem de nível

São deformidades que ocorrem em passagens de nível, correspondendo a depressões ou elevações próximas aos trilhos (Figura 19).

Figura 19 – Passagem de nível



Fonte: Vitória (2016)

3.3.1.14 Fissuras superficiais (rendilhado) e escamação

Compreendem fissuras capilares que ocorrem apenas na superfície da placa (Figura 20), com profundidade variando de 6 mm a 13 mm, com tendência de se interceptarem, formando ângulos de 120° . A escamação é caracterizada pelo descolamento da camada superficial fissurada, podendo, no entanto, ser proveniente de outros defeitos, como o desgaste superficial.

Figura 20 – Fissuras superficiais



Fonte: DNIT (2004)

3.3.1.15 Fissuras de retração plástica

São fissuras rasas (superficiais), de pequena abertura (inferior a 0,5 mm) e de comprimento limitado (Figura 21). Geralmente, ocorre de maneira ser aleatória e formam ângulos de 45° a 60° com o eixo longitudinal da placa.

Figura 21 – Fissuras de retração plástica



Fonte: Carvalho (2016)

3.3.1.16 Esborcinamento ou quebra de canto

São quebras nos cantos das placas, com forma de cunha, e que ocorrem a uma distância não superior a 60 cm do canto (Figura 22).

Figura 22 – Esborcinamento ou quebra de canto



Fonte: DNIT (2004)

3.3.1.17 Esborcinamento de juntas

Se caracteriza pela quebra das bordas da placa de concreto (quebra em cunha) nas juntas, com o comprimento máximo de 0,60 metros, mas que não atinge toda a espessura da placa (Figura 23).

Figura 23 – Esborcinamento de juntas

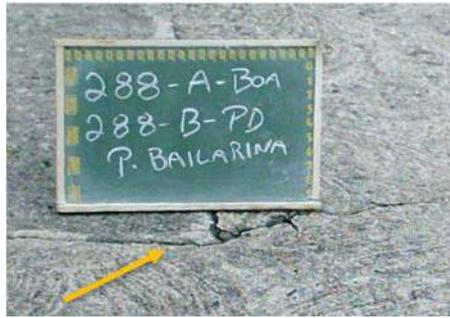


Fonte: DNIT (2004)

3.3.1.18 Placa “bailarina”

É uma placa com movimentação vertical perceptível sob a ação do tráfego, principalmente na região das juntas (Figura 24).

Figura 24 – Placa bailarina



Fonte: DNIT (2004)

3.3.1.19 Assentamento

Corresponde a um afundamento no pavimento, criando ondulações superficiais com grande extensão (Figura 25).

Figura 25 – Assentamento



Fonte: DNIT (2016)

3.3.1.20 Buracos

São cavidades na superfície da placa, onde se observa perda de concreto no local, apresentando área e profundidade bem definidas (Figura 26).

Figura 26 – Buracos



Fonte: DNIT (2016)

As patologias em pavimentos com comportamentos rígidos podem ser estruturais ou funcionais. As primeiras, são aquelas que afetam a capacidade do pavimento em suportar as cargas do tráfego. Já as patologias funcionais, são aquelas que afetam a segurança do pavimento (Silva, 2008, p. 17).

3.3.2 Causas principais dos defeitos em pavimentos de concreto de cimento Portland

Conforme o Manual de Recuperação de Pavimentos Rígidos do DNIT (2006), as principais causas de defeitos estão relacionadas a seguir.

3.3.2.1 Alçamento de placas

É um defeito causado pela dilatação linear do pavimento, decorrentes de variações sazonais de valor significativo, aliada à deficiência ou ausência de junta de dilatação nas placas adjacentes a obstáculos fixo.

3.3.2.2 Placa dividida

A divisão da placa em quatro ou mais partes são decorrentes das fissuras que ocorre no sentido transversal, longitudinal e diagonal. Para tanto, a causa dessa divisão está relacionada com as causas que deram origem as fissuras. E se existirem, na placa, várias fissuras com variados sentidos, isto pode ser decorrente de deficiência no suporte da fundação do pavimento, subdimensionamento da espessura do pavimento e fadiga do concreto.

3.3.2.3 Escalonamento ou degrau nas juntas

O escalonamento ou degrau nas juntas normalmente ocorre devido à falta ou deficiência dos dispositivos capazes de garantir a transmissão de carga nas juntas de dilatação. Também pode ser ocasionada por qualquer falha na sub-base ou o dimensionamento de placas de dimensões curtas, aliada à passagem de tráfego pesado e canalizado.

Os degraus nas juntas contribuem, de forma significativa, para a redução da vida útil do pavimento e reduzem o conforto e a segurança do tráfego, provocando, muitas vezes, danos nos veículos.

3.3.2.4 Falha na selagem das juntas

São defeitos provenientes da deficiência na selagem das juntas ou pela escolha um material selante inadequado ou de baixa vida útil.

3.3.2.5 Desnível pavimento – acostamento

As causas para este defeito são as mesmas citadas para os degraus nas juntas, que são decorrentes da falta ou deficiência dos dispositivos capazes de garantir a transmissão de carga nas juntas ou uma deficiência na sub-base ou o dimensionamento de placas de dimensões curtas, aliada à passagem de tráfego pesado e canalizado.

3.3.2.6 Fissuras

- Fissuras transversais

Estas fissuras, que somente aparecem após o concreto endurecido, têm o sentido transversal da placa e são provocadas pela retração hidráulica ou por perda d'água. De uma maneira geral, estas fissuras costumam abranger toda a espessura da placa. Tem como causas prováveis, a cura deficiente; atraso na serragem das juntas transversais; profundidade insuficiente do corte da junta; placas com comprimento acima do adequado para o tipo de agregado empregado no concreto (geralmente varia de 5 a 7 m); insuficiência de suporte da fundação e do subdimensionamento da espessura do pavimento.

As fissuras transversais localizadas próximas de uma junta transversal, são causadas por ineficiência ou má colocação das barras de transferência; amarração do trecho engraxado das barras de transferência aos caranguejos de apoio destas barras; colagem do concreto novo de uma placa ao concreto antigo da placa adjacente, no caso de juntas executadas por meio de formas.

- Fissuras longitudinais

As fissuras longitudinais são provocadas pela largura excessiva da placa (maior que 3,80 m); empenamento da placa no sentido transversal, com o levantamento das bordas longitudinais, devido a um elevado gradiente de temperatura e umidade entre a superfície superior e a inferior da placa, aliado à passagem de tráfego pesado sobre as bordas do pavimento; profundidade insuficiente do corte da junta longitudinal.

- Fissuras diagonais

São provocadas por deficiência no suporte da fundação, ou são oriundas da formação simultânea de fissuras transversal e longitudinal.

- Fissuras de canto

A ocorrência de fissuras de canto se deve à falta ou deficiência dos dispositivos de transmissão de carga nas juntas; subdimensionamento da espessura do pavimento; recalque diferencial da fundação do pavimento, devido à falta de uniformidade da capacidade de suporte desta fundação; empenamento dos cantos da placa, devido às variações térmicas e de umidade entre a superfície superior e a inferior da placa.

- Fissuras não direcionadas

As fissuras não direcionadas são ocasionadas pela retração plástica que tem como causa deste tipo de fissura é a execução do pavimento em ambiente de muita insolação, ação de ventos e baixa umidade relativa do ar.

Muitas vezes, quando a evaporação da água do concreto é muito rápida após a finalização do acabamento do pavimento, estas fissuras podem ser inúmeras e esparsas, formando um rendilhado, sendo preponderantemente superficiais e de aberturas bem insignificantes.

Outras causas para este tipo de fissura são problemas relacionados com os aditivos empregados no concreto tanto em termos de qualidade ou superdosagem.

3.3.2.7 Desgaste superficial

O desgaste superficial do pavimento, bem como a sua escamação e o lasqueamento, são provocados pelo emprego de concreto de baixa qualidade, uso de agregados sujos ou com pó aderente, excesso de água na mistura do concreto, concreto com exsudação elevada por deficiência de finos e descolamento da pasta ou argamassa de cobrimento, devido ao acúmulo de água na superfície do pavimento depois do seu acabamento, que costuma ser evitado pela raspagem da superfície do concreto;

3.3.2.8 Bombeamento

O bombeamento de finos plásticos existentes no solo de fundação do pavimento através das juntas, bordas ou trincas, quando da passagem das cargas solicitantes, provoca inicialmente o amolecimento da fundação e posteriormente o descalçamento das placas que cobrem a área afetada. Com o suporte da fundação tornando-se deficiente, as placas sofrem tensões maiores do que as que foram consideradas no dimensionamento do pavimento, o que acelera o processo de fadiga do concreto e provoca a sua ruptura precoce.

Esse bombeamento pode ser decorrente da ausência de uma sub-base ou pela sua execução de modo inadequado, além da ausência da colocação de lona plástica entre a placa e a sub-base.

3.3.2.9 Passagem de nível

As depressões ou elevações próximas aos trilhos, que ocorrem em passagens de nível, são decorrentes de projeto inadequado ou de uma execução deficiente do pavimento neste local.

3.3.2.10 Esborcinamento ou quebra de canto

Tais defeitos decorrem da retirada das formas nestes locais de maneira brusca, ou com o concreto ainda com baixa resistência. Podem, ainda, ser decorrentes do uso inadequado de veículos pesados, quando estes trafegam fora das trilhas consideradas no projeto.

3.3.2.11 Esborcinamento de juntas

As causas do esborcinamento nas juntas pode ser por remoção precipitada das formas; serragem prematura da junta, quando o concreto ainda não apresenta uma resistência adequada; infiltração de materiais incompressíveis na junta quando ela está muito aberta em período mais frio, e posteriormente irão comprimir as bordas da junta em período mais quente quando as juntas se fecharem.

3.3.2.12 Placa “bailarina”

As perdas localizadas ou generalizadas de suporte da fundação, aliadas à existência de juntas ineficientes e à ação do tráfego pesado e canalizado são as causas da placa bailarina.

3.3.2.13 Assentamento

Defeitos desse tipo pode ser decorrente de deficiência ou falta de uniformidade no suporte da fundação, de projeto ou execução deficiente da sub-base.

Em alguns casos, quando o pavimento é executado com formas de trilho, formas deslizantes ou utilizando dispositivos de apoio das placas vibratórias, as saliências e depressões podem ser decorrentes das ondulações dos locais onde se apoiam estes equipamentos de vibração e acabamento.

3.3.2.14 Buracos

Esses defeitos resultam da evolução de outros defeitos já existentes no pavimento, como as fissuras profundas e generalizadas, escamação, lasqueamento, desgaste superficial, e o uso de concreto de baixa qualidade.

3.3.3 Patologias em pavimentos de cimento Portland segundo a classificação da FHWA

A Administração Rodoviária Federal (FHWA) é uma agência do Departamento de Transportes dos EUA que apoia tecnicamente e financeiramente os governos estaduais e locais para a construção e manutenção do sistema rodoviário do país. Tem grande “expertise” no que

concerne aos métodos construtivos e de restauração de rodovias. Sendo assim, é uma referência em termos de experiências e empregos de tecnologias.

No manual de Identificação de defeitos para o programa de desempenho a longo prazo dos pavimentos da FHWA (2014), tem-se um agrupamento das patologias em 4 categorias que são subdivididas como se observa a seguir:

3.3.3.1 Rachaduras

- a Quebras de cantos – Ocorre quando a placa é separada por uma fissura, que intercepta a junta transversal e juntas longitudinais, descrevendo um ângulo de aproximadamente 45 graus com a direção do tráfego.
- b Rachaduras de durabilidade – São rachaduras em forma de meia-lua bem espaçadas. Ocorre adjacente a juntas, fissuras ou bordas livres e inicia-se nos cantos das placas.
- c Rachadura longitudinal – Rachaduras predominantemente, paralelas à linha central do pavimento;
- d Rachadura transversal – Rachaduras que são predominantemente perpendiculares à linha central do pavimento;

3.3.3.2 Deficiência nas juntas

- a Danos da vedação da junta - São qualquer condição que permita materiais incompressíveis ou uma quantidade de água infiltrar na junta a partir da superfície. Tipos característicos de danos na vedação da junta incluem extrusão, endurecimento, falha adesiva (ligação), falha coesiva (divisão), falha de completa perda de selante, intrusão de material estranho na junta ou crescimento de grama ou ervas daninhas na junta.
 - i. Danos da vedação da junta transversal – Quando os danos ocorrem nas juntas transversais;
 - ii. Danos da vedação da junta longitudinal - Quando os danos ocorrem nas juntas transversais.

- b Fragmentação/lascamento das juntas longitudinais – São fissurações, quebras, lascamentos ou desgastes de até 0,30 m na borda da placa na junta longitudinal.
- c Fragmentação/lascamento das juntas transversais – Quando ocorre a fissuração, quebra, lascamento ou desgaste das bordas da placa distando até 0,3 m da face da junta transversal.

3.3.3.3 Defeitos superficiais

- a Fissuras tipo mapa e Escamação
 - i. *Map cracking* – Conjunto de fissuras que se estendem apenas na superfície superior da placa de concreto.
 - ii. Escamação - A escamação é a deterioração da parte superior superfície da placa de concreto, normalmente 3 a 13 mm, e pode ocorrer em qualquer lugar acima do pavimento.
- b Agregado polido – verifica-se um desgaste na superfície da argamassa e exposição do agregado graúdo.
- c Desagregações (*Popouts*) – caracteriza-se por pequenos pedaços de pavimento soltos da superfície, normalmente variando em diâmetro de 25 a 100 mm e em profundidade de 13 a 50 mm.

3.3.3.4 Deteriorações diversas

- a *Blowups* – Trata-se do movimento ascendente localizado da superfície do pavimento nas juntas transversais ou em fissuras, muitas vezes acompanhada pela quebra do concreto naquela área.
- b Falhas nas juntas transversais e fissuras – Ocorre uma diferença de nível provocada por uma falha na junta transversal ou fissuras transversais;
- c Desnível entre pista-acostamento – Verifica-se uma diferença de nível entre o bordo da placa e o acostamento; normalmente em consequência do acomodamento deste;
- d Separação pista- acostamento – corresponde a um alargamento na junta entre a borda da placa e o acostamento;
- e Remendo/ Deterioração de remendos – Consiste na remoção e/ou adição de material no pavimento após construção original. Pode ocorrer uma pequena parte maior ou igual a 0,1 m² ou em toda a placa de concreto;

- f *Water Bleeding* e Bombeamento - Infiltração ou ejeção de água por baixo do pavimento através de fissuras ou juntas. Em alguns casos, é detectável por depósitos de material fino deixados na superfície do pavimento, que foram bombeados das camadas de suporte e mancharam a superfície.

A classificação das patologias da FHWA é bem semelhante com a que é utilizada pelo DNIT.

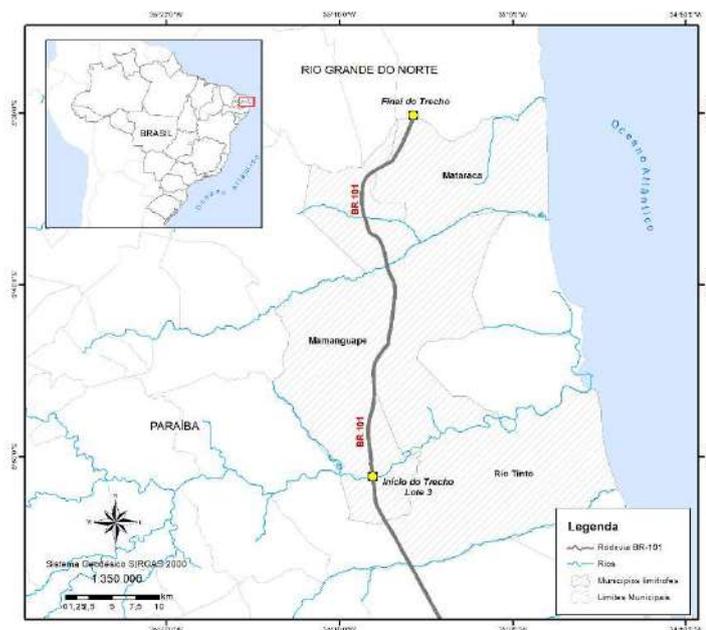
4 METODOLOGIA

4.1 Área de estudo

A BR-101 é uma das rodovias mais importantes do Brasil, sendo responsável pela ligação entre o Norte e o Sul do País. Ela inicia-se no Rio Grande do Norte e termina no Rio Grande do Sul.

Para a realização do estudo, foi feito um recorte dessa rodovia delimitando-a no trecho entre o município de Mamanguape e Mataraca com 40,4 km de extensão (Figura 27).

Figura 27 – Localização



Fonte: Malha digital IBGE, Rodovias DNIT, Drenagens Principais, AESA.

Ed.: Autor

No Estado da Paraíba, essa rodovia tem 127,7 quilômetros de extensão, iniciando na divisa com o Rio Grande do Norte, no município de Mataraca, até a divisa com Pernambuco no município de Caaporã.

No contexto macro e microrregional, o trecho rodoviário está inserido na mesorregião da Mata Norte Paraibana e na Microrregião do Litoral Norte.

Conforme Araújo Júnior (2022, p. 101), o projeto executivo da obra de adequação da capacidade da rodovia foi dimensionado para um período de projeto de 20 anos pelo método PCA 84.

De acordo com os dados do projeto executivo da SEPLAN/PB fornecidos pelo DNIT (2024) através do ofício (Anexo B), o trecho rodoviário possui o pavimento com as seguintes características:

Placas projetadas de concreto de cimento Portland:

- As placas projetadas de concreto de cimento Portland apresentam dimensões de 6,00 m x 3,60 m;
- Possuem 21 cm (vinte e um centímetros) de espessura;
- A base da pista de rolamento foi projetada em concreto rolado, também chamado de concreto compactado a rolo – CCR, com espessura de 10 cm (dez centímetros);
- A resistência característica à tração na flexão das placas de concreto de cimento Portland correspondem a $f_{ctm,k} = 4,5$ MPa e da base, em CCR, $f_{ctm,k} = 1,5$ Mpa;
- Reforço do subleito com solo estabilizado granulometricamente sob a sub-base.

Acostamento:

- Executado com concreto asfáltico, assentado sobre base de brita graduada simples – BGS;
- Projetado com sub-base estabilizada granulometricamente, na espessura de 16 cm (dezesesseis centímetros) e base de brita graduada com espessura de 13,5 cm (treze centímetros e meio) na faixa A (DNIT 141/2022 – ES).

Faixa de Segurança:

- A faixa de segurança, na posição do acostamento interno, é construída em pavimento rígido.

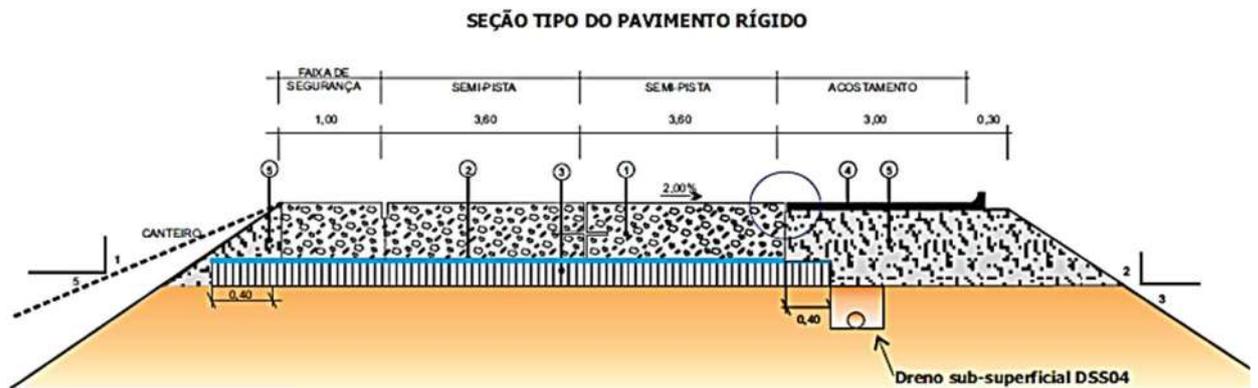
Juntas:

- Juntas de contração espaçadas de 6,0 m, com barras de transferência de aço CA-25 ϕ 25 mm, com comprimento de 46,0 cm, espaçadas de 30,0 cm (DNER - Manual de Pavimentos Rígidos);

– Juntas longitudinais de articulação com barras de ligação.

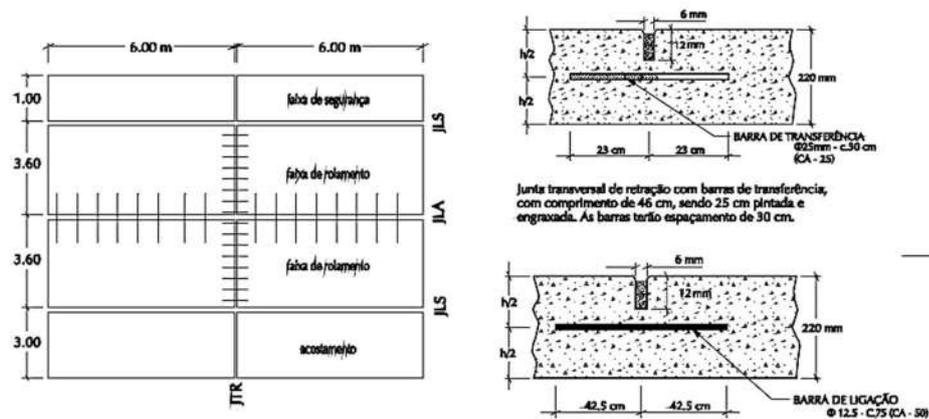
Araújo Júnior (2022, p 102), apresenta a seção tipo do pavimento de concreto do trecho lote 5 que, segundo o autor, é bem similar ao lote 3 (Figura 28). Em sequência, tem -se uma ilustração dos detalhes das barras de transferências e das juntas de ligação (Figura 29) contidas na rodovia.

Figura 28 – Seção tipo do pavimento rígido



Fonte: Araujo Júnior (2022, p.102).

Figura 29 – Seção tipo do pavimento rígido – detalhe das barras de transferência e juntas de ligação



Fonte: Araújo Júnior (2022, p.102).

4.2 Material

4.2.1 Dados

As informações referentes à rodovia foram adquiridas no Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT) e através de artigos, dissertações e teses.

4.2.2 Equipamentos

Para a aquisição das fotografias, na área de estudo, foi utilizado o aplicativo para celular “Timestamp Camera Free” que permitiu o registo das imagens com a localização geográfica.

Para efetuar as medições das patologias e placas de concretos foi usada uma trena de aço.

4.2.3 Programas computacionais

Foram usados programas básicos para digitação e organização dos dados como o Word® e Excel® da Microsoft ©.

Para elaboração do mapa de localização, usou-se o programa computacional ArcGIS 9.3 produzido pela ESRI©.

4.3 Método

O presente trabalho foi estruturado a partir de três etapas principais. A primeira, consistiu no embasamento teórico e no estudo da arte pertinente ao tema abordado. A segunda, partiu da realização de inspeções visuais com a execução de medições e registros fotográficos das principais ocorrências de patologias e danos existentes no pavimento rígido da área de estudo. Para tanto, buscou-se seguir algumas recomendações da Norma DNIT 060/2004 – PRO – Pavimentos Rígidos – Inspeção Visual – Procedimentos.

A terceira etapa consistiu-se na compilação dos dados e informações coletadas nas vistorias feitas em campo e da fundamentação teórica realizadas. Nessa etapa, a distinção dos principais defeitos encontrados na rodovia foi analisada à luz da Norma DNIT 061/2004 – PRO – Pavimentos Rígidos – Defeitos – Terminologia.

4.3.1 Amostragem

A partir das orientações da Norma DNIT 060/2004 Pavimento rígido – Inspeção visual – Procedimento, o trecho estudado foi separado em partes, que são definidas como amostras. Cada uma delas é composta por 20 placas de concreto e, no total, foram feitas 36 amostras com 20 placas cada.

Como o processo de inspeção foi realizado por amostragem, somente algumas amostras do trecho foram selecionadas. Para tanto, foi escolhido um número mínimo de amostragem (n). Este número pode ser obtido pela seguinte equação:

$$n = \frac{NS^2}{\frac{e^2}{4}(N-1)+S^2} \quad \text{Eq. 01}$$

Onde:

n - Número mínimo de amostragem;

N - Número total de amostras do trecho (N);

S - Desvio padrão.

Através do gráfico, apresentado no anexo A, com as curvas foi possível a obtenção imediata do valor de “ n ”, para um erro admissível “ e ” de $\pm 5\%$. Para “ S ” foi adotado o valor de 12. Tal valor está na faixa recomendada pelo DNIT (2004), que é entre 8 e 14. Com o valor de N , correspondente a 36, foi encontrado valor de “ n ” que foi 14.

Foi utilizado o método de amostragem sistemática, que consistiu em determinar a primeira amostra e, as demais foram selecionadas com um espaçamento constante.

O valor do espaçamento (i) foi obtido pela relação “ N/n ”, e o resultado foi aproximado para o número inteiro imediatamente inferior como se observa a seguir:

$$i = \frac{N}{n} \quad \text{Eq. 02}$$

$$i = \frac{36}{14} = 2,57 = 2 \quad \text{Eq. 03}$$

Onde:

N - Total de amostras contidas no trecho;

n - Número mínimo de amostras a serem inspecionadas.

A amostra inicial foi determinada aleatoriamente no intervalo $[1:i]$, sendo as demais amostras obtidas pelo acréscimo sucessivo do valor “ i ”.

Assim, foram selecionadas 18 amostras distribuídas ao longo do trecho, garantindo a representatividade da amostragem e atendendo ao requisito de quantitativo mínimo que era de 14 amostras.

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.1 Inspeção visual do pavimento

Foram coletadas mais de 1.200 imagens da rodovia para análise dos defeitos do pavimento. As mesmas foram separadas em 36 amostras contendo 20 placas de concreto em cada uma delas. Desse total de amostras, foram selecionadas 18 a partir do método de amostragem sistemática anteriormente abordado conforme a metodologia da norma DNIT 060/2004.

Na inspeção visual do pavimento, foram encontrados os seguintes defeitos na rodovia:

1 Fissura de canto

Algumas fissuras se formaram em um dos cantos da placa, interceptando as juntas transversal e longitudinal com uma distância menor ou igual 1,8 metros. Como pode ser observado através da Figura 30, a fissura atinge toda a placa.

Figura 30 – Fissura de canto



Fonte: Autor (2024)

2 Placa dividida

Em alguns segmentos rodoviários, são observadas fragmentações ou divisões das placas em quatro ou mais partes. Na Figura 31, a placa ilustrada está dividida em mais de dez partes e localiza-se próximo ao acesso para a cidade de Mataraca-PB. O trânsito sobre a placa é bastante desconfortável para os usuários e os mesmos têm que diminuir a velocidade ao passar por esse trecho.

Figura 31 – Placa dividida



Fonte: Autor (2024)

3 Escalonamento ou degrau nas juntas

Na região de algumas juntas, é perceptível o deslocamento vertical diferenciado entre duas placas adjacentes formando um degrau (Figura 32).

Figura 32 – Escalonamento ou degrau nas juntas



Fonte: Autor (2024)

4 Falha na selagem das juntas

Observa-se falhas na selagem das juntas, representada pelo endurecimento (oxidação) do material selante que rompe e permite o acúmulo de material incompressível e a infiltração de água (Figura 33).

De suma importância para a durabilidade das vias, a manutenção dessas juntas seladas adequadamente, evita que as infiltrações atinjam a fundação do pavimento e assim criem condições propícias para o aparecimento outros danos.

Figura 33 – Falha na selagem das juntas



Fonte: Autor (2024)

5 Desnível pavimento-acostamento

Diferenças de níveis ou a formação de um degrau é notado em alguns trechos entre o acostamento e a borda da pista de rolamento (Figura 34).

Figura 34 – Desnível pavimento-acostamento



Fonte: Autor (2024)

Geralmente, também se verifica uma separação entre a borda da placa e o acostamento como mostrado a seguir na Figura 35.

Figura 35 – Separação entre o pavimento e o acostamento



Fonte: Autor (2024)

Em alguns lugares, é possível observar o crescimento de vegetação entre o espaço existente entre a placa e o acostamento (Figura 36).

Figura 36 – Crescimento de vegetação entre o acostamento e a pista de rolamento



Fonte: Autor (2024)

Na classificação da FHWA (2014), a separação e o desnível pavimento - acostamento são considerados como defeitos distintos.

6 Fissuras lineares

As fissuras lineares atingem toda a espessura da placa de concreto, dividindo-a em duas ou três partes.

Bastante numerosas, as fissuras transversais, causam desconforto aos usuários que trafegam na rodovia e são fatores de riscos de sinistros (Figura 37).

Figura 37 – Fissuras transversais



Fonte: Autor (2024)

Já as fissuras longitudinais, costumam ocorrer em trechos contínuos ao longo da rodovia principalmente nas placas próximas ao acostamento (Figura 38).

Figura 38 – Fissuras longitudinais



Fonte: Autor (2024)

As fissuras diagonais, muitas vezes, percorrem toda a largura da placa. Iniciam desde a borda, próxima ao acostamento, e vai ao encontro de outras fissuras na placa vizinha. (Figura 39).

Figura 39 – Fissuras diagonais



Fonte: Autor (2024)

7 Grandes reparos (área > 0,45 m²)

Os grandes reparos, com áreas maiores que 0,45 m², são observados ao longo de todo o trecho rodoviário. Em sua grande maioria, esses serviços de reparos são executados com concreto asfáltico e verifica-se em várias tonalidades (Figura 40). Subentende-se que os serviços foram executados em diferentes períodos na tentativa de sanar os problemas.

Figura 40 – Grandes reparos



Fonte: Autor (2024)

No entanto, esses reparos são paliativos que diminuem os efeitos dos danos momentaneamente, visto que novamente o problema volta a surgir. Na Figura 41 é ilustrada tal situação próximo a um retorno em área de aclive no distrito de Pitanga da Estrada.

Figura 41 – Grandes reparos danificados



Fonte: Autor (2024)

Em determinado trecho da rodovia, um dos reparos foi executado em concreto de cimento Portland como pode ser verificado através da Figura 42.

Figura 42 – Reparos em concreto de cimento Portland



Fonte: Autor (2024)

De forma semelhante nos reparos em concreto asfáltico, as patologias já são bem visíveis. Na imagem a seguir (Figura 43), observa-se as fissuras transversais e longitudinais ao longo da placa restaurada.

Figura 43 – Danos em reparos Executados com concreto de cimento Portland



Fonte: Autor (2024)

8 Pequenos reparos (área < 0,45m²)

Os pequenos reparos, com áreas menores que 0,45 metros quadrados, possuem menos incidência ao longo da rodovia. Um deles, ilustrado através da Figura 44 foi usado para reparar um pequeno buraco na plataforma.

Figura 44 – Pequenos reparos



Fonte: Autor (2024)

9 Desgaste superficial

As superfícies de algumas áreas estão apresentando afloramentos de agregados decorrentes de um possível descolamento da argamassa superficial como verificado a seguir na Figura 45.

Figura 45 – Desgaste superficial



Fonte: Autor (2024)

Ainda em relação aos desgastes superficiais, em algumas placas são percebidos pequenos orifícios que, de acordo com a FHWA (2014), são desagregações (*Popouts*) (Figura 46).

Figura 46 – Placa com desagregações



Fonte: Autor (2024)

Possivelmente, os pequenos buracos decorrem de uma baixa durabilidade do agregado. Esta durabilidade é resultante de alguns fatores como reações de agregados alcalinos ou agregados expansivos (Figura 47).

Figura 47 – Detalhe da placa com desagregação (*Popouts*)

Fonte: Autor (2024)

10 Bombeamento

A presença de finos, advindos das camadas abaixo do pavimento, e bombeados através das bordas, juntas ou das trincas são observados tanto através das manchas como do fluido espalhado na plataforma e no acostamento da rodovia (Figuras 48 e 49).

Figuras 48 – Bombeamento de finos na zona de contato entre a placa e acostamento



Fonte: Autor (2024)

Em algumas trincas transversais, o bombeamento de finos permitiu a saída de material do subleito, fazendo com que ocorressem afundamentos e a formação de degraus que são perceptíveis ao trafegar a rodovia.

Figuras 49 – Bombeamento de finos através das juntas de tração e das fissuras no pavimento



Fonte: Autor (2024)

11 Quebras localizadas

Áreas com trincas e pequenos pedaços também podem ser encontrados ao longo no trecho rodoviário. Na Figura 50, tem-se uma pequena quebra da placa próximo a junta transversal e uma fissura longitudinal.

Figuras 50 – Quebras localizadas



Fonte: Autor (2024)

12 Fissura de retração plástica

A incidência de fissuras superficiais com aberturas menores que 0,5 mm também são observadas na rodovia (Figura 51).

Figuras 51 – Fissura de retração plástica



Fonte: Autor (2024)

13 Esborcinamento ou quebra de canto

As quebras nos cantos das placas em formatos de cunha também podem ser visualizadas nesse trecho da rodovia (Figura 52).

Figura 52 – Esborcinamento ou quebra de canto

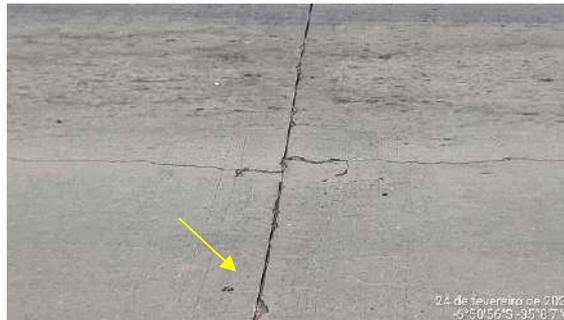


Fonte: Autor (2024)

14 Esborcinamento de juntas

As bordas de algumas placas, na região das juntas, apresentam pequenas quebras em formatos de cunha (Figura 53).

Figura 53 – Esborcinamento de juntas



Fonte: Autor (2024)

Não só as quebras e fissura são frequentes na rodovia, mas também, os buracos. É bem comum o seu aparecimento próximo às fissuras lineares e/ou próximo às juntas de tração (Figura 54).

Figura 54 – Buracos



Fonte: Autor (2024)

15 Placa bailarina

Em algumas placas, visualiza-se o seu movimento vertical quando os carros se locomovem sobre elas (Figura 55).

Figura 55 – Placa bailarina



Fonte: Autor (2024)

16 Assentamento

É possível observar as ondulações superficiais que se formam em grandes extensões na rodovia (Figura 56).

Figura 56 – Assentamento



Fonte: Autor (2024)

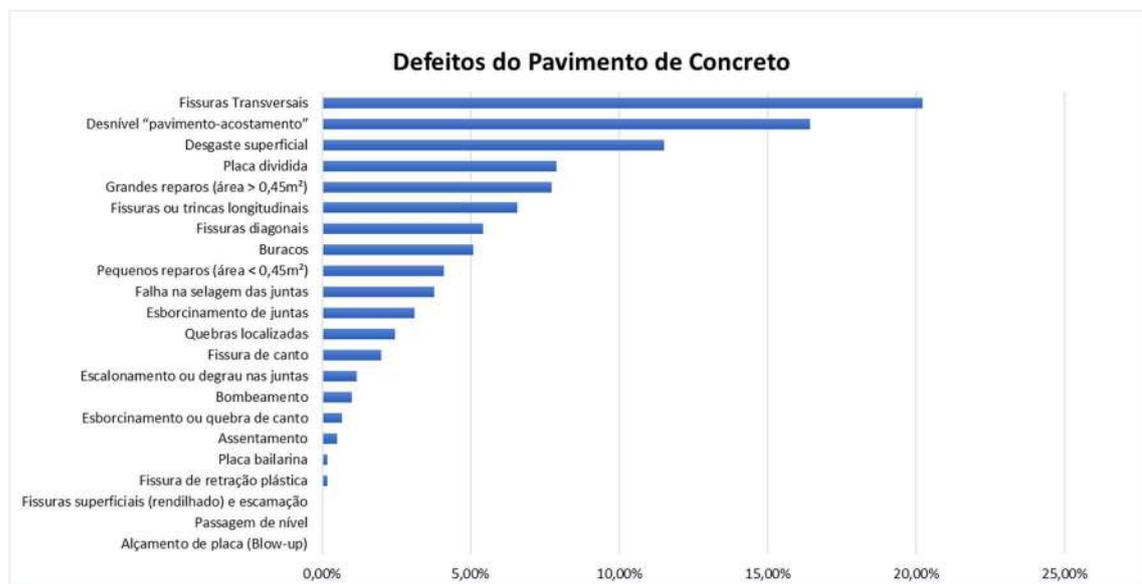
Ao analisar e quantificar as amostras selecionadas, verificou-se que as fissuras transversais são predominantes nesse segmento rodoviário, com mais de 20% do total de patologias encontradas.

Esse tipo de fissura, segundo DNIT (2010, p.37), tem como causas prováveis, a cura deficiente do concreto, o atraso na serragem e uma profundidade insuficiente do corte da juntas transversais, insuficiência de suporte da fundação ou do subdimensionamento da espessura do pavimento.

Em seguida, também numerosos na rodovia, tem-se os defeitos relacionados ao desnível pavimento-acostamento (16,5%) e os desgastes superficiais (11,5%). Acredita-se que este último, pode ter ocorrido devido a fresagem realizada na rodovia após sua construção para aumentar a aderência entre a superfície da pista e os pneus dos automóveis.

No Gráfico 1, são representadas os percentuais dos defeitos encontrados nas amostras selecionadas para o trecho rodoviário em estudo.

Gráfico 01 – Percentuis dos defeitos apresentados no pavimento



Fonte: Autor (2024)

Alguns defeitos, apresentados anteriormente, podem ser recuperáveis dependendo da quantidade e extensão que ocorrem na placa. No entanto, os que são decorrentes de falhas na fundação, são de difícil recuperação ou inviáveis. Necessitando, assim, executar a demolição e construção de uma nova placa.

Inicialmente, algumas patologias apresentam baixo grau de severidade. Porém, quando não tratadas, ao longo do tempo, podem progredir e tornar o tráfego desconfortável e inseguro para os usuários.

Como é salientado por DNIT (2010, p.27), no Manual de Recuperação dos Pavimentos Rígidos, para garantia do funcionamento satisfatório de um pavimento rígido, os defeitos precisam ser acompanhados ao logo do tempo e sendo efetuados os reparos para garantir que sejam mantidas as condições estruturais do pavimento.

Lira *et al.* (2023) salienta que as manutenções que conferem melhor desempenho estrutural ao pavimento e proporcionam menores custos são aquelas realizadas em menores intervalos de tempo, pois assim, os defeitos podem ser corrigidos antes que atinjam maiores proporções e sejam necessárias intervenções mais complexas.

5.2 Recuperação de algumas patologias dispostas anteriormente

Em relação as obras executadas na BR 101, no trecho em estudo, no sistema SIAC, de acordo com DNIT (2024), consta que a data de término dos serviços do contrato 253/2006, celebrado junto ao Consórcio C.R. Almeida/VIA/EMSA, tendo como objeto as Obras de Restauração, Duplicação e Obras de Arte Especiais Lote 03 da rodovia BR-101/PB foi de 28 de setembro de 2011.

Ainda segundo o Órgão, em consulta aos relatórios de supervisão do empreendimento, constatou-se que todo o pavimento novo (Placa de Concreto e Flexível) foi concluído em dezembro /2009, conforme cronograma físico-financeiro. Já entre 15 de fevereiro de 2011 a 30 de junho de 2011 foi executado o PIC - Plano de Intervenção Corretiva, que constituía no micro nivelamento do pavimento rígido de modo atender acórdão do TCU que estabeleceu critérios de aceitabilidade das placas para atender ao conforto. Após tal serviço, as juntas foram resseladas.

Também foram substituídas 06 (seis) placas de concreto em 06 de março de 2021 no km 27, na pista direita, sentido decrescente da rodovia.

Porém, em relação as eventuais intervenções de recuperação anteriores a que está sendo executada no trecho em estudo, o DNIT informou que não foram realizados serviços de recuperação de placa. Isso se deve ao fato de que os contratos de manutenção/conservação da BR-101, contratados desde a conclusão das obras, não contemplavam este tipo de serviço. Foi através do contrato SR/PPB-147/2018, que as 06 (seis) placas de concreto foram substituídas, de forma experimental, no Km 27 da pista direita, sentido decrescente da rodovia.

Visando a manutenção das rodovias em condições ideais de tráfego e segurança para os usuários, conforme DNIT (2023), no dia 05 de setembro de 2023, o Ministério dos Transportes, por meio do DNIT, autorizou o início dos serviços de manutenção e conservação do trecho Norte da BR-101/PB entre km 0 e o km 80,8. Abrangendo assim, o segmento rodoviário entre a cidade de Mamanguape e a divisa com o Rio Grande do Norte.

Conforme DNIT (2023), serão investidos R\$ 88,2 milhões durante os três anos de vigência do contrato. Assim, o DNIT irá realizar limpeza, pintura, desobstrução dos dispositivos de drenagem, tapa-buraco entre outros serviços. Também serão executadas melhorias na pista de rolamento através de serviços de reparos, reciclagem, fresagem, recomposição e aplicação de micro revestimento em alguns trechos.

Ainda segundo o Órgão, “a manutenção preventiva e a revitalização periódica das vias desempenham um papel crucial na prolongação da vida útil das estradas e na redução de custos

futuros”. Ficando assim, evidente a importância vital desses serviços para a manutenção da qualidade das rodovias.

Em visita realizada, constatou-se que a rodovia já se encontra em processo de restauração e são observadas algumas frentes de serviços ao longo do trecho em estudo.

Como alguns segmentos apresentavam danos irreparáveis ou severos, algumas placas terão que ser demolidas e reconstruídas.

Próximo ao distrito de Pitanga da Estrada, no município de Mamanguape, foram removidas 31 placas de concreto próximas ao acostamento em uma área de aclive no sentido crescente da rodovia (Natal a João Pessoa).

Após a remoção das placas de concreto, constatou-se que os danos existentes também estavam na base e não tão somente nas placas demolidas. Sendo necessário, a execução de reparos um micro concreto de alta resistência, o graute. A partir da Figura 57, pode-se visualizar as fissuras sendo corrigidas.

Figura 57 – Grauteamento das trincas existentes na sub-base



Fonte: Autor (2024)

Durante o processo de demolição, as bordas das placas internas da pista de rolamento, que não seriam demolidas, foram danificadas devido ao bulbo de tensão provocado pelos equipamentos. Sendo assim, suas bordas tiveram que ser reconstruídas pela construtora gerando um custo a mais. Na Figura 58, visualiza-se a reconstrução dessas bordas com o uso de fôrmas de madeirite.

Figura 58 – Bordas concretadas ainda com as fôrmas



Fonte: Autor (2024)

Na Figura 59, visualiza-se as barras de transferência ainda fixadas na placa de concreto após a demolição da placa adjacente.

Figura 59 – Barras de transferência



Fonte: Autor (2024)

Algumas placas já foram concretadas e estão em processo de cura como observar-se através das Figuras 60 e 61.

Figura 60 – Placas de concreto em processo de cura



Fonte: Autor (2024)

Foram postas lonas plásticas sobre as placas para diminuição da evaporação da água do concreto durante o processo de cura do concreto.

Após a remoção das lonas plásticas, a plataforma permanece por um período ainda sem a liberação do tráfego.

Figura 61 – Placas recém construídas



Fonte: Autor (2024)

No perímetro urbano da cidade de Mamanguape, algumas placas também estão sendo demolidas (Figura 62) onde os danos são mais severos, e novas placas serão construídas.

Figura 62 – Demolição das placas de concreto



Fonte: Autor (2024)

Além da demolição das placas de concreto, a sub-base também é demolida por causa dos danos apresentados como observa-se na Figura 63.

Figura 63 – Demolição da base de concreto



Fonte: Autor (2024)

Na figura 64, é observado a reconstrução das novas camadas do pavimento para reconstrução da placa de concreto.

Figura 64 – Execução de reforço do subleito execução



Fonte: Autor (2024)

De suma importância para a durabilidade do pavimento, estão sendo instaladas, conforme o projeto, as juntas de tração. (Fig.65)

Figura 65 – Juntas de tração, fôrmas metálicas e lonas plásticas



Fonte: Autor (2024)

Na figura 66, mostrada a seguir, tem-se a execução da base em concreto.

Figura 66 – Concretagem da base



Fonte: Autor (2024)

Após a concretagem das placas, elas foram cobertas com lonas plásticas para ser aguardado o tempo de cura e poderem ser liberadas para o tráfego (Figura 67).

Figura 67 – Placas concretadas em processo de cura



Fonte: Autor (2024)

5.3 Sugestões para melhorias e prevenção de patologias do pavimento rígido do trecho rodoviário em estudo;

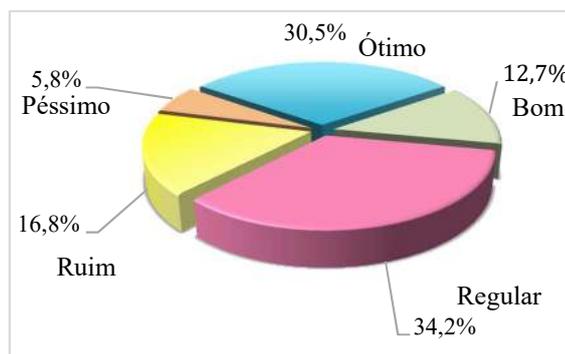
A qualidade da infraestrutura rodoviária está atrelada a projetos bem elaborados; insumos bem selecionados; execução seguida criteriosamente, obedecendo normas e parâmetros técnicos; realização de controles tecnológicos; manutenções e correções periódicas.

O País, segundo a CNT (2023, p.19), priorizou o desenvolvimento do modal rodoviário como meio de transporte. Com 65% de movimentação das cargas e 95% da movimentação dos passageiros no território nacional através desse tipo de modal. No entanto, foi acumulando uma grande quantidade de passivos em infraestrutura rodoviária, aumentando expressivamente os custos operacionais do transporte, o chamado Custo Brasil.

Na pesquisa realizada pela CNT (2023, p.78) constatou-se que, em 2023, a maior parte das rodovias (56,8%) possuíam problemas no pavimento. Das rodovias analisadas, 34,2% (38.206 km) foram classificados como regular; 16,8% (18.686 km), como ruim; e 5,8% (6.415 km), como péssimo. O pavimento só possuía um ótimo estado de conservação em 30,5% da extensão avaliada (34.087 km), enquanto 12,7% (14.108 km) foram avaliados como bom. (Gráfico 2)

Essa situação impacta diretamente na eficiência do sistema de transportes, elucidando assim, a necessidade de investimentos expressivos e de forma continuada para a recuperação da malha viária.

Gráfico 2– Classificação do pavimento: rodovias brasileiras



Fonte: CNT (2023) – Adaptado pelo autor

Para além disso, surgem os desafios futuros quanto a suscetibilidade e à vulnerabilidade da infraestrutura rodoviária em relação aos eventos de mudanças climáticas. Fazendo-se necessária, a construção de pavimentos com maiores resistências e durabilidade.

Em relação a essas tecnologias com foco na durabilidade dos pavimentos rígidos, Nakamura (2021) afirma que uma das soluções que ganham espaço no meio técnico nacional é o Pavimento de Concreto Continuamente Armado - PCCA. Uma solução já bastante utilizada nas rodovias norte-americanas sendo recomendada para estradas com alto tráfego, apresentando ausência de juntas e menor ocorrência de fissuras, em comparação ao pavimento rígido convencional que utiliza juntas de dilatação e barras de transferência.

O que dificulta a utilização do PCCA, apesar das grandes vantagens apresentadas por esse tipo de pavimento, são os altos custos para a sua execução.

Para solucionar problemas como o acúmulo de óleos nas estradas e as áreas com deficiência de drenagem que, segundo Carneiro et al. (2013), são os principais fatores que contribuem para a diminuição de aderência dos veículos ao pavimento rodoviário, eles apontam que:

“A utilização de nanomateriais na indústria de construção rodoviária representa uma opção estrategicamente inovadora que visa a modificação dos materiais convencionais. Neste âmbito, dotar a superfície dos pavimentos rodoviários de capacidade fotocatalítica contribuirá para efetuar a despoluição do ar e a redução da sujidade adsorvida nestas superfícies, aumentando a segurança rodoviária uma vez que minimiza a presença de óleos e gorduras adsorvidos pelas mesmas” (Carneiro *et al.* 2013).

Os pavimentos com ação fotocatalítica é uma tecnologia promissora para o combate à poluição do ar principalmente nas grandes cidades como afirmam Paulo *et al.* (2022).

Alguns aditivos especiais também podem ser adicionados ao cimento asfáltico de petróleo buscando a melhoria de algum aspecto de seu comportamento. Conforme Shell (2015) *apud*

Bernucci *et al* (2022), os seguintes aditivos podem ser usados para modificar os ligantes asfálticos:

- “Modificadores químicos e físicos: compostos organometálicos, enxofre (S), ácido fosfórico (PP) e PPA, ácido sulfúrico e sulfônico, ácidos estéreis, ureia, óleos vegetais, biomateriais, geopolímeros;
- Materiais reciclados: plásticos;
- Nanomateriais: argilas modificadas, nanotubos de carbono etc.;
- Fibras: lignina, celulose, silicato alumino-magnésio, fibra de vidro, poliéster, polipropileno;
- Melhoradores de adesividade: aminas orgânicas, amidas; surfactantes (sintéticos, biomateriais quimicamente modificados);
- Fíleres: negro de fumo, cal, cal hidratada, cinza volante” (Shell, 2015 *apud* Bernucci *et al*, 2022).

Misturas asfálticas mais resistentes e duráveis dotadas de novas tecnologias que possibilitem o aumento da durabilidade de rodovias e vias urbanas é um investimento necessário segundo a Greca Asfaltos (2024). E uma dessas soluções apontada é o Asfalto Borracha, que permite a redução de até 50% da espessura do concreto asfáltico quando comparado com cimento asfáltico convencional, além de oferecer as seguintes vantagens:

- Diminuição dos custos de conservação pois, este tipo de ligante envelhece menos durante a usinagem e em serviço. Além de suportar um nível maior de deformação, diminuindo a reflexão de trincas de fadiga;

- Diminuição dos intervalos de interrupção de pista para reparos de conservação e mesmo restauração do pavimento;

- A redução de espessura da pista também propicia a redução de reforço nos acostamentos;

- A redução de espessura alcançada permite a redução da utilização de recursos naturais, economia de combustível durante a usinagem e transporte de massa asfáltica, além da diminuição do prazo construtivo da obra.

A empresa Greca Asfaltos produz o Ecoflex, um asfalto ecológico que utiliza o pó dos pneus inservíveis na produção do asfalto borracha e visa melhorar as propriedades do asfalto tradicional.

Em termos econômicos, ainda conforme a Greca Asfaltos (2024), a utilização de revestimento com Asfalto Borracha permite uma redução de aproximadamente 14% do custo da obra. Mas com reduções de espessura menores, como 20% ou 25%, também permitirão uma redução no custo da obra.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir da realização das vistorias ao trecho rodoviário, análise e quantificação dos defeitos, verificou-se que as patologias que apresentaram maiores incidência foram as fissuras transversais, seguidas pelos problemas relacionados ao desnível pavimento-acostamento e os desgastes superficiais. Somaram-se a estas, mais quatorze patologias.

Acredita-se que essas patologias podem ter origem de uma ineficiência no sistema de drenagem rodoviário ou pela ausência de dispositivos de drenagem, o que permitiu a infiltração e percolação da água no interior da plataforma, e a consequente retirada de material de suporte da base e sub base.

Observou-se que as intervenções, em formas de reparos, que o segmento rodoviário sofreu ao longo dos anos, têm sido ineficazes. Tais problemas foram progredindo ao longo do tempo e em alguns casos, tornou-se necessária demolição das placas.

Verificou-se a falta de uma manutenção preventiva periódica a qual poderia ter evitado a incidência ou agravamento das patologias.

Os reparos realizados, somados às dezenas de patologias existentes, tornam o tráfego desconfortável e perigoso aos usuários, além de aumentar o tempo e custo de viagem.

Constatou-se ainda, que o tráfego de veículos de carga é intenso na rodovia. No entanto, não se observou a presença de balanças e pontos de controle que fiscalize o peso das cargas transportadas por eixos dos caminhões para que seja certificado que está dentro dos valores permitidos;

Toda essa situação impacta diretamente na eficiência do sistema de transportes aumentando significativamente os custos. Por possuir uma representação significativa no transporte cargas e de passageiros, o modal rodoviário desempenha um papel fundamental no desenvolvimento socioeconômico. Dessa forma, faz-se necessário que sejam realizados investimentos expressivos e contínuos para a sua recuperação, buscando viabilizar um transporte eficiente e competitivo.

O uso de alguns materiais e inovações tecnológicas pode auxiliar ou mesmo sanar alguns problemas apresentados. Pode-se destacar a utilização de fotocatalisadores para solucionar os problemas de acúmulo de óleos e das áreas com deficiência de drenagem melhorando a segurança viária.

O Pavimento de Concreto Continuamente Armado (PCCA) também se mostra uma solução a ser considerada por já ser bastante utilizada em rodovias norte-americanas e ter recomendações para altos tráfegos.

Já a inserção de aditivos no cimento asfáltico de petróleo, como a utilização pó dos pneus inservíveis, melhora as propriedades mecânicas do pavimento e sua durabilidade.

Espera-se que haja uma maior frequência nas manutenções do pavimento e o emprego de novos materiais possibilitem maior durabilidade, resistência mecânica, conforto e segurança aos usuários.

REFERÊNCIAS

Araújo Júnior, M. C. **Elaboração de modelos de desempenho para pavimentos rodoviários de concreto de cimento Portland utilizando parâmetros microestruturais: Estudo de caso da BR-101/PB**. João Pessoa: Ed. UFPB. 2022. 349 p. Disponível em: <https://repositorio.ufpb.br/jspui/handle/123456789/27062>. Acesso em 06 abr 2024.

Balbo, J. T. **Pavimento de Concreto**. São Paulo: Oficina de Textos, 2009. 474 p..

Bernucci, L. B. [et al.]. **Pavimentação asfáltica: formação básica para engenheiros** / Rio de Janeiro: PETROBRAS: ABEDA, 2ª edição, 2022. 750 p. Disponível em: <https://triumfotransbrasiliiana.com.br/wp-content/uploads/2022/07/PA-Completo-2022.pdf>. Acesso em 16 out. 2023

DNIT. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. **Pavimento Rígido – Defeitos – Terminologia**. NORMA DNIT 061/2004 –TER. Rio de Janeiro, 2004. 13 p. Disponível em: https://www.gov.br/dnit/pt-br/assuntos/planejamento-e-pesquisa/ipr/coletanea-de-normas/coletanea-de-normas/terminologia-ter/dnit_061_2004_ter-1.pdf. Acesso em 13 out. 2023.

_____. **Pavimento Rígido – Inspeção Visual – Procedimento**. NORMA DNIT 060/2004 – TER. Rio de Janeiro, 2004. 22 p. Disponível em: https://www.gov.br/dnit/pt-br/assuntos/planejamento-e-pesquisa/ipr/coletanea-de-normas/coletanea-de-normas/procedimento-pro/dnit_060_2004_pro.pdf. Acesso em 20 jan. 2024.

_____. **Manual de Pavimentos Rígidos**. IPR. 714. 2ª ed. Rio de Janeiro:2005. 234p.. Disponível em: https://www.gov.br/dnit/pt-br/assuntos/planejamento-e-pesquisa/ipr/coletanea-de-manuais/vigentes/714_manual_de_pavimentos_rigidos.pdf. Acesso em: 27 ago. 2023.

_____. **Manual De Pavimentação - IPR 719**. 3ª Edição. Rio De Janeiro, 2006. 274 p. Disponível em: https://www.gov.br/dnit/pt-br/assuntos/planejamento-e-pesquisa/ipr/coletanea-de-manuais/vigentes/ipr_719_manual_de_pavimentacao_versao_corrigda_errata_1.pdf. Acesso em 13 out. 2023.

_____. **Manual de Recuperação de Pavimentos Rígidos**. Rio de Janeiro: 2010. 140p. IPR. 737. Disponível em: https://www.gov.br/dnit/pt-br/assuntos/planejamento-e-pesquisa/ipr/coletanea-de-manuais/vigentes/737_manual_recuperacao_pavimentos_rigidos.pdf. Acesso em 14 fev. 2024

_____. **Na Paraíba, DNIT autoriza início de obras de adequação da BR- 230 e de recuperação da BR-101**. Brasília: Ministério dos Transportes, 05 set 2023. Disponível em: <https://www.gov.br/dnit/pt-br/assuntos/noticias/na-paraiba-dnit-autoriza-inicio-de-obras-de-adequacao-da-br-230-e-de-recuperacao-da-br-101>. Acesso em 21 abr. 2024

_____. **Pavimentação – Base estabilizada granulometricamente – Especificação de serviço**. NORMA DNIT 141/2022 – ES. Brasília: Ministério de Infraestrutura, 2022.

Disponível em: https://www.gov.br/dnit/pt-br/assuntos/planejamento-e-pesquisa/ipr/coletanea-de-normas/coletanea-de-normas/especificacao-de-servicos/dnit_141_2022_es_.pdf. Acesso em 16 maio 2024

_____. **Ofício nº 72569/2024/SRE – PB**. João Pessoa, PB: DNIT, 19 abr 2024.

Carneiro, J. O. et al. **Utilização de nanopartículas de TIO₂ para o desenvolvimento de pavimentos rodoviários com capacidade fotocatalítica**. 7º Congresso Rodoviário Português: Lisboa, Portugal, 2013. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/261324055_Utilizacao_de_nanoparticulas_de_TIO2_para_o_desenvolvimento_de_pavimentos_rodoviarios_com_capacidade_fotocatalitica. Acesso em 05 jun 2024.

Carvalho, M. D. de. **Técnicas de Restauração de Pavimentos Rígidos**. Powerpoint – Associação Brasileira de Cimentos Portland. Disponível em: <https://pt.slideshare.net/GabriellaRibeiro7/tcnicas-de-restaurao-de-pavimentos-rgidos>. Acesso em: 20 nov 2023.

Confederação Nacional de Transporte - CNT. **Pesquisa CNT de Rodovias 2023**. Brasília: CNT: SEST SENAT: ITL, 2023. Disponível em: <https://www.cnt.org.br/pesquisas>. Acesso em 27 abr 2024.

Curti, R. **Tecnologia do Pavimento de Concreto**. Associação Brasileira de Cimento Portland. Disponível em: https://abcp.org.br/wp-content/uploads/2019/09/Tecnologia_Pavimento_Concreto_RubensCurti_CShow20190816.pdf. Acesso em: 08 set. 2023

FHWA. **Distress Identification Manual for the Long-term Pavement Performance Programa. Federal Highway Administration**. 4ª ed. Washington, DC. 2014. 146 p. Disponível em: <https://highways.dot.gov/media/4421>. Acesso em 10 abr 2024

GRECA Asfaltos. **Linha Ecoflex Pave**. Aracáuria, 2024. 12 p. Disponível em: https://www.grecaasfaltos.com.br/wp-content/conteudos/publicacoes-greca/estudo-ecoflex_pesquisas-avaliacao-economica-financeira-apelo-ecologico-asfalto-ecologico.pdf. Acesso em 14 jul 2024;

Lira, N. B. et al. **Patologias no Pavimento Rígido da Br-101/Pb**. In: 25º Encontro Nacional de Conservação Rodoviária (ENACOR). 48ª Reunião Anual de Pavimentação (RAPv), 2023, Foz do Iguaçu- PR. Disponível em: <https://rapvenacor.com.br/anais/2023/EC885.pdf>. Acesso em 28 abr 2024

Nakamura, J. **Novas tecnologias podem produzir pavimentos capazes de durar até 100 anos**. AECweb, 17 dez 2021. Disponível em: <https://www.aecweb.com.br/revista/materias/novas-tecnologias-podem-produzir-pavimentos-capazes-de-durar-ate-100-anos/22897>. Acesso em 05 jun 2024

Paulo, A. C. F. de; et al. **Benefícios dos Veículos Elétricos de Varga no Brasil e Estradas Inteligentes**. In: V ENGETEC. São Paulo: ENGETEC, 2022. Disponível em: https://www.fateczl.edu.br/engetec/engetec_2022/5_EnGeTec_paper_173.pdf. Acesso em: 25 set 2024.

Senço, W. de. **Manual de Técnicas de Pavimentação**. Vol 1. 2ª Ed. São Paulo: Pini. 2007. 779 p.

Silva, P. F. A. **Manual de Patologia e Manutenção Rodoviária**. 2ª ed. São Paulo: Pini, 2008. 128p.

Sousa, C. Barbosa, M. T. **Smart Highway: Uma Breve Revisão das Rodovias Inteligentes Quanto Sua Vida Útil**. Anais do Congresso Brasileiro de Patologia das Construções – CBPAT – 2018. Disponível em:
https://www.researchgate.net/publication/332629964_SMART_HIGWAY_UMA_BREVE_REVISAO_DAS_RODOVIAS_INTELIGENTES_QUANTO_SUA_VIDA_UTIL. Acesso em: 05 jun 2024.

Souza, V. C.; Ripper, T. **Patologia, Recuperação e Reforço de Estruturas**. São Paulo: Pini. 1998. 262p.

Verçoza, E. J. **Patologias das Edificações**. Porto Alegre: Sagra. 1991. 176 p.

ANEXO B – Ofício DNIT

SEI/DNIT - 17587797 - Ofício

https://sei.dnit.gov.br/sei/controlador.php?acao=documento_imprimir...

Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes
Superintendência Regional da Paraíba

OFÍCIO Nº 72.569/2024/SRE - PB

João Pessoa, 19 de abril de 2024.

À Senhora

MELLYNE PALMEIRA MEDEIROS
Coordenadora do Curso de Bacharelado em Engenharia Civil
IFPB - campus João Pessoa
E-mail: cbec.jp@ifpb.edu.br

Assunto: Solicitação de informações acerca da BR-101/PB, especificamente no trecho compreendido entre Mamanguape/PB e a divisa com o Estado do Rio Grande do Norte/RN (lote 3), para Trabalho de Conclusão de Curso.

Ao responder, fazer menção ao Processo nº 50613.000695/2024-75.

Senhor Representante Legal,

1. Trata-se de solicitação de informações acerca da BR-101/PB, especificamente no trecho compreendido entre Mamanguape/PB e a divisa com o Estado do Rio Grande do Norte/RN (lote 3), para Trabalho de Conclusão de Curso da aluna Juliana Lyra Teixeira, por meio do Ofício 5/2024 - CBEC/UA1/UA/DDE/DG/JP/REITORIA/IFPB (17476613).
2. Em atenção ao solicitado, segue Anexo - Arquivos SEPLAN/PB (17490596), extraído do respectivo Projeto Executivo, a saber:
 - 2.1. Espessura média das placas de concreto da pista e do acostamento (Seção tipo/Seção transversal);
 - 2.1.1. A espessura de projeto das placas de concreto de cimento Portland são de 21 cm (vinte e um centímetros), conforme seções anexas;
 - 2.1.2. O acostamento foi projetado com sub base estabilizada granulometricamente na espessura de 16 cm (dezesseis centímetros) e base de brita graduada com espessura de 13,5cm (treze centímetros e meio) na faixa A (DNER/ES 303/97), conforme seções anexas;
 - 2.2. Dimensões das placas da pista de rolamento;
 - 2.2.1. As placas projetadas de concreto de cimento Portland apresentam dimensões de 6,00m x 3,60m, conforme detalhamento anexo;
 - 2.3. Material utilizado na sub-base e a respectiva espessura desta sub-base:
 - 2.3.1. A sub base da pista de rolamento foi projetada em concreto rolado com espessura de 10cm (dez centímetros), conforme seções anexas;
 - 2.4. Resistência característica à tração na flexão do concreto do pavimento (pista e acostamento), conforme definido no projeto;
 - 2.4.1. Valores de projeto: para as placas de concreto de cimento Portland: $f_{ctm,k} = 4,5$ MPa e para base em CCR $f_{ctm,k} = 1,5$ MPa, conforme seções anexas;
 - 2.5. Data de inauguração do pavimento para tráfego;

2.5.1. Conforme pesquisa no sistema SIAC, a data de término dos serviços do contrato 253/2006, celebrado junto ao CONSÓRCIO C.R. ALMEIDA/VIA/EMSA, tendo como objeto as OBRAS DE RESTAURAÇÃO, DUPLICAÇÃO E OBRAS DE ARTE ESPECIAIS. LOTE 03 da rodovia BR-101/PB foi de 28/09/2011;

"2.5 Data de inauguração do pavimento para tráfego;"

Em consulta aos Relatórios de Supervisão do empreendimento constatou-se que todo o Pavimento Novo (Placa de Concreto e Flexível) foi concluído em DEZEMBRO/2009, conforme Cronograma Físico-Financeiro abaixo reproduzido.

												
CRONOGRAMA FÍSICO-FINANCEIRO												
DISCRIMINAÇÃO	ACUMULADO ATÉ AGO/09	set/09	out/09	nov/09	dez/09	jan/10	fev/10	mar/10	abr/10	maí/10	jun/10	TOTAL
	1.042	1.072	1.103	1.133	1.164	1.195	1.223	1.254	1.284	1.315	1.318	
DUPLICAÇÃO	66.888.704	8.658.874	8.584.191	4.408.890	2.282.267	1.027.124	306.814	908.725	482.907	482.907		124.568.898,85
Tampalugens	96,07%	3,09%	2,80%	1,48%								26.730.280,97
Pavimento novo	32.729.602	2.094.832	1.002.704	521.692								43.245.287,97
Obras de arte comuns	34.159.098	664.040	881.487	887.198	1.861.430							3.994.266,18
Desenvol.	7.810.204	3,02%	3,68%	3,69%	3,58%	3,30%	3,50%	3,50%				91.494.888,11
28.379	45,06%	5,17%	3,79%	3,79%	3,79%	3,79%						268.782,87
108.441	140,06%	10,817	92,217	10,217	10,217							268.782,87
79.875	0,27%	4,80%	4,80%	4,80%	4,80%							15.617.777,34
11.121.480	37,12%	659.793	689.793	689.793	689.793							15.617.777,34
Projetos ambientais	17.899	30,34%			8,18%	8,18%	8,18%	8,18%	8,18%	8,18%		0,027.887,52
1.093.999	2.890,927				482.867	482.867	482.907	482.897	482.907	482.897		
Restabelecimento de serviços de utilidade pública												
Iluminação	87,28%					5,11%	5,11%					1.143.408,00
1.022.036						99.777	99.777					
Obras de arte especiais	84,87%	13,22%	0,24%	0,24%	0,24%							0,764.900,41
6.297.810	1.280,087	71.637	71.637	71.637	71.637							

"2.6 Informações sobre eventuais intervenções de recuperação anteriores à atual empreendida no trecho em estudo, incluindo datas de ocorrência;"

De 15/02/2011 a 30/06/2011 foi executado o PIC - Plano de Intervenção Corretiva, que constituía no Micronivelamento do Pavimento Rígido de modo atender Acórdão TCU que estabeleceu Critérios de Aceitabilidade das Placas para atender ao Conforto. Após tal serviço, as juntas eram resseladas. O 08º TA ao Contrato TT-253/2006 estabeleceu os seguintes critérios não previstos em projeto, conforme abaixo destacado:

3) DO OBJETO

3.1) INCLUSÃO DE CLÁUSULA CONTRATUAL, autorizado pela Diretoria Colegiada do DNIT, através da Ata n° 010/2010, Relato n° 121/2010, em reunião realizada em 16/03/2010.

CLÁUSULA PRIMEIRA - ADITAMENTOS/MODIFICAÇÕES: São introduzidos no Contrato original as seguintes modificações às disposições contratuais vigentes:

1. CRITÉRIOS DE ACEITABILIDADE DAS PLACAS DE CONCRETO CIMENTO PORTLAND:


MINISTÉRIO DOS TRANSPORTES
DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES

TT-253/2006-08

Os critérios de aceitabilidade das placas de concreto de cimento Portland, sob o aspecto da irregularidade longitudinal, serão aqueles propostos pelo DNIT conforme a seguir: pelo menos 60% dos pontos medidos apresentem IP de até 240 mm/km e que os demais pontos estejam abaixo de 300 mm/km.

CLÁUSULA SEGUNDA - PRAZO DE EXECUÇÃO: O prazo de execução dos trabalhos contratados, consideradas eventuais prorrogações ou restituições de prazo até esta data, tem seu término previsto para a data de 01/06/2010.

Foram substituídas **06 (seis)** placas de concreto em **06/03/2021** no km 27, pista direita, sentido decrescente da rodovia.

2.6. Informações sobre eventuais intervenções de recuperação anteriores à atual empreendida no trecho em estudo, incluindo datas de ocorrência;

2.6.1. Com relação a informações sobre eventuais intervenções de recuperação anteriores à atual empreendida no trecho em estudo, informa-se que não foram realizados serviços de recuperação de placa, uma vez que os contratos de manutenção/conservação da BR-101 contratados desde a conclusão das obras não abarcavam este tipo de serviço. Porém foram substituídas seis placas de concreto no Km 27, pista direita, sentido decrescente da rodovia, de forma experimental, no contrato SR/PPB-147/2018.

2.7. Um breve resumo do estudo de tráfego realizado, com preferência por dados tanto do estudo conduzido durante a construção quanto de um estudo mais recente.

2.7.1. Encaminha-se anexo as informações disponíveis no projeto executivo relacionadas ao estudo de tráfego (memória justificativa e planilhas), conforme anexo.

2.7.2. As informações mais atuais (2014/2022) encontram-se disponíveis para consulta no site do Plano Nacional de Contagem de Tráfego - PNCT (<http://servicos.dnit.gov.br/dadospnct/ContagemContinua>), com 03 (três) postos de na rodovia BR-101/PB, nos kms 76, 101 e 103.

3. Sendo o que se apresenta, ficamos à disposição para quaisquer esclarecimentos adicionais que se façam necessários.

Atenciosamente,

ARNALDO MONTEIRO COSTA
Superintendente Regional - DNIT/PB

SEI/DNIT - 17587797 - Ofício

https://sei.dnit.gov.br/sei/controlador.php?acao=documento_imprimir...

Documento assinado eletronicamente por **Arnaldo Monteiro da Costa**, **Superintendente Regional no Estado da Paraíba**, em 22/04/2024, às 21:23, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 4º, § 3º, do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://sei.dnit.gov.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **17587797** e o código CRC **CEDSB7B5**.

Referência: Caso responda este Ofício, indicar expressamente o Processo nº 50613.000695/2024-75

SEI nº 17587797

DNIT

MINISTÉRIO DOS
TRANSPORTES



Av. Coronel Estevão D Ávila Lins, 392
CEP 58.085-010
João Pessoa/PB |

	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)

Entrega de TCC com correções

Assunto:	Entrega de TCC com correções
Assinado por:	Juliana Teixeira
Tipo do Documento:	Relatório
Situação:	Finalizado
Nível de Acesso:	Ostensivo (Público)
Tipo do Conferência:	Cópia Simples

Documento assinado eletronicamente por:

- Juliana Lyra Teixeira, ALUNO (201922220035) DE BACHARELADO EM ENGENHARIA CIVIL - JOÃO PESSOA, em 03/04/2025 12:38:45.

Este documento foi armazenado no SUAP em 03/04/2025. 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: 1446736

Código de Autenticação: 67167e3e2d

