



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO
PRÓ-REITORIA DE GRADUAÇÃO
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA E CIÊNCIAS AMBIENTAIS
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL

LUAN ARAÚJO BEZERRA

**AVALIAÇÃO DA CONDIÇÃO FUNCIONAL DE TRECHO DA RN-086 ENTRE OS
MUNICÍPIOS DE SANTANA DO SERIDÓ-RN E PARELHAS-RN**

MOSSORÓ-RN

2023

LUAN ARAÚJO BEZERRA

**AVALIAÇÃO DA CONDIÇÃO FUNCIONAL DE TRECHO DA RN-086 ENTRE OS
MUNICÍPIOS DE SANTANA DO SERIDÓ-RN E PARELHAS-RN**

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

Orientador: Bruno Tiago Angelo da Silva, Prof. Me.

MOSSORÓ-RN

2023

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

B574a Bezerra, Luan Araújo.
AVALIAÇÃO DA CONDIÇÃO FUNCIONAL DE TRECHO DA
RN-086 ENTRE OS MUNICÍPIOS DE SANTANA DO SERIDÓ-RN
E PARELHAS-RN / Luan Araújo Bezerra. - 2023.
84 f. : il.

Orientador: Bruno Tiago Angelo da Silva .
Monografia (graduação) - Universidade Federal
Rural do Semi-árido, Curso de , 2023.

1. gerência de pavimentos. 2. defeitos. 3.
serventia. 4. método IGG. I. Silva , Bruno Tiago
Angelo da, orient. II. Título.

Ficha catalográfica elaborada por sistema gerador automático em conformidade
com AACR2 e os dados fornecidos pelo(a) autor(a).
Biblioteca Campus Mossoró / Setor de Informação e Referência
Bibliotecária: Keina Cristina Santos Sousa e Silva
CRB: 15/120

O serviço de Geração Automática de Ficha Catalográfica para Trabalhos de Conclusão de Curso (TCC's) foi desenvolvido pelo Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação da Universidade de São Paulo (USP) e gentilmente cedido para o Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (SISBI-UFERSA), sendo customizado pela Superintendência de Tecnologia da Informação e Comunicação (SUTIC) sob orientação dos bibliotecários da instituição para ser adaptado às necessidades dos alunos dos Cursos de Graduação e Programas de Pós-Graduação da Universidade.

LUAN ARAÚJO BEZERRA

**AVALIAÇÃO DA CONDIÇÃO FUNCIONAL DE TRECHO DA RN-086 ENTRE OS
MUNICÍPIOS DE SANTANA DO SERIDÓ-RN E PARELHAS-RN**

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

Defendida em: 17 / 05 / 2023.

BANCA EXAMINADORA

Documento assinado digitalmente



BRUNO TIAGO ANGELO DA SILVA
Data: 19/05/2023 15:01:28-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Bruno Tiago Angelo da Silva, Prof. Me. (UFERSA)

Documento assinado digitalmente



MARILIA PEREIRA DE OLIVEIRA
Data: 19/05/2023 09:38:23-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Marília Pereira de Oliveira, Prof. Dra. (UFERSA)

Membro Examinador

Documento assinado digitalmente



AMANDA CARLA DE ANDRADE SILVA
Data: 19/05/2023 07:45:46-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Amanda Carla de Andrade Silva. Eng. (SENAI)

Membro Examinador

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por sempre ter me dado sabedoria para enfrentar as dificuldades ao longo dessa grande jornada e por ter me permitido chegar até aqui.

Agradeço aos meus pais e toda minha família por todo o amor, apoio e por acreditarem no meu esforço e dedicação.

Agradeço ao meu orientador, Prof. Bruno Angelo, por ter aceitado me orientar nesse trabalho e pelos ensinamentos.

Agradeço a todos os professores que contribuíram para minha formação acadêmica e que compartilharam de momentos importantes também na formação como pessoa.

Agradeço a banca examinadora por aceitar o convite e dedicar tempo a contribuir com a realização desse trabalho.

Agradeço aos meus amigos colegas de curso, em especial, Efferson Cayro, Francisco Charles, Raul Lopes, Renato Barros, com quem partilhei bons momentos dentro da universidade com muito companheirismo, experiências e aprendizado.

Agradeço a meus amigos Antônio Eduardo e Luiz Cláudio Junior, por estarem presentes diariamente nessa trajetória, não apenas no âmbito acadêmico.

Agradeço também aos colegas André Luigui, Jayne Melo, José Bruno, Maria Mariana, Rennan Bessa, Uillian Bonfim, que compartilharam disciplinas junto a mim durante o decorrer do curso.

Agradeço a meus amigos e conterrâneos, Alan Vitor, Daniel Santos, Danilo Cabral, Emanuell Victor, Gabriel Soares, Natanael Rodrigues, que sempre estiveram presentes na minha vida e por também contribuírem no levantamento realizado nesse trabalho.

Por fim, agradeço a todas as pessoas que estiveram presentes no meu dia a dia e contribuíram de forma direta ou indireta na minha jornada acadêmica.

Seja o que você quiser, sem precisar se comparar com ninguém, nem 10, 50 nem x% de ninguém, basta ser 100% de você mesmo, trabalhe e se dedique para ter a vida que quer e que te faça feliz e não a que os outros querem para você.

Adolfo Araújo

RESUMO

A avaliação da condição do pavimento é de extrema importância para garantir melhorias nas condições de segurança, conforto, saúde e economia para os usuários. Sabe-se que o sistema de gerência de pavimentos não vem sendo utilizado de maneira correta, prejudicando a melhoria das condições apresentadas pelas rodovias, causando prejuízos a todos. Baseado nisso, o presente estudo teve como objetivo principal a análise do pavimento por meio da aplicação do método do índice de gravidade global (IGG) em um trecho de rodovia RN-086, que liga os municípios de Santana do Seridó-RN e Parelhas-RN. Para isso, foi necessário a realização de levantamento da ocorrência de defeitos e sua classificação, gerando um inventário do estado da superfície do pavimento. Com o resultado obtido através do cálculo utilizando o método observou-se que a classificação da via obteve conceito péssimo de degradação do pavimento, chegando à conclusão que é preciso que ocorram intervenções na via, sendo necessária a execução de um novo revestimento asfáltico para que haja recuperação da serventia do revestimento.

Palavras-chave: gerência de pavimentos; defeitos; serventia; método do IGG.

ABSTRACT

The evaluation of the condition of the pavement is extremely important to guarantee improvements in the conditions of safety, comfort, health, and economy for users. It is known that the pavement management system has not been used correctly, harming the improvement of the conditions presented by the highways, causing damage to all. Based on this, the present study had as its main objective the analysis of the pavement through the application of the global gravity index (GGI) method in a section of the RN-086 highway, which connects the municipalities of Santana do Seridó-RN and Parelhas-RN. For this, it was necessary to carry out a survey of the occurrence of defects and their classification, generating an inventory of the condition of the pavement surface. With the result obtained through the calculation using the method, it was observed that the classification of the road obtained a poor concept of pavement degradation, reaching the conclusion that it is necessary that interventions occur on the road, being necessary the execution of a new asphalt coating so that there is recovery of the usefulness of the coating.

Keywords: pavement management; defects; use; IGG method.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Camadas do pavimento flexível.....	20
Figura 2 - Camadas do pavimento rígido	21
Figura 3 - Sistema de gerência dos pavimentos	23
Figura 4 - Período para manutenção.....	25
Figura 5 - Comparativo de custo de diferentes estratégias de restauração	26
Figura 6 - Trincas isoladas.....	30
Figura 7 - Trinca couro de jacaré.....	31
Figura 8 - Trinca tipo bloco.....	32
Figura 9 - Afundamento	32
Figura 10 - Ondulação	33
Figura 11 - Escorregamento	34
Figura 12 - Exsudação	34
Figura 13 - Desgaste.....	35
Figura 14 - Panela.....	35
Figura 15 - Remendo.....	36
Figura 16 - Localização do trecho analisado	37
Figura 17 - Demarcação da área das seções	38
Figura 18 - Seção 1	40
Figura 19 - Seção 2.....	41
Figura 20 - Seção 3.....	41
Figura 21 - Seção 5.....	42
Figura 22 - Seção 6.....	42
Figura 23 - Seção 8.....	43
Figura 24 - Seção 9.....	43
Figura 25 - Seção 10.....	44
Figura 26 - Seção 11.....	44
Figura 27 - Seção 14.....	45
Figura 28 - Seção 15.....	45
Figura 29 - Seção 16.....	46
Figura 30 - Seção 20.....	46
Figura 31 - Seção 22.....	47
Figura 32 - Seção 25.....	47

Figura 33 - Seção 28	48
Figura 34 - Seção 29	48
Figura 35 - Seção 31	49
Figura 36 - Seção 32	49
Figura 37 - Seção 33	50
Figura 38 - Seção 37	50
Figura 39 - Seção 39	51
Figura 40 - Seção 40	51
Figura 41 - Seção 42	52
Figura 42 - Seção 43	52
Figura 43 - Seção 46	53
Figura 44 - Seção 47	53
Figura 45 - Seção 48	54
Figura 46 - Seção 50	54
Figura 47 - Seção 51	55
Figura 48 - Seção 52	55
Figura 49 - Seção 53	56
Figura 50 - Seção 54	56
Figura 51 - Seção 55	57
Figura 52 - Seção 56	57
Figura 53 - Seção 57	58
Figura 54 - Seção 58	58
Figura 55 - Seção 59	59
Figura 56 - Seção 60	59
Figura 57 - Seção 62	60
Figura 58 - Seção 64	60
Figura 59 - Seção 65	61
Figura 60 - Seção 66	61
Figura 61 - Seção 67	62
Figura 62 - Seção 69	62
Figura 63 - Seção 70	63
Figura 64 - Seção 72	63
Figura 65 - Seção 73	64
Figura 66 - Seção 74	64

Figura 67 - Seção 75	65
Figura 68 - Seção 76	65
Figura 69 - Seção 77	66
Figura 70 - Seção 78	66
Figura 71 - Seção 79	67
Figura 72 - Seção 80	67
Figura 73 - Seção 81	68
Figura 74 - Seção 83	68
Figura 75 - Seção 84	69
Figura 76 - Seção 85	69
Figura 77 - Seção 86	70
Figura 78 - Seção 88	70
Figura 79 - Seção 89	71
Figura 80 - Seção 90	71
Figura 81 - Seção 91	72
Figura 82 - Seção 92	72
Figura 83 - Seção 95	73
Figura 84 - Seção 96	73
Figura 85 - Seção 98	74
Figura 86 - Seção 99	74
Figura 87 - Seção 100	75

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Quadro resumo dos defeitos – Codificação e Classificação	28
Quadro 2 - Valor do fator de ponderação	39
Quadro 3 - Conceito de degradação do pavimento pelo IGG.....	81

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Custo unitário por intervenção	27
Tabela 2 - Inventário do estado da superfície do pavimento	75
Tabela 3 - Cálculo de cálculo do IGG	80

LISTA DE EQUAÇÕES

<i>Equação (4.1)</i>	23
<i>Equação (5.1)</i>	38

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	16
2	OBJETIVOS	17
2.1	OBJETIVOS GERAIS	17
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	17
3	JUSTIFICATIVA.....	18
4	REFERENCIAL TEÓRICO.....	19
4.1	PAVIMENTOS	19
4.2	CLASSIFICAÇÃO DOS PAVIMENTOS.....	19
4.2.1	Pavimento Flexível.....	19
4.2.2	Pavimento Rígido.....	20
4.3	ESTRUTURA DOS PAVIMENTOS	21
4.3.1	Subleito	21
4.3.2	Reforço do subleito	21
4.3.3	Sub-base.....	22
4.3.4	Base	22
4.3.5	Revestimento	22
4.4	GERÊNCIA DOS PAVIMENTOS.....	22
4.4.1	Segurança	27
4.5	MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS	27
4.5.1	Fenda	29
4.5.1.1	Fissura.....	29
4.5.1.2	Trincas	29
a)	Trincas isoladas	30
i.	Trincas transversais	30
ii.	Trincas longitudinais	30
iii.	Trincas de retração	30
b)	Trincas interligadas.....	31
iv.	Couro de jacaré.....	31
v.	Bloco	31
4.5.2	Afundamento.....	32
4.5.2.1	Afundamento plástico	32
4.5.2.2	Afundamento de consolidação	33

4.5.3	Ondulação ou corrugação	33
4.5.4	Escorregamento	33
4.5.5	Exsudação.....	34
4.5.6	Desgaste	34
4.5.7	Panela ou buraco	35
4.5.8	Remendo.....	36
5	METODOLOGIA	37
5.1	LOCAL DE ESTUDO	37
5.2	APLICAÇÃO DO MÉTODO IGG	38
6	RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	40
6.1	LEVANTAMENTO DAS SEÇÕES.....	40
6.1.1	Seção 1	40
6.1.2	Seção 2	41
6.1.3	Seção 3	41
6.1.4	Seção 5	42
6.1.5	Seção 6	42
6.1.6	Seção 8	43
6.1.7	Seção 9	43
6.1.8	Seção 10	44
6.1.9	Seção 11	44
6.1.10	Seção 14	45
6.1.11	Seção 15	45
6.1.12	Seção 16	46
6.1.13	Seção 20	46
6.1.14	Seção 22	47
6.1.15	Seção 25	47
6.1.16	Seção 28	48
6.1.17	Seção 29	48
6.1.18	Seção 31	49
6.1.19	Seção 32	49
6.1.20	Seção 33	50
6.1.21	Seção 37	50
6.1.22	Seção 39	51
6.1.23	Seção 40	51

6.1.24	Seção 42	52
6.1.25	Seção 43	52
6.1.26	Seção 46	53
6.1.27	Seção 47	53
6.1.28	Seção 48	54
6.1.29	Seção 50	54
6.1.30	Seção 51	55
6.1.31	Seção 52	55
6.1.32	Seção 53	56
6.1.33	Seção 54	56
6.1.34	Seção 55	57
6.1.35	Seção 56	57
6.1.36	Seção 57	58
6.1.37	Seção 58	58
6.1.38	Seção 59	59
6.1.39	Seção 60	59
6.1.40	Seção 62	60
6.1.41	Seção 64	60
6.1.42	Seção 65	61
6.1.43	Seção 66	61
6.1.44	Seção 67	62
6.1.45	Seção 69	62
6.1.46	Seção 70	63
6.1.47	Seção 72	63
6.1.48	Seção 73	64
6.1.49	Seção 74	64
6.1.50	Seção 75	65
6.1.51	Seção 76	65
6.1.52	Seção 77	66
6.1.53	Seção 78	66
6.1.54	Seção 79	67
6.1.55	Seção 80	67
6.1.56	Seção 81	68
6.1.57	Seção 83	68

6.1.58	Seção 84	69
6.1.59	Seção 85	69
6.1.60	Seção 86	70
6.1.61	Seção 88	70
6.1.62	Seção 89	71
6.1.63	Seção 90	71
6.1.64	Seção 91	72
6.1.65	Seção 92	72
6.1.66	Seção 95	73
6.1.67	Seção 96	73
6.1.68	Seção 98	74
6.1.69	Seção 99	74
6.1.70	Seção 100	75
6.2	RESULTADOS DO LEVANTAMENTO	75
7	CONSIDERAÇÕES FINAIS	82
	REFERÊNCIAS	83

1 INTRODUÇÃO

O sistema de gestão de pavimentos inclui o planejamento, a elaboração de projetos, a execução, a conservação e a análise contínua dos pavimentos, que são fundamentais para garantir a eficiência e a eficácia do sistema, pois havendo falhas em qualquer parte dele, os custos para a sociedade podem ser elevados (SANTIAGO, 2015).

É de suma importância essa análise para que sejam realizadas intervenções sempre que necessárias, uma vez que não se deve esperar o pavimento se encontrar em estado de deterioração elevado para que haja essa prática.

O objetivo desse trabalho é se valer de revisões da literatura a fim de buscar conhecer mais a fundo sobre a análise de pavimentos e com isso poder ter conhecimento suficiente para aplicação em campo do método escolhido.

O método do índice de gravidade global (IGG) foi utilizado em um trecho da RN-086, com a finalidade de mostrar qual o estado que ele se encontra e sugerir uma solução que melhor se adequa a realidade em que se está inserido.

Apesar de ser um método de fácil acesso através de normas e sua execução, ainda não há muitos trabalhos realizados do ponto de vista teórico e textual, o que de certa forma dificulta a realização de revisões literárias.

Espera-se que esse trabalho venha a contribuir com posteriores estudos sobre o método do índice de gravidade global em si e até mesmo sobre o tema de análise de pavimentos, assim gerando mais uma fonte de pesquisa para futuros trabalhos que venham a ser realizados sobre o tema.

Portanto, a realização desse trabalho propõe a realização de análise do pavimento de trecho da RN-086 a qual liga os municípios de Santana do Seridó-RN a Parelhas-RN aplicando o método do IGG a fim de verificar e sugerir a solução adequada, baseando-se nos resultados obtidos através da análise realizada em campo, buscando gerar maiores conhecimentos sobre manutenção e recuperação da serventia.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVOS GERAIS

Realizar análise do pavimento através do método do IGG e gerar levantamentos acerca de recuperação asfáltica a fim de obter resultados para possíveis manutenções e restaurações.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Conceituar degradação do pavimento.
- Analisar os defeitos encontrados.
- Aplicar o método do IGG.
- Gerar dados para possível implementação de um sistema de gerência de pavimentos no local.

3 JUSTIFICATIVA

A RN-086 tem importante relevância na locomoção entre cidades vizinhas da região Seridó, tendo em vista que ela se localiza em meio a quatro cidades (Equador-RN, Santana do Seridó-RN, Parelhas-RN e Carnaúba dos Dantas-RN), além de ligar a BR-230 a BR-427.

Apesar de ser considerada uma rodovia de tráfego baixo, de volume diário médio entre 50 e 200 veículos (DNIT, 2010), com o passar dos anos vem sofrendo bastante com a questão da degradação, fato esse ainda mais evidenciado com a chegada de empresas de energias renováveis, especificamente, eólicas nas cidades da região, fazendo com que haja mudança na incidência de locomoções e de cargas exercidas na rodovia, contribuindo ainda mais com os aumentos dos danos a rodovia.

Tais fatos mostram a necessidade de buscar melhorias na rodovia para que seja atendida as necessidades da população, gerar mais segurança e conforto ao se locomover entre as cidades.

Diante disso, esse trabalho tem o intuito de realizar um estudo acerca de um trecho da RN-086, especificamente entre as cidades de Santana do Seridó-RN e a cidade de Parelhas-RN, por ser local de maior incidência de degradação na referida rodovia, a fim de propor soluções em âmbito de manutenção e restauração para a atual situação em que se encontra a superfície de pavimentação da rodovia.

4 REFERENCIAL TEÓRICO

4.1 PAVIMENTOS

De acordo com Bernucci *et al.* (2022), 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.

É uma estrutura de camadas em que materiais de diferentes resistências e deformabilidades são colocadas em contato, resultando em um elevado grau de complexidade no que se refere ao cálculo de tensões e deformações e atuantes nas mesmas resultantes das cargas impostas pelo tráfego (DNIT, 2006).

A pavimentação tem como meta propiciar um tráfego confortável e seguro, com estruturas e materiais capazes de suportar os esforços decorrentes da ação do tráfego combinados com as condições climáticas, a um mínimo custo, buscando, sempre que possível, o aproveitamento de materiais locais para as obras, garantindo um bom desempenho em termos de custos operacionais e de manutenção ao longo dos anos de serviço dessa infraestrutura social (BALBO, 2007).

4.2 CLASSIFICAÇÃO DOS PAVIMENTOS

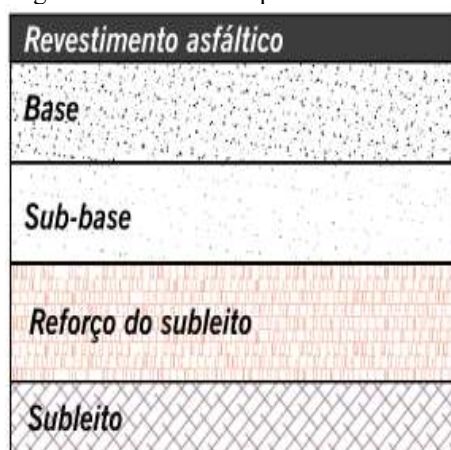
O pavimento viário classifica-se tradicionalmente em dois tipos básicos: rígidos e flexíveis. Mais recentemente há uma tendência de usar-se a nomenclatura pavimentos de concreto de cimento *Portland* (ou simplesmente concreto-cimento) e pavimentos asfálticos, respectivamente, para indicar o tipo de revestimento do pavimento (BERNUCCI *et al.* 2022).

4.2.1 Pavimento Flexível

Um pavimento flexível é aquele que tem revestimento asfáltico e camada de base granular. A distribuição das tensões e deformações, geradas na estrutura pelas cargas de roda do tráfego, ocorre de modo que as camadas de revestimento e base aliviem as tensões verticais de compressão no subleito por meio da “absorção” de tensões cisalhantes (GONÇALVES, 1999).

Para Balbo (2017), pavimento flexível é aquele que comporta um revestimento betuminoso, cujos materiais utilizados são o asfalto, formando a camada de revestimento, um material granular que compõe a base e outro material granular, podendo ser o próprio solo, que forma a sub-base. Como é observado na Figura 1.

Figura 1 - Camadas do pavimento flexível



Fonte: Bernucci *et al.* (2022)

4.2.2 Pavimento Rígido

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

Os pavimentos rígidos, em geral associados aos pavimentos de concreto de cimento *Portland*, são compostos por uma camada superficial de concreto de cimento *Portland*, em geral placas armadas ou não, apoiada geralmente sobre uma camada de material granular ou de material estabilizado com cimento, chamada em geral de sub-base, assentada sobre o subleito ou sobre um reforço do subleito quando necessário (BERNUCCI *et al.* 2022). A Figura 2 mostra as camadas do pavimento rígido.

Figura 2 - Camadas do pavimento rígido



Fonte: Bernucci *et al.* (2022)

4.3 ESTRUTURA DOS PAVIMENTOS

De acordo com Senço (2007), em uma seção transversal típica de um pavimento, com todas as camadas possíveis, consta de uma fundação, o subleito e de camadas com espessuras e materiais determinados por métodos de dimensionamento.

Segundo DNIT (2006), a definição dos diversos constituintes do pavimento, em seção transversal, é a que se segue: subleito, reforço do subleito, sub-base, base e revestimento.

4.3.1 Subleito

Camada caracterizada como a fundação do terreno onde será construído a estrutura do pavimento, caso necessário nessa camada é realizada a regularização com espessura variável (CRUZ, 2022).

4.3.2 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 (DNIT, 2006).

4.3.3 Sub-base

É a camada complementar à base, quando por circunstâncias técnico-econômicas não for aconselhável construir a base diretamente sobre regularização (DNIT, 2006).

Para Senço (2007) o material constituinte da sub-base deverá ter características tecnológicas superiores às do material de reforço, por sua vez, o material da base deverá ser de melhor qualidade que o material da sub-base.

4.3.4 Base

É a camada destinada a resistir e distribuir os esforços oriundos do tráfego e sobre a qual se constrói o revestimento (DNIT, 2006).

4.3.5 Revestimento

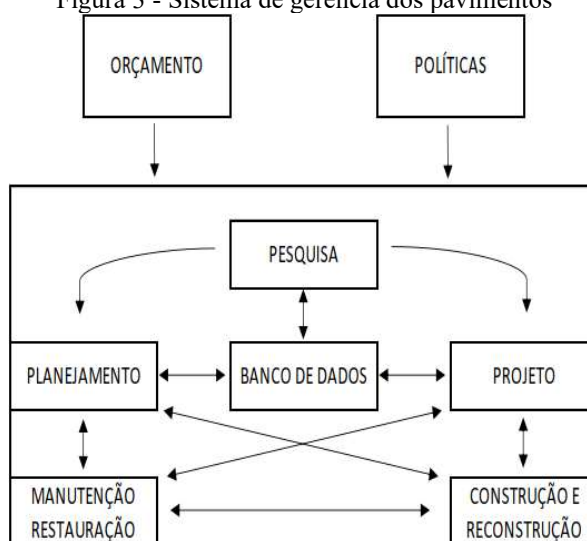
É a camada, tanto quanto possível impermeável, que recebe diretamente a ação do tráfego e destinada a melhorar a superfície de rolamento quanto às condições de conforto e segurança, além de resistir ao desgaste, ou seja, aumentando a durabilidade da estrutura (SENÇO, 2007).

Assim como Cruz (2022), que classifica o revestimento como a camada mais nobre do pavimento constituída pela capa de *Binder* e de rolamento destinada a resistir diretamente às ações do tráfego, a impermeabilizar o pavimento, a melhorar as condições de rolamento, da mesma forma, responsável por proporcionar conforto e segurança para os usuários e a transmitir, de forma atenuada, as ações do tráfego às camadas inferiores.

4.4 GERÊNCIA DOS PAVIMENTOS

O sistema de gerência de pavimentos é definido como um conjunto de componentes que devem interagir mutuamente com o planejamento, o projeto, a construção e a manutenção dos pavimentos, afetados diretamente por alguns fatores externos, como os recursos orçamentários, a forma e frequência dos levantamentos dos dados necessários e as diretrizes políticas e administrativas (DNIT, 2007). Na Figura 3 observa-se o fluxograma do sistema de gerência de pavimentos.

Figura 3 - Sistema de gerência dos pavimentos



Fonte: DNIT (2011)

Balbo (2017), afirma que o Sistema de Gerenciamento de Pavimentos (SGP) foi criado e desenvolvido nos Estados Unidos, em meados da década de 1970. A principal motivação foi a necessidade de manter em bom estado de conservação das rodovias existentes da época. O SGP é um processo que envolve todas as atividades que têm como função fornecer e manter os pavimentos em um nível adequado de serventia.

A serventia é definida como a capacidade de um pavimento de servir ao usuário em um dado momento quanto ao seu conforto ao rolamento e em parte quanto à segurança. A serventia quanto ao conforto ao rolamento decai com o tempo e/ou tráfego e, assim, quando determinado segmento é avaliado ao longo dos anos, esta queda da serventia resulta em uma avaliação do desempenho do pavimento, o que pode ser utilizado para definir estágios da vida útil do pavimento e definir critérios para o momento adequado de intervenções de manutenção (BERNUCCI *et al.*, 2022).

A norma DNIT 009/2003 – PRO, Avaliação subjetiva da superfície de pavimentos flexíveis e semirrígidos – Procedimento, classifica a serventia de acordo com o cálculo do valor de serventia atual (VSA), que varia de 0 a 5, nomeando a superfície dos pavimentos entre péssimos e ótimos, indicando o grau de conforto e suavidade ao rolamento proporcionado pelo pavimento. O cálculo é dado através da Equação 4.1.

$$VSA = \sum X / n$$

Equação
(4.1)

Onde:

VSA – Valor de serventia atual;

X – Valor de serventia atual individual atribuídos por cada membro do grupo;

n – número de membros do grupo de avaliação.

Existem algumas formas de garantir que a serventia dos pavimentos passe a ter maior duração. Uma delas é a conservação, nela há necessidade de analisar o pavimento regularmente para que sejam evitadas possíveis defeitos, garantindo a constante segurança de quem venha a utilizá-lo.

Figueiredo (2011) classifica a conservação como preventiva, corretiva e de emergência.

A Conservação preventiva objetiva atrasar o aparecimento de degradações ou a sua progressão, diminuindo a necessidade de posteriores intervenções. Este tipo de conservação consiste na realização de reparações localizadas, ou de tratamentos superficiais.

Conservação corretiva tem como objetivo corrigir as patologias do pavimento, através da reposição das características de atrito do pavimento, reparação de ninhos ou covas, eliminação da desagregação superficial, entre outros.

A conservação de emergência é executada quando há necessidade de uma reparação rápida pelos prejuízos e desconforto que possam causar. Quando as administrações rodoviárias adotam uma política de conservação inadequada. Nesses casos as ações de conservação preventiva e corretiva não são realizadas, o que leva ao aparecimento de patologias mais graves.

Além da conservação, outro fator que também propicia uma elevação na quantidade de tempo em que um pavimento se mostra adequado e seguro ao uso é a manutenção.

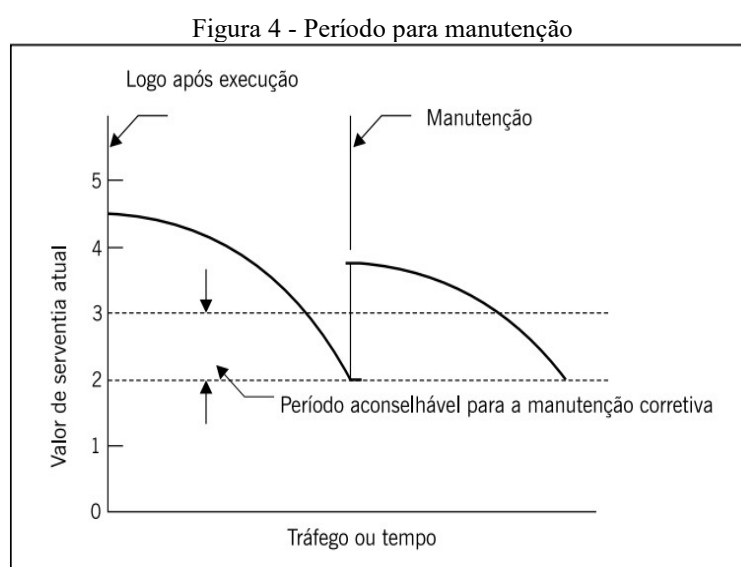
Segundo DNIT (2006), a manutenção do pavimento se constitui no conjunto de operações que são desenvolvidas objetivando manter ou elevar, a níveis desejáveis e homogêneos, as características gerais de desempenho, segurança, conforto e economia do pavimento, considerando globalmente todos os componentes de rodovia (pavimento, terraplenagem, proteção de corpo estradal, obras de arte correntes, obras-de-arte especiais, drenagem, sinalização, obras complementares etc.).

A manutenção do pavimento é um trabalho rotineiro efetuado com o intuito de manter o pavimento próximo de sua condição original, quando da construção, sob condições normais de tráfego e temperatura. No caso do pavimento flexível podem ser realizadas as manutenções preventiva e corretiva (SILVA, 2008).

De acordo com Bernucci *et al.* (2022), as manutenções são realizadas de acordo com o VSA, método que atribui como limite da aceitabilidade a nota 2,5 para vias de alto volume de

tráfego e 2,0 para as demais. Na prática, sempre que o VSA atual atinge este patamar, uma intervenção de manutenção corretiva deve ser realizada de modo a repor o índice a um valor superior. No período em que se apresenta acima deste valor, deve-se realizar manutenção preventiva periódica de modo a prolongar o tempo em que ele permanece em condição aceitável quanto ao rolamento. Caso não haja manutenção ou esta seja inadequada, o pavimento pode atingir o limite de trafegabilidade, situação na qual se torna necessária sua reconstrução.

Na Figura 4 é apresentado o gráfico do período em qual é aconselhável realizar manutenções corretivas a fim de elevar novamente o valor de serventia do pavimento.



Fonte: Bernucci *et al.* (2022)

Recuperação é o conjunto de operações destinadas a restabelecer o perfeito funcionamento do pavimento. Normalmente optam pela substituição e/ou reestruturação de uma ou mais camadas existentes, complementadas por outras que deverão conferir ao pavimento o aporte de capacidade estrutural necessário e restabelecer, na íntegra, suas características originais (DNIT, 2006).

Bernucci *et al* (2022) classificam as técnicas de restauração de duas formas: pavimentos com problemas funcionais e problemas estruturais. Problemas funcionais são aqueles onde a restauração é necessária para a correção de defeitos funcionais superficiais, são empregados geralmente tipos de revestimento, isoladamente ou combinados, e antecedidos ou não por remoção de parte do revestimento antigo por fresagem. Já os problemas estruturais são aqueles onde há o comprometimento estrutural do pavimento ou perspectiva de aumento de tráfego, as alternativas de restauração ou reforço compreendem aquelas que restabelecem ou incrementam

sua capacidade estrutural por meio da incorporação de novas camadas à estrutura e tratamento de camadas existentes.

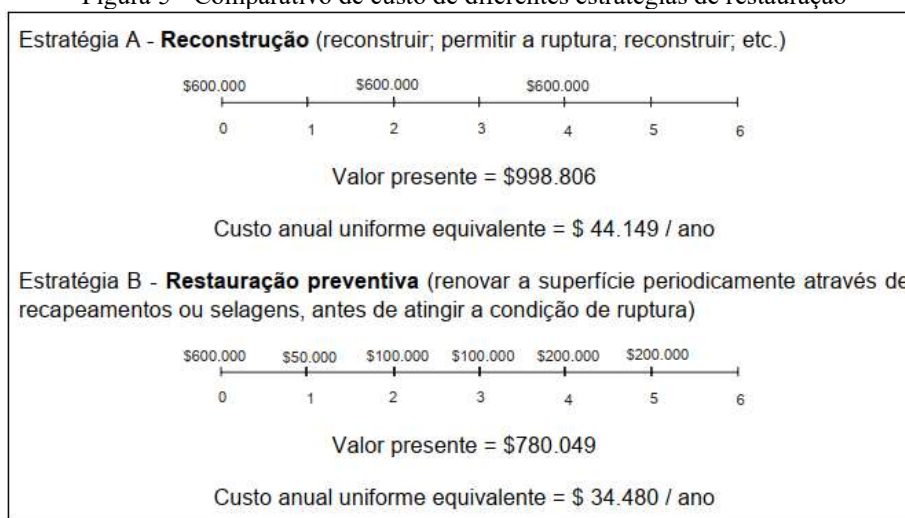
Diante das soluções à gerência de pavimentos, há necessidade de comparação dos custos empregados, devendo-se realizar uma avaliação econômica do projeto de restauração.

Segundo DNIT (2006), a avaliação econômica é uma comparação entre custo e benefícios econômicos, no intuito de justificar tal investimento, considerando-se uma alternativa de restauração economicamente viável quando o benefício líquido ou o retorno é pelo menos igual ao de outras oportunidades de investimento.

Há ainda o custo de ciclo de vida que se refere aos custos totais envolvendo todo o período de vida do pavimento, ou seja, inclui custos de construção, conservação, restauração e operação (DNIT, 2006).

De acordo com a Figura 5, é mostrado o exemplo do ciclo de vida utilizando duas estratégias diferentes de restauração, gerando assim custos diferentes em um mesmo período.

Figura 5 - Comparativo de custo de diferentes estratégias de restauração



Fonte: DNIT (2006)

A figura 5 mostra uma diferença de quase \$ 10.000 anual para o trecho em questão se fosse utilizado a restauração preventiva.

Balbo (199-?) afirma que para cada alternativa deve estar associado um custo unitário. Através de banco de dados é possível analisar fatores econômicos e gerar as alternativas de intervenção, estabelecendo os recursos disponíveis para a atividade.

A Tabela 1 demonstra os custos unitários para cada intervenção.

Tabela 1 - Custo unitário por intervenção	
Tipo de Intervenção	Faixa de Variação de Custos (por quilômetro de rodovia)
Manutenção de Rotina	US\$ 300 a US\$ 5.000
Manutenção Periódica	US\$ 8.000 a US\$ 40.000
Reabilitação	US\$ 30.000 a US\$ 200.000
Reconstrução	US\$ 45.000 a US\$ 300.000

Fonte: Balbo (199-?)

4.4.1 Segurança

Conforme a lei 14.071/20, o trânsito em condições seguras, é um direito de todos e dever dos órgãos e entidades componentes do Sistema Nacional de Trânsito, a estes cabendo, no âmbito das respectivas competências, adotar as medidas destinadas a assegurar esse direito (BRASIL, 2020).

No que se relaciona a segurança, a principal propriedade do pavimento é a sua capacidade de proporcionar aderência adequada entre a superfície do pavimento e os pneus dos veículos (DNIT, 2006).

As características de um pavimento que geram por motivo de segurança circunstâncias a ações preventivas são: resistência a derrapagem e o potencial de hidroplanagem (DNIT, 2006).

Em 2022, o CNT (Conselho Nacional de Trânsito) constatou que com relação ao estado da superfície dos pavimentos, apenas 8,9% estavam em perfeito estado de conservação, também mostram que menos de 40% das sinalizações em rodovias apresentam desempenhos bons ou ótimos. Além disso, no mesmo período foram registrados em rodovias federais 64.447 acidentes.

4.5 MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS

Manifestações patológicas provenientes dos pavimentos flexíveis são classificadas como defeitos de superfícies, degradações superficiais e deformações. Podem se caracterizar também por: imperfeições funcionais, que é quando o pavimento desempenha seu papel de serventia ao usuário; imperfeições estruturais, que são as provenientes dos danos que surgem na superfície do pavimento, quando submetidas à determinadas cargas (AMARAL *et al*, 2021).

Segundo Silva (2008), as manifestações patológicas em pavimentos com revestimento asfáltico podem ser deformações de superfície (corrugação e afundamentos), defeitos de superfície (exsudação de asfalto e desgaste), panela, escorregamento do revestimento betuminoso, trincas e fissuras (fendas).

O Departamento Nacional de Infraestrutura de Trânsito (DNIT), codifica e classifica tais manifestações patológicas na norma DNIT 005/2003 – TER, Defeitos nos pavimentos flexíveis e semirrígidos – Terminologia. Demonstrada no Quadro 1.

Quadro 1 - Quadro resumo dos defeitos – Codificação e Classificação

FENDAS				CODIFI CAÇÃO	CLASSE DAS FENDAS		
Fissuras				FI			
Trincas no revestimento geradas por deformação permanente excessiva e/ou decorrentes do fenômeno de fadiga	Trincas isoladas	Transversais	Curtas	TTC	FC-1	FC-2	FC-3
			Longas	TTL	FC-1	FC-2	FC-3
		Longitudinais	Curtas	TLC	FC-1	FC-2	FC-3
			Longas	TLL	FC-1	FC-2	FC-3
	Trincas interligadas	"Jacaré"	Sem erosão acentuada nas bordas das trincas	J		FC-2	
			Com erosão acentuada nas bordas das trincas	JE			FC-3
Trincas no revestimento não atribuídas ao fenômeno de fadiga	Trincas isoladas	Devido a retração térmica ou dissecação da base (solo-cimento) ou do revestimento		TRR	FC-1	FC-2	FC-3
	Trincas interligadas	"Bloco"	Sem erosão acentuada nas bordas das trincas	TB		FC-2	
			Com erosão acentuada nas bordas das trincas	TBE			FC-3
OUTROS DEFEITOS					CODIFICAÇÃO		
Afundamento	Plástico	Local	Devido a fluência plástica de uma ou mais camadas do pavimento ou do subleito		ALP		
		De trilha	Devido a fluência plástica de uma ou mais camadas do pavimento ou do subleito		ATP		
	De consolidação	Local	Devido à consolidação diferencial ocorrente em camadas do pavimento ou do subleito		ALC		
		De trilha	Devido à consolidação diferencial ocorrente em camadas do pavimento ou do subleito		ATC		
Ondulação/Corrugação - Ondulação transversais causadas por instabilidade de mistura betuminosa constituinte do revestimento ou da base					O		

Escorregamento (do revestimento betuminoso)		E
Exsudação do ligante betuminoso no revestimento		EX
Desgaste acentuado na superfície do revestimento		D
"Panelas" ou buracos decorrentes da desagregação do revestimento e às vezes de camadas inferiores		P
Remendo	Remendo superficial	RS
	Remendo profundo	RP

Fonte: DNIT (2003)

Dentre os inúmeros motivos que levam a falha no pavimento é incontestável que antes da realização de qualquer alternativa de restauração ou aplicação de qualquer critério numérico ou normativo para cálculo de reforços, deve-se realizar um diagnóstico geral dos defeitos, o que é imprescindível para se estabelecer a melhor solução. Nesse sentido, para diminuir ou reparar um problema é fundamental tomar conhecimento das prováveis causas que influenciaram em seu aparecimento (BERNUCCI *et al.*, 2022).

4.5.1 Fenda

Qualquer descontinuidade na superfície do pavimento que conduza a aberturas de menor ou maior porte, apresentando-se como fissura ou trinca (DNIT, 2003).

4.5.1.1 Fissura

Podem se apresentar em todos os sentidos das vias, somente perceptível a vista a uma distância inferior a 1,5 m. Não causa problemas funcionais ao revestimento (DNIT, 2003).

4.5.1.2 Trincas

Para Silva (2008), trincas são descontinuidades maiores que as fissuras, podendo ser vistas a distâncias superiores a 1,5 m.

O DNIT (2003) classifica as trincas como isoladas e interligadas.

a) Trincas isoladas

Classificam-se em transversais, longitudinais e de retração. Observada na Figura 6, uma trinca isolada.

Figura 6 - Trincas isoladas



Fonte: Autoria própria (2023)

i. Trincas transversais

Apresenta direção predominantemente ortogonal ao eixo da via. Considerada curta até a extensão de 100 cm e longa com extensão maior que 100 cm (DNIT, 2003).

ii. Trincas longitudinais

Apresenta direção predominantemente paralela ao eixo da via. Considerada curta até a extensão de 100 cm e longa com extensão maior que 100 cm (DNIT, 2003).

iii. Trincas de retração

Causada devido ao fenômeno de retração térmica do material de revestimento ou do material que compõe a base (rígida ou semirrígida), sob o revestimento trincado (DNIT, 2003).

b) Trincas interligadas

As trincas interligadas são classificadas em dois tipos: “couro de jacaré” e “bloco”.

iv. Couro de jacaré

Trincas interligadas sem predominância de direção, semelhante ao couro de jacaré, além disso pode ou não vir acompanhada de erosão em suas bordas (DNIT, 2003). A Figura 7 mostra a trinca tipo couro de jacaré.

Figura 7 - Trinca couro de jacaré



Fonte: Autoria própria (2023)

v. Bloco

Conjunto de trincas interligadas que possuem como característica a formação de blocos, sendo esses de lados bem definidos, da mesma forma podem apresentar erosões em suas bordas ou não (DNIT, 2003). Como observado na Figura 8.

Figura 8 - Trinca tipo bloco



Fonte: DNIT (2003)

4.5.2 Afundamento

Deformação caracterizada por depressão longitudinal da superfície do pavimento, acompanhada, ou não, de solevamento, podendo apresentar-se sob a forma de afundamento plástico ou de consolidação (DNIT, 2003). Na Figura 9 podemos observar o afundamento.

Figura 9 - Afundamento



Fonte: Autoria própria (2023)

4.5.2.1 Afundamento plástico

Os afundamentos plásticos são devidos à deformação plástica de uma ou mais camadas do pavimento e/ou do subleito e apresentam elevações ao longo dos lados do afundamento. Quando ocorre em extensão de até 6 m é um afundamento plástico local (ALP), se for superior

a 6 m e estiver localizado ao longo da trilha de roda é denominado afundamento plástico da trilha de roda (ATP) (SILVA, 2008).

4.5.2.2 Afundamento de consolidação

Os afundamentos de consolidação são devidos à consolidação diferencial ocorrente em camadas do pavimento e/ou do subleito. Quando a extensão for de até 6 m é denominado de afundamento de consolidação local (ALC), caso contrário e estando localizado na trilha de roda, considera-se um afundamento de consolidação na trilha (ATC) (SILVA, 2008).

4.5.3 Ondulação ou corrugação

Também conhecidas como costela de vaca, são ondulações transversais ao eixo das vias, podendo ser resultado de execução errada, excesso de asfalto ou de finos. Estão associadas a tensões cisalhantes causadas pelos veículos (SILVA, 2008). A Figura 10 mostra esse defeito.

Figura 10 - Ondulação



Fonte: DNIT (2003)

4.5.4 Escorregamento

Ocorre quando há deslocamento devido ao aparecimento de fendas no revestimento em referência a camada inferior, aparentando o formato de meia-lua (DNIT, 2003). Como ilustra a Figura 11.

Figura 11 - Escorregamento



Fonte: DNIT (2003)

4.5.5 Exsudação

É caracterizada pelo surgimento de ligante betuminoso em abundância na superfície, formando manchas escurecidas, devido ao excesso dele na massa asfáltica, além de compactação pelo tráfego (BERNUCCI *et al.*, 2022). Ilustrado na Figura 12.

Figura 12 - Exsudação

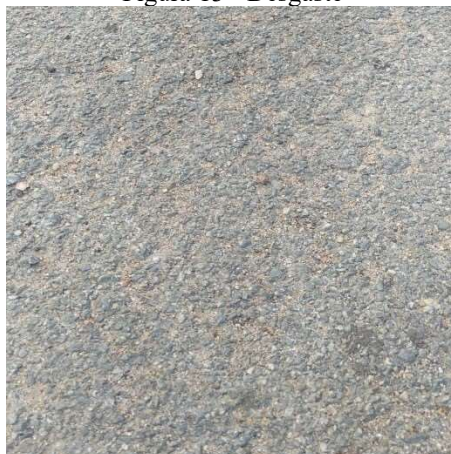


Fonte: Autoria própria (2023)

4.5.6 Desgaste

É caracterizado pelo estado áspero que se encontra a superfície do pavimento, causada pela volatilização e/ou oxidação do asfalto, sob ação abrasiva do tráfego e do intemperismo. Normalmente ocorrem depois de um longo período (SILVA, 2008). Representado na Figura 13.

Figura 13 - Desgaste



Fonte: Autoria própria (2023)

4.5.7 Panela ou buraco

Cavidade formada que pode vir a atingir camadas inferiores, são resultantes da evolução de outros defeitos, devido à falta de aderência entre as camadas ocorre o deslocamento provocando degradação (DNIT, 2003). Como observado na Figura 14.

Figura 14 - Panela



Fonte: Autoria própria (2023)

4.5.8 Remendo

Corresponde ao preenchimento da panela ou buraco por uma ou mais camadas de pavimento podendo ser considerado superficial, quando é corrigido apenas a parte do revestimento e profundo, quando a correção deve ser feita no revestimento e mais uma ou mais camadas do pavimento (DNIT, 2003). Visto na Figura 15.

Figura 15 - Remendo



Fonte: Autoria própria (2023)

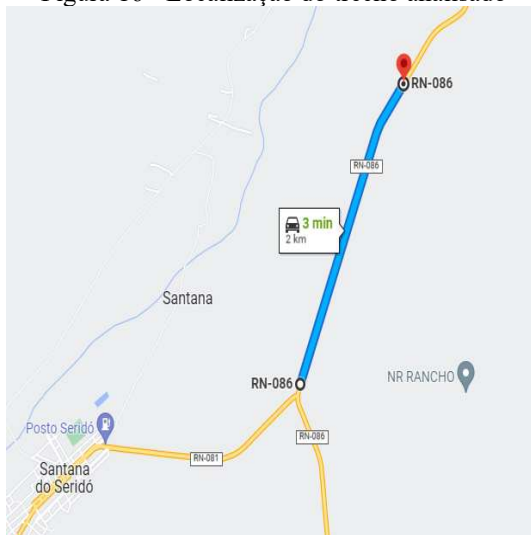
5 METODOLOGIA

Nesse trabalho foi aplicado o método do IGG (índice de gravidade global) para indicar solução ao estado atual de deterioração em que se encontra o pavimento alvo do estudo. Tendo o conhecimento das normas necessárias para realização do trabalho, observou-se a necessidade da análise de pavimentos na região para que com isso através de um levantamento em campo pudesse chegar a concluir de fato como se apresenta as condições do pavimento analisado.

5.1 LOCAL DE ESTUDO

O local selecionado foi a RN-086, entre as cidades de Santana do Seridó-RN e Parelhas-RN, devido ser um local onde em decorrência da chegada de empresas do ramo eólico passou a ter uma maior solicitação em suas rodovias no dia a dia. Além disso, foi constatado no local o aumento significativo de manifestações patológicas no pavimento, contribuindo para que viesse a ser alvo de estudo. A Figura 16 mostra o local de estudo.

Figura 16 - Localização do trecho analisado



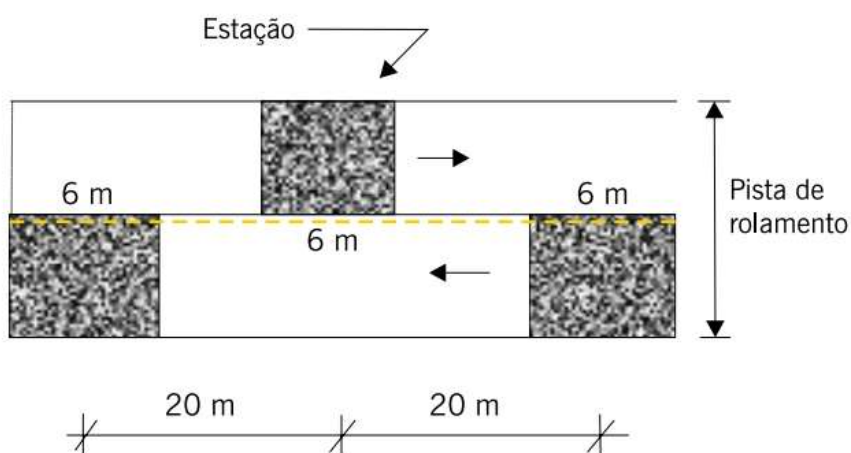
Fonte: Google Maps (2023)

O trecho encontra-se próximo ao local de entrada para a cidade de Santana do Seridó-RN e tem o comprimento de 2 km. Trata-se de um trecho importante para a região local, pois é parte da via que liga outras duas importantes vias, que são o caso da BR-230 e BR-427, rodovias de acesso a cidades polo como Caicó-RN e Campina Grande-PB, respectivamente.

5.2 APLICAÇÃO DO MÉTODO IGG

A execução do levantamento em campo seguiu o que se pede na norma DNIT 006/2003 – PRO, avaliação objetiva da superfície de pavimentos flexíveis e semirrígidos – Procedimentos. A via estudada foi subdividida em seções a cada 20 metros, variando entre faixas, por tratar-se de uma pista simples. Cada seção engloba uma extensão de 3 metros a vante e 3 metros de ré, do local demarcado anteriormente. A Figura 17 a seguir demonstra tal processo.

Figura 17 - Demarcação da área das seções



Fonte: Bernucci *et al.* (2022)

Com a ajuda de uma equipe, formada por mais quatro pessoas deslocando-se pelo pavimento, foi possível realizar a medição das estações ao mesmo tempo que era realizado o levantamento através de anotações. Utilizando trenas e régua e identificando cada tipo de manifestações patológicas existente nas seções analisadas, seguindo a norma DNIT 005/2003 – TER, defeitos nos pavimentos flexíveis e semirrígidos – Terminologia.

Para o cálculo do IGG é necessário que seja calculado o IGI (índice de gravidade individual), que se relaciona com a ocorrência de cada defeito. Esse índice é calculado através da Equação 5.1:

$$IGI = fr \cdot fp$$

Equação (5.1)

Onde:

fr - frequência relativa

fp - fator de ponderação

Esse fator de ponderação é obtido através do Quadro 2, conforme estabelece a norma DNIT 006/2003 – PRO.

Quadro 2 - Valor do fator de ponderação

Ocorrência Tipo	Codificação de ocorrências de acordo com a Norma DNIT 005/2002-TER “Defeitos nos pavimentos flexíveis e semi-rígidos – Terminologia”	Fator de Ponderação
1	Fissuras e Trincas Isoladas (FI, TTC, TTL, TLC, TLL e TRR)	0,2
2	FC-2 (J e TB)	0,5
3	FC-3 (JE e TBE) NOTA: Para efeito de ponderação quando em uma mesma estação forem constatadas ocorrências tipos 1, 2 e 3, só considerar as do tipo 3 para o cálculo da frequência relativa em percentagem (fr) e Índice de Gravidade Individual (IGI); do mesmo modo, quando forem verificadas ocorrências tipos 1 e 2 em uma mesma estação, só considerar as do tipo 2.	0,8
4	ALP, ATP e ALC, ATC	0,9
5	O, P, E	1,0
6	EX	0,5
7	D	0,3
8	R	0,6

Fonte: DNIT (2003)

Com isso, o levantamento servirá para se obter os valores de ocorrência e assim gerar os valores de frequência para cada defeito e juntamente com os fatores de ponderação citados no Quadro 2, pode-se calcular o valor do índice de gravidade individual. Nesta perspectiva o valor do IGI para cada ocorrência somados irão resultar no valor do índice de gravidade global (IGG).

6 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Após o levantamento em campo pode-se observar as aparições de cada defeito no decorrer das seções analisadas. Alguns defeitos contidos na norma não apareceram no levantamento realizado, como foi o caso das trincas de bloco e das retrações térmicas, por exemplo. Além disso, observou-se que nem todas as seções apresentaram irregularidades.

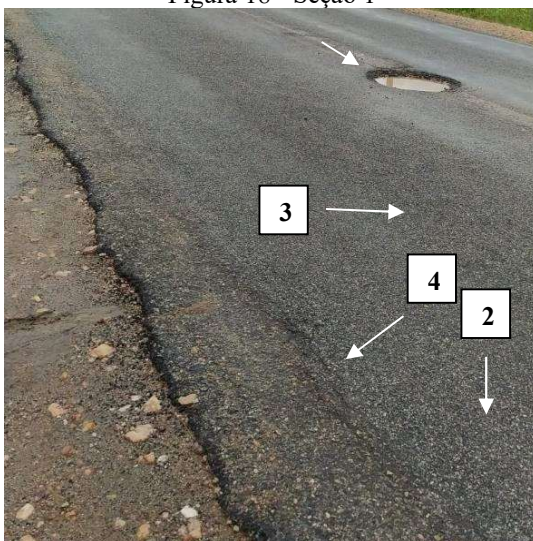
6.1 LEVANTAMENTO DAS SEÇÕES

Nesta seção, inicialmente, serão apresentados os defeitos encontrados em cada seção analisada. Posteriormente, através do levantamento os valores correspondentes ao número de ocorrência de cada defeito, serão conhecidos, assim podendo ser realizado o preenchimento da planilha segundo a norma e a partir disso encontrar o valor do IGG, podendo assim classificar o pavimento quanto a seu conceito de degradação.

6.1.1 Seção 1

A primeira seção apresentou em sua superfície desgaste (flecha 1), uma panela (flecha 2), exsudação (flecha 3) e uma trinca isolada longitudinal curta (flecha 4). Conforme ilustra a Figura 18.

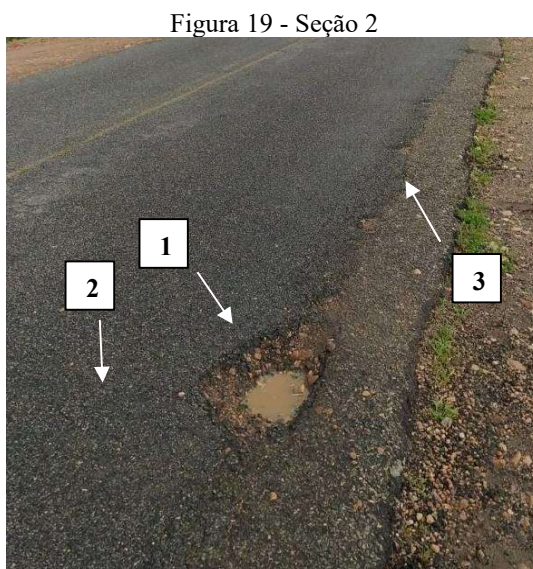
Figura 18 - Seção 1



Fonte: Autoria própria (2023)

6.1.2 Seção 2

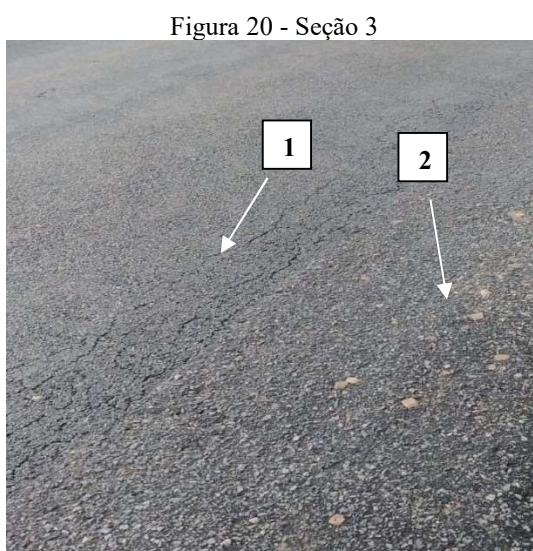
Na seção 2 podemos ver panelas (flecha 1), desgaste (flecha 2), e trinca isolada transversal longa (flecha 3). Assim como mostrado na Figura 19.



Fonte: Autoria própria (2023)

6.1.3 Seção 3

Apresentou trincas do tipo “couro de jacaré” (flecha 1) e desgaste (flecha 2). Visto na Figura 20.

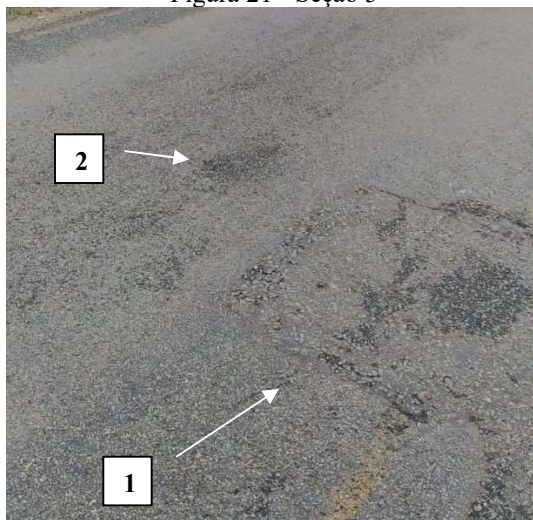


Fonte: Autoria própria (2023)

6.1.4 Seção 5

A Figura 21 mostra remendo (flecha 1) e exsudação (flecha 2) como defeitos da seção.

Figura 21 - Seção 5

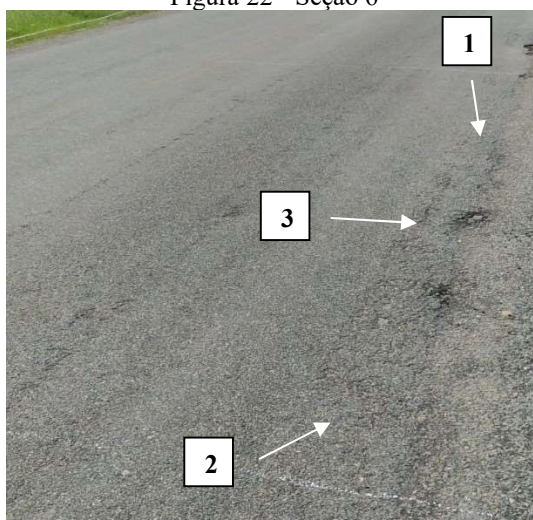


Fonte: Autoria própria (2023)

6.1.5 Seção 6

Observou-se uma trinca interligada “couro de jacaré” com erosão acentuada (flecha 1), desgaste da superfície (flecha 2) e panelas (flecha 3). Como visto na Figura 22.

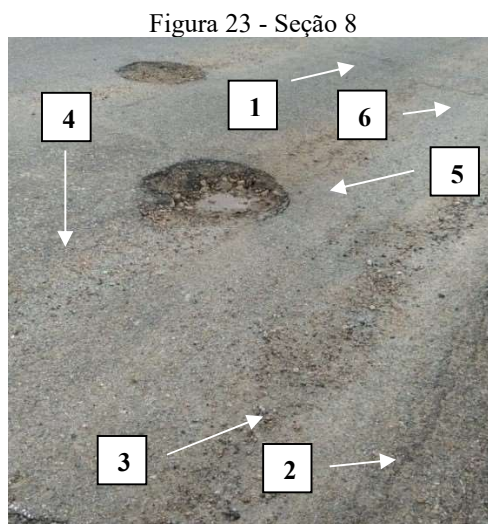
Figura 22 - Seção 6



Fonte: Autoria própria (2023)

6.1.6 Seção 8

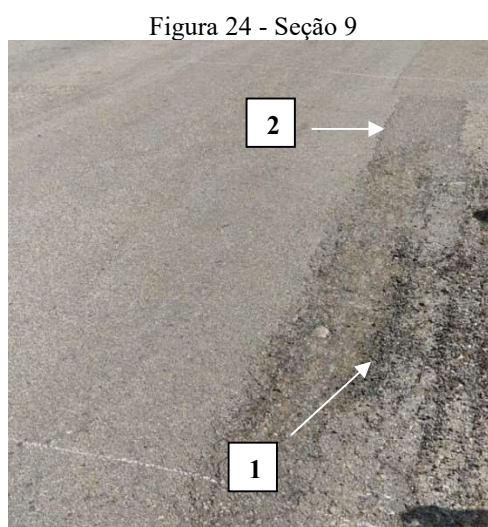
Encontrou-se nessa seção trincas isoladas curtas tanto no sentido transversal (flecha 1), quanto no longitudinal (flecha 2). Afundamento plástico local acompanhado de solevamento (flecha 3), desgaste (flecha 4), buracos (flecha 5) e remendo também (flecha 6). Defeitos demarcados na Figura 23.



Fonte: Autoria própria (2023)

6.1.7 Seção 9

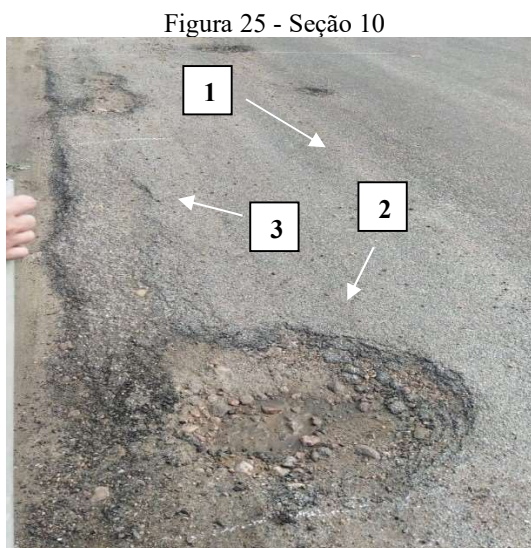
Nessa seção houve um afundamento com consolidação local (flecha 1) e um remendo (flecha 2). Figura 24.



Fonte: Autoria própria (2023)

6.1.8 Seção 10

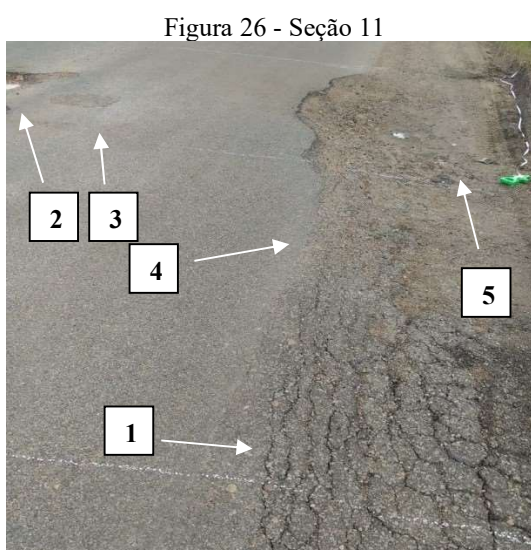
A Figura 25 mostra a seção 10, que apresentou afundamento com consolidação local (flecha 1), alguns buracos (flecha 2) e uma trinca longitudinal curta (flecha 3).



Fonte: Autoria própria (2023)

6.1.9 Seção 11

Como mostra a figura 26, foi encontrado o defeito couro de jacaré (flecha 1), painelas (flecha 2), remendos (flecha 3), área com desgaste (flecha 4) e afundamento consolidado na trilha de roda (flecha 5).

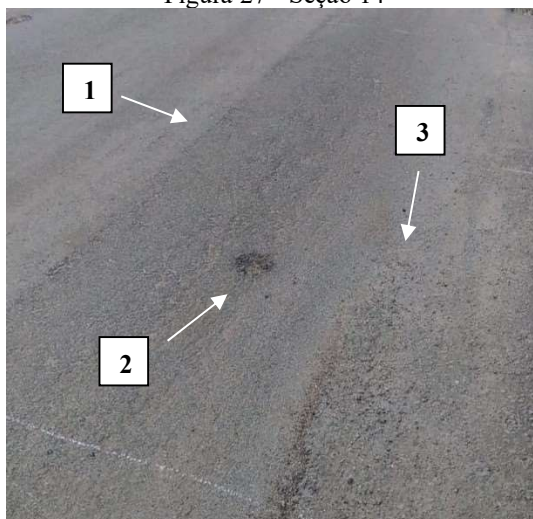


Fonte: Autoria própria (2023)

6.1.10 Seção 14

Apresentou trincas longitudinais longas (flecha 1), uma panela (flecha 2) e desgaste (flecha 3). Ilustrado na Figura 27.

Figura 27 - Seção 14

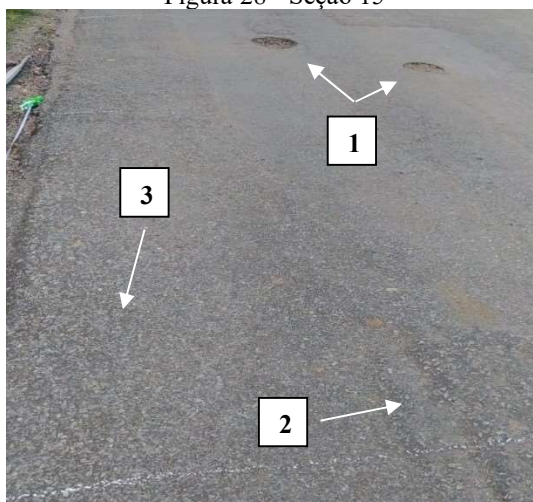


Fonte: Autoria própria (2023)

6.1.11 Seção 15

Nessa seção também foram vistas panelas (flecha 1), além de remendos (flecha 2) e desgaste (flecha 3). Adiante na Figura 28.

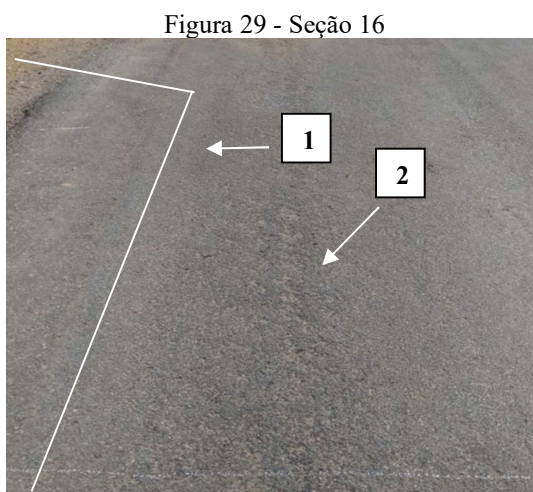
Figura 28 - Seção 15



Fonte: Autoria própria (2023)

6.1.12 Seção 16

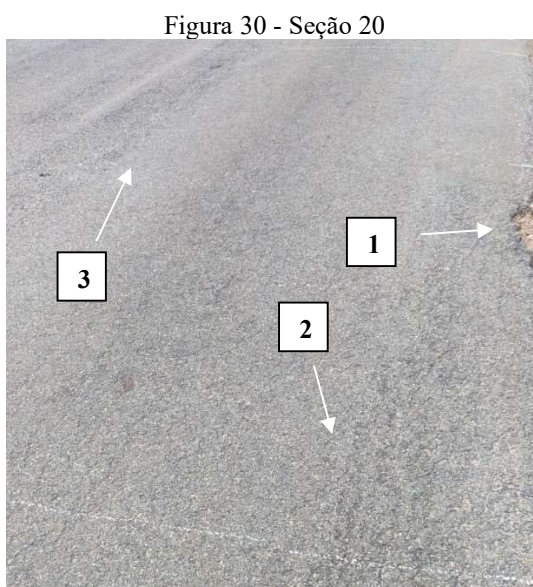
A Figura 29 mostra os defeitos remendo (flecha 1) e desgaste (flecha 2).



Fonte: Autoria própria (2023)

6.1.13 Seção 20

Nessa seção foi observado através da Figura 30 a presença de panela (flecha 1), desgaste (flecha 2) e afundamento consolidado na trilha de roda (flecha 3).



Fonte: Autoria própria (2023)

6.1.14 Seção 22

Os defeitos analisados nessa seção foram uma panela (flecha 1) e desgaste (flecha 2). Como visto na Figura 31.

Figura 31 - Seção 22

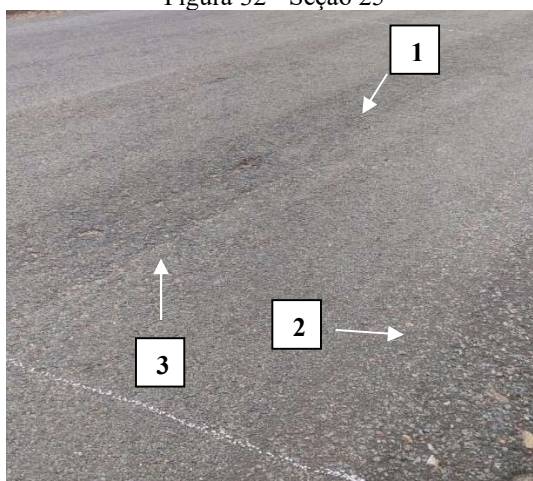


Fonte: Autoria própria (2023)

6.1.15 Seção 25

Na seção 25 observou-se pela Figura 32 a presença de afundamento consolidado na trilha de roda (flecha 1), desgaste (flecha 2) e trincas longitudinais curtas (flecha 3).

Figura 32 - Seção 25

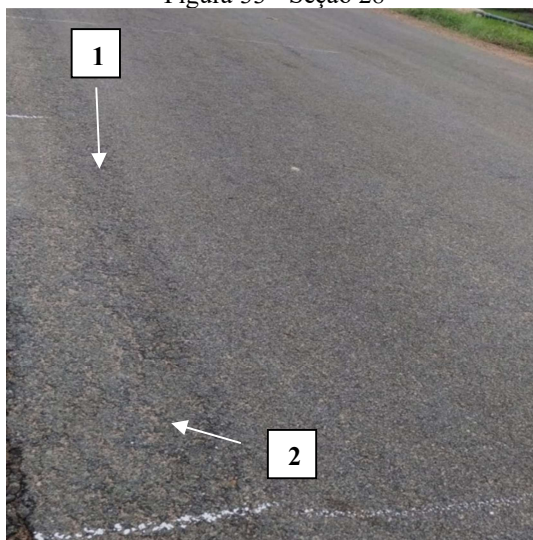


Fonte: Autoria própria (2023)

6.1.16 Seção 28

Nessa seção observou-se afundamento consolidado na trilha de roda (flecha 1) e desgaste (flecha 2), como na Figura 33.

Figura 33 - Seção 28

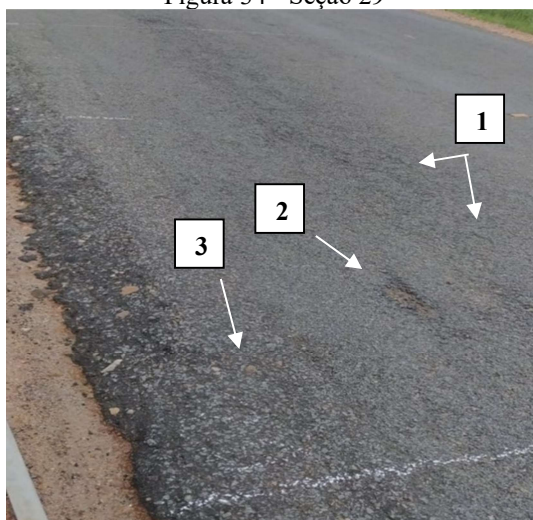


Fonte: Autoria própria (2023)

6.1.17 Seção 29

Na seção 29 foram observadas algumas trincas longitudinais curtas (flecha 1), panela (flecha 2) e desgaste (flecha 3). Figura 34.

Figura 34 - Seção 29

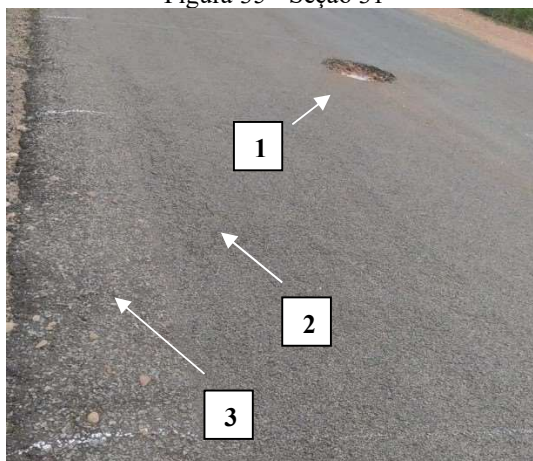


Fonte: Autoria própria (2023)

6.1.18 Seção 31

A seção apresenta panela (flecha 1), desgaste (flecha 2) e remendo (flecha 3).
Observado na Figura 35.

Figura 35 - Seção 31

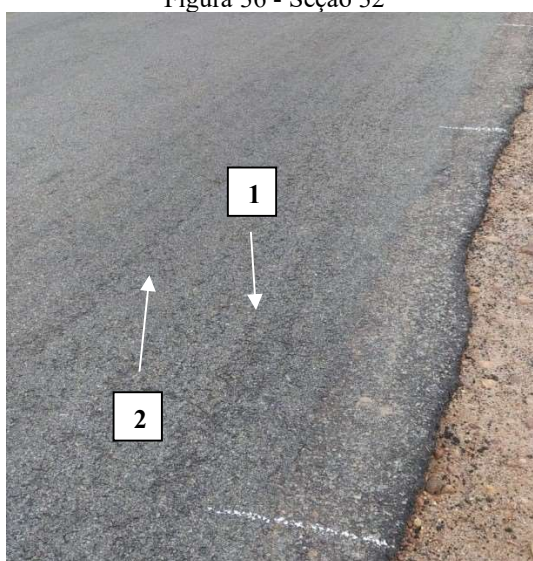


Fonte: Autoria própria (2023)

6.1.19 Seção 32

Observou-se na Figura 36 desgaste (flecha 1) e trincas longitudinais longas (flecha 2) nessa seção.

Figura 36 - Seção 32



Fonte: Autoria própria (2023)

6.1.20 Seção 33

Nessa seção foram encontrados desgastes como defeitos na área. Figura 37.

Figura 37 - Seção 33

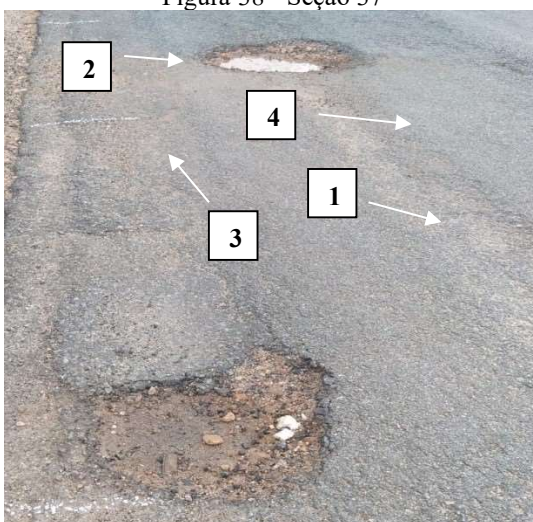


Fonte: Autoria própria (2023)

6.1.21 Seção 37

Nessa seção, observou-se a presença de afundamento consolidado na trilha de roda (flecha 1), panelas (flecha 2), desgaste (flecha 3) e remendo (flecha 4). Ilustrado na Figura 38.

Figura 38 - Seção 37

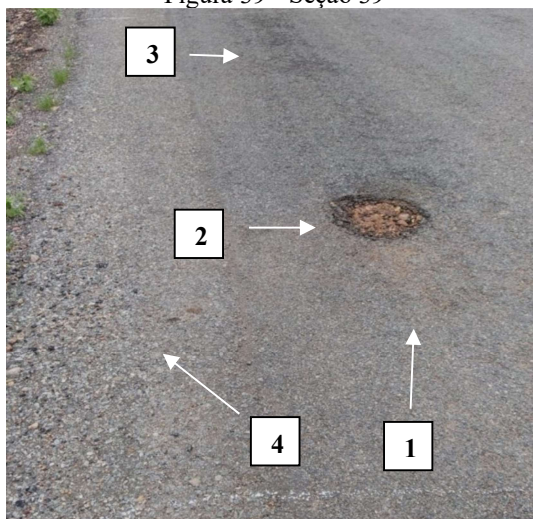


Fonte: Autoria própria (2023)

6.1.22 Seção 39

Como apresentou a Figura 39, a seção possui desgastes (flecha 1), panela (flecha 2), exsudações (flecha 3) e remendo (flecha 4).

Figura 39 - Seção 39

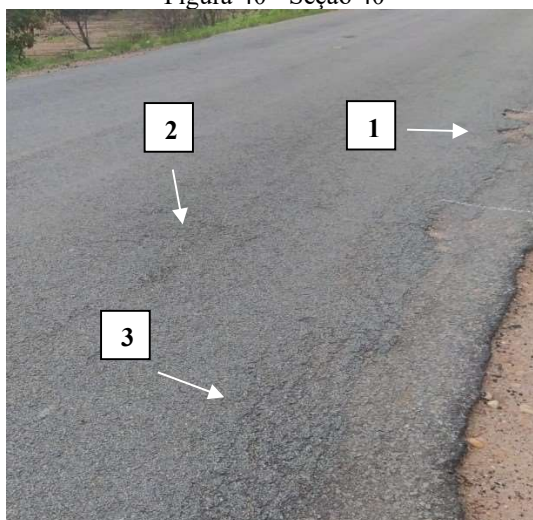


Fonte: Autoria própria (2023)

6.1.23 Seção 40

Essa seção apresentou como defeitos panela (flecha 1), desgaste (flecha 2) e trinca tipo couro de jacaré (flecha 3). Visto na Figura 40.

Figura 40 - Seção 40

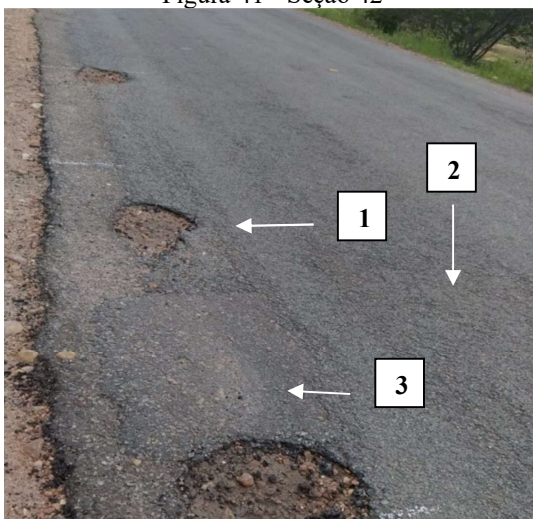


Fonte: Autoria própria (2023)

6.1.24 Seção 42

Nessa seção houve o aparecimento de panelas (flecha 1), desgaste (flecha 2) e remendo (flecha 3). Como mostra a figura 41.

Figura 41 - Seção 42

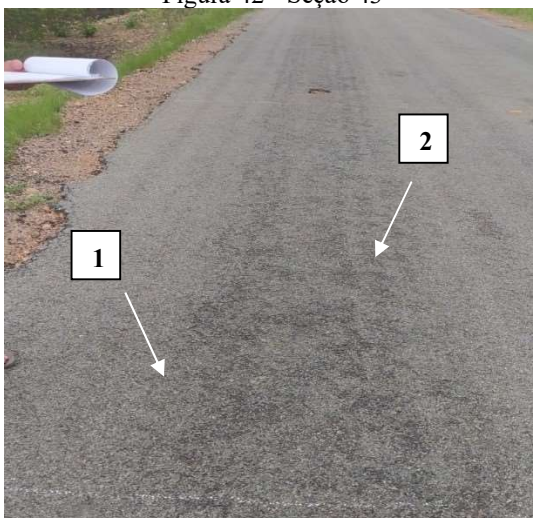


Fonte: Autoria própria (2023)

6.1.25 Seção 43

Pode ser visto na figura 42, desgaste no revestimento do pavimento (flecha 1) acompanhado de exsudação (flecha 2).

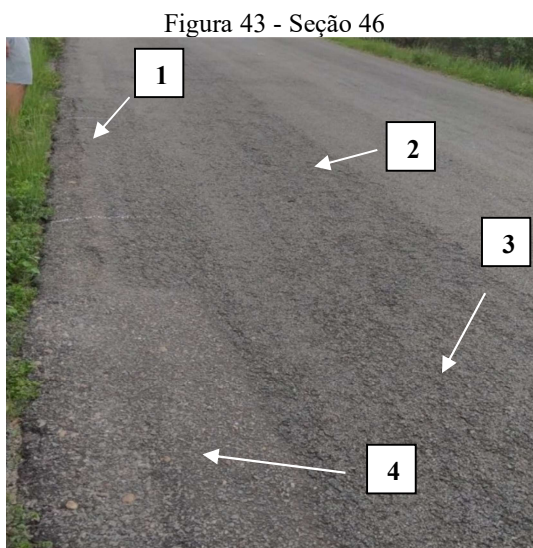
Figura 42 - Seção 43



Fonte: Autoria própria (2023)

6.1.26 Seção 46

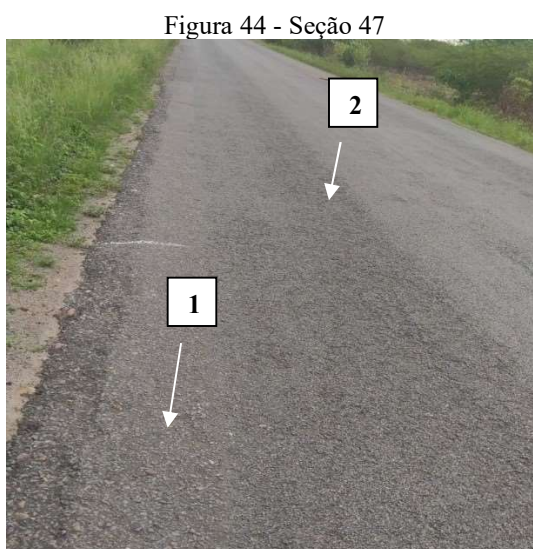
Observou-se defeitos como trincas longitudinais longas (flecha 1), exsudação (flecha 2), desgaste (flecha 3) e remendo (flecha 4). Observado na Figura 43.



Fonte: Autoria própria (2023)

6.1.27 Seção 47

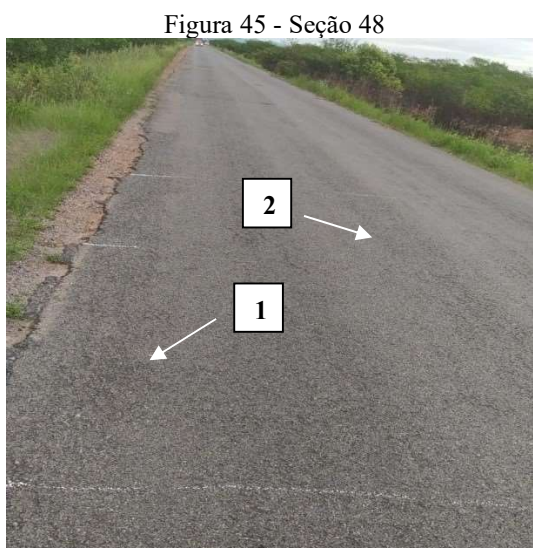
A Figura 44 mostra os defeitos encontrados nessa seção foram desgaste (flecha 1) e exsudação (flecha 2).



Fonte: Autoria própria (2023)

6.1.28 Seção 48

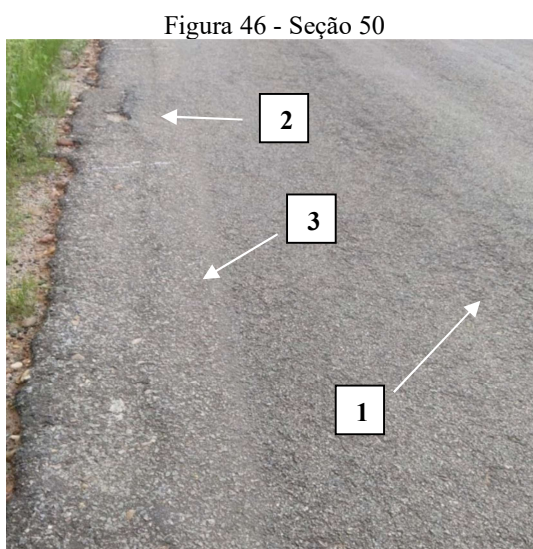
Desgaste (flecha 1) e exsudação (flecha 2) como defeito nessa seção. Figura 45.



Fonte: Autoria própria (2023)

6.1.29 Seção 50

A seção 50, observada na Figura 46 apresentou desgaste (flecha 1), panela (flecha 2), e remendo (flecha 3).

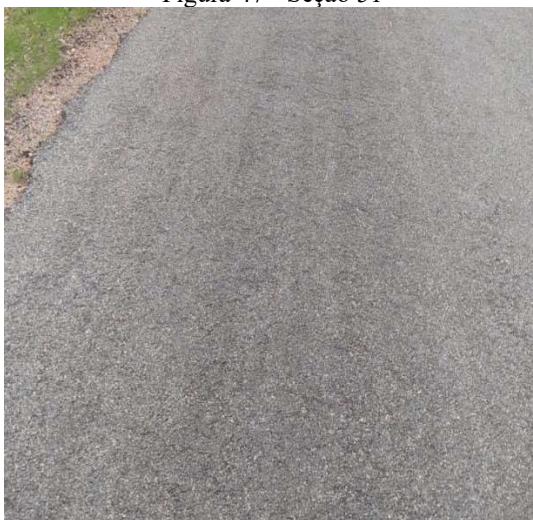


Fonte: Autoria própria (2023)

6.1.30 Seção 51

Na seção pode-se observar apenas desgaste. Figura 47.

Figura 47 - Seção 51

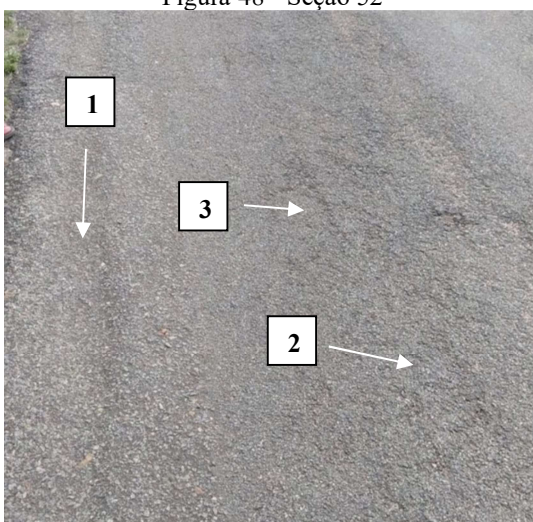


Fonte: Autoria própria (2023)

6.1.31 Seção 52

Nessa seção encontrou-se a presença de afundamento com consolidação local (flecha 1), desgaste (flecha 2) e trincas longitudinais curtas (flecha 3), observados na Figura 48.

Figura 48 - Seção 52

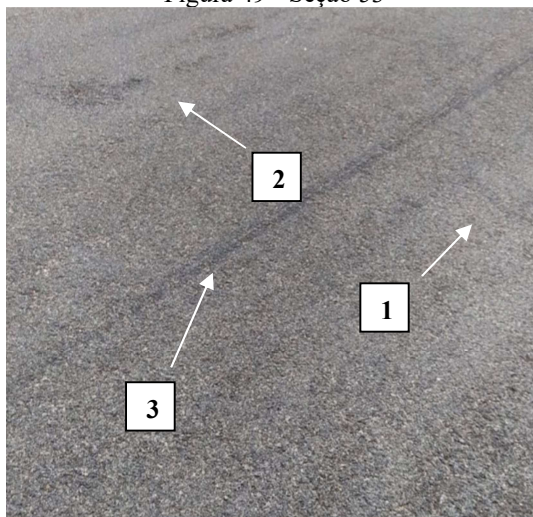


Fonte: Autoria própria (2023)

6.1.32 Seção 53

Adiante na Figura 49 a seção 53 teve a presença de trinca transversal curta (flecha 1) e desgaste (flecha 2). Nessa seção observou-se a presença de marcação no revestimento, possivelmente devido a algum acidente (flecha 3).

Figura 49 - Seção 53

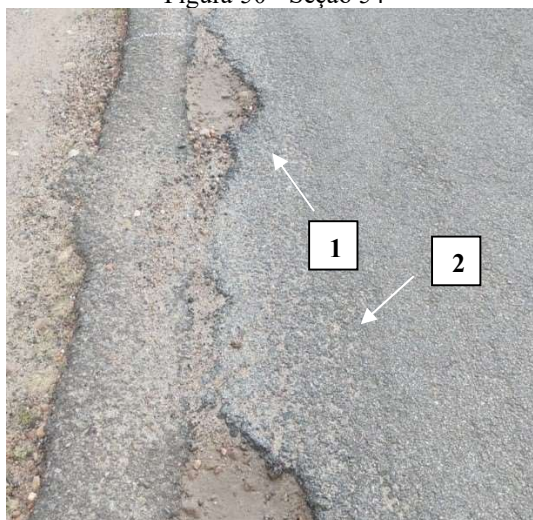


Fonte: Autoria própria (2023)

6.1.33 Seção 54

Seção com algumas painelas (flecha 1) aparentes ao longo da seção e desgaste (flecha 2). Figura 50.

Figura 50 - Seção 54

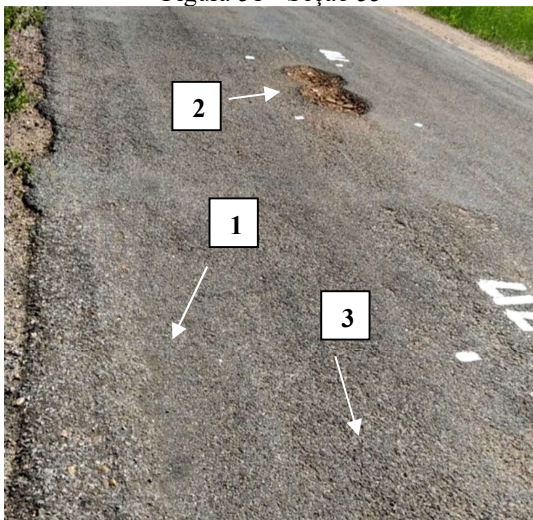


Fonte: Autoria própria (2023)

6.1.34 Seção 55

Nessa seção teve a presença de afundamento consolidado na trilha de roda (flecha 1), buracos (flecha 2) e desgaste (flecha 3), vistos na Figura 51.

Figura 51 - Seção 55

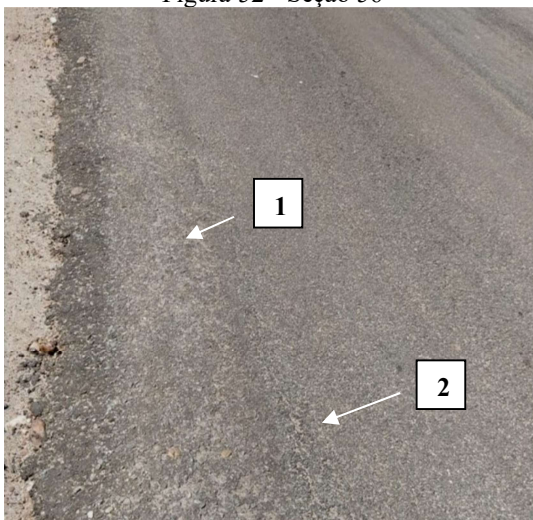


Fonte: Autoria própria (2023)

6.1.35 Seção 56

Foi encontrado um remendo percorrendo toda a lateral da seção (flecha 1), além de trinca longitudinal curta (flecha 2), visto na Figura 52.

Figura 52 - Seção 56

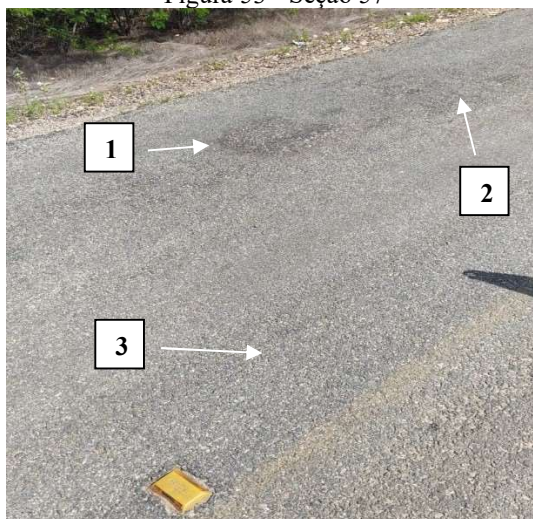


Fonte: Autoria própria (2023)

6.1.36 Seção 57

Na seção 57 notou-se a presença de remendo (flecha 1), exsudação (flecha 2) e desgaste (flecha 3).

Figura 53 - Seção 57

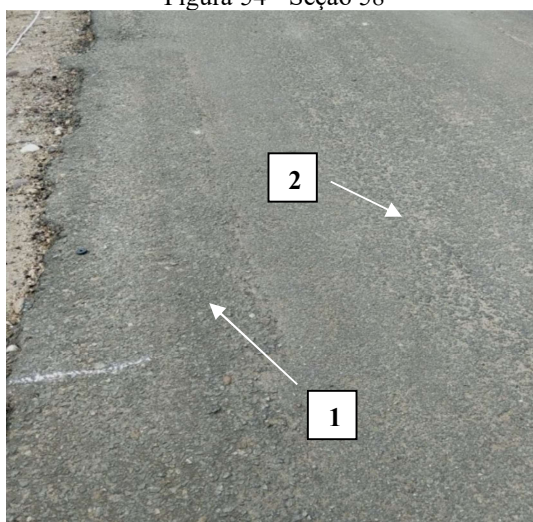


Fonte: Autoria própria (2023)

6.1.37 Seção 58

Encontrou-se na seção remendos (flecha 1) e desgaste (flecha 2). Figura 54.

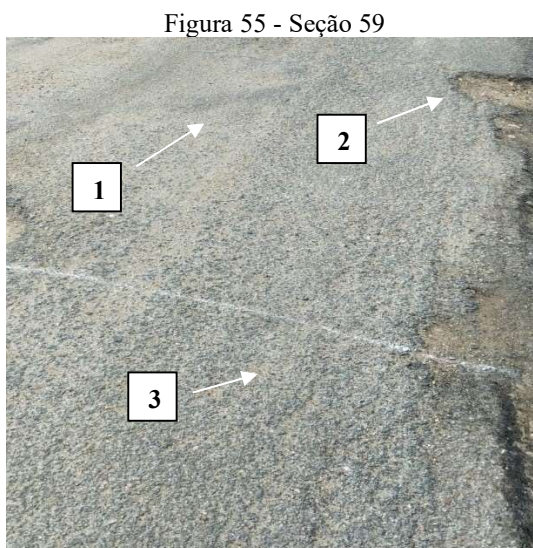
Figura 54 - Seção 58



Fonte: Autoria própria (2023)

6.1.38 Seção 59

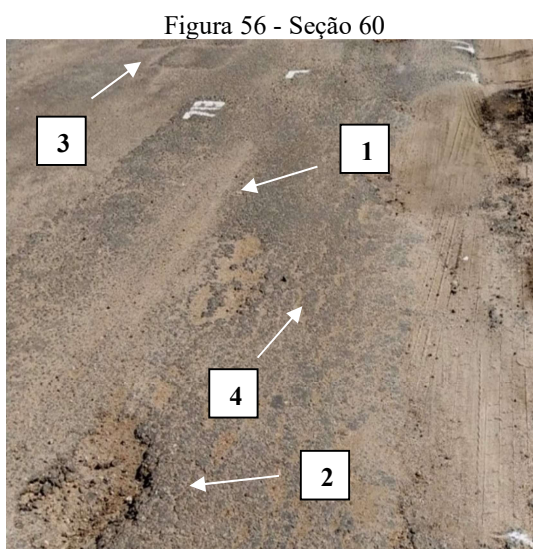
Na seção, ilustrada na Figura 55, têm-se a aparição de ondulação, panela e desgaste do pavimento.



Fonte: Autoria própria (2023)

6.1.39 Seção 60

A seção 60 apresentou afundamento consolidado local (flecha 1), algumas panelas (flecha 2), assim como remendos (flecha 3) e desgaste (flecha 4). Observado na Figura 56.

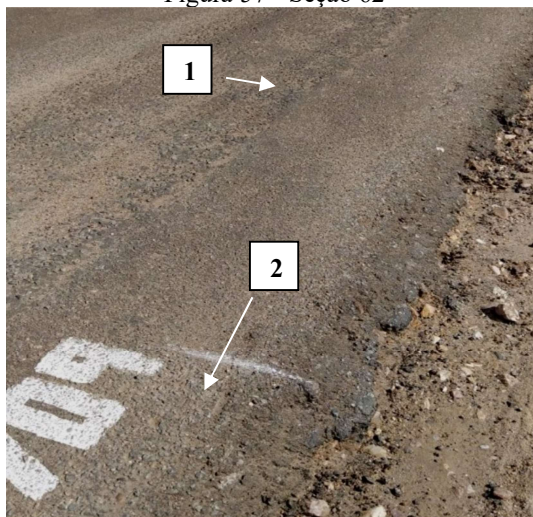


Fonte: Autoria própria (2023)

6.1.40 Seção 62

A seção apresentou um remendo (flecha 1), possivelmente realizado para correção de afundamento, pois percorre uma trilha de roda. Desgaste (flecha 2) também foi visualizado na Figura 57.

Figura 57 - Seção 62

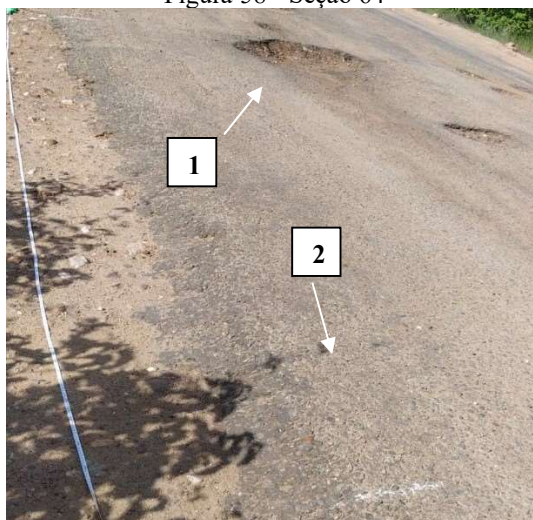


Fonte: Autoria própria (2023)

6.1.41 Seção 64

Apresentou apenas buracos (flecha 1) e desgaste (flecha 2) na área da seção. Figura 58.

Figura 58 - Seção 64

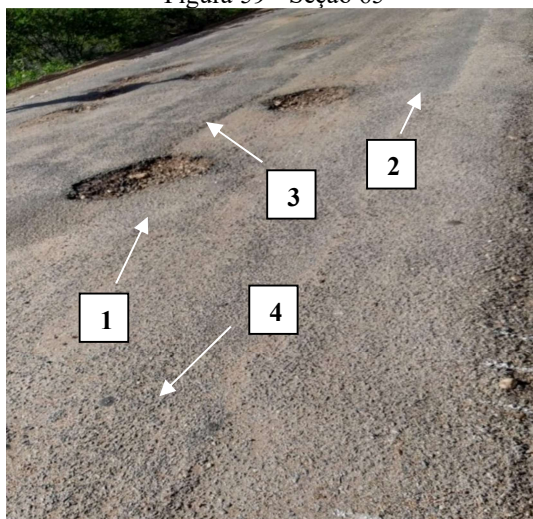


Fonte: Autoria própria (2023)

6.1.42 Seção 65

Apresentou algumas panelas (flecha 1), exsudação (flecha 2), remendos (flecha 3) e desgaste (flecha 4), como observado na Figura 59.

Figura 59 - Seção 65



Fonte: Autoria própria (2023)

6.1.43 Seção 66

Na Figura 60, observou-se na seção afundamento consolidado na trilha de roda (flecha 1), panelas (flecha 2) e desgaste (flecha 3) em alguns locais de forma tão acentuada que já não há mais revestimento.

Figura 60 - Seção 66

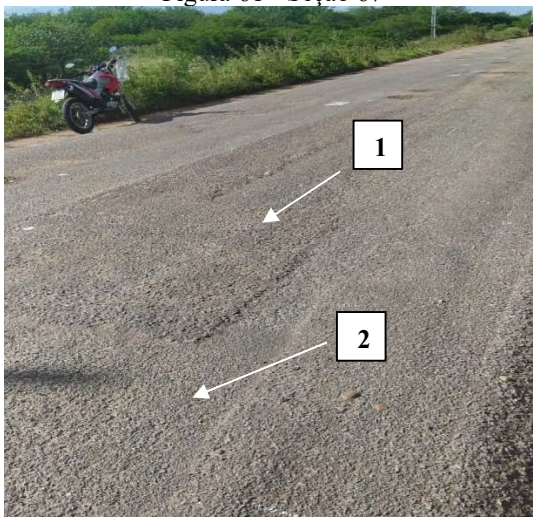


Fonte: Autoria própria (2023)

6.1.44 Seção 67

A seção apresenta remendos (flecha 1) e desgaste (flecha 2). Figura 61.

Figura 61 - Seção 67

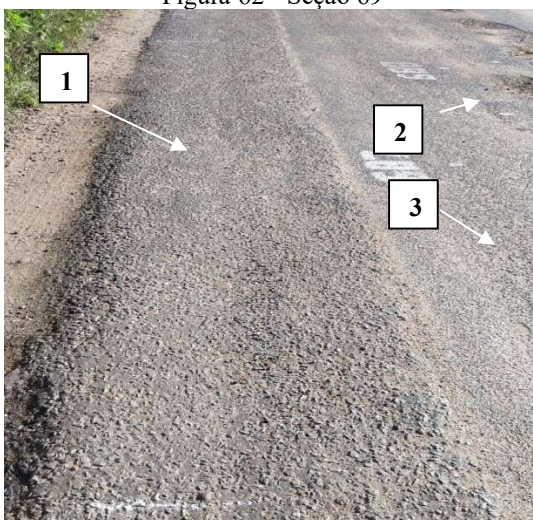


Fonte: Autoria própria (2023)

6.1.45 Seção 69

Observou-se a presença de um grande remendo lateral na seção (flecha 1), além de panelas (flecha 2) e desgaste (flecha 3). Ilustrado na Figura 62.

Figura 62 - Seção 69

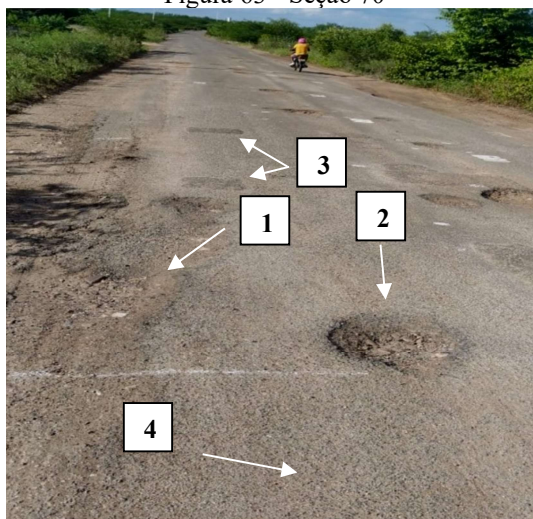


Fonte: Autoria própria (2023)

6.1.46 Seção 70

A Figura 63 demonstra a seção 70, que apresentou afundamento plástico local com solevamento (flecha 1), panelas (flecha 2), remendos (flecha 3) e desgaste (flecha 4).

Figura 63 - Seção 70

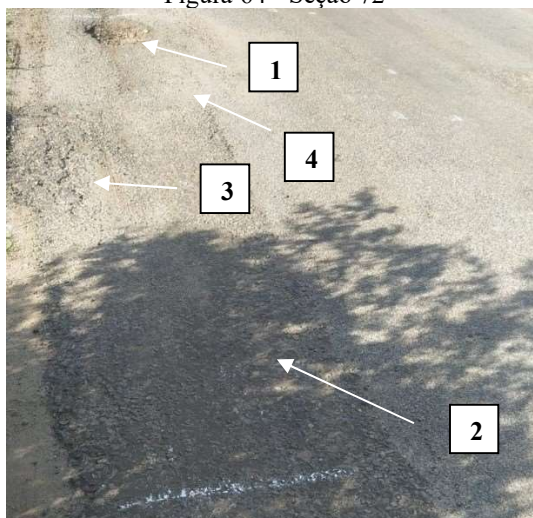


Fonte: Autoria própria (2023)

6.1.47 Seção 72

Os defeitos da seção 72 são vistos na Figura 64, foram eles: buraco (flecha 1), remendo (flecha 2), trincas couro de jacaré (flecha 3) e desgaste (flecha 4).

Figura 64 - Seção 72

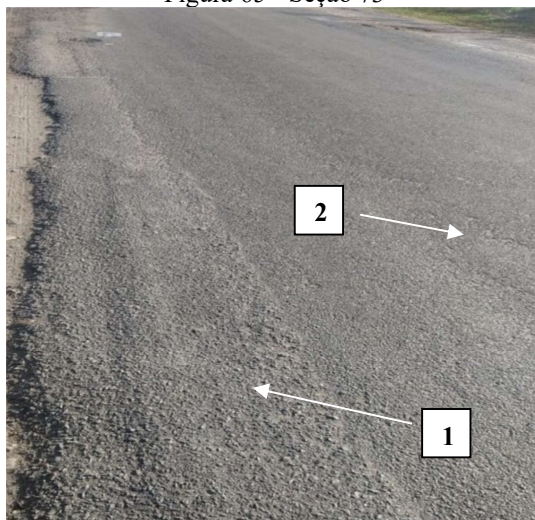


Fonte: Autoria própria (2023)

6.1.48 Seção 73

Foram observadas nessa seção remendo (flecha 1) e desgaste (flecha 2).

Figura 65 - Seção 73

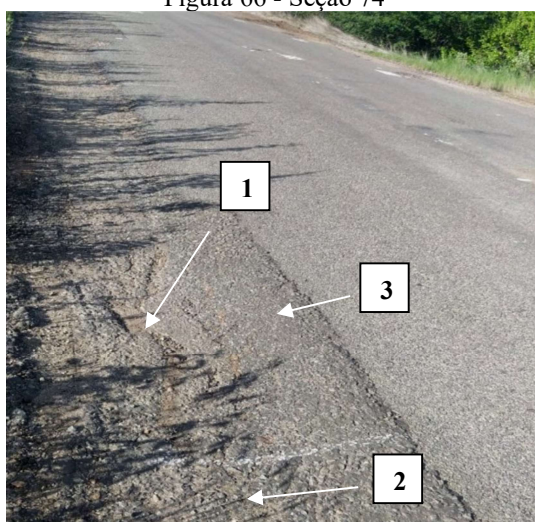


Fonte: Autoria própria (2023)

6.1.49 Seção 74

Aqui pode-se observar diante da Figura 66, afundamento plástico na trilha de roda (flecha 1), desgaste (flecha 2), remendo (flecha 3).

Figura 66 - Seção 74

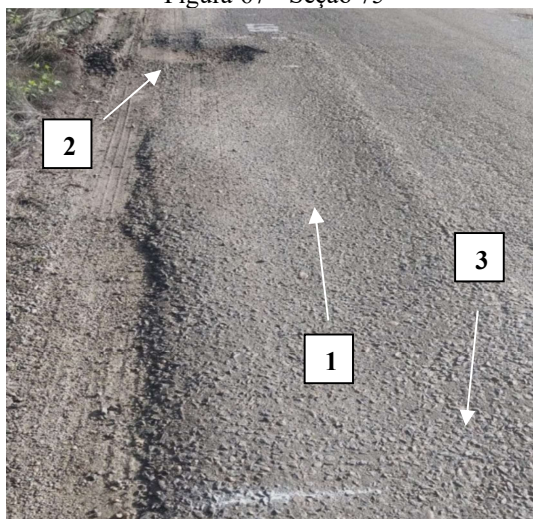


Fonte: Autoria própria (2023)

6.1.50 Seção 75

Apresentou afundamento plástico local com solevamento (flecha 1), panela (flecha 2) e desgaste (flecha 3). Figura 67.

Figura 67 - Seção 75

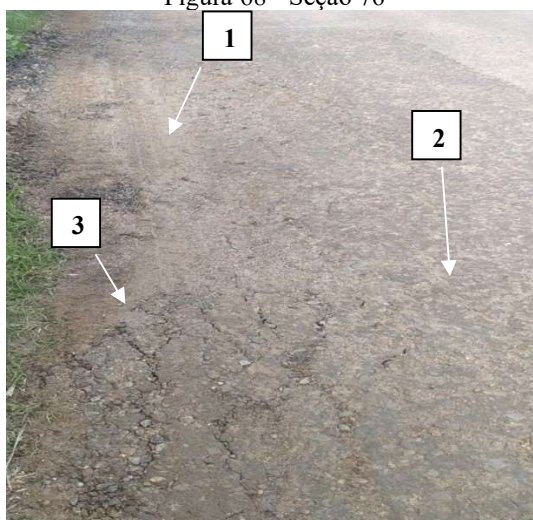


Fonte: Autoria própria (2023)

6.1.51 Seção 76

Notou-se a existência de afundamento (flecha 1), desgaste (flecha 2) e trincas couro de jacaré (flecha 3). Figura 68.

Figura 68 - Seção 76

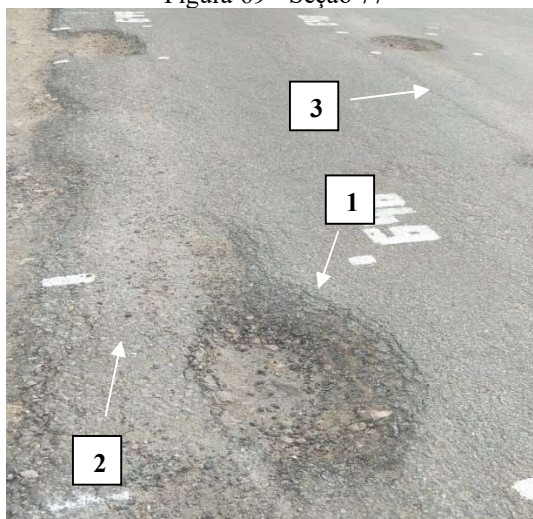


Fonte: Autoria própria (2023)

6.1.52 Seção 77

Adiante vê-se a presença de buracos (flecha 1), desgaste (flecha 2) e remendo (flecha 3), visto na Figura 69.

Figura 69 - Seção 77

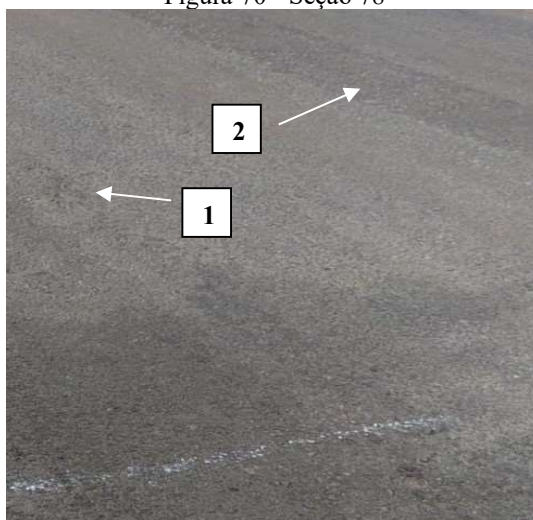


Fonte: Autoria própria (2023)

6.1.53 Seção 78

Notou-se a presença de desgaste do revestimento (flecha 1) e remendo (flecha 2), como visto na Figura 70.

Figura 70 - Seção 78

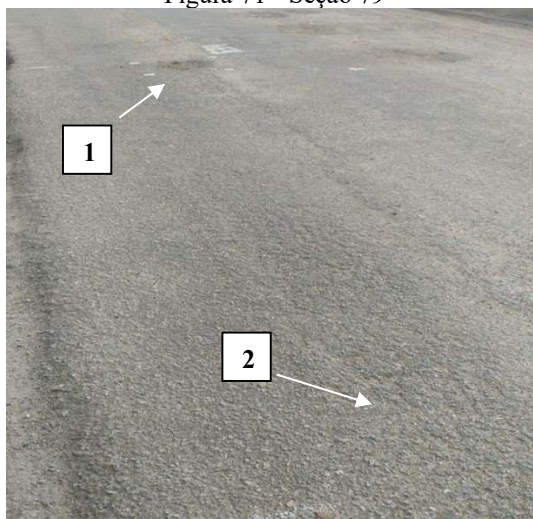


Fonte: Autoria própria (2023)

6.1.54 Seção 79

A Figura 71 apresenta a presença de panela (flecha 1) e desgaste (flecha 2) na seção 79.

Figura 71 - Seção 79

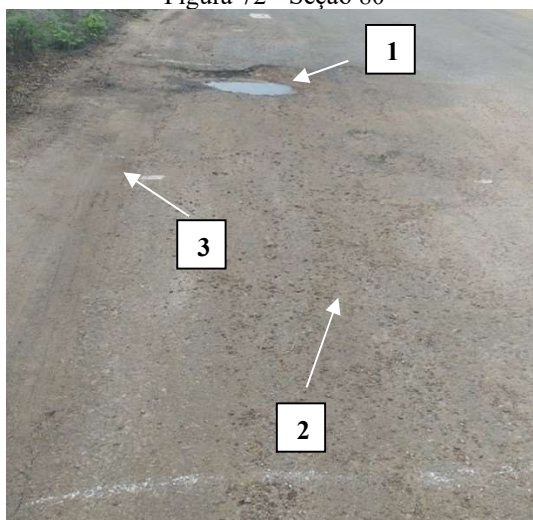


Fonte: Autoria própria (2023)

6.1.55 Seção 80

Presença de alguns buracos (flecha 1), além de desgaste (flecha 2) e afundamento da trilha de roda (flecha 3). Observado na Figura 72.

Figura 72 - Seção 80

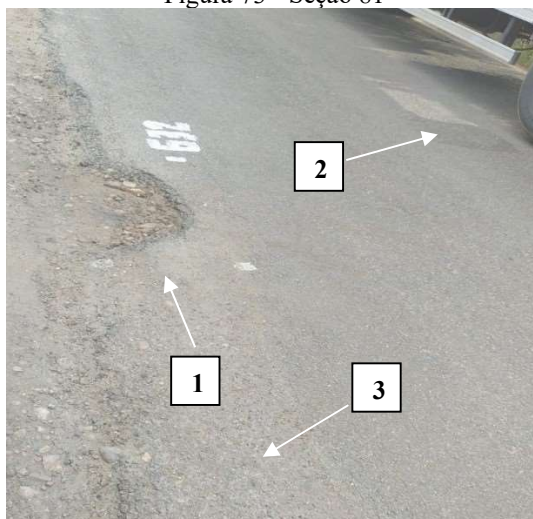


Fonte: Autoria própria (2023)

6.1.56 Seção 81

Analisando a seção 81, Figura 73, pode-se ver panela (flecha 1), remendo (flecha 2), além da existência de desgaste (flecha 3).

Figura 73 - Seção 81



Fonte: Autoria própria (2023)

6.1.57 Seção 83

É visto na figura 74 o defeito desgaste.

Figura 74 - Seção 83

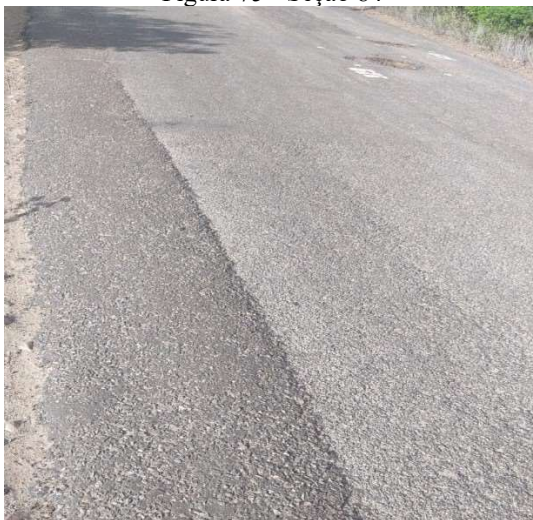


Fonte: Autoria própria (2023)

6.1.58 Seção 84

Nessa seção pode-se observar a presença de um grande remendo que comporta toda lateral da área, corrigindo defeitos anteriores. Figura 75.

Figura 75 - Seção 84

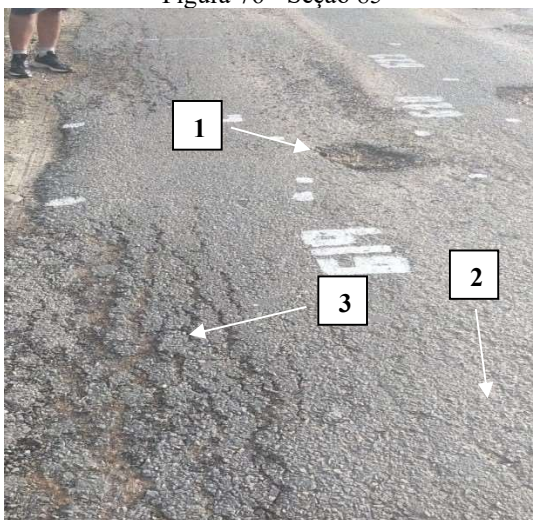


Fonte: Autoria própria (2023)

6.1.59 Seção 85

Os defeitos nesta seção foram buracos (flecha 1), desgaste (flecha 2), trincas tipo couro de jacaré acentuado (flecha 3), indicados na Figura 76.

Figura 76 - Seção 85

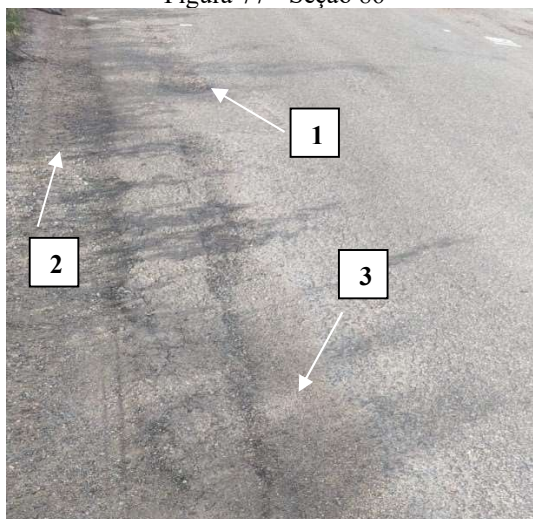


Fonte: Autoria própria (2023)

6.1.60 Seção 86

Nessa seção pode-se observar diante da Figura 77 a presença dos defeitos: panela (flecha 1), afundamento consolidado na trilha de roda (flecha 2), e desgaste (flecha 3).

Figura 77 - Seção 86

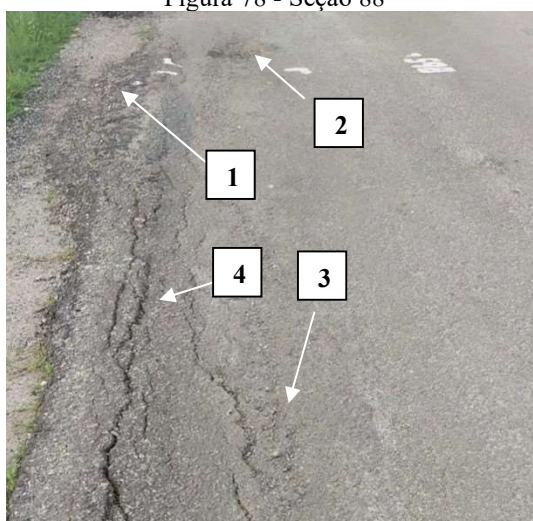


Fonte: Autoria própria (2023)

6.1.61 Seção 88

Foram vistos na Figura 78 a presença de quatro tipos de defeitos na seção, foram eles: afundamento plástico acompanhado por solevamento localizado na trilha de roda (flecha 1), panela (flecha 2), desgaste (flecha 3) e trinca longitudinal longa (flecha 4).

Figura 78 - Seção 88

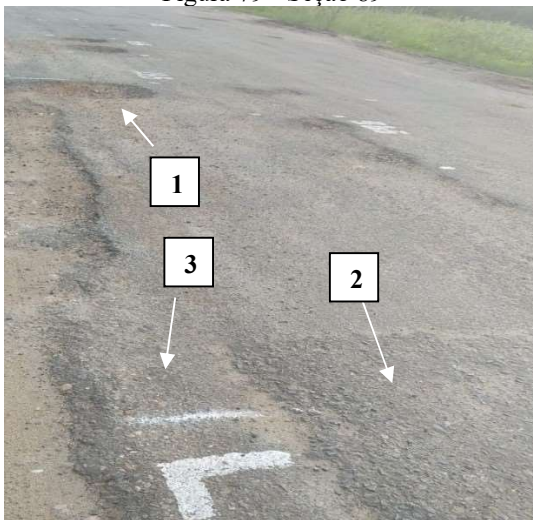


Fonte: Autoria própria (2023)

6.1.62 Seção 89

Na seção foi observado a existência de panelas (flecha 1), remendo (flecha 2) e desgaste (flecha 3).

Figura 79 - Seção 89

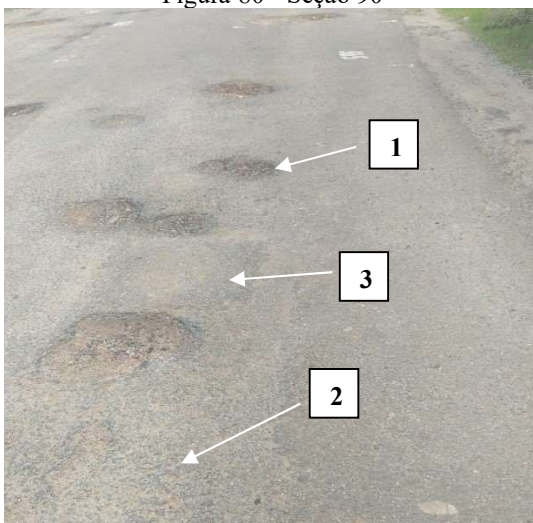


Fonte: Autoria própria (2023)

6.1.63 Seção 90

Apresentou panelas (flecha 1), desgaste (flecha 2) e remendo (flecha 3). Figura 80.

Figura 80 - Seção 90



Fonte: Autoria própria (2023)

6.1.64 Seção 91

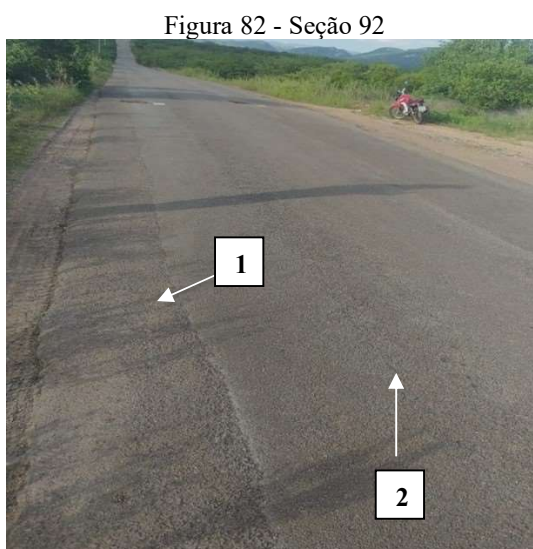
Pela Figura 81, observou a presença de afundamento com sollevamento (flecha 1), panelas (flecha 2), alguns remendos (flecha 3) e desgaste (flecha 4).



Fonte: Autoria própria (2023)

6.1.65 Seção 92

Encontrou-se na seção remendo (flecha 1) e desgaste (flecha 2), visto na Figura 82.

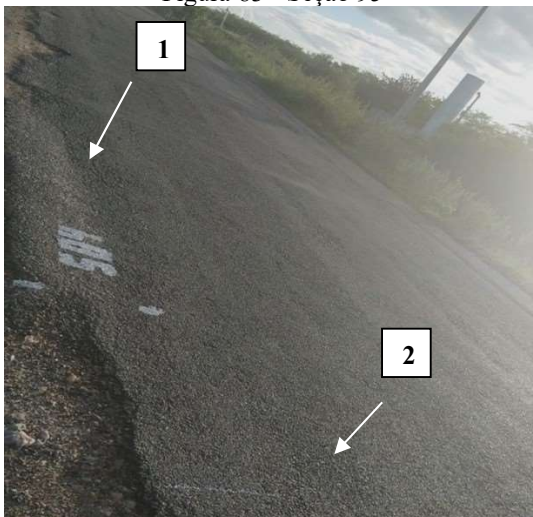


Fonte: Autoria própria (2023)

6.1.66 Seção 95

Observou-se nessa seção a ocorrência de afundamento sem solevamento consolidado local (flecha 1) e desgaste (flecha 2). Ilustrado na Figura 83.

Figura 83 - Seção 95



Fonte: Autoria própria (2023)

6.1.67 Seção 96

Têm-se como mostrado na Figura 84 a presença de panelas (flecha 1), remendos (flecha 2) e desgaste (flecha 3).

Figura 84 - Seção 96

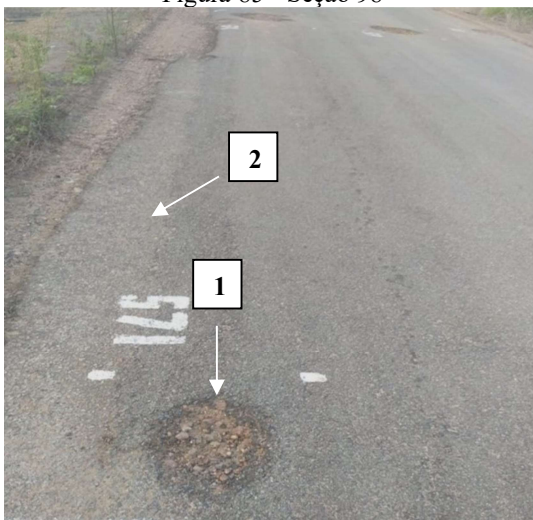


Fonte: Autoria própria (2023)

6.1.68 Seção 98

A Figura 85 mostrou a presença de panela (flecha 1) e desgaste (flecha 2).

Figura 85 - Seção 98

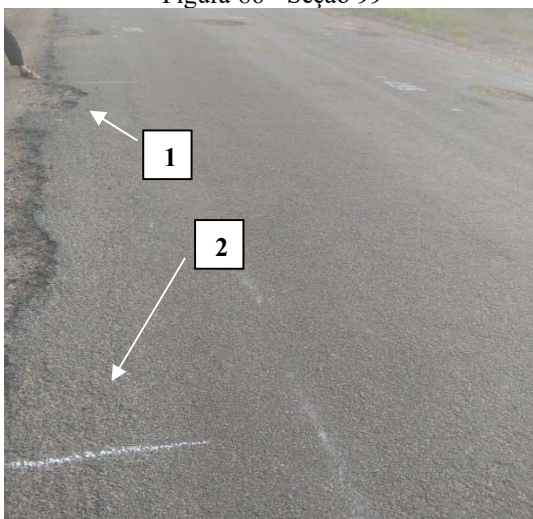


Fonte: Autoria própria (2023)

6.1.69 Seção 99

A Figura 86 mostra a aparição de panelas (flecha 1) e desgaste (flecha 2).

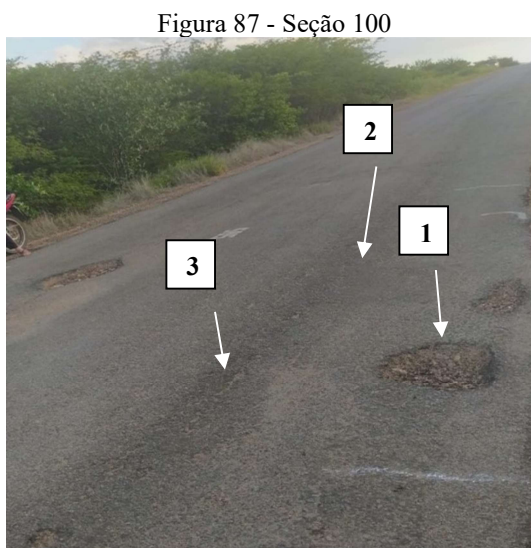
Figura 86 - Seção 99



Fonte: Autoria própria (2023)

6.1.70 Seção 100

Na última seção, verificou-se a existência de defeitos como panelas (flecha 1), exsudação (flecha 2) e desgaste (flecha 3), observado na Figura 87.



Fonte: Autoria própria (2023)

Observou-se a aparição de defeitos em 70% das seções analisadas, podendo conter mais de um tipo em cada uma delas, além da ocorrência de algum tipo de defeito mais de uma vez em algumas seções.

6.2 RESULTADOS DO LEVANTAMENTO

Seguindo o que foi analisado em campo, pode-se realizar o inventário com o estado da superfície dos pavimentos, como é ilustrado na Tabela 2, a seguir.

Tabela 2 - Inventário do estado da superfície do pavimento

Através do inventário do estado de superfície do pavimento mostrado na Tabela 2, pode-se obter o IGG seguindo o cálculo demonstrado na norma DNIT 006/2003-PRO. Seguindo o quantitativo de defeitos, assim também como os fatores de ponderação do Quadro 2, realizou-se o cálculo do IGI (Índice de gravidade individual) para cada defeito apresentado e, por fim, com os valores individuais foi possível realizar o cálculo do IGG através do somatório de todos os valores individuais, como é apresentado na Tabela 3, a seguir.

Tabela 3 - Cálculo de cálculo do IGG

RODOVIA: PLANILHA DE CÁLCULO DO ÍNDICE DE GRAVIDADE GLOBAL (IGG) TRECHO: REVESTIMENTO TIPO:						Data:	Folha:
						Estaca ou quilômetro	Estaca ou quilômetro
Item	Natureza do defeito	Frequência absoluta	Frequência absoluta considerada	Frequência relativa	Fator de ponderação	Índice de gravidade individual	Observações
1	Trincas isoladas, FI, TTC, TTL, TLC, TLL, TRR	14	14	14	0,2	2,8	
2	(FC-2) J, TB	6	6	6	0,5	3	
3	(FC-3) JE, TBE	2	2	2	0,8	1,6	
4	ALP, ATP, ALC, ATC	22	-	22	0,9	19,8	
5	O, P, E	41	-	41	1,0	41	
6	EX	11	-	11	0,5	5,5	
7	D	65	-	65	0,3	19,5	
8	R	34	-	34	0,6	20,4	
9	Média aritmética dos valores médios das flechas medidas em mm nas TRI e TRE	TRE= 4,97	TRI= 1,09	F= 3,03	1A (X) 1B ()	4,04	

10	Média aritmética das variâncias das flechas medidas em ambas as trilhas	TREv= 25,29	TRIV= 280,03	FV= 152,66	2A () 2A (X)	50	Conceito:
Nº total de estações	n = 100	$\sum IGI = IGG$				167,64	Péssimo

Fonte: DNIT (2003)

A norma DNIT 006/2003-PRO também dispõe de uma classificação do conceito de degradação do pavimento de acordo com o valor de IGG obtido através dos cálculos realizados na Tabela 3. Ainda de acordo com a referida norma, as classificações dos conceitos de degradação do pavimento a partir do IGG são apresentadas no Quadro 3.

Quadro 3 - Conceito de degradação do pavimento pelo IGG

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

Fonte: DNIT (2003)

Segundo os dados obtidos através do cálculo do IGG, pode-se classificar o trecho do pavimento analisado como conceito péssimo, atingindo um valor de IGG igual a 167,64, pouco acima do limite de 160.

O valor demonstrou que há necessidade de intervenções de modo a garantir que a serventia do pavimento seja mantida de forma adequada, gerando melhores condições de tráfego às pessoas que transitam por essa região.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

É importante reforçar que um bom diagnóstico dos defeitos, com observações globais, identificando as causas que levaram a formação das manifestações patológicas é imprescindível para um adequado projeto de restauração (BERNUCCI *et al.* 2022).

A rodovia RN-086 é um importante via do estado do Rio Grande do Norte, diariamente sua utilização é necessária para os mais variados fins, por isso há de ser mantida sempre em bom estado de conservação. Neste sentido o estudo no local se faz de extrema importância para que possa além de ser analisadas os defeitos presentes, buscar soluções para tais.

O levantamento acerca dos defeitos apresentados no trecho da via estudada demonstrou ser de grande importância para o conhecimento de aplicação do método do IGG para análise de pavimentos. Além disso esse estudo é necessário para serem analisadas as serventias das rodovias da região.

O método do IGG apresenta resultados significativos do ponto de vista de análise. No entanto podem ser realizados outros tipos de métodos, para que sejam comparados os resultados e assim melhor apontar a intervenção necessária para a ocasião estudada.

Por fim, com os resultados obtidos pela aplicação do método IGG, pode-se concluir que o pavimento necessita de intervenção, pois, segundo a classificação obtida a partir do próprio método, o pavimento mostrou-se com nível de conceito péssimo para degradação. Sendo assim, sugere-se que seja realizado um fresamento visando a execução de um novo revestimento asfáltico, a fim de manter as condições adequadas de serventia do pavimento do trecho analisado.

REFERÊNCIAS

- AMARAL, Paulo Otávio *et al.* Patologias em pavimentos flexíveis. **Revista GeTeC**, v. 10, n. 30, p. 35-52, 2021. Disponível em: <https://revistas.fucamp.edu.br/index.php/getec/article/view/2456>. Acesso em: 05 abr. 2023.
- BALBO, José Tadeu. **Construção e Pavimentação**. São Paulo/SP, USP – Curso de Engenharia Civil, Notas de aula, 2017.
- BALBO, José Tadeu. **GESTÃO DA MANUTENÇÃO DE PAVIMENTOS E SEUS BENEFÍCIOS PARA A CIDADE DE SÃO PAULO**. 199-?. Palestra. Disponível em: <http://sites.poli.usp.br/ptr/lmp/download/palestra.PDF>. Acesso em: 2 abr. 2023.
- BALBO, José Tadeu. **Pavimentação asfáltica: materiais, projeto e restauração**. São Paulo: Oficina de Textos, 2007.
- BERNUCCI, Liedi Bariani *et al.* **Pavimentação asfáltica: formação básica para engenheiros**. 2. ed. Rio de Janeiro: Petrobras: Abeda, 2022. 759 p.
- CRUZ, Francisco Charles Carvalho da. **COMPARATIVO ECONÔMICO ENTRE PAVIMENTAÇÃO ASFÁLTICA E PAVIMENTAÇÃO DE PARALELEPÍPEDOS: ESTUDO DE CASO NA CIDADE DE MOSSORÓ-RN**. 2022. 59 f. Monografia (Especialização) - Curso de Engenharia Civil, Departamento de Engenharias, Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, 2022.
- DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES. **Manual de pavimentação**, 2006, 3. ed. Rio de Janeiro, 2006, 274 p.
- DIRETORIA DE PLANEJAMENTO E PESQUISA / IPR (Brasil). DNIT. 2003. **Avaliação objetiva da superfície de pavimentos flexíveis e semi-rígidos - Procedimento: NORMA DNIT 006/2003 - PRO**, Brasil, p. 1-10, 2003.
- DIRETORIA DE PLANEJAMENTO E PESQUISA / IPR (Brasil). DNIT. 2003. **Defeitos nos pavimentos flexíveis e semi-rígidos - Terminologia: NORMA DNIT 005/2003 - TER**, Brasil, p. 1-12, 2003.
- DNIT (Brasil). 2010. **Manual de Implantação Básica de Rodovia**: Publicação IPR-742, Rio de Janeiro, v. 3ª edição, p. 1-619, 2010.
- DNIT (Brasil). 2011. **Manual de gerência de pavimentos**: Publicação IPR-745, Rio de Janeiro, p. 1-189, 2011.
- DNIT. Coordenação Geral de Planejamento e Programação de Investimentos. **SISTEMA GERENCIAL DE PAVIMENTOS**: composição da base de dados. -, 2007.

FIGUEIREDO, N. **Avaliação e Conservação de Pavimentos Rodoviários Municipais com Baixo Tráfego-Contribuição para uma Metodologia de Apoio**. 2011. Tese de Doutorado. Dissertação de Mestrado, Instituto Superior de Engenharia de Coimbra, Coimbra.

GONÇALVES, Fernando José Pugliero. **O Desempenho dos Pavimentos Flexíveis**. Porto Alegre, Apostila, 1999. 149 p.

PESQUISA CNT de rodovias: Mapa/Rio Grande do Norte. *In: Pesquisa CNT de rodovias 2022*. [S. l.], 2022. Disponível em: <https://pesquisarodovias.cnt.org.br/mapa>. Acesso em: 7 fev. 2023.

PESQUISA CNT de rodovias: Painéis/Brasil *In: Pesquisa CNT de rodovias 2022*. [S. l.], 2022. Disponível em: <https://pesquisarodovias.cnt.org.br/painel>. Acesso em: 5 abr. 2023.

RODRIGUES, José Luís Azevedo. **CONCEÇÃO DE PAVIMENTOS RÍGIDOS**. 2011. 128 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Departamento de Engenharia Civil, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto, Portugal, 2011.

SANTIAGO, Lucimar da Silva. **Contribuições ao desenvolvimento do novo método de dimensionamento de pavimentos asfálticos no Brasil**. UFC, Ceará, CE, Brasil, 2015.

SENATRAN, 2020. **CTB – Código de Trânsito Brasileiro**: instituído pela Lei nº 14.071, de 13.10.20 – Brasília.

SENÇO, Wlastermiller de. **MANUAL DE TÉCNICAS DE PAVIMENTAÇÃO**. 2. ed. São Paulo: Pini, 2007. 1 v.

SILVA, Paulo Fernando Araújo da. **Manual de patologias e manutenção de pavimentos**. 2. ed. São Paulo: Pini, 2008. 128 p.