



UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS

CENTRO DE TECNOLOGIA

ENGENHARIA CIVIL

Yanna Patriota De Souza Siqueira

**UTILIZAÇÃO DOS MÉTODOS VIZIR E SHRP PARA AVALIAÇÃO DAS
CONDIÇÕES SUPERFICIAIS DE TRECHO PAVIMENTADO NA CIDADE DE
MACEIÓ-AL**

Maceió/AL

2021

Yanna Patriota De Souza Siqueira

**UTILIZAÇÃO DOS MÉTODOS VIZIR E SHRP PARA AVALIAÇÃO DAS
CONDIÇÕES SUPERFICIAIS DE TRECHO PAVIMENTADO NA CIDADE DE
MACEIÓ-AL**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado para o Curso de Engenharia Civil da Universidade Federal de Alagoas como forma de obtenção do título de bacharel em Engenharia Civil.

Orientadora: Prof.^a. Dr.^a Andressa Ka Yan Ng

Maceió/AL

2021

Catálogo na fonte
Universidade Federal de Alagoas
Biblioteca Central
Divisão de Tratamento Técnico
Bibliotecária: Livia Silva dos Santos – CRB-4 – 1670

S615u Siqueira, Yanna Patriota de Souza.

Utilização dos métodos vizir e shrp para avaliação das condições superficiais de trecho pavimentado na cidade de Maceió-AL / Yanna Patriota de Souza Siqueira. – 2021.

71 f.:il.

Orientador: Andressa Ka Yan Ng.

Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Alagoas. Centro de Tecnologia. Maceió, 2021.

Bibliografia: f. 64-66

Anexo: f. 67-71

1. Pavimentação. 2. Pavimentação - Defeito. 3. Método Shrp. 3. Método Vizir.
I. Título.

CDU: 625.8

FOLHA DE APROVAÇÃO

Yanna Patriota de Souza Siqueira

UTILIZAÇÃO DOS MÉTODOS VIZIR E SHRP PARA AVALIAÇÃO DAS CONDIÇÕES SUPERFICIAIS DE TRECHO PAVIMENTADO NA CIDADE DE MACEIÓ-AL

Trabalho de Conclusão de Curso apresentando para o Curso de Engenharia Civil da Universidade Federal de Alagoas como forma de obtenção do título de bacharel em Engenharia Civil.

Trabalho aprovado em 31 de agosto de 2021

Prof^a. Dr^a. Orientadora – Andressa Ka Yan Ng
Universidade Federal de Alagoas.

Banca examinadora:

Prof^a. Dr^a. Examinador 1 – Aline Calheiros Espíndola
Universidade Federal de Alagoas.

Prof. Dr. Examinador 2 – Alexandre Lima Marques da Silva
Universidade Federal de Alagoas.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, por tudo. Pela minha vida, pela minha família, pela minha saúde e por tudo que recebo mesmo sem merecer.

Agradeço à minha mãe, Gilcyr, por ser meu porto seguro, por me apoiar incondicionalmente em todas as minhas escolhas, inclusive, com um agradecimento especial por ter ido coletar os dados em campo comigo. Assim como, agradeço à toda minha família, em especial minha avó, Gilza, pelo seu coração generoso que sempre torce tanto por mim.

Agradeço aos meus amigos de turma, Ana, Milena, Helena e Leonardo que compartilharam comigo as dores e as alegrias de viver esses 5 anos de graduação, nos apoiando, ajudando e superando as dificuldades encontradas. A amizade de vocês foi fundamental em todo o processo.

Agradeço ao PET Engenharia Civil Ufal, por ser muito mais que um programa que proporciona excelência acadêmica, mas por ser casa tantas vezes que estive fora da minha. Sobretudo aos/às petianos/as da formação atual e das gerações passadas, como também à nossa tutora, Karol, por todos os momentos de convivência, viagens, conselhos, conversas e compreensão com os meus momentos de sobrecarga.

Agradeço ao Christian, à Gabriela e ao Carlos, por se fazerem presente nos bons e maus momentos e por acreditarem mais em mim que eu mesma na maioria das vezes. Além de terem sido verdadeiras “válvulas de escape” para mim, especialmente nesse último e turbulento ano de graduação.

Agradeço ao Nicolas, engenheiro do DNIT-AL, pela disponibilidade em fornecer dados para esta e outras pesquisas, quando solicitado.

Agradeço ao Jáder, pela disponibilidade em me ensinar a usar um software e a buscar novas perspectivas durante os estudos deste trabalho.

Agradeço à minha orientadora e professora Andressa, por todo apoio, conselhos e ensinamentos, tanto na graduação, quanto na monitoria, em pesquisas para artigos e para este trabalho de conclusão de curso.

Agradeço por fim, a todos os meus professores e monitores que tive ao longo da graduação que contribuíram para a formação da profissional que estou me tornando.

RESUMO

Um projeto de pavimentação planejado, bem executado e acompanhado de um plano de intervenções preventivas, desempenha um papel imprescindível no dia a dia dos seus usuários, garantindo a segurança e conforto destes, bem como contribui com o tempo de vida útil do pavimento previsto. Isso se dá em virtude de o pavimento em geral necessitar de intervenções periódicas devido aos diversos desgastes que sofre ao longo dos anos, seja por incidência do tráfego ou por ações imprevisíveis, como as condições climáticas da região. Dessa forma, há necessidade de estudar a condição dos pavimentos, analisando os defeitos que surgem ao longo do tempo de serviço. Como também, propor medidas preventivas e corretivas eficientes a médio e longo prazo, que melhor se adequem a realidade local. Para isso, o presente trabalho utilizou métodos de avaliação visual de pavimentos, sendo estes o Método SHRP e o Método Vizir, em função da fácil aplicabilidade e da importância destes para o sistema de gerência de pavimentos, afim de verificar a similaridade entre os resultados obtidos por ambos os métodos. Os resultados da condição final do pavimento apresentaram equivalência na qualificação da via de 1 km de um trecho urbano na cidade de Maceió-AL. No entanto, ao realizar uma análise mais pontual, após a segmentação de trechos, observou-se algumas divergências em alguns trechos. Também foi possível concluir que ao fazer uma comparação qualitativa, o Método SHRP se mostrou mais confiável que o Método Vizir tendo em vista a objetividade dos critérios de análise considerados pelo método.

Palavra-Chave: Pavimentação. Gerência de Pavimentos. Métodos de Avaliação. Vizir. SHRP.

ABSTRACT

A planned paving project, well supplied and accompanied by a preventive prevention plan, plays an essential role in the daily lives of its users, ensuring their safety and comfort, as well as contributing to the expected lifetime of the pavement. This is due to the fact that the pavement in general needs periodic due to the various wear and tear it suffers over the years, either by traffic recording or by unpredictable actions, such as the climatic conditions in the region. Thus, there is a need to study a pavement condition, analyzing the defects that arise over the service time. As well as efficient preventive and corrective measures in the medium and long term, which are better suited to the local reality. For this, the present work uses methods of visual evaluation of pavements, these being the SHRP Method and the Vizir Method, due to their easy applicability and their importance for the pavement exit system, in order to verify the similarity between the results obtained. by both methods. The results of the final condition of the equivalence pavement in the qualification of the 1 km road of an urban stretch in the city of Maceió-AL. However, when performing a more punctual analysis, after the passage of sections, some divergences were observed in some sections. It was also possible to realize that when making a qualitative comparison, the SHRP Method proved to be more reliable than the Vizier Method, in view of the objectivity of the analysis criteria considered by the method.

Keywords: Paving. Floor Management. Assessment Methods. Vizier. SHRP.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Estrutura do pavimento flexível.....	17
Figura 2 - Trinca isolada de Retração.....	21
Figura 3 - Trinca tipo “Couro de Jacaré”.....	21
Figura 4 - Trinca tipo Bloco	22
Figura 5 - Afundamento com Solevamento.....	22
Figura 6 - Corrugação.....	23
Figura 7 - Ondulação	24
Figura 8 - Escorregamento do Revestimento	24
Figura 9 - Exsudação	25
Figura 10 - Desgaste	25
Figura 11 - Panela ou Buraco	26
Figura 12 - Remendo “bem” executado	26
Figura 13 - Período recomendável para a manutenção dos pavimentos	29
Figura 14 – Delimitação da Av. Dr. Antônio Gomes de Barros	36
Figura 15 – Segmentação dos 5 trechos	37
Figura 16 – Equipamentos de medição das extensões dos defeitos utilizados.....	38
Figura 17 – (a) Trinca Couro de Jacaré; (b) Abertura de Trinca Isolada; (c) Remendo; (d) Panela.....	47
Figura 18 – Trecho interrompido no Trecho 2 da via.....	49
Figura 19 – (a) Trinca Couro de Jacaré; (b) Trinca com ramificações; (c) Remendo; (d) Panela	50
Figura 20 – (a) Panela e Trinca Couro de Jacaré; (b) Panela e Trinca Longitudinal; (c) Trinca Couro de Jacaré	52
Figura 21 – (a) Panela com Desgaste; (b) Trinca Couro de Jacaré; (c) Trincas Longitudinais.....	54
Figura 22 – (a) Panela; (b) Trinca Longitudinal; (c) Painéis; (d) Trinca Couro de Jacaré	56
Figura 23 – Remendo no Trecho 5	59
Figura 24 – Desgaste no Trecho 5	59

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Quantidade total de defeitos em 1 km do objeto de estudo	43
Gráfico 2 - Distribuição dos defeitos presentes no Trecho 1	48
Gráfico 3 - Distribuição dos defeitos presentes no Trecho 2	51
Gráfico 4 - Distribuição dos defeitos presentes no Trecho 3	53
Gráfico 5 - Distribuição dos defeitos presentes do Trecho 4	55
Gráfico 6 - Distribuição dos defeitos presentes do Trecho 5	57

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Resumo dos defeitos – Codificação e Classificação	27
Quadro 2 - Planilha exemplo para avaliação de pavimentos, pelo método SHRP	40
Quadro 3 - Princípio da determinação do Índice Global de Degradação pelo Método Vizir	42

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Fatores implicados no desempenho e na deterioração dos pavimentos asfálticos.....	19
Tabela 2 - Gravidade das Fendas de acordo com sua abertura.....	20
Tabela 3 - Fatores implicados no desempenho e na deterioração dos pavimentos asfálticos.....	21
Tabela 4 - Tipos de afundamento decorrentes da sua extensão.....	23
Tabela 5 - Tipos de defeitos considerados no Método Vizir.....	31
Tabela 6 - Defeitos do tipo A e respectivos níveis de severidade no Método Vizir	31
Tabela 7 - Defeitos do tipo B e respectivos níveis de severidade no Método Vizir.....	32
Tabela 8 - Denominação da categoria do pavimento, segundo o PCI.....	33
Tabela 9 - Conceitos de degradação do pavimento em função do IGG	34
Tabela 10 - Resumo dos Fatores de Ponderação em função da severidade da deterioração	39
Tabela 11 - Denominação da categoria do pavimento, segundo o ICP, no método SHRP	39
Tabela 12 - Correção do IS em função da severidade e extensão das reparações.....	41
Tabela 13 - Denominação da categoria do pavimento, segundo o IS, no método Vizir	41
Tabela 14 – Análise das severidades da quantidade total de defeitos	44
Tabela 15 – Nota final de estado de condição do pavimento em 1km	46
Tabela 16 - Resumo das notas finais dos pavimentos nos 5 trechos em estudo.....	58

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CNT	Confederação Nacional de Transportes
DNER	Departamento Nacional de Estradas de Rodagem
DNIT	Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes
ICP	Índice de Condição de Pavimento
ID	Índice de Deformação
IF	Índice de Fissuração
IGG	Índice de Gravidade Global
IS	Índice Global de Degradação
PCI	Pavement Condition Index
SGP	Sistema de Gerência de Pavimentos
SHRP	Strategic Highway Reserch Program

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	14
2	OBJETIVOS.....	15
2.1	GERAIS.....	15
2.2	ESPECÍFICOS.....	15
3	JUSTIFICATIVA.....	16
4	REFERENCIAL TEÓRICO	17
4.1	FUNCIONALIDADE DO PAVIMENTO.....	17
4.2	DEFEITOS DO PAVIMENTO	18
4.2.1	Causas.....	19
4.2.2	Definições dos Defeitos.....	20
4.3	IMPORTÂNCIA DA AVALIAÇÃO E FORMAS DE REPARO DE PAVIMENTOS.....	27
4.4	MÉTODOS DE AVALIAÇÃO	29
4.4.1	Manual de Identificação de Defeitos - Strategic Highway Reserch Program 29	
4.4.2	Método de Avaliação Visual - Vizir.....	30
4.4.3	Pavement Condition Index (PCI)	32
4.4.4	Índice de Gravidade Global (IGG).....	33
5	DELIMITAÇÃO DO TRABALHO	35
6	MÉTODO.....	36
6.1	OBJETO DE ESTUDO	36
6.2	SEGMENTAÇÃO DO TRECHO	36
6.3	LEVANTAMENTO DOS DEFEITOS EM CAMPO	37
6.4	MÉTODOS UTILIZADOS	38
6.4.1	SHRP	38
6.4.2	Vizir.....	40
6.5	IDENTIFICAÇÃO DO TRECHO CRÍTICO.....	42
7	RESULTADOS E DISCUSSÕES	43
7.1	TRECHO 1	47

7.2	TRECHO 2	49
7.3	TRECHO 3	52
7.4	TRECHO 4	54
7.5	TRECHO 5	56
7.6	TRECHO CRÍTICO	58
7.7	COMPARAÇÃO ENTRE OS MÉTODOS	60
8	CONCLUSÕES.....	61
9	SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS	63
	REFERÊNCIAS	64
	ANEXOS.....	67

1 INTRODUÇÃO

Devido à ampla extensão territorial que o Brasil possui, assim como ao desenvolvimento e crescimento das cidades nas últimas décadas, o sistema rodoviário se expandiu de tal forma que é considerado de acordo com o Departamento Nacional de Infraestruturas de Transportes (DNIT) o modo mais relevante de transporte de cargas e pessoas no país. Este é responsável pelo transporte de cerca de 61% do total de mercadorias e de 95% de passageiros em território nacional, de acordo com a Confederação Nacional do Transporte (CNT, 2019). No entanto, ainda em conformidade com dados publicados pelo Anuário CNT do Transporte no mesmo ano, afirma-se que somente 12,4% do total de quilômetros de estradas construídas são pavimentadas.

Além disso, o estado de conservação da infraestrutura viária, conforme apresentam estimativas do DNIT, retrata uma deficiência notável nos pavimentos asfálticos nacionais. Segundo o Departamento, cerca de 20% das estradas pavimentadas nacionais apontavam um estado ruim ou péssimo, em 2016, e outros 40% estavam em estado regular (FIESP, 2017). Isso evidencia que, apesar da importância econômica do sistema de transporte rodoviário para o país, ele não se dá de forma efetiva por conta da debilidade da manutenção das vias.

Como consequência desse cenário, há uma sobrecarga na malha e aumento no número e gravidade de acidentes, correspondendo até 71,4% de mortes registradas há três anos, de acordo com o Anuário CNT do Transporte (CNT, 2018). Consoante o que afirma Batista (2018), ex-diretor executivo da CNT, para reverter a situação há a necessidade de apoio direto em infraestrutura viária, para melhorar significativamente a qualidade da malha e expandir quando possível.

Assim como, diversos trabalhos na literatura sobre sistema de gerência de pavimentos apontam a necessidade de diagnóstico dos defeitos, estudando suas possíveis causas para que seja realizada a melhor alternativa de solução de pavimentos deteriorados. Conforme afirma Prestes (2001), é necessário não só quantificar, como também analisar e avaliar o estado dos defeitos, para só então selecionar as melhores estratégias de manutenção ou reabilitação de pavimentos.

Dessa forma, o presente trabalho visa utilizar metodologias de avaliação visual de pavimentos de revestimento asfáltico tendo em vista sua praticidade de aplicação atrelado ao fato de ser amplamente utilizado como método de gerenciamento de pavimentos no Brasil e no mundo.

2 OBJETIVOS

2.1 GERAIS

Pretende-se avaliar uma via urbana na cidade de Maceió-AL, por meio da utilização de dois métodos de avaliação visual das condições superficiais do pavimento, sendo os métodos Vizir e SHRP.

2.2 ESPECÍFICOS

- Analisar a validação da utilização dos Métodos SHRP e Vizir em trecho urbano pavimentado;
- Verificar possíveis similaridades entre os resultados obtidos por meio dos métodos em estudo, de todo o trecho, trecho a trecho e do trecho crítico;
- Estudar a influência da severidade dos defeitos para entender o estado de condição de superfície do pavimento em análise.

3 JUSTIFICATIVA

Para que os sistemas de gerência e planejamento de pavimentos funcionem de forma ideal, é preciso que haja uma série de dados que permitam inteirar-se da situação das condições superficiais dos pavimentos.

De acordo com a literatura, após essa etapa de conhecimento dos dados necessários, torna-se viável pressupor o seu desempenho futuro e assim ser possível elaborar estratégias de manutenção ou reabilitação de pavimentos com custos menores. Mas para que esses planos sejam os melhores possíveis, há a necessidade de se ter dados confiáveis obtidos por meio de avaliações.

Além disso, comumente são realizadas pesquisas para avaliação de condições de superfície de pavimentos rodoviários, enquanto que essas avaliações em pavimentos urbanos são deixadas em segundo plano. Segundo Fernandes Jr. (1996), diferenças características desses tipos de pavimentos requerem planejamentos estratégicos diferentes, tendo em vista que o tráfego em cada um deles é diferente (veículos leves e de passeio nos trechos urbanos em oposição a parcela de veículos pesados em rodovias), como também velocidade de operações e frequências distintas de frenagem e acelerações.

Dessa forma, o trabalho em questão visa suprir parte dessa carência de estudo de trechos urbanos, bem como melhorar a coleta de dados referentes as condições superficiais de pavimentos no município de Maceió.

4 REFERENCIAL TEÓRICO

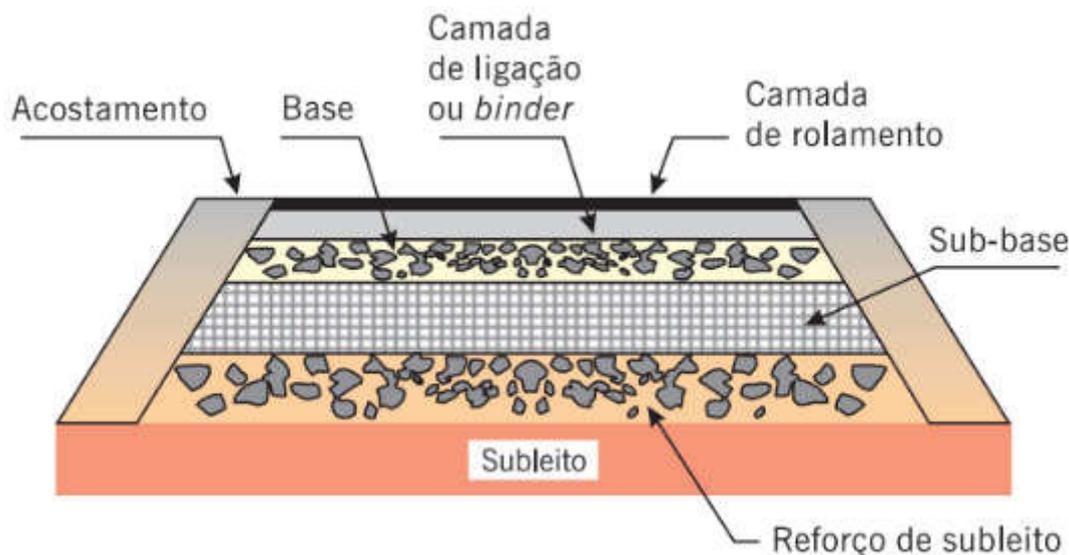
Nesta seção do trabalho serão introduzidos os tópicos referentes aos defeitos superficiais de pavimentos e os métodos de avaliação que serão desenvolvidos ao longo deste trabalho.

4.1 FUNCIONALIDADE DO PAVIMENTO

Segundo Croney (1977), o pavimento, construído sobre o subleito, é destinado a resistir diretamente às ações do tráfego, ou seja, às cargas dos veículos, e transmiti-las às camadas inferiores. Além disso, também é responsável por melhorar as condições de rolamento, garantindo assim segurança e conforto aos usuários.

Dessa forma, nota-se a importância estrutural e funcional do pavimento. E, para que ambas características sejam atingidas, segundo Medina (1997), nos pavimentos asfálticos, as camadas de base, sub-base e reforço do subleito, como apresentadas na Figura 1, são de grande importância estrutural. O objetivo da mecânica dos pavimentos é limitar as tensões e deformações na estrutura do pavimento, por meio da combinação de materiais e espessuras das camadas constituintes.

Figura 1 - Estrutura do pavimento flexível



Fonte: Bernucci *et al*, 2006.

Para Balbo (2007), pavimentar uma via é uma obra que anseia a melhoria operacional para o tráfego, a partir da criação de uma superfície mais regular, garantindo conforto no deslocamento dos veículos e mais aderente, permitindo segurança em relação a aderência pneu-pavimento, principalmente em situações de pista úmida ou molhada. Assim como, uma superfície que emite menos ruídos diante da ação dinâmica dos pneumáticos, possibilitando um melhor conforto ambiental em vias urbanas e rurais. Ademais, ao proporcionar uma via de maior qualidade de rolamento,

proporciona-se uma redução de custos operacionais, visto que estes estão diretamente associados às condições de superfície dos pavimentos. Bem como, uma via pavimentada permite, além dos benefícios explicitados para os usuários, redução nos custos operacionais das vias e rodovias tendo em vista que os acidentes decorrentes do tráfego são minimizados.

Dessa forma, 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, ou seja, 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 desta infraestrutura social. (BALBO, 2007, p.16)

Entretanto, de acordo a Pesquisa CNT de Rodovias 2019, a condição atual da pavimentação, em escala nacional, é precária e deficiente. A partir da análise da situação das vias, as que recebem melhor classificação no quesito qualidade são as rodovias federais, com somente 10,8% não asfaltadas. Em relação as estradas estaduais, têm-se o acréscimo na porcentagem de vias que não possuem asfalto, correspondendo 43,7%. E o pior cenário é caracterizado pelas vias municipais, em que 92,2% não possuem pavimentação. Dessa forma, nota-se que essa precariedade representa o subdesenvolvimento nas estradas do país, somado ainda aos defeitos e problemas encontrados na pequena parcela pavimentada, que acarretam diversos acidentes. As consequências diretas são prejuízos ao modo rodoviário, que de acordo com Valente et al (2008), é o modo de transporte mais utilizado no país e desempenha um papel vital para a economia e o bem-estar da nação.

A Confederação Nacional do Transporte (CNT, 2019) também analisa a situação de pavimentação atual do país, e publicou pesquisas e relatórios sobre a malha federal e os principais trechos estaduais, as quais afirmam que cerca de 60% das vias analisadas apontam defeitos no pavimento, caracterizando-as assim como regular, ruim ou péssima. Portanto, a partir da conjuntura conturbada de pavimentação no Brasil, faz-se necessário estudar, pesquisar e entender quais são esses defeitos existentes e quais são suas principais causas.

4.2 DEFEITOS DO PAVIMENTO

Os defeitos de superfície são considerados danos ou problemas nos pavimentos, que podem ser classificados segundo a terminologia normatizada (DNIT 005/2003-TER-DNIT, 2003).

Conforme salientam Bernucci *et al* (2006), esses defeitos podem aparecer precocemente, quando decorrentes de erros ou inadequações ou a médio a longo prazo, quando decorrentes dos efeitos do tráfego ao longo do tempo e das intempéries.

4.2.1 Causas

Segundo Bernucci *et al* (2006), dentre os principais motivos relacionados ao surgimento dos defeitos de forma precoce estão os erros de projeto e problemas construtivos. O primeiro refere-se a dificuldade de previsão do tráfego real que atuará sobre o pavimento. Bem como, a imprevisibilidade de excesso de carga, que por muitas vezes incide sobre ele. Têm-se ainda falhas no dimensionamento, como escolha de materiais inexistente no local ou de materiais selecionados de forma inadequada. O segundo, relacionado à execução, entre os erros construtivos mais usuais estão espessuras de camadas menores que as previstas e dimensionadas em projeto, e a deficiência na compactação das camadas.

Além das falhas precoces, existem os defeitos os quais as causas podem estar relacionadas a fadiga decorrente do tráfego natural ao longo dos anos; mudança de umidade e retração, relacionada a mudança de clima; perda de resistência ao escorregamento e diversas outras. Estas possíveis causas estão descritas no Manual de Reabilitação de Pavimentos Asfálticos (DNER,1998), e podem ser vistas na Tabela 1.

Tabela 1 - Fatores implicados no desempenho e na deterioração dos pavimentos asfálticos

Causas genéricas	Causas específicas	Tipos de defeitos
Relacionadas com o tráfego	Cargas repetidas (Fadiga)	Trincamento
	Carga Excessiva	Ruptura do Revestimento
	Escorregamento de capa	Trincas côncavas
	Fluência plástica	Deformação por deslocamento da capa
	Densificação (compactação)	Trilho de Roda
	Degradação do agregado	Desagregação
Relacionadas com o Clima	Mudanças de Umidade Retração	Trincas Exsudação
	Expansão	
Relacionadas com os Métodos de Construção	Mudanças térmicas	Trincas Deformação
	Compactação com temperatura inadequada	
	Pouca compactação	
Relacionadas com os Materiais	Falta de qualidade dos materiais	Desagregações
Outras	Perda de resistência ao Escorregamento	Deformações e Trincas

Fonte: Manual de Reabilitação de Pavimentos Asfálticos (DNER,1998), adaptado por Prestes, 2001.

Dessa forma, de acordo com a literatura, para que haja a prevenção do aparecimento dos defeitos é preciso observar a qualidade de execução do projeto, a construção do pavimento conforme a boa técnica e a constante e periódica manutenção preventiva e corretiva. É válido salientar ainda, que caso não haja um diagnóstico adequado dos defeitos e de suas causas, o consequente estabelecimento de soluções que não atinjam diretamente na origem do problema, pode acarretar maiores danos ao pavimento.

4.2.2 Definições dos Defeitos

Os defeitos são denominados em conformidade com as terminologias normatizadas, que classificam e codificam os defeitos de superfície nos pavimentos flexíveis e semi-rígidos (DNIT 005/2003 – TER). Além disso, autores como Bernucci *et al* (2006), explicam e retratam a forma de incidência desses defeitos.

4.2.2.1 Fenda

A fenda é um defeito caracterizado como qualquer descontinuidade na superfície asfáltica do pavimento, que conduza a aberturas de menor ou maior porte, apresentando-se sob diversas formas, conforme adiante descrito. Conforme afirmam Bernucci *et al* (2006), podem ainda ser subdivididas dependendo da sua gravidade, como mostra a Tabela 2, ou dependendo da sua tipologia, classificadas em fissura ou trinca.

Tabela 2 - Gravidade das Fendas de acordo com sua abertura

Classe 1	Classe 2	Classe 3
A < 1 mm	A > 1 mm	A > 1 mm e erosão junto às bordas

Fonte: Bernucci *et al* (2006), adaptado pela autora, 2021.

Onde: A – Abertura da Fenda.

De acordo com a Norma DNIT 005/2003 – TER, a fissura é uma fenda de largura capilar existente no revestimento, posicionada longitudinal, transversal ou obliquamente ao eixo da via, somente perceptível a vista desarmada de uma distância inferior a 1,50 m. É válido salientar que as fissuras são consideradas fendas incipientes que ainda não causam problemas funcionais ao revestimento, não sendo assim consideradas quanto à gravidade nos métodos atuais de avaliação das condições de superfície.

A trinca é uma fenda existente no revestimento, facilmente visível a vista desarmada, com abertura superior à da fissura, podendo apresentar-se sob a forma de trinca isolada ou trinca interligada. Esse tipo de defeito em um pavimento evidencia uma ameaça para o capital aplicado e em situações de trincas de elevado grau de severidade, pode ser preciso a reconstrução deste pavimento, ao invés da manutenção de rotina (QUEIROZ,1984).

Quanto a tipologia, as trincas isoladas podem ser classificadas como: trinca transversal, que apresenta direção predominantemente ortogonal ao eixo da via. Trinca longitudinal, que apresenta direção predominantemente paralela ao eixo da via. No entanto, ambas podem ser classificadas ainda como curtas ou longas. Com base nas informações indicadas pela DNIT 005/2003 – TER, e apresentadas na

Tabela 3, essa variação é dada pela extensão das trincas.

Tabela 3 - Fatores implicados no desempenho e na deterioração dos pavimentos asfálticos

	Curta	Longa
Trinca Transversal	Extensão < 100 cm	Extensão > 100 cm
Trinca Longitudinal		

Fonte: DNIT 005/2003 – TER, adaptado pela autora, 2021.

Ainda nas trincas isoladas, segundo DNIT 005/2003 – TER, tem-se a trinca de retração, vista na Figura 2. Esse tipo de trinca não é decorrente dos fenômenos de fadiga e sim dos fenômenos de retração térmica ou do material do revestimento ou do material de base rígida ou semi-rígida subjacentes ao revestimento trincado.

Figura 2 - Trinca isolada de Retração



Fonte: Bernucci *et al*, 2006.

As trincas interligadas, de acordo com DNIT 005/2003 – TER, são subdivididas em: trinca tipo “couro de jacaré” que é um conjunto de trincas interligadas sem direções preferenciais, assemelhando-se ao aspecto de couro de jacaré, representada na Figura 3. Essas trincas podem apresentar, ou não, erosão acentuada nas bordas. E trinca tipo “bloco” que é um conjunto de trincas interligadas caracterizadas pela configuração de blocos formados por lados bem definidos, podendo, ou não, apresentar erosão acentuada nas bordas, representada na Figura 3.

Figura 3 - Trinca tipo “Couro de Jacaré”



Fonte: DNIT 005/2003 – TER.

Figura 4 - Trinca tipo Bloco



Fonte: DNIT 005/2003 – TER.

4.2.2.2 Afundamento

O afundamento é considerado por DNIT 005/2003 – TER uma deformação permanente caracterizada por depressão da superfície do pavimento, acompanhada, ou não, de solevamento. O solevamento é um fenômeno relacionado ao acúmulo de massa asfáltica junto as bordas de locais que sofreram deformações e conseqüentes depressões, como é o caso do afundamento. Pode ser considerado ainda como uma compensação volumétrica, caracterizada por deslocamentos laterais ou elevações das áreas adjacentes, conforme representa a Figura 5.

Figura 5 - Afundamento com Solevamento



Fonte: Azambuja, 2009.

Nos defeitos identificados como afundamento, existem duas subdivisões dadas por DNIT 005/2003 – TER: afundamento plástico e afundamento de consolidação.

O afundamento plástico é causado pela fluência plástica de uma ou mais camadas do pavimento ou do subleito, acompanhado de solevamento. Pode ser ainda subdividido

em afundamento plástico local ou afundamento plástico da trilha de roda, a depender da sua extensão, como mostra a Tabela 4.

O afundamento de consolidação é causado pela consolidação diferencial de uma ou mais camadas do pavimento ou subleito sem estar acompanhado de levantamento. Assim como o afundamento plástico, a depender da extensão desse defeito, é subdividido em afundamento de consolidação local ou afundamento de consolidação da trilha de roda, também mostrado na Tabela 4.

Tabela 4 - Tipos de afundamento decorrentes da sua extensão

	Local	Trilha de Roda
Afundamento Plástico		
Afundamento de Consolidação	< 6 m	> 6 m

Fonte: DNIT 005/2003 – TER, adaptado pela autora, 2021.

4.2.2.3 Ondulação ou Corrugação

Classificadas como uma deformação caracterizada por ondulações ou corrugações transversais na superfície do pavimento, segundo a norma DNIT 005/2003 – TER. Ambas são classificadas pela letra (O).

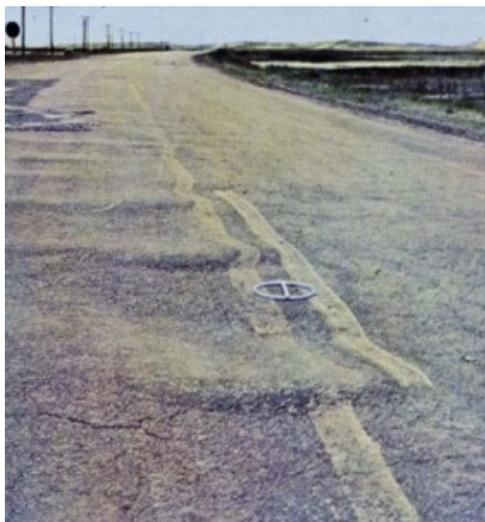
No entanto, de acordo com Bernucci *et al* (2006), apesar de ambas serem deformações transversais ao eixo da pista, elas se diferem pela grandeza do comprimento de onda entre duas cristas. A corrugação, retratada na Figura 6, com comprimentos de onda entre cristas na ordem de centímetros, ou dezenas de centímetros; E a ondulação, retratada na Figura 7, com comprimentos de onda entre cristas na ordem de metros.

Figura 6 - Corrugação



Fonte: DNIT 005/2003 – TER.

Figura 7 - Ondulação



Fonte: DNIT 005/2003 – TER.

4.2.2.4 Escorregamento

Definido como um deslocamento do revestimento em relação à camada subjacente do pavimento, com aparecimento de fendas em forma de meia-lua, conforme definido por DNIT 005/2003 – TER e apresentado na Figura 8.

Figura 8 - Escorregamento do Revestimento



Fonte: Bernucci *et al*, 2006.

4.2.2.5 Exsudação

Denominado como um excesso de ligante betuminoso na superfície do pavimento, causado pela migração do ligante através do revestimento, de acordo com a Norma DNIT 005/2003 – TER. A exsudação, para a engenharia civil, é o termo utilizado para descrever o fenômeno migratório de um material para a superfície. Na pavimentação, esse surgimento de ligante em abundância no revestimento fica caracterizado como

manchas escuras, como mostra a Figura 9, e são geralmente causados, segundo Bernucci et al (2006), pelo excedente do mesmo na massa asfáltica.

Figura 9 - Exsudação



Fonte: DNIT 005/2003 – TER.

4.2.2.6 Desgaste

Definido como o efeito do arrancamento progressivo do agregado do pavimento, caracterizado por aspereza superficial do revestimento e provocado por esforços tangenciais causados pelo tráfego, como mostra a Figura 10.

Figura 10 - Desgaste



Fonte: DNIT 005/2003 – TER.

4.2.2.7 Painela ou Buraco

Denominados por DNIT 005/2003 – TER como as cavidades que se formam no revestimento, representados na Figura 11, por diversas causas, como a falta de aderência

entre camadas superpostas, causando o descolamento das camadas, podendo alcançar as camadas inferiores do pavimento, provocando a desagregação dessas camadas.

Figura 11 - Panela ou Buraco



Fonte: DNIT 005/2003 – TER.

4.2.2.8 Remendo

Definido como panela preenchida com uma ou mais camadas de pavimento na operação denominada de “tapa-buraco”, Figura 12. Conforme salientam Bernucci *et al* (2006), embora seja uma alternativa de conservação, o remendo é tido como um defeito, visto que apresenta uma região de vulnerabilidade do revestimento, causando também desconforto ao rolamento para os usuários.

Para DNIT 005/2003 – TER, os remendos podem ser subdivididos em: remendo profundo e remendo superficial. O remendo profundo é aquele em que há substituição do revestimento e, eventualmente, de uma ou mais camadas inferiores do pavimento. Usualmente, apresenta forma retangular. O remendo superficial é a correção, em área localizada, da superfície do revestimento, pela aplicação de uma camada betuminosa.

Figura 12 - Remendo “bem” executado



Fonte: Bernucci *et al*, 2006.

A Norma DNIT 005/2003 – TER exhibe ainda um resumo dos defeitos, com suas respectivas terminologias, suas possíveis causas, classificações a depender da extensão ou ocorrência de erosão, codificação e denominação a partir da análise de severidade

dos defeitos. Esse resumo é útil para possíveis consultas rápidas tanto na análise de campo quanto na revisão em estudos sobre o tema, e está representado no Quadro 1.

Quadro 1 - Resumo dos defeitos – Codificação e Classificação

FENDAS				CODIFICAÇÃO	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 à 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 à fluência plástica de uma ou mais camadas do pavimento ou do subleito	ALP
		da Trilha	Devido à 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
		da Trilha	Devido à consolidação diferencial ocorrente em camadas do pavimento ou do subleito	ATC
Ondulação/Corrugação - Ondulações transversais causadas por instabilidade da 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
"Painéis" ou buracos decorrentes da desagregação do revestimento e às vezes de camadas inferiores				P
Remendos			Remendo Superficial	RS
			Remendo Profundo	RP

Fonte: DNIT 005/2003 – TER.

4.3 IMPORTÂNCIA DA AVALIAÇÃO E FORMAS DE REPARO DE PAVIMENTOS

Sabe-se de acordo com a literatura que os pavimentos se deterioraram mais lentamente nos anos iniciais, caso não haja problemas resultantes de erros de projeto e problemas construtivos. Mas, à medida que se aproximam do final de sua vida útil, a taxa de deterioração aumenta. Dessa forma, para corrigir os defeitos, proteger investimentos iniciais e proporcionar aos usuários uma superfície de rolamento

confortável, segura e econômica, são realizadas ações de análise e estudo em formato de avaliação.

De acordo com autores como: Gordon *et al* (1985), Grivas *et al* (1991), Barros (1991) e HAAS *et al* (1994), a avaliação de superfícies de pavimentos tem por finalidade medir o estado de conservação dos pavimentos, identificando os tipos, a extensão e a severidade dos defeitos. Como também, realizar o reconhecimento de deficiências atuais e futuras, relativas à manutenção e estabelecer preferências na programação de investimentos e elaboração de curvas de previsão de deterioração. Além de embasar o diagnóstico da situação funcional para estabelecer uma solução tecnicamente adequada, e caso necessário, indicar a melhor alternativa de manutenção ou reabilitação do pavimento.

Dentre os fatores a serem levados em consideração, ao analisar a importância da avaliação de pavimentos, estão as pesquisas desenvolvidas nos diversos países, que buscam continuamente formas de melhorar os sistemas de gestão de pavimentos. Haider *et al* (2011), por exemplo, averiguaram em seu estudo o efeito da periodicidade do monitoramento das coletas de dados da condição do pavimento na previsão de seu desempenho e decorrentes decisões ao Sistema de Gerenciamento de Pavimentos (SGP). Os resultados das análises mostraram que os intervalos de monitorização podem acometer substancialmente as condições dos pavimentos a curto e longo prazo. Ressaltando assim, a importância da avaliação para determinação de mudanças de condições entre duas possíveis avaliações periódicas.

Além disso, estuda-se constantemente formas de reparo de pavimentos deteriorados, das quais têm-se: manutenção, que pode ser corretiva ou preventiva; reabilitação, que pode ser de reforço ou de reconstrução, conforme afirmam Bernucci *et al* (2006).

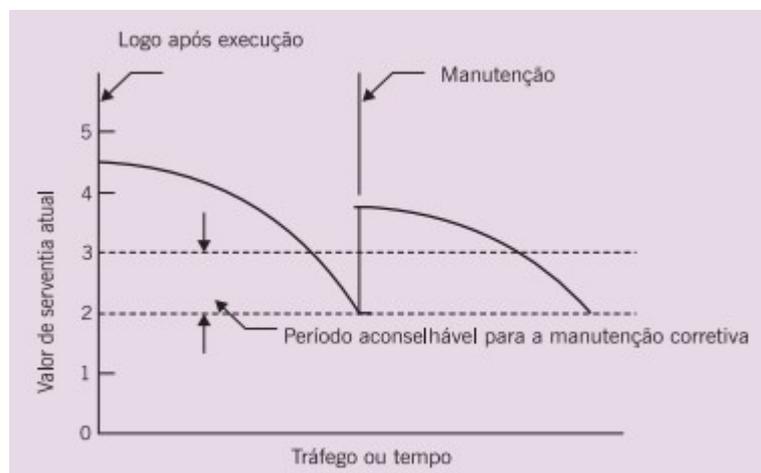
A manutenção corretiva é a mais utilizada quando a via está em condições razoáveis de uso e são necessários a realização apenas de remendos e reparos superficiais. Já a manutenção preventiva é utilizada com o objetivo de conter a deterioração inicial do pavimento, com atividades de rejuvenescimento e recapeamentos.

A reabilitação de reforço envolve atividades de manutenções, tanto corretivas quanto preventivas. E a reabilitação de reconstrução é utilizada quando o estado de deterioração do pavimento já é avançado, sendo necessária a substituição de toda a estrutura ou instalação de drenagem.

De acordo com o guia de dimensionamento de pavimentos norte-americano da AASHTO (1993), desde a década de 1960, foram estabelecidos o critério de resistência e o critério de serventia para o cálculo das estruturas de pavimento. O método de análise do critério de serventia impõe como limite de aceitabilidade a nota de 2,5 para vias de elevado volume de tráfego e de 2,0 para as demais. Conforme salientam Bernucci *et al* (2006), na realidade, quando o valor de serventia atual alcança esse estágio limite, deve-se implementar a manutenção corretiva, como mostra a Figura 13. Quando o valor de serventia atual está acima do limite, é necessário implementar a manutenção preventiva periódica com o objetivo de ampliar o período de aceitabilidade em relação ao

rolamento. Em situações em que não se implementa em tempo adequado as medidas de manutenção, ou que seja realizada de forma inapropriada, pode-se atingir o limite de trafegabilidade, quando neste caso, faz-se necessário a reconstrução completa.

Figura 13 - Período recomendável para a manutenção dos pavimentos



Fonte: Bernucci *et al.*, 2006.

É válido salientar que, ainda de acordo com a literatura, é aconselhável realizar um plano estratégico de intervenções periódicas, incluindo sempre a manutenção preventiva, para que haja um aumento na vida útil do pavimento, e consequentemente retardar o surgimento de defeitos prejudiciais às condições de superfície.

4.4 MÉTODOS DE AVALIAÇÃO

Os métodos de avaliação de superfície são caracterizados como um viés da avaliação dos pavimentos. Mediante procedimentos padronizados de medidas e observações, há a possibilidade de apresentar condições gerais do pavimento, sejam elas funcionais ou estruturais. As metodologias para executar este tipo de levantamento são fundamentadas nas verificações da existência de defeitos que aparecem na superfície dos pavimentos, bem como nas medições e cálculo de índices de referência.

4.4.1 Manual de Identificação de Defeitos - Strategic Highway Reserch Program

Foi desenvolvido a partir dos estudos sobre o Desempenho de Pavimentos a Longo Prazo (LTPP), do Programa Estratégico de Pesquisas Rodoviária (SHRP, 1993) do Conselho Nacional de Pesquisas dos Estados Unidos. Durante cerca de 20 anos de programa, as agências rodoviárias nos Estados Unidos e outros 15 países coletaram dados sobre a condição do pavimento, clima, e volumes de tráfego e cargas de mais de mil seções de pavimento.

Dessa forma, segundo Prestes (2001), o manual foi criado com o propósito de fornecer ao programa uma base homogênea para coletar informações sobre os defeitos

em pavimentos. Assim, foi possível padronizar a linguagem que define as diferentes definições de defeitos, que considerava-se grande dificuldade encontrada até então.

O objetivo fundamental do programa, segundo Santos (2011), é amplificar o ciclo de vida dos pavimentos, tanto dos novos quanto dos já reabilitados. Para isso, utiliza-se materiais diversos, além de operar com cargas distintas, programas de manutenção e condições ambientais.

De acordo com Ribeiro (2017), o manual é constituído por um dicionário que apresenta tipologias de defeitos em pavimentos flexíveis revestidos com concreto asfáltico, e pavimentos rígidos constituídos por placas de concreto de cimento Portland com juntas ou contínuas. Nele, são descritos a caracterização de cada tipo de defeito, os níveis de severidade e a forma de quantificação da extensão. Esses defeitos podem ser observados por meio das figuras já apresentadas no tópico 1.2, sobre os defeitos de superfície do pavimento.

Após a classificação dos defeitos, realiza-se a distinção dos níveis de severidade. Depois, calcula-se o ICP (Índice de Condição do Pavimento), a partir da análise e cálculo de indicadores de área, extensão e severidade dos defeitos. Por fim, utiliza-se dos Fatores de Ponderação para cada um dos tipos e só então acha-se a categoria do pavimento, que pode ser dividida em intervalos, indo desde “péssimo” até “excelente”.

4.4.2 Método de Avaliação Visual - Vizir

Método francês desenvolvido pelo *Laboratoire Central des Pontes et Chaussées* (LCPC) na França no ano de 1972. A avaliação é realizada por meio da inspeção visual dos pavimentos, de maneira contínua, para fins de manutenção preventiva. Este método é utilizado para identificar as falhas presentes em um pavimento, analisar sua severidade e possíveis formas de corrigi-las.

A primeira etapa é a classificação dos defeitos, que segundo o método, podem ser classificados em dois grupos: defeitos do tipo A e defeitos do tipo B, e cada um dos defeitos possui três níveis de gravidade, como mostram a Tabela 6 e a Tabela 7. A categoria dos defeitos do tipo A englobam as degradações que caracterizam o estado estrutural do pavimento e a do tipo B, aquelas que demandam restaurações que, geralmente, não estão associadas à capacidade estrutural do pavimento (PRESTES, 2001).

Conforme presente no método, os defeitos classificados como estruturais (tipo A) podem ocorrer somente no revestimento ou nas camadas mais profundas. Esses são resultados de uma capacidade estrutural do pavimento insuficiente. São eles: deformação permanente, fissuras e trincas por fadiga e remendos ou reparações. Os não estruturais (tipo B) geralmente estão relacionados com problemas construtivos. Também podem estar relacionados ao tráfego. São eles: outras trincas, sem ser a por fadiga, desgaste, exsudação, corrugação, descascamento, penteadora, painéis ou buracos, desnível entre pista e acostamento. Ambos estão representados de forma resumida na Tabela 5.

Tabela 5 - Tipos de defeitos considerados no Método Vizir

Tipo A	Tipo B
Deformação – Afundamento	Fissuras ou trincas longitudinais
Fissuração por Fadiga	Panelas ou Buracos
Trincas por Fadiga	Desprendimentos – Escamação, desgaste, exsudação, descascamento
Reparações	

Fonte: Prestes (2001), adaptado pela autora, 2021.

Tabela 6 - Defeitos do tipo A e respectivos níveis de severidade no Método Vizir

DEFEITOS DO TIPO A	SEVERIDADE		
	1	2	3
Trilho de Rodas	Sensível ao usuário, mas pouco importante $f < 2\text{cm}$	Deformações graves,	Deformações afetando gravemente a segurança e o tempo de percurso
Fissuras	Fissuras finas nas faixas de rolamento ou no eixo	Fissuras notavelmente abertas e/ou seguidamente ramificadas	Fissuras muito ramificadas e/ou muito abertas; bordas comprometidas
Trincas por Fadiga	Trinca por Fadiga sem perda de material da malha larga ($> 50\text{cm}$)	Trinca por Fadiga mais fechado ($< 50\text{cm}$), algumas vezes com perda de material, desprendimentos e buracos em formação	Trinca por Fadiga muito aberto, desmontado em pedaços ($< 20\text{cm}$), algumas vezes com perda de material
Reparações	Recuperação de toda parte do pavimento	Recuperação de Superfícies Ligadas a Defeitos do Tipo A	
ou Tapa-buracos	Recuperação da superfície ligada a defeitos do tipo B	Duração Satisfatória do Remendo	Dano aparecendo sobre o mesmo remendo

Fonte: Prestes (2001), adaptado pela autora, 2021.

Tabela 7 - Defeitos do tipo B e respectivos níveis de severidade no Método Vizir

DEFEITOS DO TIPO B	SEVERIDADE		
	1	2	3
Fissura longitudinal de juntas	Fina e única	*Larga (1cm ou mais) sem desprendimento ou fina e ramificada	*Larga com erosão das bordas ou larga e ramificada
Panelas	*Quantidade < 5 *Tamanho d=30cm máx	5 à 10 <5 d=30 d=100	>10 5 à 10 d=30 d=100
Para 100m de pavimento			
Desprendimentos: -Desgaste acentuado, -Desgaste Superficial, -Descascamento	Pontual sem aparecimento da base	Contínuas Pontuais com o aparecimento da base	ou Contínuas com o aparecimento da base
e Movimento de materiais: Ex: Exsudação	Pontual	Contínuas sobre uma faixa de rolamento	Contínuas sobre uma faixa de rolamento e “muito marcada”

Fonte: Prestes (2001), adaptado pela autora, 2021.

Onde: d – Diâmetro das panelas.

Ainda de acordo com o método, aplica-se ainda a definição dos seguintes parâmetros: extensão dos defeitos, quantificada por: comprimento, área e incidência; e gravidade dos defeitos, podendo ser: baixa, moderada ou alta; posteriormente, calcula-se o Índice de Fissuração e o Índice de Deformação. Encontra-se logo após a combinação de ambos, a nota do estado de superfície. Em seguida, há a necessidade de se calcular a correção por reparação e por fim, determina-se o IS (Índice de Degradação de Superfície).

4.4.3 Pavement Condition Index (PCI)

Segundo Shahin (2005), o índice surgiu para avaliação de pavimentos aeroportuários, mas em seguida foram utilizados na quantificação da condição de pavimentos rodoviários. Esse índice, traduzido para o português “Índice de Condição do Pavimento”, foi empregado no Sistema de Gerência de Pavimentos Urbanos (SGPU). O sistema deve ser desenvolvido considerando condições particulares de projeto, técnicas construtivas, controle de qualidade e políticas de manutenção e reabilitação da cidade.

O Índice de Condição do Pavimento tem por finalidade encontrar um valor numérico que indicará a condição do pavimento (PCI), o qual varia de 0 (péssimo) a 100 (excelente). Além disso, o método realiza uma descrição mais detalhada da condição do pavimento, classificando-o em sete denominações, conforme apresenta a Tabela 8.

Tabela 8 - Denominação da categoria do pavimento, segundo o PCI

Pavement Condition Index	Classificação
PCI de 100 a 86	Excelente
PCI de 85 a 71	Muito Bom
PCI de 70 a 56	Bom
PCI de 55 a 41	Regular
PCI de 40 a 26	Ruim
PCI de 25 a 11	Muito Ruim
PCI de 10 a 0	Péssimo

Fonte: Shahin, (2005), adaptado pela autora, 2021.

No entanto, conforme afirmam autores anteriormente citados, o procedimento do método está sujeito à falta de confiabilidade à medida que realiza escolha de amostras de forma aleatória, o que pode impossibilitar a análise e avaliação de defeitos relevantes, resultando assim em uma avaliação final de condição de pavimento que não condiz com a realidade.

Além disso, para a realização de um levantamento adequado por este método, faz-se necessário dispor de instrumentos mais elaborados, como também mais tempo de coleta de dados no campo, que os demais métodos de avaliação.

4.4.4 Índice de Gravidade Global (IGG)

O Índice de Gravidade Global (IGG) é um índice que caracteriza defeitos combinados. É utilizado para especificar o estado geral de um determinado trecho do pavimento em função da incidência de defeitos. Definido por um número que permite a avaliação das condições de deterioração apenas de uma seção ou através de comparação relativa entre várias seções de uma malha de pavimentos (Yshiba, 2003).

Esse índice é previsto e calculado segundo a Norma DNIT 006/2003- Avaliação objetiva da superfície de pavimentos flexíveis e semi-rígidos- Procedimento. Nela, encontra-se parâmetros de aplicabilidade do método do IGG. Classifica ainda os valores numéricos para a circunstância em que se manifesta o pavimento, o qual varia de 0 (ótimo) a 160 (péssimo), conforme apresentado na Tabela 9.

Tabela 9 - Conceitos de degradação do pavimento em função do IGG

Conceitos	Limites
Ótimo	$0 < \text{IGG} < 20$
Bom	$20 < \text{IGG} < 40$
Regular	$40 < \text{IGG} < 80$
Ruim	$80 < \text{IGG} < 160$
Péssimo	$\text{IGG} > 160$

Fonte: DNIT 006/2003 - PRO.

No entanto, autores como Yshiba (2003), Benevides (2006) e Fernandes Jr.; Oda; Zerbini (2006) citam em seus estudos limitações fundamentais do índice, visto que o mesmo considera somente o tipo do defeito e a quantidade de ocorrências, e desconhece o nível de severidade e a extensão dele, com exceção das trincas.

5 DELIMITAÇÃO DO TRABALHO

Diversos métodos de levantamento das condições da rede pavimentada foram desenvolvidos e são utilizados no Brasil. Neste trabalho utilizou-se estritamente métodos de avaliação dos defeitos da superfície de rolamento, sendo eles: o método americano Strategic Highway Research Program (SHRP, 1993), e o método francês VIZIR (1991).

A escolha do Método Vizir como ferramenta de avaliação superficial de pavimentos no presente trabalho foi pautada na praticidade do método, visto que não se dispõe de recursos mais sofisticados e a obtenção de resultados da condição de pavimentos é realizada com execução simples e rápida. Além disso, segundo Páez (2015), o método traz uma recomendação de matriz de decisão em conformidade com a extensão e a gravidade dos defeitos, admitindo classes nítidas na avaliação do pavimento.

Assim como, a escolha do Método SHRP foi pautada na possibilidade comparar a maioria dos parâmetros com o Método Vizir, como extensão dos defeitos e suas respectivas severidades. Além da sua fácil e rápida execução, o método também não apresentou maiores desvantagens comparados a outros métodos de avaliação superficial como o IGG e o PCI, citados anteriormente, como:

- Falta de confiabilidade à medida que realiza escolha de amostras de forma aleatória, no método PCI;
- Consideração de recalques e elevações como um único defeito, no método PCI;
- Disponibilidade de instrumentos mais elaborados e mais tempo de coleta de dados no campo, no método PCI;
- Não consideração da extensão e de níveis de severidade dos defeitos, no método IGG;

Além disso, trabalhos anteriores, como Prestes (2001), Zanchetta (2005), Páez (2015), que utilizaram os métodos escolhidos, concluíram que os mesmos apresentam boa adequação com a realidade brasileira, sendo em alguns casos considerados mais completos e com melhores resultados que outros métodos de avaliação de superfície de pavimentos.

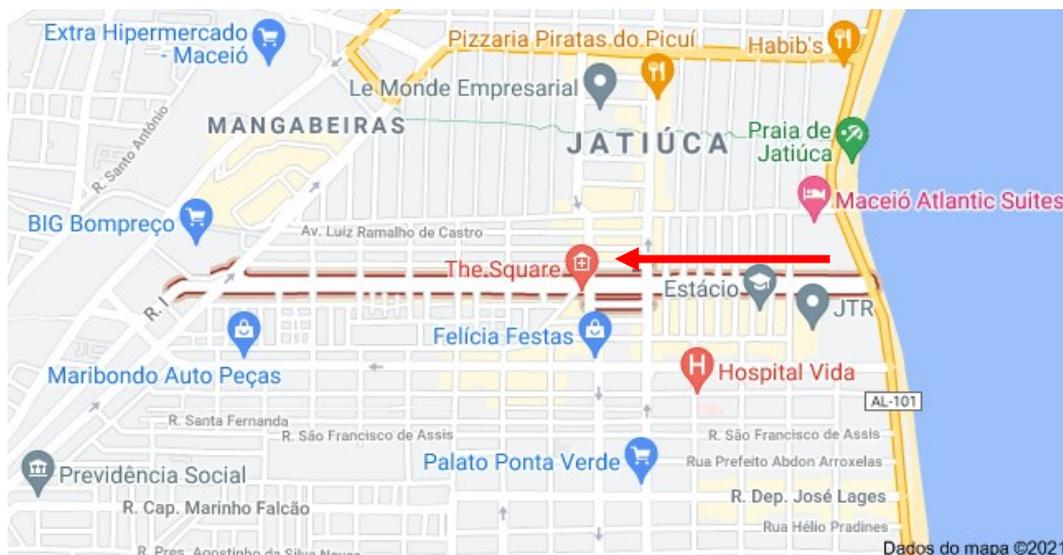
6 MÉTODO

6.1 OBJETO DE ESTUDO

Escolheu-se trabalhar com a Av. Dr. Antônio Gomes de Barros (Figura 14), a nível de projeto, a qual interliga a Av. Álvaro Otacílio, situada na orla marítima, à Av. Dona Constança de Góes Monteiro, a qual possui um dos Shoppings Center da capital alagoana. Trabalhou-se com o sentido praia-shopping. É válido salientar que a via é uma das principais alternativas de quem se desloca nesses trechos da cidade, tendo em vista que o objeto de estudo é formado por diversos polos comerciais durante o horário diurno, além de ser um polo gastronômico no período noturno.

O trecho pavimentado é uma via urbana de pista dupla, com extensão de aproximadamente 1,8 km e 4,5 m de largura média de faixa. A escolha desse objeto de estudo se deu por ser uma via mais segura para a coleta de dados em campo, em comparação a outras avenidas principais da cidade. Assim como, devido a sua importância para os cidadãos por ser uma via de fácil acesso, com pontos de ônibus e que possui também uma segmentação física central arborizada, que permite a utilização da mesma para deslocamento dos pedestres de maneira segura e confortável.

Figura 14 – Delimitação da Av. Dr. Antônio Gomes de Barros



Fonte: Google Maps, 2021.

6.2 SEGMENTAÇÃO DO TRECHO

Optou-se por estudar uma extensão de 1 km da via, na faixa da direita, sentido praia-shopping, tendo em vista que é a pista e a extensão que possui visualmente uma maior incidência de defeitos. Para trabalhar em uma análise mais representativa, subdividiu-se a extensão total em 5 subtrechos com extensão de 200 m cada, conforme recomendações mínimas do DNER 010/79 – PRO. Dessa forma, têm-se 5 trechos de

estudo, representados na Figura 15. A nota final da via estudada foi dada por meio da média aritmética das notas de todos os trechos avaliados.

Figura 15 – Segmentação dos 5 trechos



Fonte: Google Earth Pro, 2021.

6.3 LEVANTAMENTO DOS DEFEITOS EM CAMPO

O levantamento dos defeitos abrange a inspeção visual, seguida da caracterização de cada tipo de defeito encontrado, realizando sua classificação, extensão e respectiva severidade de cada um.

Para a realização da coleta, foi feita uma inspeção manual, realizada durante os meses de julho e agosto, e em dias ensolarados para que não houvesse prejuízo na análise em estudo. Assim como, realizou-se a coleta necessária para análise dos defeitos por ambos os métodos em um mesmo momento, evitando que houvesse distinção no levantamento de dados, ou que a extensão sofresse interferência climática ou de tráfego.

Foram utilizados os seguintes materiais e equipamentos: câmera fotográfica (smartphone); lápis e caneta; prancheta; manual de campo dos métodos utilizados (SHRP e Vizir); trenas, utilizadas na medição das dimensões e extensões dos defeitos; escalímetro para medição de abertura das trincas; planilha auxiliar criada pela autora (ANEXOS), contendo as informações consideradas mais relevantes a serem coletadas em campo (tipo de defeito, largura, comprimento, profundidade e abertura); e carro de apoio. Os equipamentos de medição estão representados na Figura 16.

Figura 16 – Equipamentos de medição das extensões dos defeitos utilizados



Fonte: Autora, 2021.

6.4 MÉTODOS UTILIZADOS

6.4.1 SHRP

Nesse método, os níveis de severidade são classificados como baixa, média ou alta, a depender do defeito a ser analisado. Além disso, são registradas as áreas afetadas (m^2) por cada nível de severidade, bem como a extensão (m) dos defeitos e sua quantificação. A escala varia de 0 a 3, onde:

- 0 - Ausência de defeito;
- 1 - Baixo nível de severidade;
- 2 - Moderado nível de severidade;
- 3 - Alto nível de severidade.

Neste método a nota final sobre a condição do pavimento é dada em determinado ponto de uma linha contínua de 0 a 100 e chamada de Índice de Condição do Pavimento (ICP), sendo que 100 representa um pavimento em excelentes condições (FERNANDES, 1996). O ICP foi calculado a partir das informações sobre a extensão e severidade dos diferentes tipos de defeitos dos pavimentos, tendo-se utilizado a seguinte fórmula preconizada pelo método:

$$ICP = 100 - \sum D_i \times S_i$$

Onde:

- D_i é a área ou extensão atingida pela deterioração i ;
- S_i é um fator de ponderação considerando a severidade da deterioração i .

Como nem todos os defeitos, nem todas severidades ocorrem de maneira simultânea, com base na significância de cada defeito são definidos os fatores de

ponderação para os níveis de severidade alta, média e baixa. No presente trabalho foi utilizado um resumo dos fatores de ponderação, apresentados na Tabela 10, de acordo com os fatores de ponderação em função da severidade da deterioração (Prestes, 2001), como adotado em outros trabalhos que realizaram a utilização do método em pavimentos urbanos no Brasil.

Tabela 10 - Resumo dos Fatores de Ponderação em função da severidade da deterioração

Grau de Severidade	Fator de Ponderação
Baixo	0,3
Médio	0,6
Alto	0,9

Fonte: Prestes (2001), adaptado pela autora, 2021.

As notas do ICP são posteriormente transformadas para uma variável qualitativa ordinal da seguinte maneira: As notas de 0 a 100 foram divididas em 5 intervalos iguais e utilizados para definição da categoria do pavimento, segundo recomendado por Chen (1993), conforme a Tabela 11.

Tabela 11 - Denominação da categoria do pavimento, segundo o ICP, no método SHRP

Índice de Condição do Pavimento	Categoria do Pavimento
ICP de 100 a 80	Excelente (ótimo)
ICP de 80 a 60	Bom
ICP de 60 a 40	Regular
ICP de 40 a 20	Ruim
ICP de 20 a 0	Péssimo

Fonte: Chen, 1993.

Autores como Fernandes Jr *et al* (1999) recomendam ainda o uso de uma planilha adaptada do Instituto do Asfalto (1981) para estimar a nota do ICP, representada no Quadro 2. Esta planilha apresenta um exemplo de avaliação de pavimentos considerando 15 defeitos, que podem posteriormente ser adaptada caso necessário, para auxiliar na determinação do ICP pelo Método SHRP.

Quadro 2 - Planilha exemplo para avaliação de pavimentos, pelo método SHRP

PLANILHA PARA AVALIAÇÃO DE PAVIMENTOS						
Rodovia ou Rua:	Município ou Cidade:					
Código da Seção:	Largura:					
Extensão:	Data:					
Tipo de Pavimento:	SEVERIDADE			PONTOS DEDUTÍVEIS		
DEFEITOS	B	M	A	INTERVALO	AVALIAÇÃO	
1. Trincas por Fadiga (m ²)				0-15		
2. Trincas em Blocos (m ²)				0-5		
3. Trincas nos Bordos (m)				0-5		
4. Trincas Longitudinais (m)				0-5		
5. Trincas por Reflexão (m ²)				0-5		
6. Trincas Transversais (m)				0-5		
7. Remendos (m ²)				0-5		
8. Painelas (m ²)				0-10		
9. Deformação Permanente nas Trilhas de Roda (m)				0-15		
10. Corrugação (m ²)				0-5		
11. Exsudação (m ²)				0-5		
12. Agregados Polidos (m ²)				0-5		
13. Desgaste (m ²)				0-5		
14. Desnível Pista - Acostamento (mm)				0-5		
15. Bombeamento (m ²)				0-5		
ÍNDICE DA CONDIÇÃO DO PAVIMENTO				Soma dos defeitos (Σ) =		
				ICP = 100 - Soma dos defeitos		
				ICP = 100 - Σ =		

Fonte: Adaptado de Fernandes Jr *et al*, 1999.

6.4.2 Vizir

Inicia-se caracterizando os defeitos de acordo com os tipos A e B, anteriormente mencionados no presente trabalho. Juntamente com essa caracterização, levanta-se a porcentagem acometida de fissurações, deformações e áreas de reparação. Logo em seguida, transforma-se essas porcentagens estimadas em áreas estimadas para realizar a comparação com o método SHRP. Além disso, cada tipo de defeito precisa receber uma nota, a qual evidencia sua intensidade de degradação, podendo ser:

- 0 - Ausência de defeito;
- 1 – Baixa gravidade;
- 2 – Moderada gravidade;
- 3 – Alta gravidade.

No segundo momento, é realizado o desenvolvimento do processo operacional. Para isso, primeiro determina-se o Índice de Fissuração (IF) a partir da extensão e

gravidade das fissuras; depois determina-se o Índice de Deformação (ID) a partir da extensão e gravidade das deformações. Em seguida combinam-se os efeitos de ambos, encontra-se a nota do estado de superfície e aplica-se a taxa de reparação, que é determinada pela gravidade e extensão dos remendos.

O Método Vizir, diferente de outros métodos de levantamento, considera que as reparações são parte integrante do exame visual com as degradações. As reparações têm o papel de ocultar um defeito no pavimento de forma provisória ou permanente. Dessa forma, para o método, elas devem ser analisadas segundo os parâmetros de severidade e extensão, como mostra a Tabela 12, para determinação do Índice Global de Degradação (IS).

Tabela 12 - Correção do IS em função da severidade e extensão das reparações

Severidade	Extensão		
	0 à 10%	10 à 50%	>50%
1	0	0	0
2	0	0	+1
3	0	+1	+1

Fonte: Autret, 1991.

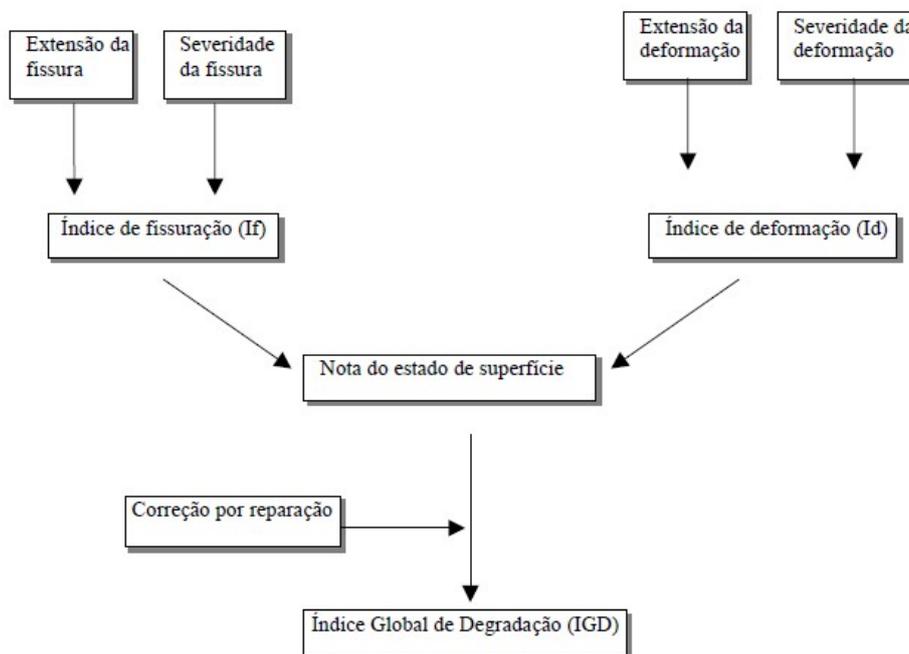
O valor de IS, segundo Autret (1991) varia de 1 a 7. Sendo considerado um estado bom do pavimento, aqueles cujo IS está próximo de 1 e estado ruim, aqueles cujo IS está próximo de 7. Essa classificação do estado de acordo com os valores encontrados do Índice Global de Degradação está representada na Tabela 13. Além disso, o método apresenta um fluxograma, Quadro 3, com as etapas de determinação do Índice, sendo pertinente para consultas rápidas referente ao método.

Tabela 13 - Denominação da categoria do pavimento, segundo o IS, no método Vizir

Índice Global de Degradação	Estado do Pavimento
IS de 1 a 2	Bom
IS de 3 a 4	Médio
IS de 5 a 7	Ruim/Péssimo

Fonte: Autret (1991), adaptado pela autora, 2021.

Quadro 3 - Princípio da determinação do Índice Global de Degradação pelo Método Vizir



Fonte: Autret, 1991.

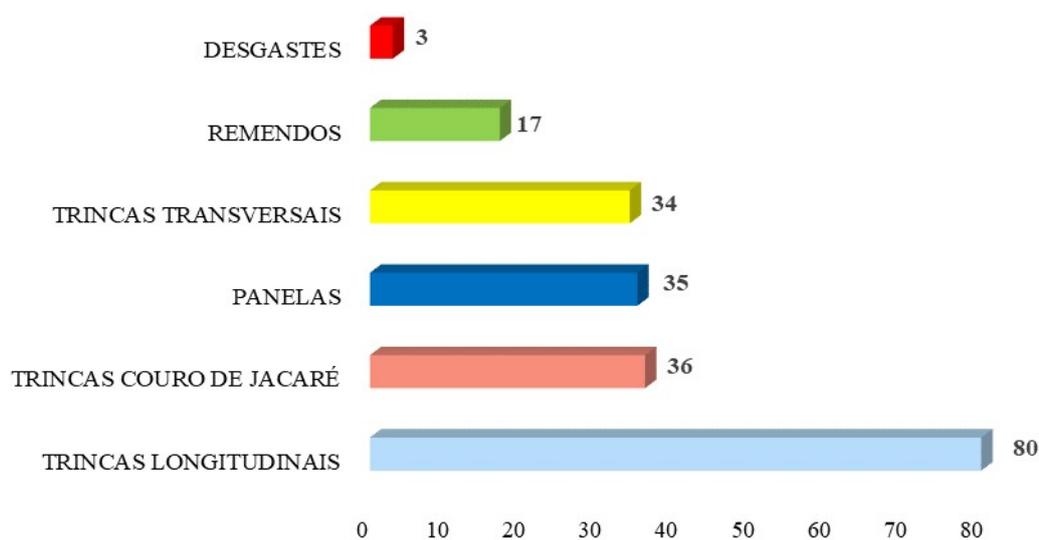
6.5 IDENTIFICAÇÃO DO TRECHO CRÍTICO

Após a classificação dos trechos analisados (a cada 200 m), tanto pelo Método Vizir quanto pelo Método SHRP, é possível, por meio de uma comparação qualitativa, identificar quais trechos podem ser apontados como críticos. Para isso, analisou-se os trechos que demonstraram uma condição superficial do pavimento preocupante, ou seja, os trechos que apresentaram menores notas de ICP para o Método SHRP e maiores notas de IS, para o Método Vizir.

7 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Ao longo da extensão de 1 km do objeto de estudo analisado, foi registrado ao todo 205 defeitos conforme evidenciados no Gráfico 1, estes de extensões, dimensões e severidades diferentes. A maioria dos defeitos, cerca dos 2 mais incidentes, foi representada por trincas em geral. O defeito mais recorrente foi a trinca isolada longitudinal, o qual foi registrado por 80 vezes ao longo do levantamento. O segundo defeito mais presente no trecho em estudo, foi a trinca interligada tipo couro de jacaré, com um total de 36 registros. Na sequência aparecem panela, trinca isolada transversal, remendo e desgaste. Além disso, observou-se que em algumas regiões houve uma combinação de um ou mais defeitos.

Gráfico 1 - Quantidade total de defeitos em 1 km do objeto de estudo



Fonte: Autora, 2021.

Constatou-se também que o defeito trinca couro de jacaré foi a patologia com maior severidade em relação aos demais, pois, dentre o total de 36 registros, de acordo com o Método SHRP, 69% delas receberam uma classificação de severidade média, assim como, de acordo com o Método Vizir, 64% das mesmas trincas receberam uma classificação de severidade alta. Os demais defeitos e suas respectivas distribuições de severidades segundo ambos os métodos podem ser visualizados na Tabela 14.

Tabela 14 – Análise das severidades da quantidade total de defeitos

DEFEITO	SEVERIDADE	QTD SHRP	% SHRP	QTD VIZIR	%VIZIR
DESGASTE	BAIXA	0	0%	0	0%
	MÉDIA	2	67%	2	67%
	ALTA	1	33%	1	33%
	TOTAL	3	100%	3	100%
PANELA	BAIXA	15	43%	5	14%
	MÉDIA	15	43%	15	43%
	ALTA	5	14%	15	43%
	TOTAL	35	100 %	35	100%
REMENDO	BAIXA	10	59%	12	71%
	MÉDIA	6	35%	3	18%
	ALTA	1	6%	2	12%
	TOTAL	17	100%	17	100%
TRINCA COURO DE JACARÉ	BAIXA	6	17%	2	6%
	MÉDIA	25	69%	11	31%
	ALTA	5	14%	23	64%
	TOTAL	36	100%	36	100%
TRINCA LONGITUDINAL	BAIXA	17	21%	23	29%
	MÉDIA	45	56%	35	44%
	ALTA	18	23%	22	28%
	TOTAL	80	100%	80	100%
TRINCA TRANSVERSAL	BAIXA	9	26%	13	38%
	MÉDIA	18	53%	16	47%
	ALTA	7	21%	5	15%
	TOTAL	34	100%	34	100%

Fonte: Autora, 2021.

Nota-se que para o defeito denominado panela (P), houve uma diferença relativamente significativa na comparação entre a caracterização de severidade para ambos os métodos. Atenta-se para o fato de apesar das painelas consideradas com uma severidade a nível médio resultarem em porcentagens similares (43% tanto para o método SHRP quanto para o método Vizir), as painelas que receberam uma classificação como baixa (43% para o SHRP e 14% para o Vizir) e alta (14% para o SHRP e 43% para o Vizir) apresentaram resultados bem distintos, considerando-se os dois métodos.

Isso deve ter ocorrido devido a diferença nos parâmetros de classificação deste tipo de defeito, pois, para o Método SHRP, de acordo com o Manual de Campo do método, são analisadas as profundidades das panelas, sendo estas: Severidade baixa para panela com profundidade menor que 25 mm, severidade média para panela com profundidade entre 25 e 50 mm e severidade alta para panela com profundidade maior que 50 mm. Para o Método Vizir, para a classificação de severidade das panelas, considera-se a quantidade e os intervalos de diâmetros ou dimensões delas. Sendo a classificação de severidade baixa quando a quantidade de panelas for menor que 5 e o diâmetro máximo for de 30 cm. Severidade média quando a quantidade de panelas for de 5 a 10 e o diâmetro estiver entre 30 e 100 cm. E por fim, severidade alta quando a quantidade de panelas for maior que 10 e o diâmetro estiver dentro do mesmo intervalo ou com tamanho superior. Acredita-se que essa distinção na forma de avaliação da severidade desse tipo de defeito em específico, para ambos os métodos, apresentem resultados distintos, conforme apresentados na Tabela 14.

Bem como, conforme observado nos defeitos definidos como remendo (R), os quais apresentaram diferenças expressivas na classificação de severidade. Isso ocorreu sobretudo pela forma como os métodos definem esse tipo de defeito em específico. Para o Método SHRP, a severidade dos remendos é avaliada em função das severidades dos defeitos apresentados pelo remendo. Para o Método Vizir, a classificação da severidade é realizada mediante análise prévia, se a recuperação da superfície está ligada aos defeitos do Tipo A ou B, bem como se possui uma duração satisfatória ou não. Acredita-se que, devido aos critérios de avaliação para esse tipo de defeito no Método Vizir necessita-se de um acompanhamento a longo prazo do pavimento, para entender todo o processo de recuperação do trecho pavimentado, desde antes da sua execução, para compreender e poder avaliar de forma confiável a reparação/remendo presente. Diante do exposto, nesse presente trabalho os remendos foram avaliados de acordo com sua condição superficial, para ambos os métodos.

Assim como, no defeito trinca couro de jacaré (TJ) também houve uma diferença representativa nas classificações das severidades, baixa, média e alta, para ambos os métodos. Da mesma maneira que ocorreu no defeito de panelas, nessa situação específica, as trincas couro de jacaré são classificadas mediante certa subjetividade presente nos métodos. Para o Método SHRP, deve-se analisar a quantidade de trincas conectadas, se há ou não erosão presente nos bordos e se há ou não evidência de bombeamento. Como também, são analisadas suas aberturas, podendo ser menor que 6 mm para severidade baixa, entre 6 e 19 mm para severidade média e aberturas superiores a 19 mm para severidade alta, podendo ter ou não trincas aleatórias adjacentes com severidade média a alta. Para o Método Vizir, são analisadas a existência de malha larga, reduzida ou fechada, com ou sem perda de material, se possui fissuras claramente abertas ou não. Essa subjetividade na classificação, bem como a utilização de parâmetros diferentes para determinar a severidade desse tipo de defeito podem ter sido os agentes causadores dessas discrepâncias nos resultados.

No mais, encontrou-se resultados congruentes nos demais defeitos, sendo eles os desgastes, trincas longitudinais e trincas transversais, pois a forma como estes defeitos são avaliados se assemelham em aspectos gerais como a abertura das trincas e a

qualidade superficial dos desgastes. Acredita-se com isso, ter uma maior confiabilidade, se comparados aos demais que possuem parâmetros divergentes.

Por fim, encontrou-se a nota final de estado de condição superficial de pavimento para o objeto de estudo, o trecho de 1 km da Av. Dr. Antônio Gomes de Barros, sentido praia-shopping, para ambos os métodos (Tabela 15). Isso foi realizado mediante ao cálculo da média aritmética entre as notas obtidas em cada um dos 5 trechos estudados. No Método SHRP, o valor de ICP foi igual a 50,1, correspondendo a uma nota de condição superficial do pavimento como “Regular” e no Método Vizir, o valor de IS foi igual a 3,8, o que equivale a uma condição do pavimento intermediária, classificada como “Médio”.

Tabela 15 – Nota final de estado de condição do pavimento em 1km

SHRP		VIZIR	
ICP	ESTADO	IS	ESTADO
50,1	Regular	3,8	Médio

Fonte: Autora, 2021.

Dessa forma, encontrou-se o mesmo conceito do pavimento por ambos os métodos utilizados, os quais obtiveram resultados qualitativamente similares, classificando-o com uma condição intermediária.

A seguir, serão apresentados os dados coletados em campo em cada um dos 5 trechos, de 200 m cada, considerando a classificação, incidência dos defeitos, bem como sua extensão e severidade, a partir dos métodos SHRP e Vizir para os trechos estudados.

7.1 TRECHO 1

Observou-se no Trecho 1 (0 a 200 m), a presença de aproximadamente 26 defeitos ao longo da sua extensão, sendo eles: panelas (P), remendos (R), trincas isoladas longitudinais curtas e longas (TLC, TLL), trincas isoladas transversais curtas e longas (TTC, TTL), e trincas interligadas tipo couro de jacaré (TJ). Alguns exemplos dos defeitos encontrados estão presentes nas Figura 17 (a,b,c e d), apresentadas a seguir.

Figura 17 – (a) Trinca Couro de Jacaré; (b) Abertura de Trinca Isolada; (c) Remendo; (d) Panela



(a) Trinca Couro de Jacaré



(b) Abertura de Trinca Isolada



(c) Remendo

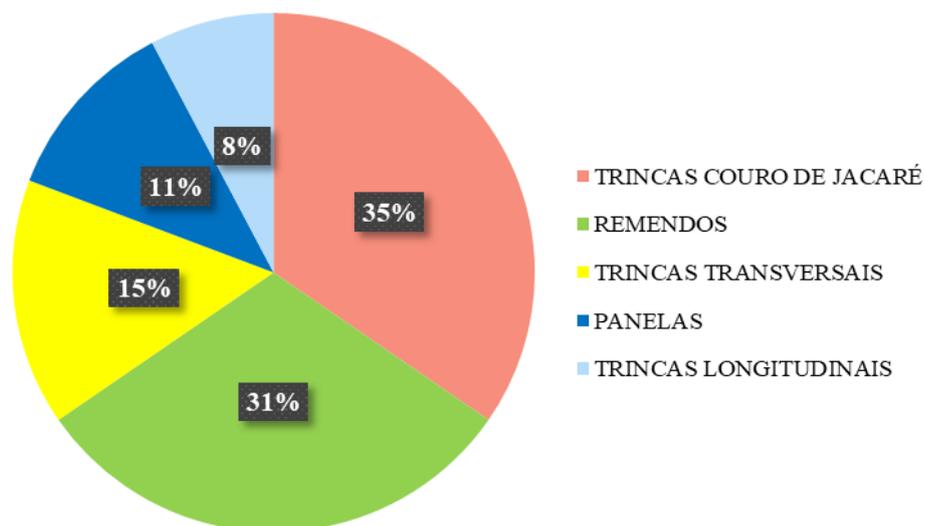


(d) Panela

Fonte: Autora, 2021.

O defeito mais recorrente nesse trecho é a trinca interligada tipo couro de jacaré, representando 35% (9 registros) da quantidade total de defeitos presentes no trecho. Dos defeitos apresentados, a trinca isolada longitudinal foi a que menos incidiu, correspondendo apenas a 8% (2 registros). A distribuição dos defeitos observados no Trecho 1 está representada no Gráfico 2.

Gráfico 2 - Distribuição dos defeitos presentes no Trecho 1



Fonte: Autora, 2021.

De acordo com o Método SHRP, o Trecho 1 apresentou 50% dos defeitos com severidade igual a 1, o que corresponde a um nível de severidade baixa, 42% correspondendo a um nível de severidade média e 8% a um nível de severidade alta. Após os cálculos de acordo com a metodologia do método, encontrou-se uma nota geral (ICP) do pavimento analisado nesse trecho de 45,6, que, de acordo com o a Tabela 11, pode ser caracterizado com um estado do pavimento em um nível “Regular”.

Fazendo a mesma análise considerando o Método Vizir, o mesmo trecho apresentou 42% dos defeitos com nível de severidade baixa, 35% com nível de severidade média e 23% com nível severidade alta. Após encontrar os respectivos índices presentes no método, a nota final do pavimento analisado (IS) foi igual a 3, que de acordo com a Tabela 13, corresponde a uma classificação do estado superficial do pavimento em um nível “Médio”.

Entende-se que a classificação do estado geral do pavimento no trecho em estudo, encontrado em cada um dos métodos, de acordo com: (i) seus parâmetros de avaliação para cada tipo de defeito e (ii) níveis diferentes de severidade a partir de indicadores diferentes, foram convergentes, tendo em vista que qualitativamente os resultados foram similares.

7.2 TRECHO 2

No Trecho 2 (200 a 400 m), encontrou-se um total de 34 defeitos, sendo estes os mesmos do Trecho 1. Além disso, é válido salientar que ao final do trecho, observou-se que houve um recapeamento recente do pavimento de aproximadamente 30 m de extensão, o que pode ter influenciado da nota final condizente com a realidade, ao se considerar toda a superfície da área correspondente ao Trecho 2.

Como também, encontrou-se um trecho isolado (Figura 18) devido a serviços diversos que compromete a utilização daquela área pelos usuários, bem como impossibilita o dimensionamento da influência dessa situação para definição da condição final do pavimento nesse trecho. Nas proximidades, notou-se também a presença de escorregamento asfáltico ao redor de um poço de visita. Acredita-se que esses fatos influenciam na nota final da via nesse trecho em específico, tendo em vista que, ao desconsiderá-los durante os cálculos, por não se conseguir mensurá-los, não se terá uma nota que condiga de fato com a realidade apresentada.

Alguns exemplos dos defeitos encontrados nesse trecho podem ser visualizados nas Figura 19 (a, b, c e d).

Figura 18 – Trecho interrompido no Trecho 2 da via



Fonte: Autora, 2021.

Figura 19 – (a) Trinca Couro de Jacaré; (b) Trinca com ramificações; (c) Remendo; (d) Panela



(a) Trinca Couro de Jacaré



(b) Trinca com ramificações



(c) Remendo

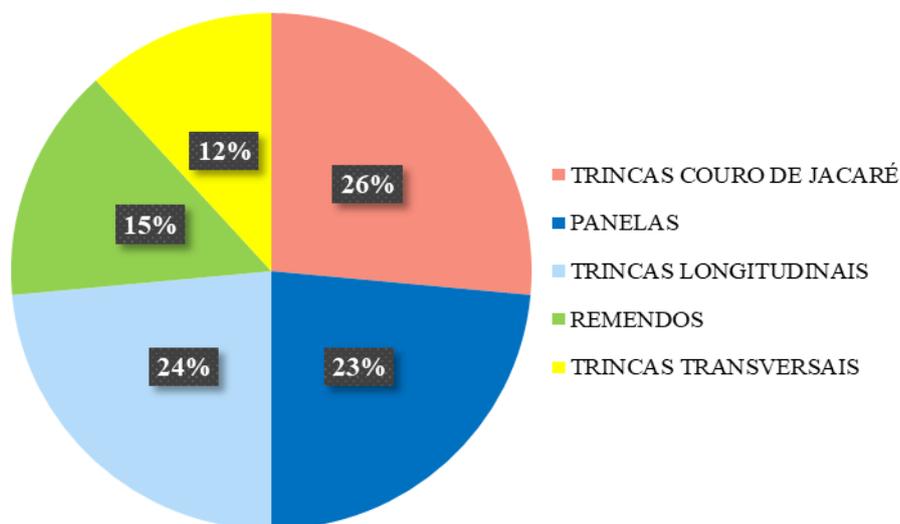


(d) Panela

Fonte: Autora, 2021.

Após análise dos dados, constatou-se que o defeito mais recorrente no Trecho 2 foi a trinca interligada tipo couro de jacaré, assim como no Trecho 1, com aproximadamente 26% (9 registros) em relação aos defeitos totais para esse trecho. No entanto, nota-se um equilíbrio com outros dois tipos de patologias, as panelas (P), com uma recorrência de 23% (8 registros), e as trincas isoladas longitudinais (TL), com aparição de 24% (8 registros), como mostra o Gráfico 3. Nessa situação, o defeito que menos apareceu foi a trinca isolada transversal, representado por apenas 12% (4 registros).

Gráfico 3 - Distribuição dos defeitos presentes no Trecho 2



Fonte: Autora, 2021.

Segundo os resultados obtidos pelo Método SHRP, os defeitos presentes no Trecho 2 apresentaram uma predominância de severidade 2, ou seja, com um nível médio de gravidade. Essa severidade representou cerca de 53% dos totais de defeitos presentes, a partir dos indicadores do método. A nota final do pavimento (ICP) para esse trecho em análise foi de 58,3, categorizando o pavimento com uma condição superficial “Regular”.

Ao aplicar o Método Vizir, verificou-se que a severidade 3, ou seja, alta, foi a mais observada nas patologias presentes. A porcentagem de defeitos que receberam um nível de severidade alta foi próxima de 56%, em relação ao total. O resultado da nota final do pavimento (IS) de acordo com o método foi de 5, categorizando o pavimento nesse trecho com um estado superficial “Ruim a Péssimo”.

Ao comparar os resultados obtidos por ambos os métodos, constata-se que devido à avaliação na severidade do estado dos defeitos ser de considerada, na maioria dos casos, com um alto nível de gravidade, no Método Vizir, é coerente que a nota final do pavimento seja representada por uma condição pior, em comparação com a maioria de classificação de nível de gravidade intermediária, considerada uma severidade média, no Método SHRP. Assim como, salienta-se que a nota de 5 no Método Vizir é o limite inferior do intervalo de nota que classifica o pavimento com um estado “Ruim a Péssimo”.

7.3 TRECHO 3

No Trecho 3 (400 a 600 m), encontrou-se um total de 52 defeitos no pavimento, sendo eles: desgaste (D), panelas (P) e trincas transversais, longitudinais e interligada tipo couro de jacaré (TT, TL e TJ), respectivamente. Algumas amostras dos defeitos presentes no Trecho 3 podem ser observadas nas Figura 20 (a, b, c e d). Pôde-se perceber nesse trecho a presença de miscelânea de defeitos, sendo na maior parte das vezes a junção de duas patologias diferentes, por exemplo.

Figura 20 – (a) Panela e Trinca Couro de Jacaré; (b) Panela e Trinca Longitudinal; (c) Trinca Couro de Jacaré



(a) Panela e Trinca Couro de Jacaré



(b) Panela e Trinca Longitudinal

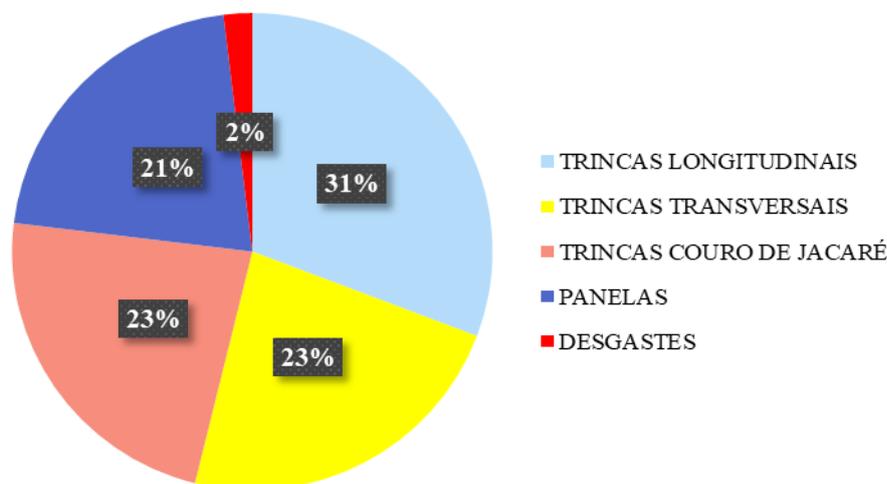


(c) Trinca Couro de Jacaré

Fonte: Autora, 2021.

Em seguida, ao analisar o levantamento de defeitos neste trecho, notou-se que a quantidade de cada tipo se encontra distribuída de forma similar, sendo 31% (16 registros) de trincas longitudinais, 23% (12 registros) de trincas transversais e a mesma porcentagem para as trincas interligadas tipo couro de jacaré. Além disso, foi observado nesse trecho a presença de desgaste em uma determinada região, com desprendimento de agregados da mistura asfáltica. Um outro diferencial do trecho em relação aos demais é que não houve a presença de remendos ou reparações notáveis. A distribuição dos defeitos pode ser vista no Gráfico 4.

Gráfico 4 - Distribuição dos defeitos presentes no Trecho 3



Fonte: Autora, 2021.

Após aplicação do Método SHRP, o Trecho 3 evidenciou porcentagens similares para as severidades 1 e 2, condições as quais classificam o estado dos defeitos com um nível baixo e médio de gravidade. Cerca de 40% das patologias foram consideradas com nível de severidade baixa ou média, de acordo com o Método SHRP, e os outros 19% receberam uma classificação de severidade alta, ou seja, defeitos com gravidade maior. A nota final do pavimento (ICP) nesse trecho foi de 56,7, o que corresponde a uma classificação do estado superficial do pavimento como “Regular”.

Em relação ao Método Vizir, houve um predomínio da severidade avaliada como média, correspondendo a 42% dos casos. Após a aplicação dos índices de fissuração e deformação, obteve-se uma nota final (IS) de 3, com uma classificação do estado do pavimento com uma qualidade “Médio”. Destaca-se que, nesse trecho em específico, não verificou-se a aparição de remendos ou reparações. Quando esse fato acontece, o índice de correção é nulo e assim a nota final de IS é equivalente a encontrada apenas com os índices de fissuração e deformação.

Ao comparar os resultados obtidos pelos dois métodos, nota-se uma similaridade na observância de defeitos com classificação de severidade alta, equivalendo em torno de 19%, tanto para o Método SHRP quanto para o Método Vizir. Além disso, a categorização final da via nessa localidade também foi convergente para um estado de condição do pavimento considerado mediano.

7.4 TRECHO 4

Neste trecho (600 a 800 m), foi possível localizar em torno de 45 defeitos no pavimento, sendo estes os mesmos encontrados nos demais trechos. As Figura 21 (a, b, c e d) retratadas a seguir, mostram alguns exemplos da situação superficial do pavimento nesses pontos de falha.

Figura 21 – (a) Panela com Desgaste; (b) Trinca Couro de Jacaré; (c) Trincas Longitudinais



(a) Panela com Desgaste



(b) Trinca Couro de Jacaré

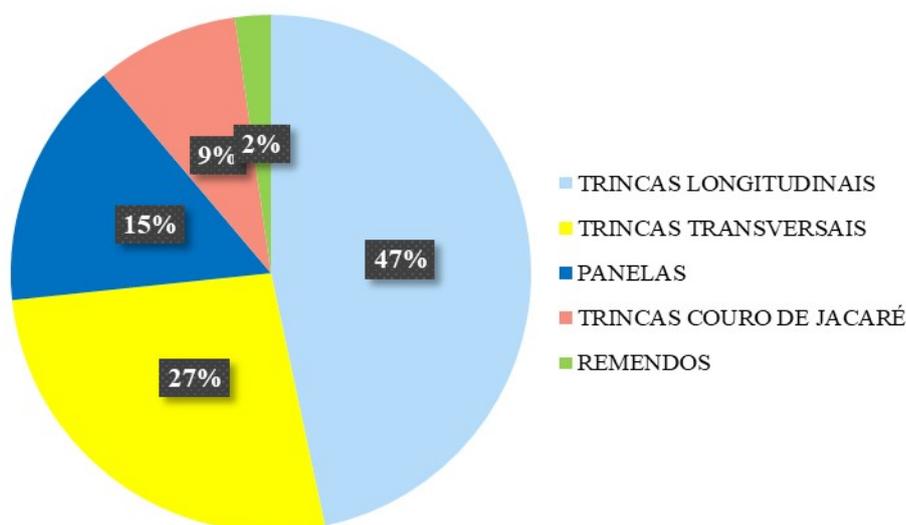


(c) Trincas Longitudinais

Fonte: Autora, 2021.

No Trecho 4, o defeito mais incidente foi as trincas longitudinais, equivalendo a 47% (21 registros) do total e o defeito menos recorrente sendo o defeito de reparação, os remendos, sendo esses correspondentes a apenas 2% (1 registro) dos defeitos. Além disso, foi possível observar a presença de patologias combinadas e de desgaste nas extremidades de alguns defeitos presentes no trecho. No entanto, ressalta-se que a grande maioria dos defeitos apresentaram extensões que podem ser consideradas pequenas se comparadas as demais extensões dos defeitos encontrados em outros trechos. A distribuição geral dos defeitos no trecho em análise está apresentada no Gráfico 5.

Gráfico 5 - Distribuição dos defeitos presentes do Trecho 4



Fonte: Autora, 2021.

Após a aplicação do Método SHRP, foi evidenciado que a maioria dos defeitos apresentados no Trecho 4 receberam uma avaliação de nível de severidade dos defeitos igual a 2, ou seja, severidade média, de 67%. Os demais se distribuíram entre as severidades baixa e alta, com 16% e 18%, respectivamente. Notou-se, apesar disso, que o pavimento recebeu uma nota final de ICP equivalente a 61,6, a qual o classifica com um estado de condição superficial classificada como “Bom”. No entanto, destaca-se que a nota (ICP) está muito próxima ao limite superior do intervalo que categoriza o pavimento com um estado de condição superficial categorizada como “Regular”, representado pela nota 60, conforme apresentado na Tabela 11.

Logo após, ao se calcular a nota final do pavimento em relação ao Método Vizir, encontra-se que a maior parte dos defeitos também foram categorizados com uma severidade a nível médio, correspondendo a 51% do total. E, após a aplicação dos índices de fissuração e deformação, a nota final do pavimento (IS) no trecho em estudo foi de 3, classificando o pavimento com um estado de condição superficial “Médio”.

Ao comparar os resultados obtidos pelos métodos, acredita-se ser coerente as notas finais de condição superficial dos pavimentos no Trecho 4, tanto pela incidência de defeitos quanto pelos níveis de severidade apresentados, pois, em ambos se encontra uma situação parecida, a qual apresenta condições semelhantes de estado final, mesmo com uma classificação rígida divergente. Ou seja, apesar do resultado encontrado pelo Método SHRP ser considerado como “Bom”, na prática sua nota encontra-se na limiaridade da condição mediana, conforme explicita a nota de condição superficial considerada qualitativamente como “Médio”, no Método Vizir.

7.5 TRECHO 5

No Trecho 5 (800 a 1000 m), foram registrados 48 defeitos, sendo estes os mesmos encontrados nos demais trechos. Algumas amostras dos defeitos presentes no Trecho 5 podem ser observadas nas Figura 22 (a, b ,c e d).

Figura 22 – (a) Panela; (b) Trinca Longitudinal; (c) Painelas; (d) Trinca Couro de Jacaré



(a) Panela



(b) Trinca Longitudinal



(c) Painelas

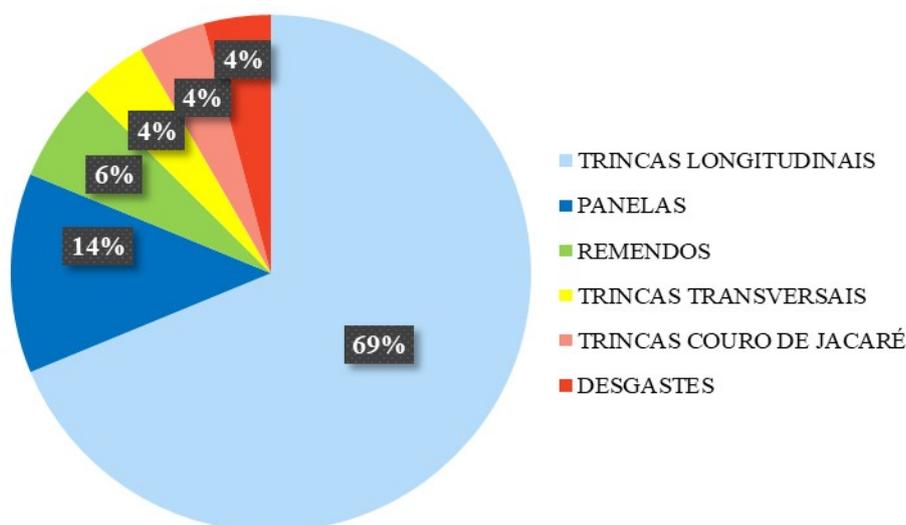


(d) Trinca Couro de Jacaré

Fonte: Autora, 2021.

Nesse último trecho, o defeito mais presente foram as trincas longitudinais (TL), representando quase 70% (33 registros) do total de defeitos registrados. As demais patologias se distribuem nos outros 20%, sendo estas, na ordem decrescente de quantidade de registro: painelas (P), remendos (R), trincas transversais (TT), trincas tipo couro de jacaré (TJ) e desgastes (D). A distribuição geral dos defeitos no trecho em análise está apresentada no Gráfico 6.

Gráfico 6 - Distribuição dos defeitos presentes do Trecho 5



Fonte: Autora, 2021.

De acordo com o Método SHRP, o Trecho 5 apresentou 65% dos defeitos com uma severidade considerada média, 29% com uma severidade alta e apenas 6% com severidade considerada como baixa. A nota final da condição do pavimento (ICP) no trecho estudado foi de 28,5, o que segundo o método, classifica o pavimento com um estado definido como “Ruim”.

Assim como, de acordo com o Método Vizir, aproximadamente 48% dos defeitos registrados receberam uma classificação de severidade alta, 42% com nível de severidade média e apenas 10% foram categorizadas com uma severidade a nível baixo. Dessa forma, após aplicação dos índices presentes no método, encontrou-se uma nota final de condição de pavimento (IS) igual a 5, a qual define o trecho com uma condição “Ruim a péssimo”.

Dessa forma, encontra-se uma convergência nos resultados obtidos, tendo em vista que, a maior parte das severidades dos defeitos registrados por ambos os métodos foi definida como elevada e média. Dessa forma, é coerente que a classificação de uma condição superficial de pavimento tida como “Ruim” tanto para o Método SHRP quanto para o Método Vizir.

7.6 TRECHO CRÍTICO

Ao realizar uma análise geral dos resultados obtidos em cada um dos trechos, conforme apresentado na Tabela 16, nota-se que a maioria dos resultados sobre o estado final de condição do pavimento está coerente quanto a comparação dos métodos aplicados. Além disso, pode-se definir que, de acordo com as classificações obtidas por meio das notas de ICP e de IS, o Trecho 5 foi o que apresentou maior criticidade para ambos os métodos.

Tabela 16 - Resumo das notas finais dos pavimentos nos 5 trechos em estudo

TRECHO	EXTENSÃO	ICP	ESTADO SHRP	IS	ESTADO VIZIR
1	0 – 200 m	45,6	Regular	3	Médio
2	200 – 400 m	58,3	Regular	5	Ruim a Péssimo
3	400 – 600 m	56,7	Regular	3	Médio
4	600 – 800 m	61,6	Bom	3	Médio
5	800 – 1000 m	28,5	Ruim	5	Ruim a Péssimo

Fonte: Autora, 2021.

Para o Método SHRP, o trecho que apresentou uma maior criticidade foi o Trecho 5, o qual apresentou uma nota final de condição de pavimento (ICP) de 28,5, a qual classifica o pavimento em um estado de condição superficial “Ruim”. Chegou-se nessa classificação em decorrência especialmente do registro de defeitos com severidades elevadas, sendo estas a maioria (correspondendo a 65% do total de patologias registradas no trecho).

Acredita-se que isso ocorreu devido principalmente à presença dos seguintes defeitos: trincas em geral com extensões consideráveis (grande parte acima de 3 m) e com aberturas consideradas severas (entre 20 e 40 mm), remendo (Figura 23) com dimensões significativas (2,48 m de largura por 5 m de comprimento), como também desgaste (Figura 24) com dimensões elevadas (2,25 m de largura por 4,7 m de comprimento) com a presença de agregados graúdos aparentes.

Esses fatos, de acordo com o Método SHRP, caracterizam um estado de degradação na sua superfície e contribuem significativamente com uma nota baixa de ICP.

Figura 23 – Remendo no Trecho 5



Fonte: Autora, 2021.

Figura 24 – Desgaste no Trecho 5



Fonte: Autora, 2021.

No Método Vizir, o Trecho 5 também apresentou maior criticidade. O trecho em questão recebeu uma nota de IS de 5 e foi categorizado com um estado “Ruim ou Péssimo”. Além disso, destaca-se que, apesar do Trecho 2 também receber a mesma classificação, notou-se que a porcentagem de defeitos registrados com severidade baixa e média foram similares (cerca de 23 e 21%, respectivamente) para esse trecho, o que não ocorreu no Trecho 5. Neste último trecho, encontrou-se apenas 10% dos defeitos registrados com severidade baixa, sendo o restante, a grande maioria com (90% do total de patologias encontradas) classificadas com severidade média e alta.

Além disso, entende-se que o Trecho 5 apresentou maior criticidade sobretudo por causa da alta incidência de defeitos classificados com severidade alta, aproximadamente metade dos defeitos registrados. Dentre esses defeitos, de acordo com o Método Vizir, a maioria deles foram as trincas isoladas longitudinais, seguidas das panelas e trincas couro de jacaré. Isso ocorreu porque as trincas longitudinais (65% do total de defeitos registrados com alta severidade no método) apresentaram aberturas consideráveis. As panelas (17% dos defeitos registrados com severidade alta) apresentaram certo nível de desgaste superficial, além de profundidades consideráveis. As trincas couro de jacaré (9%) apresentaram aberturas significativas, bem como extensões notáveis, em comparação as dimensões dos demais defeitos que receberam classificações de severidade inferiores.

7.7 COMPARAÇÃO ENTRE OS MÉTODOS

Apesar dos métodos SHRP e Vizir utilizarem os mesmos indicadores, sendo estes extensão/área e severidade de defeitos, eles dispõem de parâmetros diferentes no critério de escolha das gravidades e de notas finais. Dessa forma, um mesmo defeito pode ter recebido uma classificação de baixa severidade por um método e média ou alta para o outro. Um outro fator a ser levantado em conta é que a análise realizada pelo Método Vizir depende em partes da subjetividade do avaliador no momento do tratamento dos dados, como é o caso dos remendos (reparações ou tapa-buracos), trincas interligadas tipo couro de jacaré (trincas por fadiga), trincas isoladas longitudinais (fissuras longitudinais) e desgastes.

Essas observações explicam o fato de que, em alguns trechos, houve uma divergência entre as classificações qualitativas obtidas por cada um dos métodos, como é o caso do Trecho 2, que para o Método SHRP tem-se o nível de condição do estado do pavimento considerado “Regular”, e para o Métodos Vizir “Ruim a Péssimo”. Isso ocorreu devido à subjetividade na avaliação do defeito trinca couro de jacaré, pois para o Método Vizir 78% receberam uma classificação de severidade alta, enquanto para o Método SHRP nenhum deste tipo de defeito recebeu a mesma classificação, sendo a maioria (89%) considerada com uma severidade média.

Assim como, no Trecho 4 encontra-se uma divergência na classificação final da condição de pavimento pelos dois métodos. No entanto, ressalta-se que a nota de ICP equivalente a 61,6, para o Método SHRP, a qual o classifica o pavimento com um estado “Bom”, encontra-se muito próxima ao limite superior do intervalo que categoriza o pavimento com um estado de condição superficial categorizada como “Regular”, representado pela nota 60.

Essas diferenças podem também estar associadas ao fato de que o levantamento foi realizado por um único avaliador.

8 CONCLUSÕES

Após a análise dos dados, notou-se que de fato, apenas observar a quantidade ou incidência de defeitos não é suficiente para determinar se um trecho é ou não crítico. Ressalta-se a importância da aplicação de métodos de avaliação visual para entender qual é de fato a condição superficial do pavimento, analisando suas particularidades e preferencialmente, segmentando o objeto de estudo em trechos. Com isso, pode-se encontrar uma nota final de condição de pavimento mais representativa com a realidade.

Observou-se que a análise da severidade dos defeitos é de suma importância pois interfere diretamente na nota final deste, pois, sabe-se que na prática, defeitos que apresentam pior estado na sua superfície, interferem mais no conforto de rolamento dos usuários da via.

No Método SHRP, encontrou-se que nota final do estado do pavimento para 1 km do objeto de estudo foi de 50,1, classificando a via como “Regular”. No Método Vizir, encontrou-se a nota final do estado do pavimento de 3,8, o classificando com um estado de condição superficial considerado “Médio”. Logo, nota-se que, considerando o toda a extensão do objeto de estudo, obteve-se a mesma classificação do estado final do pavimento para ambos os métodos em estudo.

Além disso, observou-se que o Trecho 5 foi considerado como o trecho crítico, tanto para o Método SHRP quanto para o Método Vizir. De acordo com o Método SHRP, isso ocorreu devido à existência de trincas com extensões e aberturas eminentes, assim como a presença de um remendo com dimensões significativas e desgastes com dimensões elevadas e com alta severidade. E para o Método Vizir, isso ocorreu devido principalmente a grande maioria dos defeitos apresentarem severidade média e severidade alta, sendo apenas 10% das patologias encontradas consideradas com baixo nível de severidade.

Após revisão bibliográfica, estudo, levantamento em campo, memorial de cálculo e análise dos resultados obtidos, conclui-se, após uma comparação qualitativa, que no presente trabalho o Método SHRP demonstra maior confiabilidade nas classificações do pavimento em decorrência da objetividade utilizada durante a determinação da gravidade dos defeitos, se comparados com o Método Vizir. Isso se dá porque em algumas situações esse segundo método demonstra dependência da forma como o avaliador irá qualificar o defeito mediante as recomendações.

Dessa forma, entende-se que há subjetividade nos critérios de definição da gravidade de patologias no Método Vizir. Acredita-se que uma forma de melhorar essa confiabilidade na análise, em decorrência de falta de valores ou intervalos precisos de classificação da severidade de alguns defeitos, seria uma análise coletiva de alguns avaliadores treinados, para que o resultado seja mais coerente e significativo.

Além disso, constata-se que os métodos escolhidos são de fato tangíveis de serem aplicados a nível de projeto, em trechos urbanos pavimentados. Ambos encontraram

classificações semelhantes e que são de certo modo, congruentes com o que é perceptível por usuários do trecho.

Assim como, a partir dos resultados gerais obtidos pela segmentação em trechos, comprovou-se o que foi estudado no começo do trabalho: não basta apenas quantificar os defeitos presentes em uma via, levando em conta que trechos com uma menor quantidade de defeitos demonstraram ser mais críticos que trechos com uma quantidade maior. Há a necessidade de se aplicar métodos que utilizem como critérios de avaliação, a análise da severidade e da extensão das patologias, para entender como o nível de deterioração dos defeitos influenciam na nota final do pavimento.

9 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Sugere-se que, se for possível realizar uma interdição da via, segmentar os trechos em extensões menores pois, é possível que em seções de maiores extensões encontre-se uma maior dificuldade no levantamento de dados, o que acarreta em uma confiabilidade menor. Dessa forma, recomenda-se realizar a mesma análise com o trecho estaqueado a cada 20 m, conforme recomenda a norma DNIT 006/2003 – PRO.

Assim como, devido a falha na objetividade de análise e classificação da severidade de alguns defeitos pelo Método Vizir, sugere-se que haja a participação de alguns avaliadores para verificar se a classificação final da gravidade de cada tipo de defeito é convergente e assim encontre-se uma categorização de estado final do pavimento mais representativa e condizente com a realidade.

Além disso, recomenda-se que caso possível, aplique estes ou outros métodos de avaliação superficial de pavimentos no mesmo trecho do objeto de estudo, atrelados à aplicação de métodos de avaliação objetivas ou estrutural de pavimentos, com o uso de equipamentos e comparar os resultados. Essa avaliação adicional é importante para validação dos métodos de avaliação visual de pavimentos.

REFERÊNCIAS

- AASHTO, American Association of State Highway and Transportation Officials. **Guide for design of pavement structures**. Washington, 1993.
- AUTRET, P. e J.L. Brousse. **VIZIR, Método com apoio de computador para a estimativa das necessidades de conservação de uma rede rodoviária**. Laboratoires Central des Ponts et Chaussées, LCPC. France, 1991.
- AZAMBUJA, A. R. **Pavimentos Asfálticos: Análise de Patologias da Repavimentação de trechos devido a obras de rede de esgoto sanitário**. 2009. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2009.
- BALBO, J. T. **Pavimentação Asfáltica: Materiais, projetos e restauração**. São Paulo, Ed. Oficina de Textos, 560 p., 2007.
- BARROS, R. **Assessing Composite Distress Evaluations**. In Transportation Research Record 1311. Transportation Research Board. Washington, 1991.
- BENEVIDES, S. A. S. **Modelos de desempenho de pavimentos asfálticos para um sistema de gestão de rodovias estaduais do Ceará**. (Tese de Doutorado). COPPE, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2006.
- BERNUCCI, L. B.; MOTTA, L. M. G.; CERATTI, J. A. P.; SOARES, J. B. **Pavimentação asfáltica: Formação básica para engenheiros**. PETROBRAS: ABEDA, 500 p., Rio de Janeiro, 2006.
- CHEN. X.; WEISSMANN, J.; DOSSEY, T.; HUDSON, W.R. “**URMS: Graphical Urban Roadway Management System at Network Level**”. Transportation Research Record No 1397. 1993. 103-111.
- CNT (2018) **Anuário CNT do Transporte 2018, Estatísticas Consolidadas**. Confederação Nacional do Transporte. SEST/SENAT. Disponível em <http://www.http://anuariodotransporte.cnt.org.br/2018>. Acesso em 03/11/2020.
- CNT (2019) **Pesquisa CNT de Rodovias 2019, Relatório Gerencial**. Confederação Nacional do Transporte. SEST/SENAT. 236 p. Brasília, 2019.
- CRONEY, D. **The design and performance of road pavements**. London: Her Majesty's Stationery Office, 1977.
- DNER (1998) **Manual de reabilitação de pavimentos asfálticos**. Departamento Nacional de Estradas de Rodagem. Ministério dos Transportes, 1998.
- DNIT (2006) **Manual de restauração de pavimentos asfálticos**. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. Instituto de Pesquisas Rodoviárias (IPR Publ., 720 p. 314). Rio de Janeiro.

DNIT 005 (2003) – TER **Defeitos nos pavimentos asfálticos - terminologia**. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. Instituto de Pesquisas Rodoviárias. Rio de Janeiro.

DNIT 006 (2003) – PRO **Avaliação objetiva da superfície de pavimentos flexíveis e semi-rígidos**. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. Instituto de Pesquisas Rodoviárias. Rio de Janeiro.

FERNANDES, Jr.; LEOMAR, J.; ODA, S.; ZERBINI, L. F. **Defeitos e atividades de manutenção e reabilitação em pavimentos asfálticos**. Departamento de Transportes – STT – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, Estado de São Paulo, Brasil. 1999.

FERNANDES Jr., LEOMAR, J.; ODA, S.; ZERBINE, L. F.. **Defeitos e atividades de manutenção e reabilitação em pavimentos asfálticos**. 101 f. Gráfica da Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006.

FERNANDES Jr., J. L., MARGARIDO, S.A & ZERBINI, L.F. **Priorização em Sistemas de Gerência de Pavimentos Urbanos**. Anais da 7ª Reunião de Pavimentação Urbana. São José dos Campos – São Paulo – Brasil. 26 a 28 de junho de 1996.

FIESP, **Departamento da Indústria da Construção. Pavimento de vias no Brasil: infraestrutura de transportes terrestres rodoviários e cadeias produtivas da pavimentação**. São Paulo: FIESP, 2017. 70 p.

GORDON, R. et al. **Condition Rating Methods for Pavement Management Systems**. In Pavement Systems Management Workshop. Albany. Australia, 1985.

GRIVAS, D. A. et al. **Distress Survey Methodology of the New York State Thruway Authority's Pavement Management System**. In Transportation Research Record 1311. Transportation Research Board. Washington, 1991a.

HAAS. R.; HUDSON, W. R.; ZANIEWSKI, J. **Modern Pavement Management**. Krieger Publishing Company. Malamar, Florida 1994.

HAIRDER, S. W. et al. Impact of Pavement Monitoring Frequency on Pavement Management System Decisions. **Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board**, n. 2225, p. 43-55, 2011.

MEDINA, Jaques. **Mecânica dos Pavimentos**. Rio de Janeiro, Ed. UFRJ, 1997.

PÁEZ, E. M. A. **Índice de Condição do Pavimento (ICP) para aplicação em Sistemas de Gerência de Pavimentos Urbanos**. 2015. 151 f. Dissertação (Mestrado). Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2015.

PRESTES, M. P. **Métodos de Avaliação Visual de Pavimentos Flexíveis – Um Estudo Comparativo**. 2001. 146 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia – Ênfase em Transportes). Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2001.

QUEIROZ, C. A. V. **Modelos de previsão do desempenho para gerência de pavimentos no Brasil**. Ministério dos Transportes, Brasília, 366 p., 1984.

RIBEIRO, T. P. **Estudo descritivo das principais patologias em pavimento flexível.** Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento. Edição 04. Ano 02, Vol. 01. pp 733-754. 2017.

SANTOS, C. R. G. **Dimensionamento e análise do ciclo de vida de pavimentos rodoviários: uma abordagem probabilística.** 2011. Tese (Doutorado) – Escola Politécnica, Departamento de Engenharia de Transportes, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2011.

SHAHIN, M. Y. **Pavement Management for Airports, Roads and Parking Lots. :** Chapman & Hall, second. New York, 596 p., 2005.

SHRP (1993) Distress Identification Manual for the Long-Term Pavement Performance Project. **Strategic Highway Research Program.** National Academy of Science. Washington, DC.

VALENTE, A. M.; NOVAES, A. G.; PASSAGLIA, E.; VIEIRA, H. **Gerenciamento de transporte e frotas.** 2. Ed. São Paulo: Cengage Learning, 2008.

YSHIBA, J. K. **Modelos de previsão de desempenho: estudos de rodovias do Estado do Paraná.** (Tese de Doutorado). Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2003.

ZANCHETTA, F. **Aquisição de dados sobre a condição dos pavimentos visando a implementação de Sistemas de Gerência de Pavimentos Urbanos.** 2005. 121 f. Dissertação (Mestrado). Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2005.

Dados do Trecho 2

TRECHO 2: 200 - 400 m							
DEFEITO	LARGURA (m)	COMPRIMENTO (m)	PROFUNDIDADE (mm)	ABERTURA (mm)	ÁREA (m²)	SEVERIDADE SHRP	SEVERIDADE VIZIR
TJ1	1,3	4,3	-	7,5	5,59	MÉDIA	ALTA
TLL1	-	1,1	-	10	-	MÉDIA	BAIXA
TLL2	-	1,7	-	4	-	BAIXA	BAIXA
P1	0,4	2,68	55	-	1,072	ALTA	ALTA
TTL1	-	1,7	-	10	-	MÉDIA	ALTA
TTL2	-	2,9	-	5	-	BAIXA	MÉDIA
TTL3	-	4,1	-	7	-	MÉDIA	ALTA
TJ2	2,2	4,6	-	5	10,12	BAIXA	MÉDIA
TLL3	-	3,1	-	4	-	BAIXA	MÉDIA
TJ3	0,65	5,3	-	10	3,445	MÉDIA	ALTA
R1	1,8	3,7	-	-	6,66	MÉDIA	MÉDIA
P2	0,29	0,88	35	-	0,2552	MÉDIA	ALTA
TJ4	0,88	5,9	-	15	5,192	MÉDIA	ALTA
R2	1,18	4,6	-	-	5,428	MÉDIA	BAIXA
R3	2,2	1,42	-	-	3,124	BAIXA	BAIXA
R4	1,8	2,4	-	-	4,32	BAIXA	BAIXA
P3	0,32	3,4	20	-	1,088	BAIXA	ALTA
TJ5	0,9	1,1	-	7	0,99	MÉDIA	MÉDIA
P4	0,29	0,52	30	-	0,1508	MÉDIA	ALTA
P5	0,38	0,83	30	-	0,3154	MÉDIA	ALTA
TTL4	-	2,6	-	6	-	BAIXA	BAIXA
TJ6	1,3	0,64	-	16	0,832	MÉDIA	ALTA
TJ7	0,77	1,2	-	10	0,924	MÉDIA	ALTA
P6	D = 1 M	-	120	-	0,785	ALTA	ALTA
TJ8	0,4	1,51	-	11	0,604	MÉDIA	ALTA
TLL4	-	3,8	-	5	-	BAIXA	MÉDIA
TLL5	-	1,54	-	5	-	BAIXA	BAIXA
TJ9	0,7	1,43	-	15	1,001	MÉDIA	ALTA
TLL6	-	2,89	-	5	-	BAIXA	MÉDIA
P7	0,26	0,41	20	-	0,1066	BAIXA	ALTA
P8	D = 0,35	-	20	-	0,0961625	BAIXA	ALTA
TLL7	-	3,7	-	20	-	ALTA	ALTA
TLL8	-	3,27	-	17	-	MÉDIA	ALTA
R5	0,81	1,14	-	-	0,9234	MÉDIA	BAIXA

Fonte: Autora, 2021.

Dados do Trecho 3

TRECHO 3: 400 - 600 m							
DEFEITO	LARGURA (m)	COMPRIMENTO (m)	PROFUNDIDADE (mm)	ABERTURA (mm)	ÁREA (m²)	SEVERIDADE SHRP	SEVERIDADE VIZIR
TLL1	-	1,2	-	12	-	MÉDIA	ALTA
TLL2	-	3,8	-	20	-	ALTA	ALTA
P1	0,38	0,64	40	-	0,2432	MÉDIA	MÉDIA
TLL3	-	1,1	-	5	-	BAIXA	BAIXA
TLC4	-	0,89	-	30	-	ALTA	BAIXA
TLC5	-	0,73	-	2	-	BAIXA	BAIXA
TLL6	-	1,07	-	2	-	BAIXA	BAIXA
TJ1	1,03	2,9	-	20	2,987	ALTA	ALTA
TJ2	1,38	0,7	-	10	0,966	MÉDIA	MÉDIA
DE1	0,64	1,7	-	-	1,088	MÉDIA	MÉDIA
P2	0,26	0,33	20	-	0,0858	BAIXA	MÉDIA
P3	0,27	0,39	20	-	0,1053	BAIXA	MÉDIA
TJ3	0,7	4,7	-	12	3,29	MÉDIA	ALTA
TJ4	1,3	3	-	10	3,9	MÉDIA	ALTA
P4	0,44	0,5	15	-	0,22	BAIXA	MÉDIA
P5	1,39	1,04	30	7	1,4456	MÉDIA	ALTA
TJ5	1,24	1,5	-	-	1,86	ALTA	MÉDIA
TLL7	-	1,9	-	5	-	BAIXA	BAIXA
TJ6	1,2	1,8	-	3	2,16	BAIXA	MÉDIA
TJ7	0,85	2,7	-	10	2,295	MÉDIA	ALTA
P6	0,4	0,55	10	-	0,22	BAIXA	MÉDIA
TJ8	1,1	5,1	-	5	5,61	BAIXA	ALTA
TTL1	-	2,9	-	5	-	BAIXA	MÉDIA
TTL2	-	4,4	-	5	-	BAIXA	MÉDIA
TTC3	-	0,7	-	3	-	BAIXA	BAIXA
TLL8	-	1,8	-	3	-	BAIXA	BAIXA
TLL9	-	2,7	-	12	-	MÉDIA	MÉDIA
TLL10	-	1,5	-	11	-	MÉDIA	BAIXA
TLL11	-	1,1	-	20	-	ALTA	MÉDIA
TLC12	-	0,75	-	7	-	MÉDIA	BAIXA
TTL4	-	1,14	-	30	-	ALTA	MÉDIA
TTC5	-	1,65	-	20	-	ALTA	MÉDIA
TTL6	-	1,45	-	20	-	ALTA	MÉDIA
TTL7	-	1,08	-	12	-	MÉDIA	BAIXA
TTC8	-	0,66	-	7	-	MÉDIA	BAIXA
TJ9	1,45	1,65	-	10	2,3925	MÉDIA	BAIXA
P7	0,25	0,3	2	-	0,075	BAIXA	BAIXA
TJ10	0,4	1,7	-	15	0,68	MÉDIA	ALTA
TJ11	0,77	0,9	-	15	0,693	MÉDIA	MÉDIA
P8	0,25	0,33	2	-	0,0825	BAIXA	MÉDIA
P9	0,35	0,35	1	-	0,1225	BAIXA	MÉDIA
P10	0,41	0,66	3	-	0,2706	BAIXA	MÉDIA
TTL9	-	1,65	-	7	-	MÉDIA	MÉDIA
TLC13	-	0,75	-	15	-	MÉDIA	BAIXA
TTL10	-	1,02	-	10	-	MÉDIA	BAIXA
TTC11	-	0,7	-	20	-	ALTA	MÉDIA
TJ12	0,88	2,17	-	10	1,9096	MÉDIA	MÉDIA
TLC14	-	0,7	-	2	-	BAIXA	BAIXA
TLC15	-	0,85	-	1	-	BAIXA	BAIXA
P11	0,45	0,5	4	-	0,225	BAIXA	BAIXA
TTC12	-	0,61	-	10	-	MÉDIA	BAIXA
TLL16	-	3,3	-	20	-	ALTA	ALTA

Fonte: Autora, 2021.

Dados do Trecho 4

TRECHO 4: 600 - 800 m							
DEFEITO	LARGURA (m)	COMPRIMENTO (m)	PROFUNDIDADE (mm)	ABERTURA (mm)	ÁREA (m²)	SEVERIDADE SHRP	SEVERIDADE VIZIR
P1	0,5	0,93	90	-	0,465	ALTA	MÉDIA
TTC1	-	0,56	-	10	-	MÉDIA	BAIXA
TLL1	-	1,6	-	10	-	MÉDIA	MÉDIA
TLL2	-	2	-	5	-	BAIXA	BAIXA
TLL3	-	1,5	-	7	-	MÉDIA	BAIXA
TLL4	-	1,7	-	10	-	MÉDIA	MÉDIA
TLL5	-	2	-	5	-	BAIXA	BAIXA
TLL6	-	2,7	-	8	-	MÉDIA	BAIXA
TLC1	-	0,91	-	3	-	BAIXA	BAIXA
TJ1	1,15	3,1	-	11	3,565	MÉDIA	ALTA
TLL7	-	4,7	-	20	-	ALTA	ALTA
TLL8	-	1,9	-	10	-	MÉDIA	MÉDIA
TTC2	-	0,5	-	20	-	ALTA	MÉDIA
TTC3	-	0,52	-	12	-	MÉDIA	MÉDIA
TLL9	-	2,23	-	10	-	MÉDIA	MÉDIA
TLC2	-	0,95	-	11	-	MÉDIA	MÉDIA
TLC3	-	0,67	-	10	-	MÉDIA	MÉDIA
R1	1,3	0,72	-	-	0,936	ALTA	ALTA
TTL1	-	1,67	-	10	-	MÉDIA	MÉDIA
TTL2	-	1,43	-	22	-	ALTA	ALTA
TTL3	-	1,34	-	10	-	MÉDIA	MÉDIA
TTC4	-	0,5	-	7	-	MÉDIA	MÉDIA
TTC5	-	0,84	-	10	-	MÉDIA	MÉDIA
TLC4	-	0,99	-	10	-	MÉDIA	MÉDIA
TLL10	-	2,04	-	3	-	BAIXA	BAIXA
TLL11	-	1,1	-	20	-	ALTA	ALTA
P2	D = 0,9 M	-	90	-	0,63585	ALTA	MÉDIA
TJ2	0,7	0,5	-	11	0,35	MÉDIA	MÉDIA
TTL4	-	1,06	-	20	-	ALTA	ALTA
TJ3	0,98	1,5	-	9	1,47	MÉDIA	ALTA
P3	0,22	0,55	50	-	0,121	MÉDIA	ALTA
TJ4	1	1,36	-	10	1,36	MÉDIA	MÉDIA
P4	1,02	1,43	40	-	1,4586	MÉDIA	ALTA
TTL5	-	1,2	-	15	-	MÉDIA	ALTA
P5	0,84	0,83	30	-	0,6972	MÉDIA	BAIXA
TLC5	-	0,79	-	10	-	MÉDIA	BAIXA
TTL6	-	1,33	-	5	-	BAIXA	BAIXA
TTL7	-	2,7	-	5	-	BAIXA	BAIXA
TLL12	-	1,47	-	5	-	BAIXA	BAIXA
TLL13	-	3,15	-	10	-	MÉDIA	MÉDIA
P6	0,4	0,6	40	-	0,24	MÉDIA	MÉDIA
P7	0,23	0,25	35	-	0,0575	MÉDIA	MÉDIA
TLL14	-	3,8	-	10	-	MÉDIA	MÉDIA
TLL15	-	1,6	-	15	-	MÉDIA	MÉDIA
TLL16	-	2,04	-	13	-	MÉDIA	MÉDIA

Fonte: Autora, 2021.

Dados do Trecho 5

TRECHO 5: 800 - 1000 m							
DEFEITO	LARGURA (m)	COMPRIMENTO (m)	PROFUNDIDADE (mm)	ABERTURA (mm)	ÁREA (m²)	SEVERIDADE SHRP	SEVERIDADE VIZIR
TLC1	-	0,74	-	15	-	MÉDIA	ALTA
TTL1	-	1,2	-	10	-	MÉDIA	BAIXA
TTL2	-	1,13	-	10	-	MÉDIA	BAIXA
TLL1	-	1,52	-	20	-	ALTA	ALTA
TLC2	-	0,61	-	11	-	MÉDIA	ALTA
TLL2	-	1,37	-	10	-	MÉDIA	ALTA
TLL3	-	1,1	-	8	-	MÉDIA	MÉDIA
P1	0,47	0,76	30	-	0,3572	MÉDIA	MÉDIA
R1	D=0,45	-	-	-	0,1589625	BAIXA	BAIXA
R2	D=0,60	-	-	-	0,2826	BAIXA	BAIXA
TLL4	-	7,3	-	10	-	MÉDIA	MÉDIA
TLL5	-	1,9	-	10	-	MÉDIA	MÉDIA
TLL6	-	2,3	-	10	-	MÉDIA	MÉDIA
TLC3	-	0,5	-	8	-	MÉDIA	BAIXA
TLL7	-	1,1	-	10	-	MÉDIA	MÉDIA
TLL8	-	2	-	12	-	MÉDIA	ALTA
TLL9	-	1,93	-	11	-	MÉDIA	MÉDIA
TLL10	-	1,58	-	10	-	MÉDIA	MÉDIA
TLL11	-	2,18	-	9	-	MÉDIA	MÉDIA
TLL12	-	1,25	-	10	-	MÉDIA	MÉDIA
TJ1	-	1,4	-	15	-	MÉDIA	ALTA
TLL13	-	3,4	-	20	-	ALTA	ALTA
TLL14	-	1,33	-	10	-	MÉDIA	MÉDIA
TLL15	-	1,69	-	10	-	MÉDIA	MÉDIA
D1	0,65	4,3	-	-	2,795	ALTA	MÉDIA
TLL16	-	2,43	-	20	-	ALTA	ALTA
TLL17	-	2,28	-	30	-	ALTA	ALTA
TLL18	-	2,64	-	10	-	MÉDIA	MÉDIA
P2	0,8	0,61	60	-	0,488	ALTA	MÉDIA
R3	2,48	5	-	10	12,4	MÉDIA	ALTA
TLL19	-	1,75	-	20	-	ALTA	ALTA
TLL20	-	3,05	-	20	-	ALTA	ALTA
TLL21	-	1,3	-	40	-	ALTA	ALTA
TLL22	-	3,07	-	20	-	ALTA	ALTA
P3	0,5	0,3	10	12	0,15	BAIXA	ALTA
TLL23	-	1,49	-	20	-	ALTA	ALTA
TLC4	-	0,97	-	10	-	MÉDIA	MÉDIA
TLC5	-	0,93	-	10	-	MÉDIA	MÉDIA
TLC6	-	0,9	-	20	-	ALTA	ALTA
TLL24	-	2,37	-	10	-	MÉDIA	MÉDIA
TLL25	-	1,88	-	10	-	MÉDIA	MÉDIA
TLL26	-	1,5	-	10	-	MÉDIA	MÉDIA
P4	0,74	1,24	50	-	0,9176	MÉDIA	ALTA
TLL27	-	5,1	-	20	-	ALTA	ALTA
D2	2,25	4,7	-	-	10,575	MÉDIA	ALTA
P5	D=0,3	-	40	-	0,07065	MÉDIA	ALTA
P6	D=0,25	-	30	-	0,0490625	MÉDIA	ALTA
TJ2	1,37	3,49	-	20	4,7813	ALTA	ALTA

Fonte: Autora, 2021.