

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ**

**DANIELE ALDA BAIJO**

**ESTUDO COMPARATIVO DE TRÊS MÉTODOS PARA AVALIAÇÃO DA  
CONDIÇÃO DE PAVIMENTOS NA RODOVIA PR-317**

**CAMPO MOURÃO**

**2023**

**DANIELE ALDA BAIJO**

**ESTUDO COMPARATIVO DE TRÊS MÉTODOS PARA AVALIAÇÃO DA  
CONDIÇÃO DE PAVIMENTOS NA RODOVIA PR-317**

**Comparative study of three methods to evaluate the pavements condition on  
the PR-317 highway**

Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação  
apresentado como requisito para obtenção do título de  
Bacharel em Engenharia Civil da Universidade  
Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR)  
Orientadora: Prof. Dra. Fabiana Goia Rosa de Oliveira.

**CAMPO MOURÃO**

**2023**



[4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

Esta licença permite compartilhamento, remixe, adaptação e criação a partir do trabalho, mesmo para fins comerciais, desde que sejam atribuídos créditos ao(s) autor(es). Conteúdos elaborados por terceiros, citados e referenciados nesta obra não são cobertos pela licença.

**DANIELE ALDA BAIJO**

**ESTUDO COMPARATIVO DE TRÊS MÉTODOS PARA AVALIAÇÃO DA  
CONDIÇÃO DE PAVIMENTOS NA RODOVIA PR-317**

Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação  
apresentado como requisito para obtenção do título de  
Bacharel em Nome do Engenharia Civil da  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
(UTFPR).

Data de aprovação: 16/junho/2023

---

Fabiana Goia Rosa de Oliveira  
Doutorado em Engenharia de Materiais  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

---

Eliana Fernandes dos Santos  
Doutorado em Engenharia de Infraestrutura de Transportes  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

---

José Wilson dos Santos Ferreira  
Doutorado em Geotecnia  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

**CAMPO MOURÃO**

**2023**

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a Deus por me fortalecer a cada dia e permitir com que eu chegasse até aqui.

A minha família, pelo apoio e incentivo, por ser a minha base e inspiração para que eu busque ser melhor a cada dia.

Aos meus amigos e colegas de curso que compartilharam comigo essa etapa tão importante e desafiadora, em especial ao Giorgie, que foi meu supervisor de estágio, por todo ensinamento e auxílio neste trabalho.

A todos os professores que conheci no decorrer da graduação, agradeço por compartilharem todo o conhecimento necessário para minha formação acadêmica.

À minha orientadora, Prof. Dra. Fabiana Goia Rosa de Oliveira pela colaboração e orientação no desenvolvimento deste trabalho.

À UTFPR – Campo Mourão e a todas as pessoas que de alguma forma contribuíram na minha formação, muito obrigada!

## RESUMO

Uma das grandes ferramentas da Gerência de Pavimentos é a avaliação da condição da superfície do pavimento asfáltico, que observa quais tipos de defeitos que possam surgir, sua severidade e extensão, para que haja uma adequada reabilitação e manutenção das vias, de modo que os investimentos empregados sejam realizados criteriosamente e que garantam qualidade, conforto e segurança dos usuários da pista. Em vista disso, o presente trabalho apresenta um estudo comparativo entre três metodologias que visam avaliar a condição de pavimentos asfálticos aplicadas em um trecho da rodovia PR-317, no município de Campo Mourão, estado do Paraná, contabilizando 1 quilômetro. Para realizar a pesquisa aplicou-se as metodologias: Instrução de Serviço Nº 16/2019/DNIT, capítulo 1, do Índice de Condição da Manutenção (ICM); Levantamento Visual Contínuo para avaliação da superfície de pavimentos flexíveis e semi-rígidos (LVC), regido pela norma do DNIT 008/2003-PRO; e avaliação subjetiva da superfície de pavimentos flexíveis e semi-rígidos, conforme a norma 009/2003-PRO do DNIT. Foi realizado um levantamento das manifestações patológicas da superfície asfáltica do segmento em questão, para posterior aplicação dos métodos de avaliação e classificação da condição do pavimento. Realizada a análise comparativa dos resultados obtidos, diante do diagnóstico apresentado, em que o estado da superfície do pavimento em estudo foi classificado respectivamente como ruim e regular, de acordo com primeiro método e péssimo e ruim, conforme os dois últimos, logo verificou-se que houve divergência de classificação entre eles. Diante disso, evidencia-se a necessidade da utilização de variados métodos de avaliação da condição do pavimento para obtenção de resultados mais precisos, a fim de buscar soluções mais eficazes e econômicas para correção das patologias.

Palavras-chave: pavimentos asfálticos; métodos de avaliação; condição da via.

## **ABSTRACT**

One of the great tools of the Pavement Management is the evaluation of the surface condition in the asphalt pavement, which observes what types of defects may arise, their severity and extent, so that there is an adequate rehabilitation and maintenance of the roads, in such a manner that the investments made are carried out in a creteriously way and guarantee quality, comfort and safety for road users. In this regard, the present work presents a comparative study between three methodologies that aim to evaluate the condition of asphalt pavements applied in an extension of the PR-317 highway, in the municipality of Campo Mourão, state of Paraná, accounting for 1 kilometer. To carry out the research, the following methodologies were applied: Service Instruction No. 16/2019/DNIT, chapter 1, of the Maintenance Condition Index (ICM); Continuous Visual Survey to evaluate the surface of flexible and semi-rigid pavements (LVC), governed by DNIT 008/2003-PRO; and subjective evaluation of the surface of flexible and semi-rigid pavements, according to DNIT standard 009/2003-PRO. It was carried out a survey of the pathological manifestations of the asphalt surface of the segment in question, for later application of the evaluation method and classification of the pavement condition. After carrying out a comparative analysis of the results obtained, in view of the presented diagnosis, in which the state of the pavement surface under study was classified respectively as bad and regular, according to the first method and terrible and bad, according to the last two, so it was possible to verify the divergence between them. That said, it's evident the necessity of different evaluation methods usage for the pavement condition to obtain more accurate results, with the purpose to achieve more effective and economic solutions to correct such pathologies.

Keywords: asphalt pavements; evaluation methods; road condition.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Sistema de gerência de pavimento.....	17
Figura 2 - Trinca isolada transversal .....	19
Figura 3 - Trinca isolada longitudinal .....	19
Figura 4 - Trinca tipo “couro de jacaré” .....	20
Figura 5 - Trinca tipo “Bloco”. .....	20
Figura 6 - Afundamento de trilha de roda. ....	21
Figura 7 - Ondulação.....	21
Figura 8 - Escorregamento .....	22
Figura 9 - Exsudação .....	22
Figura 10 - Desgaste .....	23
Figura 11- Panela.....	23
Figura 12 - Remendo .....	24
Figura 13 - Modelo de formulário .....	28
Figura 14 - Escala para avaliação .....	35
Figura 15 - Modelo de formulário para levantamento .....	36
Figura 16 - Formulário para Levantamento Visual Contínuo.....	38
Figura 17 - Formulário para cálculo do IGGE .....	39
Figura 18 - Formulário dos resultados do LVC.....	40
Figura 19 - Ficha de avaliação.....	41

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Níveis de ocorrência no pavimento .....	29
Quadro 2 - Nível de conservação .....	29
Quadro 3 - ICM .....	31
Quadro 4 - Conceitos do ICPF .....	32
Quadro 5 - Índice do Estado da Superfície do Pavimento (IES) .....	33
Quadro 6 - Classificação da condição do pavimento .....	37
Quadro 7 - Índice de condição da manutenção .....	42
Quadro 8 - Informações do segmento .....	42
Quadro 9 - Formulário para o Levantamento Visual Contínuo .....	43
Quadro 10 - Cálculo do IGGE .....	44
Quadro 11 - Índice do estado da superfície .....	44
Quadro 12 - Resultados das avaliações .....	44



## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1 - Valores para utilização conforme a frequência de defeitos levantados.....</b>	<b>30</b>
<b>Tabela 2 - Valores para utilização conforme o nível de conservação apontado .....</b>	<b>30</b>
<b>Tabela 3 - Determinação do Índice de Gravidade .....</b>	<b>32</b>
<b>Tabela 4 - Pesos para cálculo do IGGE .....</b>	<b>33</b>

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

BIRD	Banco Internacional para Reconstrução e Desenvolvimento
CPGP	Comissão Permanente de Gerência de Pavimentos
DNER	Departamento Nacional de Estradas de Rodagem
DNIT	Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes
FWD	Falling Weight Deflectometer
ICM	Índice de Condição da Manutenção
ICPF	Índice da Condição dos Pavimentos Flexíveis
IES	Índice do Estado de Superfície
IGGE	Índice de Gravidade Global Expedido
IPR	Instituto de Pesquisas Rodoviárias
IRI	Índice de Irregularidade Internacional
LVC	Levantamento Visual Contínuo
PCI	Paviment Conditions Index
SGP	Sistema de Gerência de Pavimentos
USACE	United States Army Corps of Engineers
VMD	Volume Médio Diário de Tráfego
VSA	Valor de Serventia Atual

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	<b>13</b>
<b>2</b>	<b>OBJETIVOS</b> .....	<b>14</b>
<b>2.1</b>	<b>Objetivo geral</b> .....	<b>14</b>
<b>2.2</b>	<b>Objetivos específicos</b> .....	<b>14</b>
<b>3</b>	<b>JUSTIFICATIVA</b> .....	<b>15</b>
<b>4</b>	<b>REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....	<b>16</b>
<b>4.1</b>	<b>Gerência de pavimentos no Brasil</b> .....	<b>16</b>
4.1.1	Sistema de gerência de pavimentos .....	17
4.1.2	Níveis de decisão na gerência de pavimentos .....	18
<b>4.2</b>	<b>Patologias em pavimentos</b> .....	<b>18</b>
4.2.1	Trincas (ou fendas).....	18
<u>4.2.1.1</u>	<u>Trinca isolada</u> .....	<u>18</u>
<u>4.2.1.2</u>	<u>Trinca interligada</u> .....	<u>19</u>
4.2.2	Afundamento .....	20
4.2.3	Ondulação ou corrugação .....	21
4.2.4	Escorregamento .....	21
4.2.5	Exsudação .....	22
4.2.6	Desgaste .....	22
4.2.7	Panela .....	23
4.2.8	Remendo .....	23
<b>4.3</b>	<b>Avaliação de pavimentos</b> .....	<b>24</b>
4.3.1	Avaliação estrutural .....	24
<u>4.3.1.1</u>	<u>Falling Weight Deflectometer (FWD)</u> .....	<u>25</u>
<u>4.3.1.2</u>	<u>Paviment Conditions Index (PCI)</u> .....	<u>25</u>
<u>4.3.1.3</u>	<u>Viga Benkelman</u> .....	<u>25</u>
4.3.2	Avaliação operacional .....	26
<u>4.3.2.1</u>	<u>Volume Médio Diário de Tráfego (VMD)</u> .....	<u>26</u>
<u>4.3.2.2</u>	<u>Carregamento da frota</u> .....	<u>26</u>
<u>4.3.2.3</u>	<u>Número N</u> .....	<u>26</u>
4.3.3	Avaliação funcional.....	27
<u>4.3.3.1</u>	<u>Índice de irregularidade internacional (IRI)</u> .....	<u>27</u>
<u>4.3.3.2</u>	<u>Índice de condição da manutenção – ICM</u> .....	<u>27</u>

4.3.4	Levantamento visual contínuo para avaliação da superfície de pavimentos flexíveis e semi-rígidos (LVC) .....	31
4.3.5	Avaliação subjetiva da superfície de pavimentos flexíveis e semi-rígidos.....	33
<b>5</b>	<b>METODOLOGIA .....</b>	<b>36</b>
<b>5.1</b>	<b>Índice de condição da manutenção-ICM .....</b>	<b>36</b>
<b>5.2</b>	<b>Levantamento visual contínuo para avaliação da superfície de pavimentos flexíveis e semi-rígidos (LVC).....</b>	<b>37</b>
<b>5.3</b>	<b>Avaliação subjetiva da superfície de pavimentos flexíveis e semi-rígidos .....</b>	<b>40</b>
<b>6</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÕES .....</b>	<b>42</b>
<b>6.1</b>	<b>Resultados do Índice de Condição da Manutenção .....</b>	<b>42</b>
<b>6.2</b>	<b>Resultados do Levantamento Visual Contínuo – LVC .....</b>	<b>42</b>
<b>6.3</b>	<b>Resultados da avaliação subjetiva da superfície de pavimentos ...</b>	<b>44</b>
<b>7</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>47</b>
	<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>48</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Vias com pavimentos em boas condições possibilitam benefícios aos seus usuários que almejam trafegar com conforto, segurança e economia. Quando o pavimento se apresenta em bom estado, com uma superfície regular e com aderência adequada, os motoristas e passageiros sentem-se mais seguros enquanto deslocam-se. As despesas com operação e manutenção dos veículos acabam sendo reduzidas, o que pode representar uma queda no consumo de combustível em longas viagens (BALBO, 2007).

No entanto, sabe-se que o Brasil carece de investimentos na área de infraestrutura há anos, isso além de comprometer ainda mais o estado que se encontram as rodovias brasileiras, implica negativamente no crescimento do país, intensifica a degradação da vida útil do pavimento, gerando diversas patologias como fissuras, desgastes, deformações, formação de panelas e outros. Essas irregularidades causam desconforto e colocam em risco a segurança dos que trafegam pelas vias (RIVERSON et al., 1987; SILVA, 2014).

Segundo o Departamento Nacional de Infraestrutura de Transporte - DNIT (2011), a Gerência de Pavimentos é um método de administração essencial para destinar os recursos públicos disponíveis a aplicações eficientes, de tal forma que atenda às necessidades dos usuários das rodovias federais, aumentando a segurança e conforto.

Assim sendo, o presente trabalho considera a análise comparativa de três métodos, o Índice de Condição da Manutenção – ICM, o Levantamento Visual contínuo para a avaliação da superfície de pavimentos flexíveis e semi-rígidos – LVC e a Avaliação subjetiva da superfície de pavimentos flexíveis e semi-rígidos – SVA, em um trecho pavimentado na cidade de Campo Mourão, Paraná, com a finalidade de observar e classificar a condição do pavimento com revestimentos asfálticos e, então, comparar os resultados e expor as vantagens e desvantagens de cada metodologia.

## **2 OBJETIVOS**

A seguir o objetivo geral e os objetivos específicos.

### **2.1 Objetivo geral**

Analisar três metodologias que avaliam a condição de pavimentos asfálticos em um trecho da PR-317.

### **2.2 Objetivos específicos**

Para que se cumpra o objetivo geral, se estabelecem como objetivos específicos:

- Realizar o levantamento dos tipos de defeitos presentes na rodovia e classificá-los;
- Aplicar os seguintes métodos: Índice de Condição de Manutenção-ICM, Levantamento visual contínuo para a avaliação da superfície de pavimentos flexíveis e semi-rígidos - LVC e Avaliação subjetiva da superfície de pavimentos flexíveis e semi-rígidos – SVA;
- Avaliar os resultados da aplicação, comparando-os, apontando as vantagens e desvantagens de cada metodologia.

### 3 JUSTIFICATIVA

O estudo sobre metodologias que regem a condição de vias públicas pavimentadas, através de levantamentos periódicos para realização da manutenção, é importante para analisar a eficiência avaliativa do segmento, identificando corretamente cada tipo de patologia e os níveis adequados de severidade, para ações de conservação e recuperação. Para isso, algumas normas brasileiras contribuem na determinação dos defeitos e assim, classificam a condição do pavimento para poder corrigir corretamente os defeitos.

Sabe-se que a realidade da malha rodoviária brasileira encontra-se em condições precárias e a falta de investimento financeiro para acompanhamento e manutenção, prejudica o sistema e a economia do país, tendo em vista que a maior parte do transporte no Brasil ocorre pelo setor rodoviário. Para melhorar esse cenário e buscar solucionar corretamente os problemas é fundamental realizar levantamentos com dados exatos, periódicos e sistemáticos (SCHMIDT, 2011).

Diante deste cenário, a pesquisa fundamenta-se em avaliar a aplicabilidade em cada metodologia, aprimorando a empregabilidade de cada método pelo meio técnico e auxiliando na decisão mais correta para cada conjuntura.

## **4 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

Apresenta-se em seguida a gerência de pavimentos no Brasil, o sistema e os níveis de decisão na gerência de pavimentos.

### **4.1 Gerência de pavimentos no Brasil**

Segundo Hudson (1992), a gerência de pavimentos é um grupo de serviços que incluem o planejamento, projeto, construção, manutenção e restauração do pavimento, vinculado a um órgão público responsável pela administração da via pública.

No Brasil, o órgão que regulamenta as vias federais é o Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT, 2011), que define a gerência de pavimentos como um processo contínuo e integrado de ações que abrange todos os setores do departamento, com o principal objetivo de obter a melhor forma financeira/técnica de aplicar os recursos públicos disponíveis.

A ideia de implantar um Sistema de Gerência de Pavimentos (SGP) no Brasil, surgiu a partir da década de 80 por parte dos principais órgãos rodoviários, em virtude de fatores como: maior necessidade de manutenção oportuna e adequada da rede rodoviária, exigências dos órgãos financiadores, ineficiência dos recursos a serem aplicados, no efeito direto da condição do pavimento nos custos operacionais dos veículos, no avanço tecnológico dos métodos e equipamentos para avaliação de pavimentos (DNIT, 2011).

De acordo com o DNIT (2011), foi a partir de 1982, por iniciativa do Instituto de Pesquisas Rodoviárias (IPR), que foi formalizada a criação da Comissão Permanente de Gerência de Pavimentos (CPGP). Inicialmente o CPGP desenvolveu a metodologia e as instruções para o Levantamento de Condição de Superfície dos Pavimentos Flexíveis a nível de rede. Em 1985/1986 foi estabelecido a metodologia para utilização dos resultados de campo no sistema, no qual era selecionado para avaliar economicamente as alternativas de manutenção.

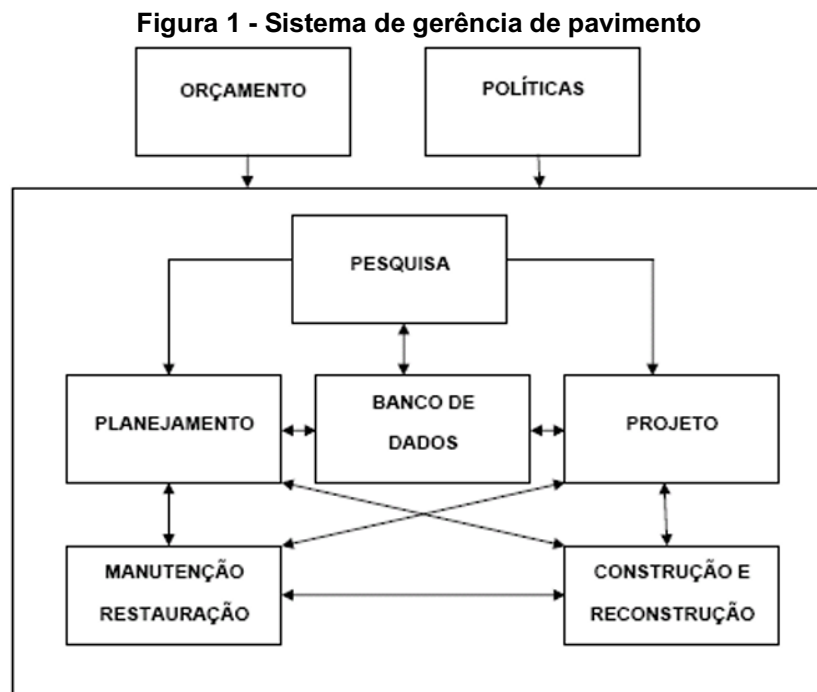
Em 1991, as atividades da Gerência de Pavimentos sofreu significativas modificações na metodologia, as modificações foram: redução da capacidade de execução do DNER, contratação de diversas etapas do processo, necessidade de realização de levantamento visual contínuo e incorporação de novos parâmetros por sugestão do Banco Internacional para Reconstrução e Desenvolvimento (BIRD) e a



necessidade de utilização de modelo para avaliar as estratégias de manutenção rodoviária em condição de restrição orçamentária (DNIT, 2011).

#### 4.1.1 Sistema de gerência de pavimentos

De acordo com o Manual de Gerência de Pavimentos do DNIT (2011), um sistema de gerência deve interagir mutuamente nas seguintes etapas: planejamento, projeto, construção e a manutenção do pavimento. Os principais fatores que influenciam externamente são os recursos orçamentários, dados necessários ao sistema e as diretrizes políticas e administrativas. Logo após é apresentada na Figura 1 o Sistema de Gerência de Pavimentos (SGP) na forma de organograma.



Fonte: DNIT (2011, p. 36)

Para o DNIT (2011), os pavimentos rodoviários são um valioso patrimônio, em que sua conservação e restauração são essenciais para a sua preservação. Quando não há manutenção rotineira desse patrimônio ocorre aumentos substanciais nos custos de operação dos veículos e necessidade de investimento cada vez mais altos para sua recuperação.

E ainda para o DNIT (2011), às atividades que regem para um Sistema de Gerência de Pavimento eficiente pode ser dividida em quatro atividades básicas,

sendo elas: Sistema de referência, avaliação dos pavimentos, determinação das prioridades e elaboração de programa plurianual de investimentos.

#### 4.1.2 Níveis de decisão na gerência de pavimentos

Para o DNIT (2011), o processo no qual ocorre a decisão do Sistema de Gerência de Pavimentos é feito de duas maneiras: Nível de rede e Nível de projeto. Para o nível de rede é indicado os trechos que necessitam prioridade e que devem ser objeto de investimentos em manutenção, de modo que os recursos públicos tenham o melhor retorno econômico. Já para o nível de projeto se baseia em atividades detalhadas do próprio projeto e da execução de obras em trechos estabelecidos da malha, sendo que essas atividades devem subsidiar orçamentos e programas de curto prazo.

## 4.2 Patologias em pavimentos

As principais causas de deterioração das rodovias pavimentadas ao longo da sua vida útil, estão relacionadas com as características do revestimento e seu dimensionamento, assim como, a qualidade dos materiais e do processo construtivo, o excesso do volume das cargas de tráfego e a ação da chuva e variação de temperatura (AZEVEDO, 2007).

A norma brasileira DNIT 005 (2003), define os possíveis defeitos que possam surgir em um pavimento, sendo eles: fenda, afundamento, ondulação ou corrugação, escorregamento, exsudação, desgaste, panela e remendo.

### 4.2.1 Trincas (ou fendas)

As trincas são defeitos existentes na superfície do pavimento que podem ser vistas a olho nu, elas possuem abertura maior que as fissuras, estas só são perceptíveis a uma distância inferior a 1,50 m. Elas podem se apresentar como trinca isolada ou trinca interligada (BERNUCCI et al., 2007 e DNIT 005, 2003).

#### 4.2.1.1 Trinca isolada

- a) Trinca transversal

São trincas que ocorrem predominantemente na transversal ao eixo da rodovia, consideradas curtas quando possuem extensão inferior a 100 cm e longas quando superiores à 100 cm, a Figura 2 ilustra uma trinca isolada transversal.

**Figura 2 - Trinca isolada transversal**

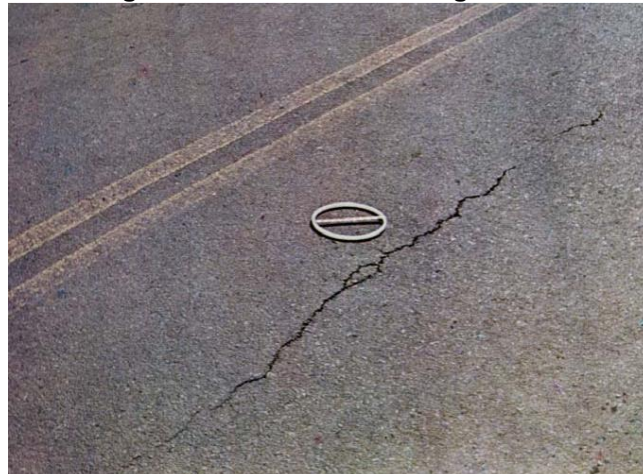


Fonte: DNIT 005 (2003, p. 6)

b) Trinca longitudinal

Trincas longitudinais ocorrem paralelas ao eixo da rodovia, consideradas curtas quando possuem extensão inferior a 100 cm e longas quando superiores à 100 cm, a Figura 3 exibe uma trinca isolada longitudinal.

**Figura 3 - Trinca isolada longitudinal**



Fonte: DNIT 005 (2003, p. 6)

4.2.1.2 Trinca interligada

a) Trinca tipo “Couro de Jacaré”

Várias trincas interligadas em múltiplas direções, aparentando ao aspecto de couro de jacaré. Podem conter, ou não, erosão acentuada nas bordas, na Figura 4 ilustra-se esse defeito.

**Figura 4 - Trinca tipo “couro de jacaré”**



Fonte: DNIT 005 (2003, p. 7)

**b) Trinca tipo “Bloco”**

Trincas em blocos dividem o pavimento em pedaços, predominantemente retangulares, podendo, ou não, conter erosão acentuada nas bordas, (Figura 5).

**Figura 5 - Trinca tipo “Bloco”.**



Fonte: DNIT 005 (2003, p. 7)

#### 4.2.2 Afundamento

É uma deformação permanente resultando em afundamentos longitudinais ocasionados pelas rodas de veículos, conhecido também como trilha de roda. Na Figura 6 apresenta-se um afundamento de trilha de roda.



**Figura 6 - Afundamento de trilha de roda.**

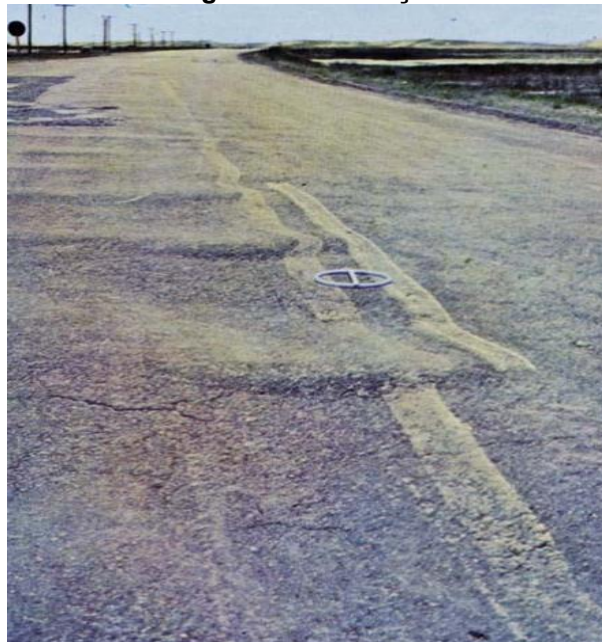


Fonte: DNIT 005 (2003, p. 8)

#### 4.2.3 Ondulação ou corrugação

A ondulação ou corrugação é caracterizada por uma deformação plástica que ocorre na superfície do pavimento, deslocando-o longitudinalmente, causando ondulações transversais. Uma das causas desse defeito se dá pelo movimento de frenagem ou aceleração dos veículos (DNIT 005, 2003., MACHADO, 2013). Na Figura 7 exibe-se esse defeito.

**Figura 7 - Ondulação**



Fonte: DNIT 005 (2003, p. 9)

#### 4.2.4 Escorregamento

Ocorre o deslocamento do revestimento sob a camada subjacente do pavimento, (Figura 8).

**Figura 8 - Escorregamento**

Fonte: DNIT 005 (2003, p. 9)

#### 4.2.5 Exsudação

Esse defeito geralmente ocorre quando há excesso de material betuminoso na superfície do pavimento, gerado pela migração desse material através do revestimento. A Figura 9 ilustra a ocorrência de exsudação.

**Figura 9 - Exsudação**

Fonte: DNIT 005 (2003, p. 10)

#### 4.2.6 Desgaste

Esse defeito é ocasionado devido a passagem de veículos, pois causam esforços tangenciais que provocam perda de material do pavimento, deixando a superfície do revestimento áspera, (Figura 10).



**Figura 10 - Desgaste**

Fonte: DNIT 005 (2003, p. 11)

#### 4.2.7 Panela

São cavidades formadas no pavimento provocadas pela ação do tráfego, falta de aderência entre as camadas que constituem o pavimento, gerando o deslocamento das camadas contribuindo a desagregação das camadas inclusive de camadas inferiores. Na Figura 11 ilustra-se um defeito do tipo panela.

**Figura 11- Panela**

Fonte: DNIT 005 (2003, p. 11)

#### 4.2.8 Remendo

Consiste no preenchimento de panela com uma ou mais camadas, serviço conhecido como “tapa-buraco”. Podem ser apresentados como remendo profundo, quando ocorre a substituição do revestimento, em uma ou mais camadas do pavimento, frequentemente encontrados em formato retangular, como apresenta-se

na Figura 12. Também podem ser apresentados como remendo superficial, resultante da aplicação de uma camada betuminosa sobre a superfície apenas.

**Figura 12 - Remendo**



**Fonte: Autoria própria (2022)**

### **4.3 Avaliação de pavimentos**

A avaliação de pavimentos pode ser analisada por meio da Avaliação Estrutural, Avaliação Operacional e Avaliação Funcional, todas serão descritas a seguir, no entanto, apenas a última foi objeto de estudo.

#### **4.3.1 Avaliação estrutural**

É caracterizada pela análise de elementos e variáveis estruturais dos pavimentos, que permitem demonstrar a capacidade deste conservar sua integridade em camadas mais profundas em relação ao revestimento superficial. Excessivas deformações plásticas, rupturas, fissuras de retração, são defeitos que quando não atingiram a superfície do revestimento asfáltico, não são possíveis serem avaliadas visualmente, e sim através de análises de deformações causadas por cargas aplicadas em ensaios (BALBO, 2007).



#### 4.3.1.1 Falling Weight Deflectometer (FWD)

*Falling Weight Deflectometer* (FWD) trata-se de um equipamento automatizado que tem por finalidade determinar as deflexões do pavimento, simulando o impacto causado pelas cargas de roda em movimento (DNER, 1996).

Para a execução do ensaio, o equipamento FDW é rebocado por um veículo, nele contém um computador que por ele será programado os dados para a realização do ensaio, como, número de carga e altura de queda e então, através dos sensores existentes no instrumento é possível fazer a leitura das deflexões (ALMEIDA; BARROS, 2012).

No entanto, devido a limitações de recursos financeiros, esta metodologia não será utilizada neste estudo de caso.

#### 4.3.1.2 Paviment Conditions Index (PCI)

Esta metodologia de avaliação é apresentada pela *United States Army Corps of Engineers USACE* (1982) e classifica a condição do pavimento pelo PCI, que é um indicador numérico baseado em uma escala de 0 a 100, em que se mede a integridade estrutural e a condição operacional da superfície. Para o levantamento deve-se dividir a rede rodoviária em segmentos gerenciáveis. As seções devem ser mantidas em um tamanho gerenciável, tipicamente um bloco de comprimento com mesmas características (OLIVEIRA, 2016).

Ainda assim, devido a limitações de recursos financeiros, esta metodologia não será utilizada neste estudo de caso.

#### 4.3.1.3 Viga Benkelman

A viga benkelman é um instrumento utilizado para medição de deflexões em rodovias. Para a realização deste ensaio é necessário um caminhão com carga aplicada e dois pneus no eixo traseiro, com isso pode-se medir a deformação elástica causada por ele. A princípio a viga benkelman é posicionada entre os pneus de uma das rodas traseiras do caminhão, faz-se a primeira medição no extensômetro e em seguida conforme o caminhão se desloca outras leituras são feitas, geralmente a cada 30 cm de deslocamento até que não haja mais alterações na leitura do extensômetro, então se tem a medida final da deflexão (DNER, 1994; OLIVEIRA NETO, 2015).

Contudo, devido a limitações de recursos financeiros, esta metodologia não será utilizada neste estudo de caso.

#### 4.3.2 Avaliação operacional

O tráfego em rodovias é um dos principais motivos para implementar um sistema de gerência de pavimento em relação às condições operacionais, considerando sua relevância a nível de rede e na preferência dos investimentos. A demanda de uma rodovia pelo tráfego pode ser representada pelo Número N e pelo Volume Médio Diário de Tráfego (VMD), em questão de carga atuante e de capacidade de tráfego (DNIT, 2011).

A avaliação operacional engloba a análise de desempenho e volume de tráfego, que pode ser medido pelo Volume Médio Diário (VMD).

##### 4.3.2.1 Volume Médio Diário de Tráfego (VMD)

É o volume total de veículos que trafegam em uma via, podendo ser ela urbana ou rural. Este fator é obtido por meio de um cálculo que considera todos os veículos (leves, pesados, passeio, carga) que passam por um determinado trecho em um período de 24 horas. Primeiramente é feita a contagem volumétrica e classificatória dos veículos, após esta etapa é aplicado os fatores sazonais, então divide-se esse valor por 365, para determinar o VMD (BALBO, 2007).

##### 4.3.2.2 Carregamento da frota

É a classificação dos pesos por eixo dos veículos de carga, independente do tipo. Para se obter com mais precisão a demanda futura do tráfego, a carga por eixo deve ser distribuída corretamente. Em vista disso, é necessário ter conhecimento sobre as cargas por eixo dos veículos, pois estas, são objeto de estudo para avaliar os efeitos que causam sobre o pavimento. Pode-se fazer através de pesagens por balanças fixas, balanças portáteis e sistemas automatizados de pesagem, que podem pesar continuamente por longos períodos (DNIT, 2006).

##### 4.3.2.3 Número N

Entende-se como “N” o número de repetições de um eixo simples de um veículo padrão, com rodas duplas, carregadas com 8,20 tf. (18.000 lb.). A

determinação deste item ao longo do trecho rodoviário em projeto é essencial para o dimensionamento da estrutura dos pavimentos e análise de sua fadiga (DNIT, 2006).

#### 4.3.3 Avaliação funcional

A avaliação funcional de um pavimento está relacionada com a superfície dele e como a sua situação interfere no conforto aos usuários trafegarem nas vias (BERNUCCI et al., 2007), foco deste trabalho.

##### 4.3.3.1 Índice de irregularidade internacional (IRI)

Segundo a norma DNER (1994), a irregularidade é o desvio da superfície da rodovia em comparação a um plano de referência, sendo que este afeta a trafegabilidade, o conforto e as cargas dinâmicas sobre a pista. Para esta metodologia se utiliza de instrumentos medidores que fazem a leitura correspondente à irregularidade da superfície do pavimento e classificam a sua condição.

Devido a limitações de recursos financeiros, esta metodologia não será utilizada neste estudo de caso.

##### 4.3.3.2 Índice de condição da manutenção – ICM

A utilização do Índice de Condição da Manutenção-ICM, com intuito de servir como parâmetro e referência para a avaliação da condição de manutenção e acompanhamento das atividades de manutenção das rodovias, sob jurisdição do Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes – DNIT (DNIT, 2019).

Para a realização da avaliação, algumas medidas devem ser consideradas no levantamento em campo, em relação à superfície do pavimento e conservação da rodovia, como: o número de painéis, número de remendos, percentual de trincas, roçada, sinalização e elementos de drenagem. Essas ocorrências são levantadas em trechos de até um quilômetro ao longo da rodovia. Se tratando de pista simples deverá ser considerado as duas faixas, em um único sentido, e para pista dupla o levantamento será individual para cada sentido.

Os dados do levantamento podem ser escritos em um formulário padrão de acordo com a Figura 13, ou por um aplicativo em específico para este tipo de verificação.



Para o levantamento, faz-se necessário o uso de um veículo equipado com velocímetro/odômetro calibrado para conferência da velocidade de operação e a distância percorrida.

Não é permitido a realização do levantamento em dias de chuva, com bastante neblina, ou com pouca luz natural, o que dificulta a visualização. Necessita conter, no mínimo, o motorista do veículo e um técnico e a velocidade de operação deve ser de aproximadamente 40 km/h.

O cálculo do ICM irá caracterizar cada segmento como: péssimo, ruim, regular ou bom, de acordo com a quantidade de defeitos levantados e seus respectivos níveis de ocorrência apresentados nos Quadros 1 e 2.

**Quadro 1 - Níveis de ocorrência no pavimento**

	Baixo	Médio	Alto	Unidade
Panela	Até 2	3, 4 ou 5	Maior que 5	Quantidade/km
Remendo	Até 2	3, 4 ou 5	Maior que 5	Quantidade/km
Trincamento	Trincamento <10%	10% <Trincamento <50%	Trincamento > 50%	% de área

Fonte: Adaptado DNIT (2019, p. 2)

**Quadro 2 - Nível de conservação**

	Bom	Regular	Ruim
Roçada	Vegetação rasteira com altura máxima de 30cm	Vegetação acima de 30 cm, mas que não afeta a visibilidade da sinalização vertical	Vegetação alta que afeta a visibilidade da sinalização vertical
Drenagem	Dispositivos superficiais íntegros e caídos	Dispositivos superficiais com quebras localizadas e sem caiação	Dispositivos quebrados ou ausentes
Sinalização	Elementos verticais e horizontais visíveis e em boas condições	Elementos verticais e horizontais parcialmente faltantes e desgastados	Elementos verticais e horizontais faltantes e desgastados

Fonte: Adaptado DNIT (2019, p. 2)

O ICM é determinado utilizando-se as Equações 1, 2 e 3:

$$ICM = IP \times 0,70 + IC \times 0,30 \quad (1)$$

$$IP = P_{\text{Panelas}} \times 50 + P_{\text{Remendos}} \times 30 + P_{\text{Trincamento}} \times 20 \quad (2)$$

$$IC = P_{\text{Sinalização}} \times 50 + P_{\text{Roçada}} \times 30 + P_{\text{Drenagem}} \times 20 \quad (3)$$

Em que:

ICM = Índice da Condição de Manutenção;

IP = Índice do pavimento;

IC = Índice da conservação de demais elementos;

$P_{\text{Painelas}}$  = Valor segundo Tabela 1;

$P_{\text{Remendos}}$  = Valor segundo Tabela 1;

$P_{\text{Trincamento}}$  = Valor segundo Tabela 1;

$P_{\text{Roçada}}$  = Valor segundo Tabela 2;

$P_{\text{Drenagem}}$  = Valor segundo Tabela 2;

$P_{\text{Sinalização}}$  = Valor segundo Tabela 2.

Os valores definidos conforme o grau de severidade relacionados ao índice de pavimento e o nível de conservação, são apresentados nas Tabela 1 e 2.

**Tabela 1 - Valores para utilização conforme a frequência de defeitos levantados**

DEFEITO	BAIXO	MÉDIO	ALTO
REMENDO	0,25	0,50	1,00
PANELA	0,25	0,50	1,00
TRINCAMENTO	0,25	0,50	1,00

Fonte: Adaptado DNIT (2019, p. 3)

**Tabela 2 - Valores para utilização conforme o nível de conservação apontado**

	BOM	REGULAR	RUIM
ROÇADA	0,25	0,50	1,00
DRENAGEM	0,25	0,50	1,00
SINALIZAÇÃO	0,25	0,50	1,00

Fonte: Adaptado DNIT (2019, p. 3)

Para classificar o estado da condição da manutenção, após a realização dos cálculos através da fórmula do ICM, o Quadro 3 apresenta-se as condições.

Quadro 3 - ICM

FAIXA	CONDIÇÃO
ICM < 30	Bom
$30 \leq \text{ICM} < 50$	Regular
$50 \leq \text{ICM} < 70$	Ruim
ICM $\geq 70$	Péssimo

Fonte: Adaptado DNIT (2019, p. 3)

#### 4.3.4 Levantamento visual contínuo para avaliação da superfície de pavimentos flexíveis e semi-rígidos (LVC)

A norma do DNIT 008 (2003), define os procedimentos exigíveis para a avaliação na superfície do pavimento em pavimentos flexíveis e semi-rígidos, que determina o ICPF (Índice da Condição dos Pavimentos Flexíveis), e proporciona também os dados para o cálculo do IGGE (Índice de Gravidade Global Expedito) e IES (Índice do Estado de Superfície).

Para o levantamento, é preciso usar um veículo equipado com velocímetro/odômetro calibrado para aferição da velocidade de operação e a distância percorrida.

Não se deve realizar o levantamento em dias de chuva, neblina ou pouca luz natural (início ou final do dia), o que dificulta sua identificação. Para operação faz-se necessário, no mínimo, dois técnicos além do motorista, percorrendo a uma velocidade de aproximadamente de 40km/h em um único sentido ou uma de cada lado, quando houver 2 pistas. O segmento que será analisado deverá ter extensão entre 1 km a 6 km, sendo preferível executar o levantamento com segmento de 1 km e superior a este valor quando houver pavimentos novos, em que a condição do pavimento é considerada excelente.

Para obter o ICPF, é assinalado um valor, o qual deve ser estimado com a avaliação visual do pavimento, seguindo os conceitos do Quadro 4.

**Quadro 4 - 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 generalizações 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: Adaptado DNIT 008 (2003, p. 5)

O IGGE, é determinado utilizando-se a Equação 4:

$$IGGE = (P_t \times F_t) + (P_{oap} \times F_{oap}) + (P_{pr} \times F_{pr}) \quad (4)$$

Em que:

IGGE = Índice de Gravidade Global Expedito;

$P_t \times F_t$  = frequência e peso do conjunto de trincas t;

$P_{oap} \times F_{oap}$  = Frequência e peso do conjunto de deformações;

$P_{pr} \times F_{pr}$  = frequência (quantidade por km) e peso do conjunto de painelas e remendos.

As Tabelas 3 e 4 exibem os valores dos pesos necessários para o cálculo do IGGE - Índice de Gravidade Global Expedito.

**Tabela 3 - Determinação do Índice de Gravidade**

PANELAS (P) E REMENDOS (R)		
FREQUÊNCIA	Fator $F_{pr}$ Quantidade/Km	GRAVIDADE
A - ALTA	$\geq 5$	3
M - MÉDIA	2 - 5	2
B - BAIXA	$\leq 2$	1
DEMAIS DEFEITOS (TRINCAS, DEFORMAÇÕES)		
FREQUÊNCIA	Fatores $F_t$ e $F_{oap}$ (%)	GRAVIDADE
A - ALTA	$\geq 50$	3
M - MÉDIA	50 - 10	2
B - BAIXA	$\leq 10$	1

Fonte: Adaptado DNIT 008 (2003, p. 5)



**Tabela 4 - Pesos para cálculo do IGGE**

<b>GRAVIDADE</b>	$P_t$	$P_{oap}$	$P_{pr}$
3	0,65	1,00	1,00
2	0,45	0,70	0,80
1	0,30	0,60	0,70

Fonte: Adaptado DNIT 008 (2003, p. 5)

O Índice do Estado de Superfície é determinado em níveis de 0 a 10, calculados em função do ICPF e do IGGE, de acordo com o Quadro 5 do DNIT 008 (2003).

**Quadro 5 - Índice do Estado da Superfície do Pavimento (IES)**

<b>Descrição</b>	<b>IES</b>	<b>Código</b>	<b>Conceito</b>
<b>IGGE &lt; 20 e ICPF &lt; 3,5</b>	0	A	Ótimo
<b>IGGE ≤ 20 e ICPF ≤ 3,5</b>	1	B	Bom
<b>20 ≤ IGGE ≤ 40 e ICPF &gt; 3,5</b>	2		
<b>20 ≤ IGGE ≤ 40 e ICPF ≤ 3,5</b>	3	C	Regular
<b>40 ≤ IGGE ≤ 60 e ICPF &gt; 2,5</b>	4		
<b>40 ≤ IGGE ≤ 60 e ICPF ≤ 2,5</b>	5	D	Ruim
<b>60 ≤ IGGE ≤ 90 e ICPF &gt; 2,5</b>	7		
<b>60 ≤ IGGE ≤ 90 e ICPF ≤ 2,5</b>	8	E	Péssimo
<b>IGGE &gt; 90</b>	10		

Fonte: Adaptado DNIT 008 (2003, p. 6)

#### 4.3.5 Avaliação subjetiva da superfície de pavimentos flexíveis e semi-rígidos

A norma DNIT 009 (2003), aborda a avaliação subjetiva da superfície de pavimentos flexíveis e semi-rígidos de acordo com o conforto fornecido pelo pavimento aos usuários ao trafegar.

O Valor de Serventia Atual (VSA) é uma medida subjetiva avaliada por um grupo de cinco pessoas cientes sobre a norma DNIT 009 (2003), que deslocam-se ao longo do trecho em questão, se posicionando a respeito de quão suave e confortável é o pavimento enquanto trafegam. A análise desse grupo deve ser comparada com as opiniões de um grupo maior, contendo cerca de dez a quinze avaliadores, quando possível.

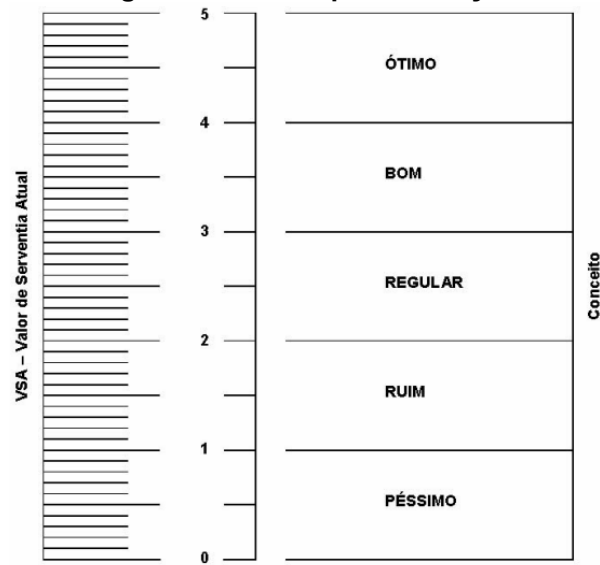
Escolhe-se aproximadamente dez trechos de pavimento com cerca de 600 metros cada, nos quais devem ser delimitados, indicando o início e o fim da extensão para que os avaliadores consigam ver.

Para a avaliação experimental, faz-se necessário o uso da ficha de avaliação padrão aos membros dos grupos e assim que terminada, a média dos valores devem ser comparadas.

Ao executar o levantamento deve-se observar algumas especificações exigidas para a avaliação:

- Analisar o trecho como se estivesse em uma rodovia com grande circulação de veículos, tanto comerciais quanto de passageiros;
- Considerar apenas a condição atual da superfície do pavimento, mesmo que exista possibilidade de ruptura em breve;
- Não realizar a avaliação em dias chuvosos, com neblina, pouca visibilidade, etc.;
- Deve ser desconsiderados características do projeto geométrico como alinhamento da faixa de rolamento, bem como, sua largura e a do acostamento, além disso, não considerar a resistência à derrapagem entre pneus e pavimentos, cruzamento com linha férrea, desnível no acesso a pontes, recalque de bueiros, dentre outros;
- Os avaliadores necessitam atentar-se as panelas, saliências, irregularidades longitudinais e transversais existentes na superfície do pavimento.

No processo de avaliação são atribuídas notas pelos avaliadores através de uma escala incluída na ficha de avaliação ilustrada na Figura 14, deve-se utilizar uma ficha para cada trecho.

**Figura 14 - Escala para avaliação**

Fonte: DNIT 009 (2003, p. 5)

O resultado é obtido através do cálculo do Valor de Serventia Atual (VSA) que consiste em somar as notas apresentadas pelos avaliadores e dividir pelo número de membros do grupo de avaliação.

## 5 METODOLOGIA

O presente estudo de caso concentra-se em um segmento específico da rodovia PR-317, estendendo-se do quilômetro 182,700 até o quilômetro 183,700. Esta seção está geograficamente situada na cidade de Campo Mourão, no estado do Paraná. O trecho em questão é caracterizado por uma via de tráfego unidirecional, com largura de 3,60 metros, ladeada por acostamentos pavimentados com 2,50 metros de largura.

Na sequência, serão apresentados os métodos adotados no desenvolvimento deste trabalho.

### 5.1 Índice de condição da manutenção-ICM

Como o estudo deste trabalho foi direcionado para a avaliação da condição do pavimento, não será considerado a condição de conservação da rodovia.

O levantamento de condição da manutenção foi realizado de acordo com a Instrução de Serviço, DNIT (2019). Avaliou-se o segmento de dois trechos de 500 metros consecutivos. A instrução indica analisar os segmentos a cada um quilômetro, no entanto, neste estudo foi dividido em dois segmentos para melhor análise.

O segmento foi classificado de acordo com a condição do pavimento, por meio de um formulário, conforme Figura 15.

**Figura 15 - Modelo de formulário para levantamento**

Rodovia	km inicial	km final	tensão (kN)	Condição do Pavimento									Data	Latitude	Longitude	Observação	ICP	ICM
				Panela			Remendo			Trincamento								
				Alta	Média	Baixa	Alta	Média	Baixa	Alta	Média	Baixa						

Fonte: Adaptado DNIT (2019, p. 2)

Após o levantamento, o cálculo do ICM foi determinado de acordo com as Equações 1 e 2, no entanto, fez-se uma ponderação na fórmula 2, tendo em vista que a equação 1 só será constituída da primeira parcela e a equação 3 não entrará nos cálculos. Portanto, neste caso as equações que foram aplicadas são as seguintes:

$$ICM = IP \times 0,70 \quad (5)$$

$$IP = P_{\text{Panelas}} \times 35 + P_{\text{Remendos}} \times 21 + P_{\text{Trincamento}} \times 14 \quad (6)$$

onde,

$P_{\text{Panelas}}$  = Valor segundo Tabela 1;

$P_{\text{Remendos}}$  = Valor segundo Tabela 1;

$P_{\text{Trincamento}}$  = Valor segundo Tabela 1.

Por fim, a condição do pavimento foi classificada conforme o Quadro 6:

**Quadro 6 - Classificação da condição do pavimento**

FAIXA	CONDIÇÃO
ICM < 21	Bom
21 ≤ ICM < 35	Regular
35 ≤ ICM < 49	Ruim
ICM ≥ 49	Péssimo

Fonte: Adaptado DNIT (2019, p. 3)

## 5.2 Levantamento visual contínuo para avaliação da superfície de pavimentos flexíveis e semi-rígidos (LVC)

Para a realização do Levantamento Visual Contínuo (LVC), foram seguidas as diretrizes estabelecidas pela norma DNIT 008 (2003). A equipe mobilizada para essa tarefa foi constituída de acordo com os requisitos mínimos estipulados pela norma, incluindo dois técnicos qualificados e um motorista. Conforme estabelecido, a avaliação abrangeu a extensão mínima de 1 quilômetro.

A fim de registrar adequadamente a incidência de defeitos ao longo de cada segmento rodoviário e estabelecer o valor do Índice de Condição do Pavimento Funcional (ICPF), empregou-se o formulário, ilustrado na Figura 16.

**Figura 16 - Formulário para Levantamento Visual Contínuo**

MT															Folha				
DNIT															de				
Código PNV Trecho do PNV		Ext. PNV _____		Ext. EXEC _____		UNIT _____		Nº PISTA/LADO _____			MÊS/ANO _____								
		Largura da Pista: _____																	
		Largura do Acostamento: _____																	
		Início _____											MR Nº _____						
		Fim _____											VMD _____		MR Nº _____				
SEGMENTO				FREQÜÊNCIA DE DEFEITOS (A, M, B, ou S)										INF.COMPLEMENTARES			OBSERVAÇÕES		
Nº DO SEG	ODÔMETRO/KM		Ext	P	TRINCAS			DEFOR-MAÇÕES			OUTROS DEFEITOS				REV	ESP		IDADE	
	INÍCIO	FIM			TR	TJ	TB	AF	O	D	EX	E	ORIG	REST					
P – Painela		AF – Afundamento			D – Desgaste do Pavimento			REST – Idade da última restauração				Avaliadores							
TR – Trinca Isolada		O – Ondulações			EX – Exsudação			REV – Tipo de Revestimento											
TJ – Trinca Couro de Jacaré		E – Escorregamento do revestimento betuminoso			R – Remendo			ESP – Espessura do Revestimento											
TB – Trinca em Bloco		ICPF – Índice de Condições			MR – Marco Rodoviário			ORIG – Idade do Pav. Original											

Fonte: Adaptado DNIT 008 (2003, p. 8)

O cálculo do IGGE será feito por meio da média dos dados que serão levantados pelos avaliadores, utilizando a Equação (1) e os valores dos pesos de cada defeito conforme as Tabelas 3 e 4 no formulário conforme Figura 17.

**Figura 17 - Formulário para cálculo do IGGE**

MT DNIT		PAVIMENTOS FLEXÍVEIS E SEMI-RÍGIDOS IGGE - ÍNDICE DE GRAVIDADE GLOBAL EXPEDITO (CÁLCULO)											Folha de	
Código PNV _____		Ext. PNV _____		UNIT _____		Nº PISTA/LADO _____		MÊS/ANO _____						
		Largura da Pista: _____												
		Largura do Acostamento: _____												
Trecho do PNV		Início _____					MR Nº _____							
		Fim _____					VMD _____					MR Nº _____		
SEGMENTO				TRINCAS			DEFORMAÇÕES			PANELA + REMENDO			$(F_t \times P_t) +$	
Nº do Seg	Km Início	Km Fim	Extensão	$F_t$ %	$P_t$	$F_t$ x $P_t$	$F_{oap}$ %	$P_{oap}$	$F_{oap}$ x $P_{oap}$	$F_{pr}$ nº	$P_{pr}$	$F_{pr}$ x $P_{pr}$	$(F_{oap} \times P_{oap}) +$	
													$(F_{pr} \times P_{pr}) =$	

Fonte: Adaptado DNIT 008 (2003, p. 9)

Os resultados do LVC foram apresentados de forma resumida no formulário da Figura 18.

**Figura 18 - Formulário dos resultados do LVC**

MT DNIT	PAVIMENTOS FLEXÍVEIS E SEMI-RÍGIDOS RESULTADOS DO LEVANTAMENTO VISUAL CONTÍNUO							Folha _____ de _____	
Código PNV _____		Ext. PNV _____		UNIT _____	Nº PISTA/LADO _____		MÉS/ANO _____		
Início _____							MR Nº _____		
Trecho do PNV		Fim _____			VMD _____		MR Nº _____		
Nº do Seg	SEGMENTO			RESULTADOS					
	Km Início	Km Fim	Extensão	ICPF	IGGE	IES			OBSERVAÇÕES
						Valor	Cód.	Conceito	

ICPF - Índice de Condição de Pavimentos Flexíveis

IGGE - Índice de Gravidade Global Expedito

IES - Índice do Estado da Superfície

**Fonte: Adaptado DNIT 008 (2003, p. 10)**

### 5.3 Avaliação subjetiva da superfície de pavimentos flexíveis e semi-rígidos

O procedimento adotado para avaliação subjetiva dos pavimentos fundamentou-se na norma DNIT 009 (2003). O objetivo final visou classificar os pavimentos quanto à serventia (VSA – índice de Serventia Atual). Percorreu-se dois trechos de 500 metros na velocidade operacional da via e anotaram em uma ficha de campo suas opiniões sobre a capacidade do pavimento de atender às exigências do



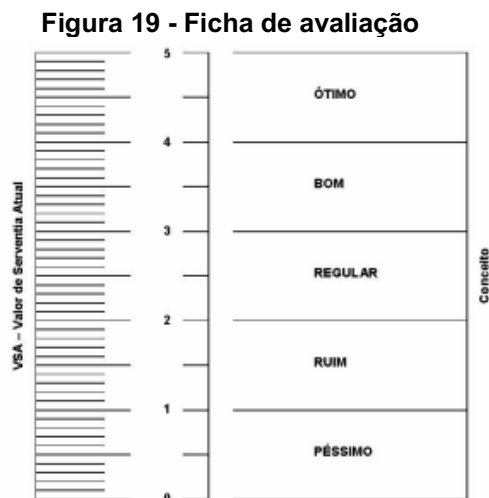
tráfego que sobre ele atua, no momento da avaliação, quanto à suavidade e ao conforto.

Na avaliação foram desconsiderados pelo avaliador características do projeto geométrico como alinhamento da faixa de rolamento, bem como, sua largura e a do acostamento, além disso, a resistência à derrapagem entre pneus e pavimentos, cruzamento com linha férrea, desnível no acesso a pontes, recalque de bueiros, dentre outros.

Na ficha de avaliação (Figura 19), foi apontado em escala de 0,0 a 5,0, o que indicará, respectivamente, pavimentos de “péssimo” a “ótimo”. Em seguida, após percorrerem o trecho, cada avaliador marcou a nota na escala vertical em número decimais.

O resultado do cálculo do Valor de Serventia Atual (VSA) obteve-se por meio da aplicação da Equação 7, que consiste em somar as notas apresentadas pelos avaliadores e dividir pelo número de membros do grupo de avaliação:

$$VSA = \frac{\sum X}{n} \quad (7)$$



Rodovia: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Observações: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Nº do Avaliador: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Data: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

## 6 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Depois de reunir os dados necessários e realizar os cálculos pertinentes, os resultados que permitem avaliar a condição do pavimento serão apresentados a seguir.

### 6.1 Resultados do Índice de Condição da Manutenção

No primeiro trecho de 500 metros de extensão efetuado no levantamento em campo encontrou-se, 3 painelas, 15 remendos e trincamento alto. Já no segundo segmento de 500 metros, 4 painelas, 4 remendos e trincamento médio.

Os resultados dos cálculos e os dados do trecho são apresentados nos Quadros 7 e 8. O primeiro segmento foi classificado como ruim e o segundo como regular, de acordo com o Quadro 6.

**Quadro 7 - Índice de condição da manutenção**

km inicial	km final	Condição do Pavimento									ICP	ICM	CONDIÇÃO
		Painela			Remendo			Trincamento					
		Alta	Média	Baixa	Alta	Média	Baixa	Alta	Média	Baixa			
182,700	183,200		x		x			x			75	52,5	RUIM
183,200	183,700		x			x			x		50	35	REGULAR

Fonte: Autoria própria (2023)

**Quadro 8 - Informações do segmento**

Rodovia	km inicial	km final	Extensão (km)	Latitude	Longitude
PR-317	182,700	183,200	0,500	-24,00494	-52,36052
PR-317	183,200	183,700	0,500	-24,01124	-52,36182

Fonte: Autoria própria (2023)

### 6.2 Resultados do Levantamento Visual Contínuo – LVC

O levantamento realizado em campo é apresentado no Quadro 9. No segmento 1, em questão, apresentou-se a existência de 7 painelas e desgaste em todo o trecho, ou seja, frequência considerada alta (A), de acordo com a Tabela 3, além disso, 37 trincas isoladas, 17 trincas couro de jacaré, 19 remendos e 20 pontos com escorregamentos, frequência média (M), 2 deformações denominadas de afundamento e 2 pontos com exsudação, frequência baixa (B).

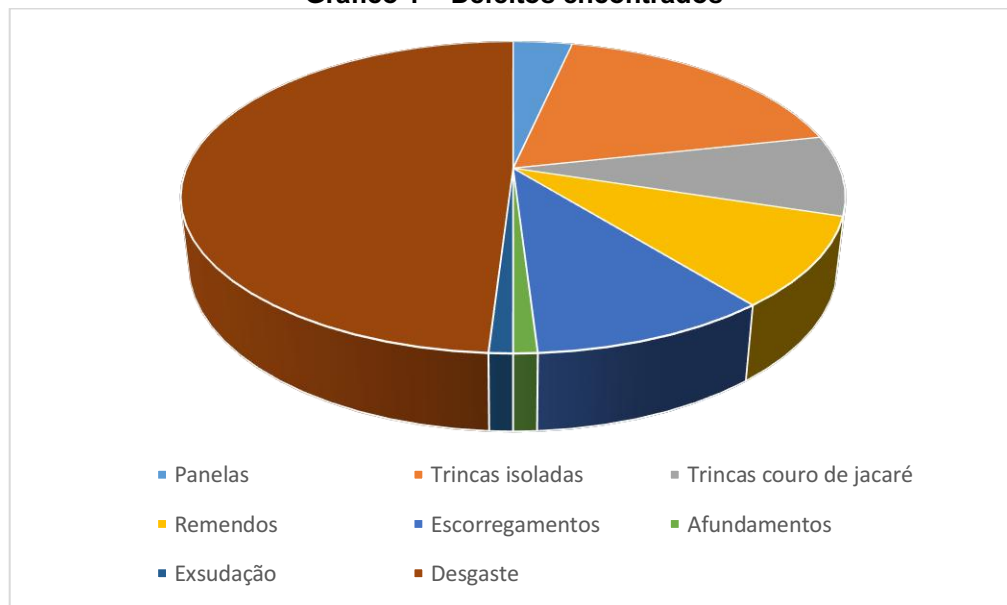
**Quadro 9 - Formulário para o Levantamento Visual Contínuo**

FORMULÁRIO PARA O LEVANTAMENTO VISUAL CONTÍNUO															FOLHA 01 de 01				
Ext. PNV			Ext. EXEC.			UNIT			Nº PISTA/LADO		LD /LE		MÊS/ANC		Janeiro / 2023				
									Largura da Pista:		7,20								
									Largura do Acost		2,50		MR Nº		182+700				
Início													MR Nº		183+700				
Fim													VMD						
SEGMENTO				FREQUENCIA DE DEFEITOS (A,M,B, ou S)										INF.COMPLEMENTARES				OBSERVAÇÕES	
Nº DO SEG	ODÔMETRO/KM		Ext. (m)	P	TRINCAS			R	DEFORMAÇÕES		OUTROS DEFEITOS			ICPF	REV.	ESP	IDADE		
	INÍCIO	FIM			TR	TJ	TB		AF	O	D	EX	E				ORIG		REST
1	182+700	183+700	1000,00	A	M	M		M	B		A	B	M	2,5					

Fonte: Autoria própria (2023)

Para melhor visualização, o Gráfico 1 exibe os defeitos levantados em campo e suas respectivas proporções. A maior parcela refere-se ao desgaste, tendo em vista que, além de ser uma rodovia antiga, o crescimento populacional da cidade de Campo Mourão contribuiu para o aumento do fluxo de veículos, causando esse defeito ao longo da pista de rolamento.

**Gráfico 1 – Defeitos encontrados**



Fonte: Autoria própria (2023)

Os cálculos do Índice de Gravidade Global Expedito (IGGE) são mostrados no Quadro 10, o resultado do índice foi de 67,10.

**Quadro 10 - Cálculo do IGGE**

FOLHA: 1		LEVANTAMENTO VISUAL CONTÍNUO (LVC) CÁLCULO DE IGGE										
LOCALIZAÇÃO												CÁLCULO DO IGGE
KM		EXT. (m)	TRINCAS			DEFORMAÇÕES			PANELA + REMENDO			$(Ft \times Pt) + (Foap \times Poap) + (Fpr \times Ppr) = IGGE$
INICIAL	FINAL		Ft (%)	Pt	Ft x Pt	Foap (%)	Poap	Foap x Poap	Fpr nº	Ppr	Fpr x Ppr	
182+700	183+700	1000,000	54,00	0,65	35,10	10,00	0,60	6,00	26,00	1,00	26,00	67,10

Fonte: Autoria própria (2023)

O Índice do Estado da Superfície (IES) e sua classificação são exibidos no Quadro 11. O segmento analisado foi classificado como péssimo.

**Quadro 11 - Índice do estado da superfície**

LOCALIZAÇÃO					RESULTADOS			OBSERVAÇÃO
KM		EXT. (m)	ICPF	IGGE	IES			
INICIAL	FINAL				VALOR	COD.	CONCEITO	
182+700	183+700	1000,000	2,50	67,10	8,00	E	PÉSSIMO	TRECHO URBANO

Fonte: Autoria própria (2023)

### 6.3 Resultados da avaliação subjetiva da superfície de pavimentos

O preenchimento da ficha de avaliação de serventia atual (VSA) foi realizado seguindo os procedimentos da norma DNIT 009 (2003), exibido no Quadro 12.

**Quadro 12 - Resultados das avaliações**

Avaliador	Observações	Notas
1	Rodovia apresenta ondulações que causam desconforto ao usuário, exigindo uma maior atenção do motorista, o que acarreta em um desgaste físico	1,2
2	Rodovia apresenta ser um pouco mais suave, mas ainda causa um desconforto, provocando cansaço ao usuário da pista.	1,8
3	Rodovia contém irregularidades, ondulações, algumas painelas o que causam desconforto e cansaço ao trafegar pela pista.	1,5
4	Trecho contém diversas patologias, ondulações, painelas.	1,0

Fonte: Autoria própria (2023)

O resultado do cálculo do Valor de Serventia Atual (VSA) foi de 1,37, dessa maneira, o trecho foi classificado como ruim.

Ao observar cada método, pode-se notar que o Índice de Condição da Manutenção (ICM) traz um resultado menos abrangente da verdadeira condição que se encontra a via, tendo em vista que o método observa apenas três tipos de defeitos, sendo eles: as panelas, trincamentos e remendo. Não considerar defeitos como escorregamento, trilho de rodas, torna o procedimento menos preciso quando comparado com o Levantamento Visual Contínuo, que verifica vários defeitos.

A avaliação subjetiva da superfície de pavimentos mostra uma abordagem mais global da condição do pavimento, voltado para o conforto do usuário ao trafegar pela pista de rolamento. Sua avaliação é em função do conhecimento e prática do avaliador. Levando em conta, que pode ocorrer uma avaliação incorreta de acordo com a experiência técnica de cada avaliador, pois para um mesmo trecho da via pode estar regular e para outro avaliador pode estar péssima, então, pode-se obter um resultado menos efetivo devido a essa variação.

O Levantamento Visual Contínuo (LVC) é mais aprofundado na observação dos defeitos, pois a avaliação é mais específica no levantamento do quantitativo de defeitos que a via apresenta. No caso dos defeitos relacionados às trincas, essa técnica oferece um levantamento mais aprofundado, considerando que verifica as trincas isoladas, trincas couro de jacaré e trincas em bloco. Possui uma análise visual que determina o ICPF (Índice da Condição dos Pavimentos Flexíveis), semelhante com a avaliação subjetiva, além de ser baseado no cálculo do IGGE e IES, o que possibilita um melhor resultado da condição real que se encontra o pavimento.

A avaliação subjetiva apresentou um resultado da classificação do trecho como ruim. Já o ICM, metade do segmento avaliado foi classificado com ruim e a outra metade como regular. Por fim, o LVC classificou o segmento como péssimo. Percebe-se que houve divergência entre os métodos. Um ponto interessante que necessita atenção é quando há a comparação dos resultados do ICM com o LVC, ambos são baseados no levantamento de defeitos, porém o ICM é incompleto quando se trata da abordagem dos defeitos, como já apresentado. Ademais, se tratando da avaliação subjetiva, o método pode ocorrer divergências no resultado da avaliação, pois depende do conhecimento e prática do avaliador.

Cada procedimento utilizado para classificar o pavimento apresenta suas vantagens e desvantagens, são adequados para definir a superfícies das pistas de rolamento e de fácil aplicação. Porém os métodos necessitam aprimorar a abordagem dos defeitos e assim melhor quantifica-los conforme sua severidade, tornando-os mais

precisos para que assim seja possível tomar uma decisão mais adequada quanto a sua necessidade de manutenção/restauração, visto que a condição que se encontra a rodovia é considerada péssima.

## 7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante dos resultados obtidos, conclui-se que a metodologia do Levantamento Visual Contínuo - LVC apresentou-se melhor em comparação com as outras duas técnicas, devido o procedimento avaliativo ser mais completo.

No método do Índice de Condição da Manutenção a rodovia foi classificada no primeiro trecho de 500m avaliado, como ruim e no segundo trecho como regular, já no LVC o segmento de modo geral encontra-se em um péssimo estado de conservação, enquanto pela Avaliação Subjetiva o estado atual do segmento foi avaliado como ruim. No entanto, é importante ressaltar que a rodovia encontra-se em um estado de conservação precário, caracterizando uma condição péssima.

Essa divergência de classificação ocorre devido ao que propõe cada metodologia, considerando que são práticas avaliativas que são submetidas a competência de cada avaliador. Na avaliação subjetiva que está voltada para o conforto do usuário ao trafegar na via, o avaliador aponta o que é do seu conhecimento e experiência.

Além disso, o ICM não avalia o pavimento de maneira completa, pois só observa defeitos como trincamento, panela e remendo, o que torna o procedimento limitado quando comparado ao LVC, que demanda uma observação mais criteriosa abrangendo uma gama maior de defeitos.

Com estas considerações, este trabalho tem a importância de expor as dificuldades que as técnicas apresentam, aprimorando-os, garantindo uma avaliação mais precisa e garantindo maior conforto, segurança e economia na manutenção das rodovias brasileiras.

Por fim, vale ressaltar que avaliar a condição da via por um ou outro método pode trazer resultados imprecisos. Então, para obter resultados avaliativos mais efetivos, é válido utilizar mais de um parâmetro avaliativo ou até mesmo três, como foi feito neste caso.

## REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, Breno Pereira Menelau de; BARROS, Sherlly Rodrigues de. **Análise estrutural não destrutiva de pavimento flexível com aplicação do fwd (falling weight deflectometer) e euradar**. 2012. Trabalho de Conclusão de Curso. Disponível em: <https://repositorio.ufpe.br/handle/123456789/45649>. Acesso em: 20 set. 2022.
- AZEVEDO, Angela Martins. **Considerações sobre a drenagem subsuperficial na vida útil dos pavimentos rodoviários**. 2007. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.
- BALBO, José Tadeu. **Pavimentação asfáltica: materiais, projeto e restauração**. Oficina de Textos, 2015.
- BERNUCCI, L. D.; MOTTA, L. M. G.; CERRATTI, J. A. P.; SOARES, J. B. **Pavimentação Asfáltica – Formação Básica para Engenheiros**. Associação Brasileira das Empresas Distribuidoras de Asfalto, ABEDA (2007).
- BRASIL. DNIT. Ministério da Infraestrutura. **Instrução de serviço nº 16/2019/DNIT, de 31 de julho de 2019**. [Brasília]: [DNIT], 2019. Disponível em: <https://www.gov.br/dnit/pt-br/central-de-conteudos/instrucoes-normativas/instrucoes-de-servicos/2019/instrucao-de-servico-16-2019-colegiada-metodologia-para-utilizacao-de-icm.pdf/view>. Acesso em: 19 set. 2022.
- DNER, M. E. 024/94–Determinação de Deflexão pela Viga Benkelman. **DNER, Rio de Janeiro, 1994**.
- DEPARTAMENTO NACIONAL DE ESTRADAS DE RODAGEM. **Calibração e Controle de Sistemas Medidores de Irregularidade de Superfície de Pavimentos (Sistemas Integradores IPR/USP e Maysmeter)**. DNER-PRO 164/94. Ministério dos Transportes, Rio de Janeiro. 1994<sup>a</sup>
- Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT). **Manual de Gerência de Pavimentos - IPR**. Publ. 745 - Rio de Janeiro, 2011.
- DE PLANEJAMENTO, DNIT Diretoria. Pesquisa. Coordenação Geral de Estudos e Pesquisa. Instituto de Pesquisas Rodoviárias. **Manual de Restauração de pavimentos asfálticos–IPR 720**. 2006.
- DNER, PRO. 273 96 Departamento Nacional de Estradas de Rodagem. **Determinação de deflexões utilizando deflectômetro de impacto tipo “Falling Weight Deflectometer FWD”**.
- HUDSON, S.W., Hudson, W.R., e Carmichael, R.F. **Minimum Requirements for Standard Pavement Management Systems. Pavement Management Implementation**. American Society for Testing and Materials. Philadelphia, 1992.
- MACHADO, Denise Maria Camargo. **Avaliação de normas de identificação de defeitos para fins de gerência de pavimentos flexíveis**. 2013. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.



NORMA, D. N. I. T. 005 (2003b) Defeitos nos Pavimentos Flexíveis e Semi-rígidos Terminologia. **Rio de Janeiro: DNIT, Departamento Nacional de Infra-estrutura de Transportes**, 2003.

OLIVEIRA, Francisco Heber Lacerda de. **Desenvolvimento de um modelo de gerenciamento de pavimentos aeroportuários como apoio à tomada de decisão sobre estratégias de manutenção e reabilitação**. 2016. Disponível em: <http://www.repositorio.ufc.br/handle/riufc/15892>. Acesso em: 20 set. 2022.

OLIVEIRA NETO, José Francisco de. **Análise correlativa das medidas de deflexão com viga Benkelman e FWD em pavimentos rodoviários revestidos com asfalto da rodovia BR 104/PB**. 2015. Trabalho de Conclusão de Curso. Disponível em: <https://repositorio.ufpe.br/handle/123456789/40147>. Acesso em: 20 set. 2022.

RIVERSON, John DN et al. Avaliação da classificação subjetiva de estradas municipais não pavimentadas em Indiana. **Registro de Pesquisa de Transporte**, v. 1128, p. 53-61, 1987.

SCHMIDT, Elcio Luís et al. O sistema de transporte de cargas no Brasil e sua influência sobre a Economia. 2011. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/121082>. Acesso em: 26 set. 2022.

SILVA, Camila Santos et al. **Investimento e financiamento da infra-estrutura rodoviária no Brasil: uma análise das parcerias público-privadas**. 2014. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/121969>. Acesso em: 26 set. 2022.