



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

KLEBER ROCHA SARAIVA FILHO

**LEVANTAMENTO VISUAL CONTÍNUO DE TRECHOS DE PAVIMENTO DE
ARACATI/CE**

MOSSORÓ

2022

KLEBER ROCHA SARAIVA FILHO

**LEVANTAMENTO VISUAL CONTÍNUO DE TRECHOS DE PAVIMENTO DE
ARACATI/CE**

Monografia apresentada a Universidade
Federal Rural do Semi-Árido – UFERSA
como requisito para obtenção do título de
Bacharel em engenharia Civil.

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

MOSSORÓ

2022

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

S2431 Saraiva Filho, Kleber Rocha.
Levantamento visual contínuo de trechos de
pavimento de Aracati/CE / Kleber Rocha Saraiva
Filho. - 2022.
59 f. : il.

Orientador: Bruno Tiago Angelo da Silva.
Monografia (graduação) - Universidade Federal
Rural do Semi-árido, Curso de Engenharia Civil,
2022.

1. Pavimentos flexíveis. 2. Defeitos de
superfície. 3. SGP. I. Silva, Bruno Tiago Angelo
da, orient. II. Título.

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

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

KLEBER ROCHA SARAIVA FILHO

**LEVANTAMENTO VISUAL CONTÍNUO DE TRECHOS DE PAVIMENTO DE
ARACATI/CE**

Monografia apresentada a Universidade
Federal Rural do Semi-Árido como
requisito para obtenção do título de
Bacharel em engenharia Civil.

Defendida em: 25 / 11 / 2022

BANCA EXAMINADORA

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

Raimundo Gomes de Amorim Neto, Prof. Dr. (UFERSA)
Membro Examinador

Sâmea Valensca Alves Barros, Prof. Dr. (UFERSA)
Membro Examinador

RESUMO

As obras de pavimentação priorizam garantir a trafegabilidade em qualquer época do ano, independente das condições climáticas, de forma a proporcionar conforto ao rolamento e segurança aos seus usuários. Ademais, desempenham papel importante no desenvolvimento socioeconômico de uma região, pois permite o deslocamento de produtos e pessoas através das rodovias, que deve ser realizado de forma segura, compatível e econômica. Logo, após sua construção, os pavimentos devem ser submetidos às atividades de manutenção e reabilitação para manter o bom desempenho durante a vida útil de projeto, visando evitar o desgaste precoce deles e mantê-los em boas condições de uso. Um Sistema de Gerência de Pavimentos (SGP) é fundamental na etapa de manutenção e reabilitação, já que promove a tomada de decisões baseada na melhor aplicação possível dos recursos públicos disponíveis e na adoção das ações as quais cada trecho de pavimento deverá ser submetido quando identificado necessidade dessas. Na fase inicial de implementação de um SGP, são feitas análises das rodovias existentes com o objetivo de verificar sua real situação e destinar verbas para realização de manutenção e reabilitação das mesmas, onde serão priorizados os trechos em piores condições. Nesta perspectiva, o presente trabalho consiste num estudo de caso que realizou uma avaliação dos trechos mais solicitados do município Aracati/CE para determinar a condição que essas se encontravam. A metodologia utilizada na análise foi a do Levantamento Visual Contínuo (LVC), que é normatizada pelo Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT) através da Norma DNIT 008/2003 – PRO. No total foram avaliados seis quilômetros de pavimento, que foram divididos em trechos de um quilômetro para aplicação dos procedimentos que constituem o método utilizado. Após o Levantamento Visual Contínuo dos segmentos estudados, verificou-se que eles se encontram em estado regular e apresentam em pontos localizados buracos e trincas, os quais são indícios patológicos da necessidade que possuem de passarem por processo de correção.

Palavras-chave: Pavimentos flexíveis. Defeitos de superfície. SGP.

ABSTRACT

Paving works prioritize ensuring trafficability at any time of the year, regardless of weather conditions, in order to provide ride comfort and safety for users. In addition, they play an important role in the socioeconomic development of a region, as they allow the movement of products and people through highways, which must be carried out in a safe, compatible and economical way. Soon, after its construction, the pavements must be submitted to maintenance and rehabilitation activities in order to maintain the good performance during the useful life of the project, aiming to avoid their premature wear and keep them in good conditions of use. A Pavement Management System (SGP) is essential in the maintenance and rehabilitation stage, as it promotes decision-making based on the best possible use of available public resources and the adoption of actions to which each section of pavement must be submitted when identified. such need. In the initial phase of implementation of a SGP, analyzes are made of the existing roads with the objective of verifying their real situation and allocating funds for maintenance and rehabilitation of the same, where the sections in worse conditions will be prioritized. In this perspective, the present work consists of a case study that carried out an evaluation of the most requested stretches of the municipality of Aracati/CE to determine the condition that they were in. The methodology used in the analysis was the Continuous Visual Survey (LVC), which is regulated by the National Department of Transport Infrastructure (DNIT) through the DNIT 008/2003 – PRO Standard. In total, six kilometers of pavement were evaluated, which were divided into one-kilometer stretches for the application of the procedures that constitute the method used. After the Continuous Visual Survey of the studied segments, it was verified that they are in a regular state and present in localized points holes and cracks, which are pathological indications of the need that they have to undergo a correction process.

Keywords: Flexible floors. Surface defects. SGP.

LISTA DE FIGURAS

Figura 01 – Seção transversal do pavimento	15
Figura 02 – Classificação dos revestimentos.....	18
Figura 03 - Estrutura de camadas dos pavimentos: a) rígidos; b) flexíveis.....	19
Figura 04 – Distribuição de tensões nos pavimentos: a) flexíveis; b) rígidos	19
Figura 05 – Classificação dos pavimentos quanto às características do pavimento, da sinalização, da geometria da via e quanto ao estado geral	21
Figura 06 – Gráfico da condição de superfície do pavimento nas rodovias brasileiras ..	21
Figura 07 – Trincas isoladas: a) transversal; b) longitudinal	23
Figura 08 – Trincas interligadas: a) tipo jacaré; b) tipo bloco.....	23
Figura 09 – Afundamento: a) trilha de roda; b) local	24
Figura 10 – Ondulação ou corrugação.....	25
Figura 11 – Escorregamento.....	26
Figura 12 – Exsudação	26
Figura 13 – Desgaste	27
Figura 14 – Panela ou buraco	27
Figura 15 – Remendos.....	28
Figura 16 – Sistema Pavimento	30
Figura 17 – Escala de avaliação do VSA	32
Figura 18 – Variação do VSA em função do tráfego ou do tempo	33
Figura 19 – Equipamentos: a) automóvel; b) velocímetro e odômetro	37
Figura 20 – Trechos: a) Rua Armando Praça; b) Rua Duque de Caxias	38
Figura 21 – Trecho: Rua Dragão do Mar	39
Figura 22 – Primeiro trecho: a) ponto de partida; b) ponto final.....	45
Figura 23 – Defeitos de superfície: a) desgaste; b) buracos	46
Figura 24 – Defeitos de superfície: a) ondulação; b) trincas interligadas	46
Figura 25 – Defeito de superfície: buraco no meio da via com trincas nas bordas	47
Figura 26 – Segundo trecho: a) ponto de partida; b) ponto final.....	47
Figura 27 – Defeitos de superfície: a) buraco; b) elemento do SES.....	48
Figura 28 – Defeito de superfície: buracos situados em locais de tachões refletivos	48
Figura 29 – Defeitos de superfície: a) ondulação; b) remendo.....	49

Figura 30 – Defeitos de superfície: trincas interligadas	49
Figura 31 – Terceiro trecho: a) ponto de partida; b) ponto final	50
Figura 32 – Defeitos de superfície: a) buracos; b) Afundamento com desgaste	50
Figura 33 – Defeito de superfície: buraco situado em uma parada de ônibus	51
Figura 34 – Defeitos de superfície: trincas interligadas	51
Figura 35 – Defeitos de superfície: Remendos em sequência	52
Figura 36 – Defeitos de superfície: a) remendos; b) buraco.....	52

LISTA DE TABELAS

Tabela 01 – Quadro resumo dos defeitos – codificação e classificação	29
Tabela 02 – Frequência de defeitos	40
Tabela 03 – Formulário para LVC	41
Tabela 04 – Conceitos do ICPF	42
Tabela 05 – Cálculo do IGGE	42
Tabela 06 – Cálculo do IGGE: a) determinação do Índice de Gravidade; b) pesos para cálculo.....	43
Tabela 07 – Índice do Estado de Superfície do pavimento	44
Tabela 08 – Resultados do LVC.....	44
Tabela 09 – Formulário para LVC (preenchido)	53
Tabela 10 – Cálculo do IGGE nos segmentos avaliados	54
Tabela 11 – Resultados finais do LVC	55

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CBUQ	Concreto Betuminoso Usinado a Quente
CNT	Confederação Nacional do Transporte
DEINFRA	Departamento Estadual de Infraestrutura
DNIT	Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
ICPF	Índice de Condição dos Pavimentos Flexíveis e semirrígidos
IES	Índice do Estado da Superfície do pavimento
IGGE	Índice de Gravidade Global Expedito
IRI	Índice de Irregularidade Internacional
LVC	Levantamento Visual Contínuo
SES	Sistema de Esgotamento Sanitário
SGP	Sistema de Gerência de Pavimentos
VMD	Volume Médio Diário de tráfego
VSA	Valor de Serventia Atual

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	12
2	OBJETIVO.....	14
2.1	Objetivo geral.....	14
2.2	Objetivos específicos	14
3	REFERENCIAL TEÓRICO	15
3.1	Concepção de pavimentos	15
3.2	Situação atual dos pavimentos no Brasil	20
3.3	Defeitos de superfície nos pavimentos flexíveis	22
3.3.1	Fenda.....	22
3.3.2	Afundamento	24
3.3.3	Ondulação ou corrugação	25
3.3.4	Escorregamento	25
3.3.5	Exsudação	26
3.3.6	Desgaste.....	27
3.3.7	Panela ou buraco	27
3.3.8	Remendo	28
3.3.9	Codificação e classificação	28
3.4	Métodos de avaliação de pavimentos	30
4	METODOLOGIA.....	36
4.1	Pesquisa Bibliográfica Exploratória	36
4.2	Estudo de Caso.....	36
4.2.1	Equipamentos, condição de tempo e equipe de operação	37
4.2.2	Definição da área do Levantamento Visual	38
4.2.3	Formulário utilizado no LVC	40
5	RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	45
5.1	Defeitos de superfície encontrados nos trechos no LVC	45
5.1.1	Primeiro trecho: Rua Armando Praça	45
5.1.2	Segundo trecho: Rua Duque de Caxias	47
5.1.3	Terceiro trecho: Rua Dragão do Mar	50
5.2	Parâmetros obtidos para os trechos analisados no LVC	52

5.2.1	Índice de Condição dos Pavimentos Flexíveis e semirrígidos.....	52
5.2.2	Índice de Gravidade Global Expedito.....	54
5.2.3	Índice do Estado de Superfície do pavimento	54
5.3	Análise dos parâmetros obtidos.....	55
6	CONCLUSÃO.....	56
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	57

1. INTRODUÇÃO

A qualidade do pavimento das rodovias está diretamente ligada ao desenvolvimento econômico da região onde se encontram, já que o deslocamento de produtos e pessoas, além do nível de acessibilidade existente naquele município, são fatores de grande importância para seu crescimento. O setor rodoviário representa 64,9% da matriz do transporte de carga nacional e mais de 90,0% do transporte de passageiros, estas informações justificam a preocupação com a qualidade dos pavimentos, dado que este é um fator relevante para a forte competitividade de atividade econômica existente dentro do Brasil (CNT, 2021).

Um município com a superfície do pavimento de suas rodovias deterioradas pode aumentar consideravelmente diversos custos operacionais para os usuários das mesmas, desde despesas com manutenção do veículo e desgaste dos pneus e freios, até um maior consumo de combustível por quilômetro rodado. Neste aspecto, o aumento médio de custo operacional do transporte rodoviário devido à qualidade do pavimento é de 30,9%. Consequentemente, essa elevação nos valores reduz a rentabilidade de empresas em diversos setores, funcionando como desestímulo para realização de atividades econômicas naquela região ou resultando no encarecimento de produtos e serviços prestados para a população, devido ao repasse dos custos operacionais para o cliente final (CNT, 2021).

Apesar da relevância da qualidade dos pavimentos quanto ao desenvolvimento de uma região, é comum encontra-los em condições inadequadas, contendo grande quantidade de buracos, trincas, afundamentos e outros defeitos de superfície. Esta degradação pode ser observada até mesmo antes do período de vida útil para o qual foram projetados. Isso ocorre por diversas razões, entre elas estão: método de dimensionamento, processos construtivos, manutenção, gerenciamento e fiscalização. Sendo que muitos autores destacam os problemas quanto à manutenção e o gerenciamento dos pavimentos como principais responsáveis pela deterioração dos mesmos.

Diante da importância da qualidade dos pavimentos para desenvolvimento econômico, a condição atual das rodovias brasileiras e os problemas relacionados à manutenção e gerenciamento dos mesmos. Se faz necessária a implementação e operacionalização de um Sistema de Gerência de Pavimentos (SGP), que terá como

objetivo definir a utilização dos recursos públicos destinados a esse segmento da forma mais otimizada possível, visando oferecer um transporte rodoviário seguro, compatível e econômico.

O ponto de partida e uma das etapas mais importantes na implementação de um SGP é a avaliação dos pavimentos existentes, já que é nela onde serão encontrados os trechos em pior situação e que serão priorizados nas atividades de manutenção e reabilitação. Em que um dos parâmetros de análise mais utilizados é o Valor de Serventia Atual (VSA). Entretanto, no Brasil a determinação do VSA vem sendo substituída pelo Levantamento Visual Contínuo (LVC) descrito na Norma DNIT 008/2003 – PRO. Isso acontece por este levantamento determinar além do Índice de Condição dos Pavimentos Flexíveis (ICPF), semelhante ao VSA, também o Índice de Gravidade Global (IGG) (DNIT, 2011).

Perante a relevância dos estudos acerca da qualidade dos pavimentos de uma região, este estudo fará uma avaliação da superfície do pavimento em alguns dos trechos mais solicitados na cidade de Aracati/CE. Segundo o IBGE (2021), o município possui uma frota de 26.103 veículos, que aumenta em períodos específicos por ser considerada uma cidade turística. Uma frota relativamente grande, aliada ao acréscimo de veículos em algumas partes do ano resultará em intensas solicitações à estrutura de seus pavimentos, tornando ainda mais necessários os estudos sobre a condição dos mesmos.

O presente trabalho avaliará 3 trechos de pavimento na cidade de Aracati/CE, totalizando 6 quilômetros de rodovia analisados, divididos em segmentos de 1 quilômetro cada. Para isso, será realizado o LVC regido pela Norma DNIT 008/2003 – PRO, tendo como objetivo determinar a condição atual do pavimento nas rodovias do município através do registro de defeitos e da determinação dos índices (ICPF, IGG e IES) descritos na norma.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo geral

Avaliar a superfície do pavimento em três trechos de rodovias na cidade de Aracati/CE utilizando o Levantamento Visual Contínuo (LVC) descrito na Norma DNIT 008/2003 – PRO.

2.2. Objetivos específicos

- Identificar os defeitos de superfície no pavimento através do processo de levantamento;
- Calcular o Índice de Condição dos Pavimentos Flexíveis e semirrígidos (ICPF);
- Calcular o Índice de Gravidade Global Expedito (IGGE);
- Indicar o Índice do Estado de Superfície do pavimento (IES).

3. REFERENCIAL TEÓRICO

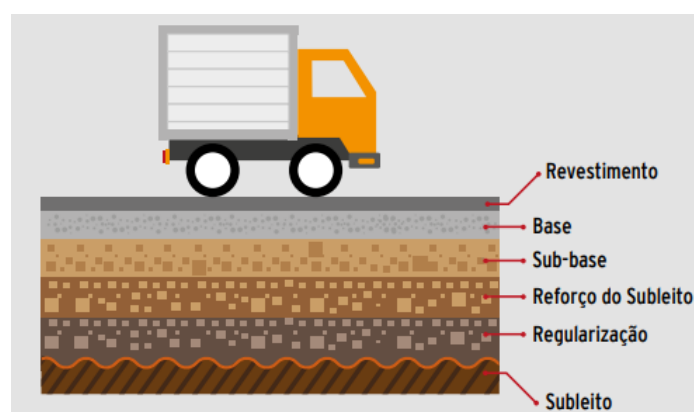
3.1. Concepção de pavimentos

Pavimentos são estruturas compostas por diversas camadas de espessura finita, construídas sobre a superfície final de terraplenagem, projetadas técnica e economicamente para resistir aos esforços advindos do tráfego de veículos e do clima, além de proporcionar melhores condições de rolamento, conforto, economia e segurança aos seus usuários (BERNUCCI *et al.*, 2022).

Do ponto de vista estrutural, as camadas de um pavimento têm como função receber os esforços oriundos do tráfego e transmiti-los para as camadas inferiores com menor intensidade, já que essas camadas tendem a ser menos resistentes. Essa transmissão de cargas tem como objetivo evitar que ocorram rupturas e deformações nos pavimentos, o que geraria um comportamento mecânico inadequado e degradação prematura da rodovia.

De forma geral, a estrutura de um pavimento é composta pelas seguintes camadas: subleito, reforço do subleito, sub-base, base e revestimento. Conforme ilustrado na seção transversal da Figura 01 (CNT, 2017).

Figura 01 – Seção transversal do pavimento



Fonte: CNT (2017).

O subleito é o terreno de fundação em que o pavimento será apoiado, constituído de material natural consolidado e compactado. É a camada responsável por absorver definitivamente os esforços verticais causados pelo tráfego, por conta disso, deve ser

estudado até a profundidade onde as cargas oriundas do tráfego são significativas, geralmente variando entre 0,60 e 1,50 metro.

A regularização ilustrada na Figura 01 acima do subleito não é considerada uma camada do pavimento propriamente dito. Trata-se de uma faixa de nivelamento do subleito construída sobre o mesmo para conformá-lo transversal e longitudinalmente, utilizando preferencialmente o mesmo material do subleito.

Reforço do subleito é a camada construída acima do subleito regularizado, utilizando material que possua características técnicas superiores ao material usado no subleito e inferiores ao material da camada acima. Sua função é resistir e distribuir os esforços verticais oriundos do tráfego de veículos e sua espessura é variável de acordo com o dimensionamento do pavimento. Esta camada é executada em estruturas espessas, quando a fundação é de baixa qualidade e/ou as cargas do tráfego são muito intensas.

A sub-base pode ser considerada um complemento da base, executada quando a camada exigida da base for muito espessa, utilizando material com características técnicas superiores ao material do reforço do subleito e inferiores ao material da base. Tem a função de drenar infiltrações e controlar a ascensão capilar da água, além de resistir e distribuir as cargas verticais resultante do tráfego de veículos.

A base é a camada na qual será construída o revestimento. Assim como outras camadas, ela também tem a função de resistir e distribuir os esforços verticais oriundos do tráfego de veículos. Sua capacidade estrutural está associada às propriedades dos materiais utilizados em sua execução, que geralmente são similares aos usados na sub-base, mas com melhores características técnicas.

Revestimento é a camada que recebe diretamente as cargas do tráfego de veículos, tendo como funções melhorar as condições de rolamento em relação ao conforto e a segurança, resistir aos desgastes para aumentar a durabilidade do pavimento, além de ser tão impermeável quanto possível. Esta camada pode ser dividida em duas ou mais camadas, de acordo com critérios técnicos, econômicos e construtivos, são elas: camada de rolamento (superficial), camada de ligação (intermediária), camada de nivelamento e camada de reforço.

Além da execução das camadas de pavimento citadas, em muitos casos também é necessária a realização da imprimação ou pintura de ligação entre algumas camadas.

Ambas são pinturas asfálticas que consistem na aplicação de uma película de material asfáltico líquido sobre alguma camada do pavimento, visando promover aderência e certo grau de impermeabilidade. A principal diferença entre elas é que na imprimação o material asfáltico penetra na camada, enquanto na pintura de ligação não há penetração do material (DEINFRA, 2015).

Com relação aos materiais usados na execução de cada camada do pavimento, são utilizados métodos de seleção de acordo com características técnicas como resistência, deformação e permeabilidade, além da disponibilidade daquele material na região. Como mencionado anteriormente, o subleito é constituído de solo natural consolidado e compactado. Já nas camadas de base, sub-base e reforço do subleito são utilizados agregados, solos e ocasionalmente aditivos como cimento, cal, emulsão asfáltica, entre outros.

Os agregados são materiais inertes, granulares e sem forma definida, utilizados em grande volume nas camadas dos pavimentos quando comparados aos demais materiais. Não possuem coesão e não resistem a tração, sendo assim, trabalham predominantemente resistindo aos esforços de compressão. Alguns exemplos de agregados são: brita corrida, brita graduada simples e macadame hidráulico.

Os solos são materiais coesivos, que resistem principalmente à compressão, assim como à esforços de tração de pequena intensidade. São utilizados no subleito servindo como fundação para a estrutura do pavimento, mas também podem ser utilizados nas demais camadas, tanto em sua forma natural ou misturada com agregados, quanto em misturas estabilizadas quimicamente com aditivos, o que resulta em solo-cimento, solo-cal, solo-emulsão, entre outros.

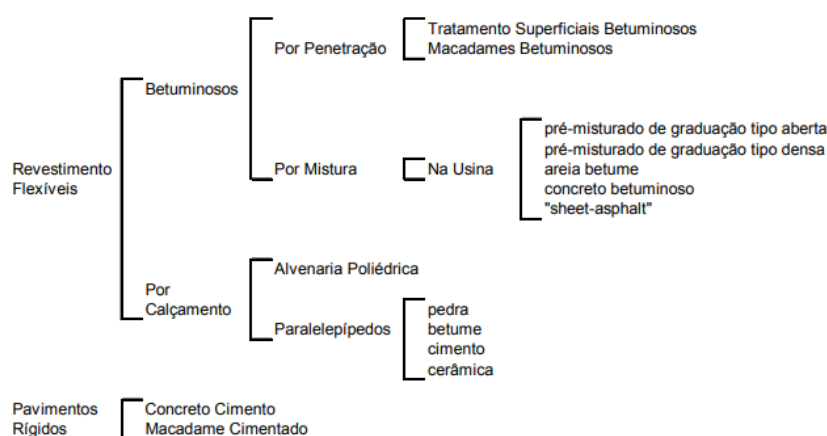
Com relação aos materiais utilizados no revestimento, os mais utilizados são misturas asfálticas, como Concreto Betuminoso Usinado a Quente (CBUQ), mistura asfáltica morna, pré-misturado a quente, pré-misturado a frio, macadame betuminoso, areia betume, entre outros. Além das misturas asfálticas, outros materiais que podem ser utilizados na execução da camada de revestimento são: concreto de cimento, paralelepípedos e alvenaria poliédrica.

Segundo DNIT (2006), a mistura asfáltica mais utilizada em projetos de pavimentação no Brasil é o Concreto Betuminoso Usinado a Quente. O CBUQ pode ser definido como produto da mistura composta por agregados bem graduados, material de

enchimento (filer) e cimento asfáltico, espalhada e compactada a quente em usina apropriada. Essa mistura pode ser empregada como revestimento, camada de ligação (binder), base, regularização ou reforço do pavimento.

De acordo com sua estrutura de camadas e os materiais empregados em cada uma delas, os pavimentos podem ser classificados em rígidos ou flexíveis. Outra denominação para estes tipos são: pavimentos de concreto-cimento e pavimentos asfálticos. A principal diferença entre os dois é que o pavimento rígido é aquele onde o revestimento é uma placa de concreto de cimento Portland, enquanto o pavimento flexível é aquele em que o revestimento é composto por uma mistura constituída de agregados, filer e ligantes asfálticos. A Figura 02 ilustra um esquema de classificação dos revestimentos quanto ao tipo de pavimento (BERNUCCI *et al.*, 2022).

Figura 02 – Classificação dos revestimentos



Fonte: DNIT (2006).

A estrutura de camadas dos pavimentos flexíveis e rígidos também apresenta diferenças. No caso dos pavimentos flexíveis, a camada superficial asfáltica (revestimento) é apoiada sobre as camadas de base, sub-base e reforço do subleito. Enquanto nos pavimentos rígidos, a camada superficial de concreto de cimento Portland é apoiada sobre uma camada de material granular ou material estabilizado com cimento (sub-base), assentada sobre o subleito ou reforço do subleito. Conforme ilustra a Figura 03, apresentando a estrutura de camadas dos dois tipos de pavimento.

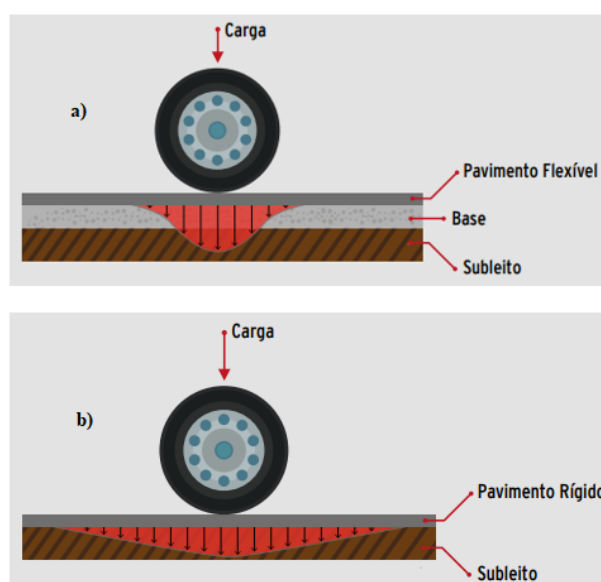
Figura 03 – Estrutura de camadas dos pavimentos: a) rígidos; b) flexíveis



Fonte: BERNUCCI *et al.* (2022).

No que diz respeito à distribuição das tensões, nos pavimentos rígidos as cargas de superfície são distribuídas por uma grande área em relação à área de contato pneu-pavimento, reduzindo a intensidade das tensões transmitidas para as camadas inferiores, isso ocorre por conta da elevada rigidez da camada de revestimento em relação às demais. Por outro lado, nos pavimentos flexíveis, a rigidez da camada de revestimento não é tão elevada em relação às outras camadas, fazendo com que as tensões transmitidas para as camadas inferiores sejam mais próximas das tensões nas camadas superiores, porém numa área similar à área de contato pneu-pavimento. A Figura 04 apresenta um comparativo entre a distribuição de tensões nos pavimentos flexíveis e rígidos (BERNUCCI *et al.*, 2022).

Figura 04 – Distribuição de tensões nos pavimentos: a) flexíveis; b) rígidos



Fonte: CNT (2017).

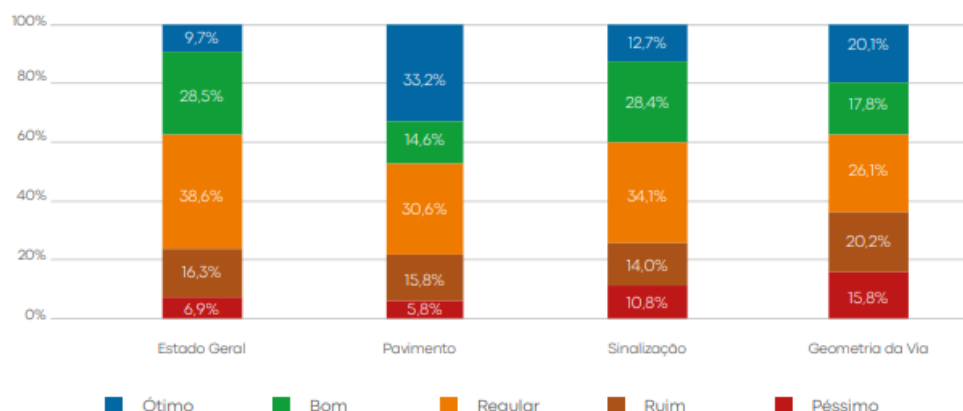
No que se refere ao orçamento, os investimentos na construção de pavimentos podem variar de acordo com os materiais utilizados e os preços dos insumos por região. Porém, a construção de pavimentos rígidos requer um orçamento cerca de 30% maior do que pavimentos flexíveis, motivo que torna os pavimentos flexíveis mais atraentes aos olhos dos gestores públicos, responsáveis pela liberação de verba para sua construção. Apesar dessa vantagem, os pavimentos flexíveis apresentam algumas desvantagens em relação ao outro tipo de pavimento, como menor vida útil, aproximadamente de 8 a 12 anos contra 25 a 30 anos, necessidade de manutenção frequente e mais complexa, maior vulnerabilidade a alterações químicas, maior retenção de água e menor segurança quanto à derrapagem, já que a superfície fica mais escorregadia quando molhada.

3.2. Situação atual dos pavimentos no Brasil

De acordo com a CNT (2021), cerca de 99% das rodovias brasileiras são construídas em pavimento flexível, onde no revestimento do pavimento são empregadas misturas asfálticas. Esse tipo de pavimento possui uma vida útil de 8 a 12 anos, desde que sejam realizadas manutenções periódicas no mesmo. Apesar disso, é normal encontrar rodovias deterioradas no Brasil antes deste prazo. Isto pode ocorrer devido a erros de projeto no dimensionamento, escolha inadequada de materiais, falhas nos processos construtivos, ausência de manutenção preventiva e de fiscalização quanto ao tráfego de veículos.

A Pesquisa CNT de Rodovias 2021 avaliou 109.103 quilômetros de rodovias em território nacional quanto às características do pavimento, da sinalização e da geometria da via. Onde uma análise conjunta destes três parâmetros resultaria no estado geral das rodovias. A pesquisa indicou que maior parte das rodovias brasileiras (38,6%) encontra-se em estado regular, uma pequena parte (9,7%) encontra-se em estado ótimo e outra pequena parte (6,9%) encontra-se em estado péssimo. A Figura 05 apresenta um gráfico com as classificações dos pavimentos quanto aos três parâmetros citados e quanto ao estado geral.

Figura 05 – Classificação dos pavimentos quanto às características do pavimento, da sinalização, da geometria da via e quanto ao estado geral

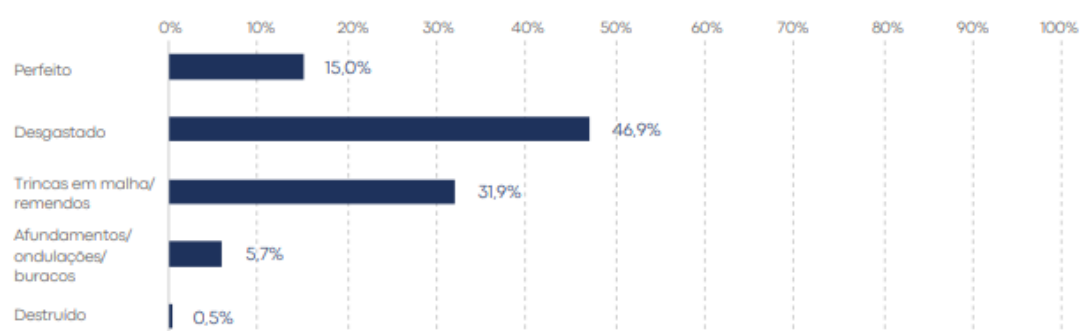


Fonte: CNT (2021).

Com relação à perspectiva do usuário, o parâmetro mais importante das rodovias é o estado da superfície do pavimento, já que os defeitos de superfície são facilmente perceptíveis por afetar diretamente o conforto ao rolamento, gerando um aumento nos gastos com peças de manutenção dos veículos, com consumo de combustível e de pneus, além de aumentar o tempo das viagens (BERNUCCI *et al.*, 2022).

Neste aspecto, a Pesquisa CNT de Rodovias 2021 indicou que 46,9% das rodovias brasileiras estão com a superfície do pavimento pelo menos desgastadas, apenas 15,0% estão em condição perfeita, 31,9% apresentam trincas em malha e remendos, 5,7% contêm afundamentos, ondulações e buracos, e 0,5% estão completamente destruídas. Conforme apresenta o gráfico na Figura 06.

Figura 06 – Gráfico da condição de superfície do pavimento nas rodovias brasileiras



Fonte: CNT (2021).

3.3. Defeitos de superfície nos pavimentos flexíveis

Os defeitos de superfície são danos ou deteriorações presentes na superfície dos pavimentos asfálticos e visíveis a olho nu. Estes defeitos são classificados de acordo com a Norma DNIT 005/2003 – TER, que define os termos técnicos utilizados para os defeitos presentes nos pavimentos flexíveis, tendo como objetivo padronizar a linguagem adotada na elaboração de normas, manuais e projetos relativos aos pavimentos flexíveis, já que 99% das rodovias brasileiras são construídas neste tipo de pavimento.

3.3.1. Fenda

Fenda é qualquer descontinuidade na superfície do pavimento, que conduza a aberturas de maior ou menor porte, podendo se apresentar na forma de fissura ou trinca.

Fissura é uma fenda de largura capilar existente no revestimento, posicionada longitudinal, transversal ou obliquamente ao eixo de via e visível a uma distância inferior a 1,50 metro.

Trinca é uma fenda presente no revestimento com abertura superior à da fissura e facilmente visível, podendo se apresentar na forma de trinca isolada ou trinca interligada.

Trincas isoladas podem ser divididas em trinca transversal, trinca longitudinal e trinca de retração. A diferença entre as trincas transversal e longitudinal é a direção com relação ao eixo da via, a primeira encontra-se em direção predominantemente ortogonal ao eixo da via e a segunda encontra-se em direção predominantemente paralela ao eixo da via, ambas são denominadas de trincas curtas quando tem até 100 centímetros de extensão e trincas longas quando tem extensão superior à esta. As trincas de retração são aquelas não relacionadas aos fenômenos de fadiga, mas sim aos fenômenos de retração térmica ou do material do revestimento ou do material da base abaixo do revestimento trincado. A Figura 07 ilustra as trincas isoladas transversal e longitudinal.

Figura 07 – Trincas isoladas: a) transversal; b) longitudinal



Fonte: DNIT (2003).

Trincas interligadas podem ser classificadas em trinca tipo “couro de jacaré” e trinca tipo “bloco”. A do tipo “couro de jacaré” trata-se de um conjunto de trincas interligadas sem direções preferenciais. A do tipo “bloco” também é um conjunto de trincas interligadas, mas caracterizado pela configuração de blocos formados por lados bem definidos. Ambas podem, ou não, apresentar erosão acentuada nas bordas. A Figura 08 ilustra os dois tipos de trincas interligadas.

Figura 08 – Trincas interligadas: a) tipo jacaré; b) tipo bloco



Fonte: DNIT (2003).

3.3.2. Afundamento

Afundamento é uma deformação permanente na superfície do pavimento, caracterizada por depressão e podendo, ou não, estar acompanhado de solevamento. Esse tipo de defeito pode se apresentar na forma de afundamento plástico ou afundamento de consolidação.

Afundamento plástico é aquele causado pela fluência plástica de uma ou mais camadas do pavimento ou do subleito, acompanhado de solevamento. É denominado de afundamento plástico local quando tem uma extensão de até 6 metros. Quando a extensão for maior que 6 metros e estiver localizado ao longo da trilha de roda será denominado de afundamento plástico da trilha de roda.

Afundamento de consolidação é aquele causado pela consolidação diferencial de uma ou mais camadas do pavimento ou do subleito, sem estar acompanhado de solevamento. É denominado de afundamento de consolidação local quando tem uma extensão de até 6 metros. Quando a extensão for maior que 6 metros e estiver localizado ao longo da trilha de roda será denominado de afundamento de consolidação da trilha de roda.

A Figura 09 ilustra o afundamento de trilha de roda e o afundamento local.

Figura 09 – Afundamento: a) trilha de roda; b) local



Fonte: DNIT (2003).

3.3.3. Ondulação ou corrugação

Ondulação ou corrugação é uma deformação caracterizada por ondulações ou corrugações transversais na superfície do pavimento. A Figura 10 ilustra este tipo de defeito de superfície.

Figura 10 – Ondulação ou corrugação



Fonte: DNIT (2003).

3.3.4. Escorregamento

Escorregamento é o deslocamento do revestimento do pavimento em relação às camadas abaixo desta, com aparecimento de fendas em forma de meia-lua. A Figura 11 ilustra este tipo de defeito de superfície.

Figura 11 – Escorregamento



Fonte: DNIT (2003).

3.3.5. Exsudação

Exsudação é o excesso de ligante betuminoso na superfície do pavimento, gerado pela migração do ligante através do revestimento. A Figura 12 ilustra este tipo de defeito de superfície.

Figura 12 – Exsudação



Fonte: DNIT (2003).

3.3.6. Desgaste

O desgaste é efeito do arrancamento progressivo do agregado do pavimento, caracterizado pela aspereza superficial no revestimento e gerado por esforços tangenciais causados pelo tráfego de veículos. A Figura 13 ilustra este tipo de defeito de superfície.

Figura 13 – Desgaste



Fonte: DNIT (2003).

3.3.7. Panela ou buraco

Panela ou buraco é uma cavidade formada no revestimento que pode alcançar as camadas inferiores do pavimento, provocando a desagregação dessas camadas. A Figura 14 ilustra este tipo de defeito de superfície.

Figura 14 – Panela ou buraco



Fonte: DNIT (2003).

3.3.8. Remendo

Remendo é uma panela preenchida com uma ou mais camadas de pavimento nas operações “tapa-buraco”, pode se apresentar na forma de remendo profundo e remendo superficial.

Remendo profundo é aquele no qual ocorre a substituição do revestimento, podendo também substituir uma ou mais camadas inferiores. Este tipo de remendo normalmente apresenta formato retangular.

Remendo superficial trata-se de uma correção da superfície do revestimento em área localizada, através da aplicação de uma camada betuminosa.

A Figura 15 ilustra diversos remendos executados em uma rodovia brasileira.

Figura 15 – Remendos



Fonte: CNT (2017).

3.3.9. Codificação e classificação

Além dos termos técnicos adotados para os defeitos que surgem nos pavimentos flexíveis, a Norma DNIT 005/2003 – TER também apresenta uma classificação para as trincas e codificação dos demais defeitos definidos na norma. Conforme ilustrado na Tabela 01.

Tabela 01 – Quadro resumo dos defeitos – codificação e classificação

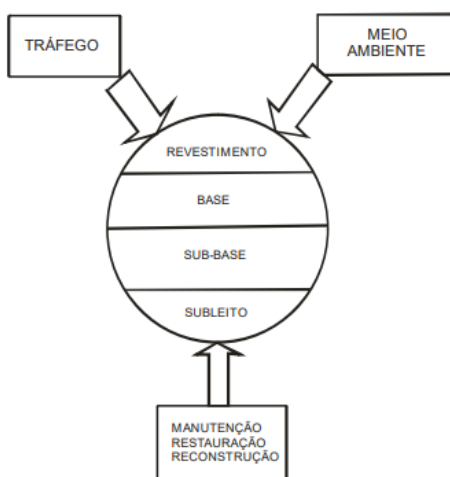
FENDAS				CODIFICAÇÃO	CLASSE DAS FENDAS		
Fissuras				FI	-	-	-
Trincas no revestimento geradas por deformação permanente excessiva e/ou decorrentes do fenômeno de fadiga	Trincas Isoladas	Transversais	Curtas	TTC	FC-1	FC-2	FC-3
			Longas	TTL	FC-1	FC-2	FC-3
		Longitudinais	Curtas	TLC	FC-1	FC-2	FC-3
			Longas	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		
NOTA 1: Classe das trincas isoladas							
FC-1: são trincas com abertura superior à das fissuras e menores que 1,0mm.							
FC-2: são trincas com abertura superior a 1,0mm e sem erosão nas bordas.							
FC-3: são trincas com abertura superior a 1,0mm e com erosão nas bordas.							
NOTA 2: Classe das trincas interligadas							
As trincas interligadas são classificadas como FC-3 e FC-2 caso apresentem ou não erosão nas bordas.							

Fonte: DNIT (2003).

3.4. Métodos de avaliação de pavimentos

De acordo com a CNT (2017), o principal objetivo da pavimentação é garantir trafegabilidade em qualquer época do ano e sob quaisquer condições climáticas, proporcionando conforto no rolamento e na segurança aos usuários da rodovia. Portanto, o Sistema Pavimento pode ser definido como um conjunto de componentes que interagem entre si, onde as camadas do pavimento (revestimento, base, sub-base e subleito) são submetidas aos esforços do tráfego de veículos, às ações do meio ambiente e às atividades de manutenção, restauração e reconstrução. Conforme apresentado na Figura 16 através de um diagrama do Sistema Pavimento.

Figura 16 – Sistema Pavimento



Fonte: DNIT (2011).

Manutenção é o processo que envolve atividades de conservação e recuperação do pavimento através de ações sistemáticas, programadas ou devido a eventos específicos. Tendo como objetivo manter permanentemente as condições de tráfego econômico, confortável e seguro.

Restauração é o procedimento que envolve principalmente a atividade de recapeamento, e em alguns casos, reconstrução parcial do pavimento. É realizado quando o pavimento está próximo da sua condição limite permitida, através do projeto e execução de novo dimensionamento do pavimento, visando reestabelecer as características técnicas originais da via.

Reconstrução consiste na remoção parcial ou total da espessura do pavimento, podendo chegar até o subleito, para posterior execução adequada das novas camadas estruturais, ou seja, é a atividade de refazer o pavimento.

Os pavimentos rodoviários são patrimônios valiosos, onde a conservação e restauração são fundamentais para sua preservação. Sendo assim, fica evidente a importância da implantação de um Sistema de Gerência de Pavimentos (SGP), que se trata de um conjunto de ferramentas ou métodos para auxiliar a tomada de decisões e a escolha de estratégias para construir, avaliar e manter os pavimentos em uma condição funcional aceitável (PAVESYS, 2013).

O Manual de Gerência de Pavimentos do DNIT (2011) informa que o principal objetivo de um SGP é alcançar a melhor aplicação possível para os recursos públicos disponíveis e oferecer um transporte rodoviário seguro, compatível e econômico. Para isso, é necessária a realização de quatro atividades básicas, são elas: determinação de um sistema de referência, avaliação dos pavimentos, determinação das prioridades e elaboração de um programa plurianual de investimentos.

O sistema de coleta de dados de um SGP deve ser confiável, atenciosamente planejado e precedido por um treinamento dos funcionários envolvidos na atividade. Porém, antes do seu planejamento, é necessária a definição de um eficiente sistema de referência para as informações. Além disso, o banco de dados deve ser de fácil acesso e periodicamente atualizado, através da estruturação do sistema de referência adotado.

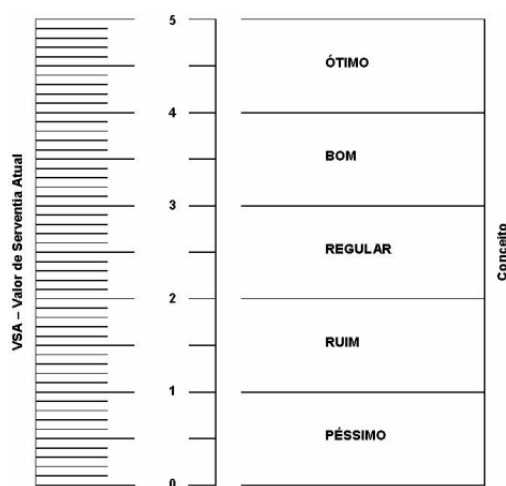
A avaliação dos pavimentos é parte fundamental da implementação de um SGP, já que funciona como ponto de partida para futuras decisões a serem tomadas no sistema. Esta análise permite definir as condições funcionais, estruturais e operacionais dos pavimentos dos segmentos de uma malha viária em determinado momento, auxiliando na seleção de intervenções a serem realizadas no pavimento.

A avaliação funcional dos pavimentos está relacionada ao estado de sua superfície e como ele interfere no conforto ao rolamento por parte dos usuários. Para esta análise, dois parâmetros são muito consistentes, o Valor de Serventia Atual (VSA) e o Índice de Irregularidade Internacional (IRI). Onde o primeiro é uma medida subjetiva baseada em notas dadas por técnicos avaliadores e o segundo é determinado através de medições de irregularidade longitudinal utilizando aparelhos projetados para esta tarefa (DNIT, 2011).

De acordo com o DNIT (2003), o Valor de Serventia Atual (VSA) é uma medida subjetiva das condições de superfície de um pavimento, calculada por um grupo de avaliadores técnicos que percorrem determinado trecho deste pavimento, registrando suas opiniões sobre a capacidade dele em atender às exigências do tráfego de veículos que atua sobre o mesmo, quanto ao conforto e à suavidade no rolamento.

No Brasil, o método para determinar o VSA é regulamentado pela Norma DNIT 009/2003 – PRO, intitulada como “Avaliação subjetiva da superfície de pavimentos flexíveis e semirrígidos – Procedimento”. A norma estabelece que o VSA seja calculado a partir da média das notas dadas por um grupo de 5 ou mais avaliadores técnicos para um trecho de pavimento, quanto o conforto ao rolamento. Estando essas notas compreendidas em uma escala de 0 a 5, sendo 5 um conforto ao rolamento ótimo e 0 um conforto ao rolamento péssimo. Conforme ilustrado na Figura 17.

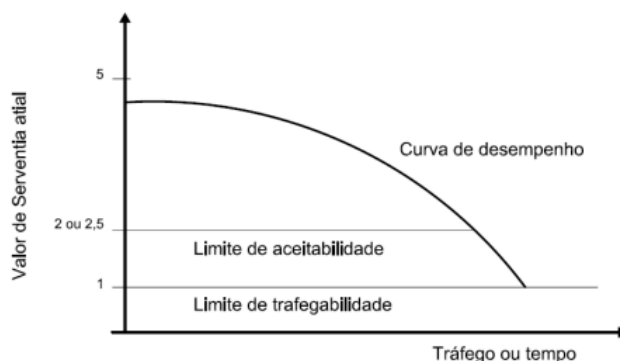
Figura 17 – Escala de avaliação do VSA



Fonte: DNIT (2003).

Quando bem dimensionados e corretamente executados, os pavimentos recém-construídos normalmente apresentam um VSA próximo de 5, já que na prática, não existem pavimentos sem nenhuma irregularidade (VSA = 5). Com o passar do tempo, o VSA dos pavimentos tende a diminuir devido aos esforços do tráfego e às ações do meio ambiente. Conforme ilustra a Figura 18 (DNIT, 2011).

Figura 18 – Variação do VSA em função do tráfego ou do tempo



Fonte: DNIT (2011).

Na imagem são indicados dois limites, o de aceitabilidade e o de trafegabilidade. O primeiro trata-se do limite mínimo aceitável aos usuários, quanto às condições de rolamento do pavimento. O segundo é a situação onde o pavimento terá que ser reconstruído.

O limite de aceitabilidade para vias com alto volume de tráfego é de 2,5 e para as demais é de 2,0. Pavimentos com VSA acima desse limite necessitam apenas de manutenção preventiva periódica, visando mantê-lo em boas condições por um período maior de tempo. Quando o VSA de um pavimento atinge o limite de aceitabilidade, é preciso realizar manutenção corretiva, desejando elevar novamente o VSA do mesmo. Além disso, pavimentos que não recebem manutenção ou recebem manutenção inadequada tendem a atingir o limite de trafegabilidade (DNIT, 2011).

Segundo o DNIT (2011), no Brasil a determinação do VSA vem sendo substituída pelo Levantamento Visual Contínuo (LVC). Isso ocorre por este levantamento determinar além do Índice de Condição dos Pavimentos Flexíveis (ICPF), semelhante ao VSA, também o Índice de Gravidade Global (IGG) e o Índice do Estado da Superfície do pavimento (IES).

O procedimento do Levantamento Visual Contínuo (LVC) é descrito pela Norma DNIT 008/2003 – PRO, intitulada como “Levantamento visual contínuo para avaliação da superfície de pavimentos flexíveis e semirrígidos – Procedimento”. A norma estabelece que inicialmente seja utilizado um veículo equipado com velocímetro e odômetro, calibrados para aferição da velocidade de operação (aproximadamente 40 km/h) e das distancias percorridas. Além disso, devem ser evitados dias chuvosos e horários com pouca luz natural.

O processo de levantamento pode ser dividido em duas etapas, sendo a primeira delas a divisão dos trechos em segmentos a serem levantados, preferencialmente com cada segmento tendo de 1,0 a 6,0 quilômetros de extensão. A segunda etapa é o preenchimento do formulário para registro de dados, contendo um cabeçalho com os dados da rodovia e os dados observados no pavimento, como número do segmento, extensão, frequência de defeitos e informações complementares.

Por fim, são realizados os cálculos descritos na norma para obtenção do Índice de Condição dos Pavimentos Flexíveis e semirrígidos (ICPF), Índice de Gravidade Global Expedito (IGGE) e Índice do Estado da Superfície do pavimento (IES).

Outro parâmetro consistente para avaliação funcional dos pavimentos é o Índice de Irregularidade Internacional (IRI), utilizado para medir a irregularidade longitudinal. Bernucci *et al.* (2022) define a irregularidade longitudinal como o somatório dos desvios da superfície de um pavimento, com relação a um plano referencial do projeto geométrico ideal, que interfere na dinâmica dos veículos e das cargas sobre a via, na qualidade ao rolamento e na drenagem superficial.

A medição do IRI pode ser realizada através de diversos sistemas e procedimentos. O Manual de Restauração de Pavimentos Asfálticos DNIT (2006) classifica esses medidores em quatro sistemas: de medidas diretas do perfil, de medidas indiretas do perfil, baseados na reação do veículo e de medida com sonda sem contato. Onde o mais utilizado mundialmente (inclusive no Brasil) é o sistema baseado na reação do veículo, aquele baseado nos movimentos relativos entre o eixo traseiro do veículo e sua carroceria.

Além das avaliações funcionais, outra importante avaliação dos pavimentos é a estrutural. Esta é associada à capacidade de carga dos mesmos e ocorre principalmente pela repetição de cargas, se apresentando na forma de deformações elásticas e plásticas. As deformações elásticas são avaliadas por equipamentos que medem os deslocamentos verticais chamados deflectômetros, e resultam em trincamentos ao longo do tempo de serviço do pavimento, podendo levar à fadiga do revestimento. As deformações plásticas são medidas por meio de treliça normatizada ou sensores laser, e geram defeitos como afundamento localizado ou nas trilhas de roda (DNIT, 2011).

Após a definição de um sistema de referências e a avaliação dos pavimentos, as últimas atividades básicas de um Sistema de Gerência de Pavimentos são: a determinação

de prioridades e a elaboração de um programa plurianual de investimentos. Tendo em vista que um SGP busca a otimização dos recursos disponíveis, são priorizados para execução das atividades de restauração e reconstrução, aqueles trechos de pavimento que se encontram em pior condição segundo as avaliações. Quanto ao programa plurianual de investimentos, existe uma dependência com relação aos orçamentos liberados pelos gestores públicos para estas atividades, mas devem ser realizadas análises econômicas visando a manutenção dos pavimentos das rodovias que estão em boas condições e a restauração ou reconstrução daqueles em condições inferiores.

4. METODOLOGIA

A metodologia utilizada na realização desta análise foi à pesquisa bibliográfica exploratória sobre pavimentos e defeitos de superfície em pavimentos flexíveis, auxiliada por um estudo de caso que fez uso do método de Levantamento Visual Contínuo (LVC) em trechos determinados de rodovia localizada no município de Aracati/CE para analisar a situação na qual se encontram.

4.1. Pesquisa Bibliográfica Exploratória

Kauark *et al.* (2010) define a pesquisa exploratória como uma técnica que aproxima a revisão bibliográfica ao fenômeno analisado. Esse tipo de pesquisa relaciona o levantamento bibliográfico aos parâmetros a serem avaliados no estudo de caso, proporcionando uma análise e apresentação deles.

4.2. Estudo de Caso

Os procedimentos adotados no estudo de caso foram os normatizados pela Norma DNIT 008/2003 – PRO que define como realizar o Levantamento Visual Contínuo (LVC) para avaliação da superfície de pavimentos flexíveis e semirrígidos.

O LVC foi realizado em três trechos de pavimento com revestimento flexível localizados em ruas com maior VMD de tráfego na cidade de Aracati/CE. Sendo o primeiro deles localizado na Rua Armando Praça, o segundo na Rua Duque de Caxias e o terceiro na Rua Dragão do Mar. Portanto. Serão apresentados os principais defeitos de superfície encontrados nos trechos de pavimento avaliados, para posterior análise de resultados

4.2.1. Equipamentos, condição de tempo e equipe de operação

Inicialmente, foram definidos os equipamentos e as condições do tempo para sua operação. Os equipamentos utilizados foram os exigidos pela Norma DNIT 008/2003 – PRO: veículo equipado com velocímetro e odômetro calibrados para aferição da velocidade e das distâncias percorridas.

O automóvel utilizado foi o modelo Chevrolet Cobalt, equipado com ambos os dispositivos exigidos, conforme ilustrado na Figura 19. Ademais, utilizou-se uma câmera para os registros fotográficos dos principais defeitos de superfície encontrados nos pavimentos.

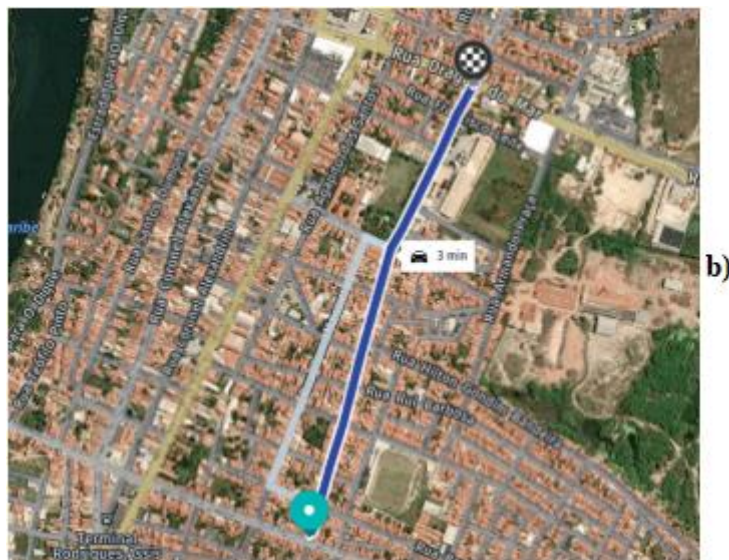
Figura 19 – Equipamentos: a) automóvel; b) velocímetro e odômetro



Fonte: Autoria Própria (2022).

No que diz respeito, às condições do tempo para execução do LVC, respeitou-se o que Norma DNIT 008/2003 – PRO estabelece. Não foi realizado levantamento nos dias chuvosos ou com pouca luz natural.

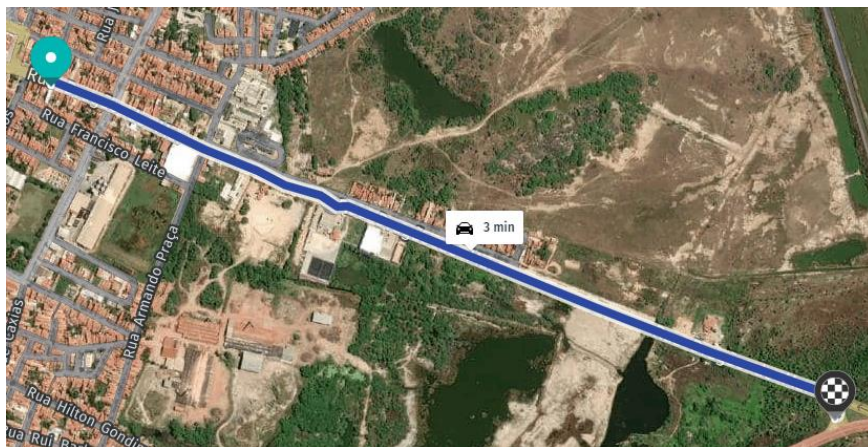
A equipe de operação foi composta pelo motorista do veículo e um representante técnico. O veículo foi operado a uma velocidade média de aproximadamente 40 km/h, conforme as recomendações.



Fonte: Here WeGo (2022).

O terceiro trecho de pavimento está localizado na Rua Dragão do Mar e tem extensão de 2 km. Diferente dos outros trechos, este encontra-se numa rodovia de pista dupla, locais onde a norma recomenda que o levantamento seja feito separadamente para cada uma das pistas. Portanto, foram avaliados 2 km da superfície do pavimento em um sentido e mais 2 km no sentido contrário, totalizando 4 km de pavimento analisados. A Figura 21 detalha este trecho através do aplicativo Here WeGo.

Figura 21 – Trecho: Rua Dragão do Mar



Fonte: Here WeGo (2022).

4.2.3. Formulário utilizado no LVC

O formulário utilizado no LVC corresponde ao fornecido no Anexo B da Norma DNIT 008/2003 – PRO. Este formulário apresenta um cabeçalho com dados da rodovia e os dados observados no pavimento referente aos defeitos de superfície. Neste trabalho, o formulário presente no Anexo B da norma será utilizado de forma adaptada. Onde serão registrados os dados do segmento como número sequencial do segmento dentro do trecho determinado, quilometragem indicada no odômetro do veículo no início e fim dos segmentos, e o comprimento de cada um deles. Além disso, também serão apontados dados relacionados à frequência de defeitos, cuja classificação é realizada com os códigos “A”, “M” ou “B”, de acordo com a estimativa da qualidade e da porcentagem de ocorrência do defeito avaliado. Em que suas definições e nomenclaturas são adotadas de acordo com a Norma DNIT 005/2003 – TER. A frequência de defeitos para painéis e remendos é determinada pela quantidade por quilômetro, enquanto para os demais defeitos é definida pela porcentagem por quilômetro. A Tabela 02 indica o código referente a cada frequência de defeitos e a Tabela 03 ilustra o formulário adaptado da norma que será utilizado neste trabalho.

Tabela 02 – Frequência de defeitos

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

Fonte: DNIT (2003).

Tabela 03 – Formulário para LVC

SEGMENTO				FREQÜÊNCIA DE DEFEITOS (A, M, B, ou S)									
Nº DO SEG	ODÔMETRO/KM		Ext	P	TRINCAS			R	DEFOR- MAÇÕES		OUTROS DEFEITOS		
	INÍCIO	FIM			TR	TJ	TB		AF	O	D	EX	E

Fonte: Adaptado do DNIT (2003).

A última etapa do trabalho consiste na análise de resultados baseada nos dados obtidos pelo LVC. O objetivo desta fase do estudo é determinar os seguintes parâmetros: Índice de Condição dos Pavimentos Flexíveis e semirrígidos (ICPF), Índice de Gravidade Global Expedito (IGGE) e Índice do Estado da Superfície do pavimento (IES). Onde o procedimento de cálculo destes índices é descrito na Norma DNIT 008/2003 – PRO.

O ICPF é estimado com base na avaliação visual do pavimento realizada no levantamento, mediante à aplicabilidade das medidas de manutenção determinadas pelo avaliador. Sendo assim, a norma classifica a superfície de cada segmento analisado segundo os conceitos mostrados na Tabela 04.

Tabela 04 – Conceitos do ICPF

CONCEITO	DESCRIÇÃO	ICPF
Ótimo	NECESSITA APENAS DE CONSERVAÇÃO ROTINEIRA	5 - 4
Bom	APLICAÇÃO DE LAMA ASFÁLTICA - Desgaste superficial, trincas não muito severas em áreas não muito extensas	4 - 3
Regular	CORREÇÃO DE PONTOS LOCALIZADOS OU RECAPEAMENTO - pavimento trincado, com "painelas" e remendos pouco frequentes e com irregularidade longitudinal ou transversal.	3 - 2
Ruim	RECAPEAMENTO COM CORREÇÕES PRÉVIAS - defeitos generalizados com correções prévias em áreas localizadas - remendos superficiais ou profundos.	2 - 1
Péssimo	RECONSTRUÇÃO - defeitos generalizados com correções prévias em toda a extensão. Degradação do revestimento e das demais camadas - infiltração de água e descompactação da base	1 - 0

Fonte: DNIT (2003).

O IGGE é calculado para cada segmento de pavimento através do preenchimento da tabela contida no Anexo C da Norma DNIT 008/2003 – PRO. Conforme apresentado na Tabela 05.

Tabela 05 – Cálculo do IGGE

SEGMENTO				TRINCAS			DEFORMAÇÕES			PANELA + REMENDO			(F _t x P _t) +
Nº do Seg	Km Início	Km Fim	Extensão	F _t %	P _t	F _t x P _t	F _{oap} %	P _{oap}	F _{oap} x P _{oap}	F _{pr} n°	P _{pr}	F _{pr} x P _{pr}	(F _{oap} x P _{oap}) + (F _{pr} x P _{pr}) = IGGE

Fonte: Adaptado do DNIT (2003).

De acordo com a Tabela 05, o IGGE é dado pela equação 1.

$$IGGE = (Pt * Ft) + (Poap * Foap) + (Ppr * Fpr) \quad (1)$$

Onde:

Ft, Pt = Frequência e Peso do conjunto de trincas;

Foap, Poap = Frequência e Peso do conjunto de deformações;

Fpr, Ppr = Frequência (quantidade por km) e Peso do conjunto de panelas e remendos.

Os valores dos pesos para cálculo citados na fórmula do IGGE são dados em função da frequência e da gravidade de ocorrência dos defeitos avaliados no levantamento. A Tabela 06 determina o Índice de Gravidade para cada segmento e indica os pesos para cálculo de acordo com a gravidade.

Tabela 06 – Cálculo do IGGE: a) determinação do Índice de Gravidade; b) pesos para cálculo

a)						
Panelas (P) e Remendos (R)						
FREQÜÊNCIA	Fator Fpr Quantidade/Km	GRAVIDADE				
A - ALTA	≥ 5	3	b)			
M - MÉDIA	2 - 5	2	GRAVIDADE	Pt	Poap	Ppr
B - BAIXA	≤ 2	1	3	0,65	1,00	1,00
Demais defeitos (trincas, deformações)			2	0,45	0,70	0,80
FREQÜÊNCIA	Fatores Ft e Foap (%)	GRAVIDADE	1	0,30	0,60	0,70
A - ALTA	≥ 50	3				
M - MÉDIA	50 - 10	2				
B - BAIXA	≤ 10	1				

Fonte: DNIT (2003).

O IES é avaliado em função do ICPF e do IGGE calculados. Onde o valor deste índice, juntamente com o Código e o Conceito atribuídos ao estado da superfície do pavimento são determinados de acordo com a Tabela 07.

Tabela 07 – Índice do Estado de Superfície do pavimento

DESCRIÇÃO	IES	CÓDIGO	CONCEITO
$IGGE \leq 20$ e $ICPF > 3,5$	0	A	ÓTIMO
$IGGE \leq 20$ e $ICPF \leq 3,5$	1	B	BOM
$20 \leq IGGE \leq 40$ e $ICPF > 3,5$	2		
$20 \leq IGGE \leq 40$ e $ICPF \leq 3,5$	3	C	REGULAR
$40 \leq IGGE \leq 60$ e $ICPF > 2,5$	4		
$40 \leq IGGE \leq 60$ e $ICPF \leq 2,5$	5	D	RUIM
$60 \leq IGGE \leq 90$ e $ICPF > 2,5$	7		RUIM
$60 \leq IGGE \leq 90$ e $ICPF \leq 2,5$	8	E	PÉSSIMO
$IGGE > 90$	10		

Fonte: DNIT (2003).

Após calculados todos os índices (ICPF, IGGE e IES), os resultados do levantamento para cada segmento dos trechos de pavimento avaliados serão apresentados na Tabela 08.

Tabela 08 – Resultados do LVC

Nº do Seg	SEGMENTO			RESULTADOS					
	Km Início	Km Fim	Extensão	ICPF	IGGE	IES			OBSERVAÇÕES
						Valor	Cód.	Conceito	

Fonte: Adaptado do DNIT (2003).

5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.1. Defeitos de superfície encontrados nos trechos no LVC

5.1.1. Primeiro trecho: Rua Armando Praça

O primeiro trecho avaliado apresenta uma extensão de 1 km. Sendo assim, não precisou ser dividido em mais de 1 segmento. A Figura 22 ilustra o ponto de partida e o ponto final deste trecho.

Figura 22 – Primeiro trecho: a) ponto de partida; b) ponto final



Fonte: Autoria própria (2022).

Inicialmente foram observados na superfície do pavimento apenas sinais de desgaste e alguns buracos de pequeno tamanho, conforme ilustrado na Figura 23.

Figura 23 – Defeitos de superfície: a) desgaste; b) buracos



Fonte: Autoria própria (2022).

Porém, no decorrer do trecho foi percebida uma parte do segmento com extensão de 300 metros que apresentava ondulações constantes e presença de trincas, tanto isoladas quanto interligadas. Conforme registrado na Figura 24.

Figura 24 – Defeitos de superfície: a) ondulação; b) trincas interligadas



Fonte: Autoria própria (2022).

Poucos metros após esta parte do trecho com frequentes ondulações, foi encontrado um grande buraco no meio da via, acompanhado de trincas em suas bordas. Conforme ilustrado na Figura 25.

Figura 25 – Defeito de superfície: buraco no meio da via com trincas nas bordas



Fonte: Autoria própria (2022).

Além destes registrados fotograficamente, também foram encontrados alguns outros defeitos em quantidade muito pequena, como afundamentos e remendos que também serão registrados nas planilhas.

5.1.2. Segundo trecho: Rua Duque de Caxias

O segundo trecho apresenta uma extensão de 1 km. Por conta disso, não precisou ser dividido em mais de 1 segmento. A Figura 26 ilustra o ponto de partida e o ponto final deste trecho.

Figura 26 – Segundo trecho: a) ponto de partida; b) ponto final



Fonte: Autoria própria (2022).

Neste trecho foi observado certo desgaste na superfície do pavimento em alguns pontos, além de uma quantidade considerável de buracos e alguns elementos do Sistema de Esgotamento Sanitário (SES), que não entram nos cálculos como defeitos do pavimento em si, mas que também afetam o conforto dos usuários. Conforme ilustrado na Figura 27.

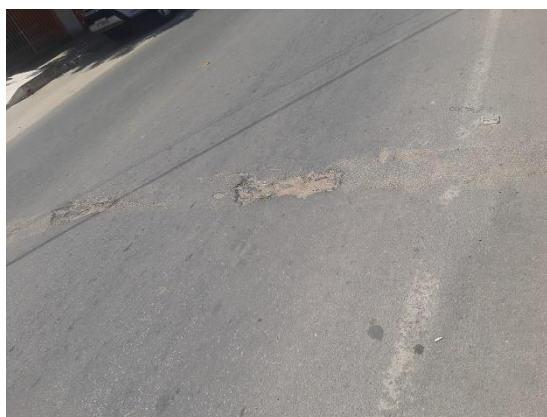
Figura 27 – Defeitos de superfície: a) buraco; b) elemento do SES



Fonte: Autoria própria (2022).

Além disso, foi notado uma grande quantidade de buracos em locais onde antes estavam localizados tachões refletivos, também chamados de tartarugas de sinalização. Isto ocorreu mais de uma vez na via, conforme registrado na Figura 28.

Figura 28 – Defeito de superfície: buracos situados em locais de tachões refletivos



Fonte: Autoria própria (2022).

Outros defeitos percebidos foram grandes ondulações em alguns cruzamentos, o que obrigava os motoristas a reduzirem consideravelmente a velocidade nestes pontos. Além disso, foram encontrados alguns locais com remendos e afundamentos raramente percebidos. A Figura 29 ilustra estes defeitos.

Figura 29 – Defeitos de superfície: a) ondulação; b) remendo



Fonte: Autoria própria (2022).

Com relação às trincas, este tipo de defeito foi pouco frequente em quase todo o trecho, com exceção de uma parte do segmento com extensão de 200 metros. Em que foram encontradas muitas trincas interligadas, principalmente em locais onde caminhões estacionam devido a existência de uma fábrica de alimentos no local. Conforme registrado na Figura 30.

Figura 30 – Defeitos de superfície: trincas interligadas



Fonte: Autoria própria (2022).

5.1.3. Terceiro trecho: Rua Dragão do Mar

O terceiro trecho apresenta uma extensão de 2 km. Diferente dos outros dois trechos, este será dividido em 4 segmentos de 1 km cada, já que se trata de uma rodovia de pista dupla. Na qual a norma recomenda que o LVC seja realizado separadamente em cada uma das pistas, totalizando 4 km de pavimento avaliado. A Figura 31 ilustra o ponto de partida e o ponto final deste trecho.

Figura 31 – Terceiro trecho: a) ponto de partida; b) ponto final



Fonte: Autoria própria (2022).

No primeiro segmento foram encontrados alguns buracos, pontos com afundamentos, sinais de desgaste e algumas trincas isoladas. A Figura 32 apresenta registros de alguns destes defeitos.

Figura 32 – Defeitos de superfície: a) buracos; b) Afundamento com desgaste



Fonte: Autoria própria (2022).

O maior defeito de superfície encontrado neste segmento é um grande buraco situado em uma das paradas de ônibus da cidade que leva até as praias da região. Conforme ilustrado na Figura 32.

Figura 33 – Defeito de superfície: buraco situado em uma parada de ônibus



Fonte: Autoria própria (2022).

O segundo segmento deste trecho foi aquele que apresentou menor quantidade de defeitos em todo o estudo, sem existência de buracos ou remendos e raros sinais de desgaste. O defeito mais observado neste trecho, ainda que pouco, foram trincas interligadas. Conforme registrado na Figura 33.

Figura 34 – Defeitos de superfície: trincas interligadas



Fonte: Autoria própria (2022).

O terceiro segmento do trecho, assim como o segundo, apresentou alguns sinais de desgaste, trincas em pequena quantidade e ausência de buracos. Porém, apresentou uma grande quantidade de remendos. A Figura 34 apresenta uma amostra disso com 3 remendos em sequência.

Figura 35 – Defeitos de superfície: Remendos em sequência



Fonte: Autoria própria (2022).

No quarto segmento, este trecho de pavimento voltou a apresentar alguns buracos em sua superfície. Além de ter uma quantidade ainda maior de remendos e algumas trincas isoladas com sinais de desgaste. A Figura 35 ilustra alguns destes defeitos.

Figura 36 – Defeitos de superfície: a) remendos; b) buraco



Fonte: Autoria própria (2022).

5.2. Parâmetros obtidos para os trechos analisados no LVC

5.2.1. Índice de Condição dos Pavimentos Flexíveis e semirrígidos

O ICPF foi estimado com base na avaliação visual do pavimento realizada no levantamento. Sendo assim, levou-se em consideração o preenchimento do “Formulário

para LVC”, explicado nas tabelas 02 e 03 da metodologia deste trabalho. A Tabela 09 apresenta este formulário devidamente preenchido com as informações referentes aos 3 trechos de pavimento avaliados neste estudo.

Tabela 09 – Formulário para LVC (preenchido)

SEGMENTO				FREQUÊNCIA DE DEFEITOS (A, M ou B)									
Nº DO SEG	ODÔMETRO/KM		Ext	P	TRINCAS			R	DEFORMAÇÕES		OUTROS DEFEITOS		
	INÍCIO	FIM			TR	TJ	TB		AF	O	D	EX	E
1	0,0	1,0	1 km	A	M	B	-	B	B	M	M	-	-
2	0,0	1,0	1 km	A	M	M	-	B	B	B	M	-	-
3.1	0,0	1,0	1 km	A	M	B	-	B	B	B	M	-	-
3.2	1,0	2,0	1 km	-	B	B	-	B	B	B	B	-	-
3.3	0,0	1,0	1 km	-	B	B	-	A	B	B	B	-	-
3.4	1,0	2,0	1 km	A	M	B	-	A	B	B	M	-	-

Fonte: Autoria própria (2022).

Tendo posse dos dados referentes à frequência de defeitos registrados no LVC, o ICPF foi calculado mediante a aplicabilidade das medidas de manutenção determinadas pelo profissional avaliador, de acordo com a Tabela 04 que apresenta os conceitos do ICPF.

Os dois primeiros trechos avaliados no LVC registraram o mesmo valor de ICPF, igual a 3. São segmentos de pavimento que necessitam da correção em pontos localizados ou recapeamento, tendo em vista principalmente os buracos observados na sua superfície, além das trincas e certas irregularidades longitudinais e transversais.

O terceiro trecho de pavimento avaliado foi dividido em 4 segmentos. Sendo que dois deles (3.1 e 3.4) apresentaram o valor de ICPF igual a 3, por razões similares às dos primeiros dois trechos de pavimento. Já os outros dois segmentos (3.2 e 3.3) registraram um valor maior de ICPF, igual a 4. São segmentos que precisam apenas da aplicação de lama asfáltica, levando em conta apenas o desgaste superficial, trincas não tão frequentes e a ausência de buracos.

5.2.2. Índice de Gravidade Global Expedito

O IGGE foi calculado através do preenchimento da Tabela 05 deste trabalho, adaptada do DNIT. Onde é utilizada a frequência de defeitos registrada no LVC e seus respectivos pesos para cálculo que são indicados na Tabela 06. Os cálculos realizados para obtenção do IGGE estão apresentados na Tabela 10.

Tabela 10 – Cálculo do IGGE nos segmentos avaliados

SEG- MENTO	TRINCAS			DEFORMAÇÕES			PANELA + REMENDO			(Ft*Pt) + (Foap*Poap) + (Fpr*Ppr) = IGGE
	Ft %	Pt	Ft * Pt	Foap %	Poap	Foap * Poap	Fpr n°	Ppr	Fpr * Ppr	
1	20,00	0,45	9,00	40,00	0,70	28,00	12,00	1,00	12,00	49,00
2	25,00	0,45	11,25	15,00	0,70	10,50	17,00	1,00	17,00	38,75
3.1	20,00	0,45	9,00	15,00	0,70	10,50	8,00	1,00	8,00	27,50
3.2	15,00	0,45	6,75	5,00	0,60	3,00	1,00	0,70	0,70	10,45
3.3	15,00	0,45	6,75	5,00	0,60	3,00	15,00	1,00	15,00	24,75
3.4	20,00	0,45	9,00	15,00	0,70	10,50	23,00	1,00	23,00	42,50

Fonte: Autoria própria (2022).

5.2.3. Índice do Estado de Superfície do pavimento

O IES, cujos valores estão compreendidos numa escala de 0 a 10 foi avaliado em função do ICPF e do IGGE calculados. Onde esse valor, assim como o código e o conceito atribuídos ao estado da superfície do pavimento foram determinados de acordo com a Tabela 07.

Os dois primeiros trechos avaliados no LVC registraram o mesmo código e conceito, “C” e “Regular” respectivamente. Porém, apresentaram valores diferentes, o primeiro trecho teve um IES de 4 o segundo de 3. Isso ocorreu por conta do valor do IGGE que é maior no primeiro trecho.

O terceiro trecho de pavimento avaliado foi dividido em 4 segmentos. Onde apresentaram valores, código e conceitos diferentes, sendo que os segmentos 3.2 e 3.3 tiveram os melhores resultados. Conforme demonstrado a seguir:

- Segmento 3.1: valor 3, código C, conceito Regular;
- Segmento 3.2: valor 0, código A, conceito Ótimo;
- Segmento 3.3: valor 2, código B, conceito Bom;
- Segmento 3.4: valor 4, código C, conceito Regular.

5.3. Análise dos parâmetros obtidos

Os dados apresentados na Tabela 11 indicam que maior parte dos trechos avaliados na pesquisa encontram-se em condição regular, já que quatro dos seis segmentos analisados alcançaram este conceito na determinação do IES.

Tabela 11 – Resultados finais do LVC

Nº do Seg	SEGMENTO			RESULTADOS				
	Km Início	Km Fim	Extensão	ICPF	IGGE	IES		
						Valor	Cód.	Conceito
1	0,0	1,0	1 km	3,0	49,00	4,0	C	Regular
2	0,0	1,0	1 km	3,0	38,75	3,0	C	Regular
3.1	0,0	1,0	1 km	3,0	27,50	3,0	C	Regular
3.2	1,0	2,0	1 km	4,0	10,45	0,0	A	Ótimo
3.3	0,0	1,0	1 km	4,0	24,75	2,0	B	Bom
3.4	1,0	2,0	1 km	3,0	42,50	4,0	C	Regular

Fonte: Autoria própria (2022).

Estes quatro segmentos obtiveram também o mesmo valor para o ICPF (3), indicando que precisam de correção em pontos localizados ou recapeamento. Os outros dois segmentos avaliados apresentaram melhores resultados quanto à sua condição, alcançando as condições “ótimo” e “bom” na indicação do IES. Ademais, tiveram valores de ICPF superiores (4), mostrando que necessitam apenas da aplicação de lama asfáltica.

Com relação aos resultados do IGGE, os seis segmentos apresentaram valores bastante diferentes, mas o padrão se repetiu, onde os dois segmentos que tiveram melhores resultados nos outros índices também apresentaram neste, possuindo menores valores para o IGGE devido à frequência de defeitos inferior.

6. CONCLUSÃO

Após a realização do Levantamento Visual Contínuo (LVC) descrito na Norma DNIT 008/2003 – PRO nos trechos de pavimento de Aracati/CE, é possível concluir:

- Todos os trechos apresentaram dados aceitáveis, estando no mínimo em situação regular. Apesar disso, a maioria necessita de correção em pontos localizados ou recapeamento, principalmente pela quantidade de buracos encontrados.
- Exibem defeitos em alguns locais com solicitação excessiva de carga devido ao peso dos veículos, como trincas interligadas presentes no trecho dois, resultantes provavelmente do tráfego de caminhões para uma fábrica de alimentos existente nesta rua. E como buraco no segmento 3.1 localizado em frente a parada de ônibus.
- A metodologia do LVC é eficiente porque permite identificar defeitos de superfície e obter parâmetros que indicam a situação dos trechos de pavimento aos quais é aplicada, levando a percepção de detalhe importante em relação ao processo de construção desse pavimento analisado no município de Aracati/CE. Este corresponde a visualização de paralelepípedos de calçamento no fundo dos buracos, indicando que a camada de asfalto foi colocada sobre o revestimento antigo sem a retirada destes paralelepípedos.
- A prática construtiva observada embora seja comum em alguns municípios do interior, não é correta, pois resulta em problemas na compactação do solo que dificulta as técnicas de manutenção futura.

Enfim, o Levantamento Visual Contínuo permite não só identificar os defeitos de superfície e o estado no qual se encontra os pavimentos, como também observar a técnica construtiva.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BALBO, J. T. **Pavimentação asfáltica: materiais, projeto e restauração**. São Paulo: Oficina de Textos, 2007.

BERNUCCI, L. B.; MOTTA, L. M. G.; CERATTI, J. A. P.; SOARES, J. B. **Pavimentação asfáltica: formação básica para engenheiros**. 2ª Edição. Rio de Janeiro: ABEDA, 2022.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DE TRANSPORTE (CNT). **Pesquisa CNT de rodovias – Relatório gerencial, 2021**. Brasília, DF, 2021. Disponível em: <<http://pesquisarodovias.cnt.org.br/>>. Acesso em: 12 nov. 2022.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DE TRANSPORTE (CNT). **Transporte rodoviário: por que os pavimentos das rodovias do Brasil não duram?** Brasília, DF, 2017. Disponível em: <<http://pesquisarodovias.cnt.org.br/>>. Acesso em: 12 nov. 2022.

DEPARTAMENTO ESTADUAL DE INFRAESTRUTURA (DEINFRA). **Pavimentação: pinturas asfálticas**. Santa Catarina: DEINFRA 2015.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES (DNIT). **Avaliação subjetiva da superfície de pavimentos flexíveis e semirrígidos: PRO 009/2003**. Rio de Janeiro: DNIT, 2003a.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES (DNIT). **Avaliação objetiva da superfície de pavimentos flexíveis e semirrígidos: PRO 006/2003**. Rio de Janeiro: DNIT 2003b.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES (DNIT). **Defeitos nos pavimentos flexíveis e semirrígidos: TER 005/2003**. Rio de Janeiro, 2003c.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES (DNIT). **Levantamento visual contínuo para avaliação da superfície de pavimentos flexíveis e semirrígidos: PRO 008/2003**. Rio de Janeiro: DNIT, 2003d.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES (DNIT). Diretoria de Planejamento e Pesquisa. Coordenação Geral de Estudos e Pesquisa. Instituto de Pesquisas Rodoviárias. **Manual de pavimentação**. 3ª edição. Rio de Janeiro, 2006a.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES (DNIT). Diretoria de Planejamento e Pesquisa. Coordenação Geral de Estudos e Pesquisa. Instituto de Pesquisas Rodoviárias. **Manual de Restauração de pavimentos asfálticos**. 2 ed. Rio de Janeiro, 2006b.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES (DNIT). Diretoria de Planejamento e Pesquisa. Coordenação Geral de Estudos e Pesquisa. Instituto de Pesquisas Rodoviárias. **Manual de conservação rodoviária**. 2ª edição. Rio de Janeiro, 2005.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES (DNIT). **Pavimentos flexíveis – Concreto asfáltico – Especificação de serviço:** 031/2006 – ES. Rio de Janeiro: DNIT, 2006.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES (DNIT). **Plano Nacional de Manutenção Rodoviária.** Brasília, 2018.

GEWEHR, Juliano. **Asfalto sobre paralelepípedos: um erro.** 2013. Disponível em: <<http://asfaltodequalidade.blogspot.com/>>. Acesso em: 12 nov. 2022.

HERE WEGO. Disponível em: < <https://wego.here.com/>>. Acesso em: 12 nov. 2022.

HERTZOG, Luany Rodrigues. **Manifestações patológicas em pavimentos flexíveis: Estudo de caso no município de Osório - RS.** 2018. 110 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Universidade do Vale do Rio dos Sinos, São Leopoldo, 2018.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Frota de veículos.** Fortaleza, 2021. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ce/aracati/panorama/>>. Acesso em: 12 nov. 2022.

KAUARK, F. da S.; MANHÃES, F. C.; MEDEIROS, C. H. **Metodologia da Pesquisa:** Um guia prático. Itabuna: Via Litterarum, 2010. 88p.

Manual de Gerência de Pavimentos: Instituto de Pesquisas Rodoviárias – IPR 745. Rio de Janeiro: DNIT 2011.

Manual de pavimentação: Instituto de Pesquisas Rodoviárias – IPR 719. Rio de Janeiro: DNIT, 2006a.

Manual de restauração de pavimentos asfálticos: Instituto de Pesquisas Rodoviárias – IPR 720. Rio de Janeiro: DNIT, 2006b.

PAVESYS (Porto Alegre). **Sistemas de Gerência de Pavimentos.** Disponível em: <<http://pavesys.com.br/sgpsistemas-de-gerencia-de-pavimentos/>>. Acesso em: 12 nov. 2022.

VERAS, Luan Soares. **Avaliação da serventia de um trecho de pavimento da cidade de Mossoró/RN através do levantamento visual contínuo (LVC).** 2017. 56 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, 2017.