

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DA PARAÍBA  
*CAMPUS CAJAZEIRAS*

JOÃO VICTOR ARAÚJO LIMA

**AVALIAÇÃO FUNCIONAL DA RODOVIA CE-384 (TRECHO MAURITI – DIV.  
CE/PB) UTILIZANDO OS MÉTODOS DE LEVANTAMENTO VISUAL  
CONTÍNUO (LVC) E ÍNDICE INTERNACIONAL DE IRREGULARIDADE (IRI)  
OBTIDO POR APLICATIVO DE *SMARTPHONE***

Cajazeiras-PB  
2022

JOÃO VICTOR ARAÚJO LIMA

**AVALIAÇÃO FUNCIONAL DA RODOVIA CE-384 (TRECHO MAURITI – DIV. CE/PB) UTILIZANDO OS MÉTODOS DE LEVANTAMENTO VISUAL CONTÍNUO (LVC) E ÍNDICE INTERNACIONAL DE IRREGULARIDADE (IRI) OBTIDO POR APLICATIVO DE *SMARTPHONE***

Trabalho de Conclusão de Curso submetido à Coordenação do Curso de Bacharelado em Engenharia Civil do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba-*Campus* Cajazeiras, como parte dos requisitos para a obtenção do Título de Bacharel em Engenharia Civil, sob Orientação do Prof. Flavio Souza Azevedo.

Cajazeiras-PB  
2022

IFPB / Campus Cajazeiras  
Coordenação de Biblioteca  
Biblioteca Prof. Ribamar da Silva  
Catalogação na fonte: Suellen Conceição Ribeiro CRB-2218

L732a Lima, João Victor Araújo

Avaliação funcional da rodovia Ce-384 (trecho Mauriti – div. Ce/Pb) utilizando os métodos de levantamento visual contínuo (lvc) e índice internacional de irregularidade (iri) Obtido por aplicativo de smartphone / João Victor Araújo Lima. Cajazeiras/PB: IFPB, 2022.

62f.:il.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba-IFPB, Campus Cajazeiras. Cajazeiras, 2022.

Orientador(a): Prof. Flavio Souza Azevedo.

1. Rodovia. 2. Transporte. 3. Índice Internacional de Irregularidade (IRI). 4. DNIT 008/2003 – PRO. 5. Rodovia Ce-384. 6. Mauriti-CE. 7. Paraíba.

I. Lima, João Victor Araújo. II. Título.

CDU: 656.11 L732a

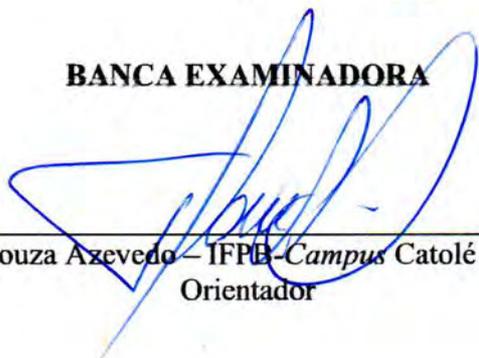
JOÃO VICTOR ARAÚJO LIMA

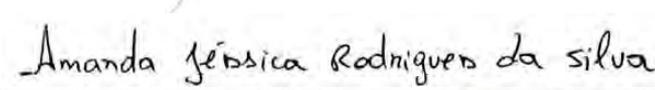
**AVALIAÇÃO FUNCIONAL DA RODOVIA CE-384 (TRECHO MAURITI – DIV. CE/PB) UTILIZANDO OS MÉTODOS DE LEVANTAMENTO VISUAL CONTÍNUO (LVC) E ÍNDICE INTERNACIONAL DE IRREGULARIDADE (IRI) OBTIDO POR APLICATIVO DE SMARTPHONE**

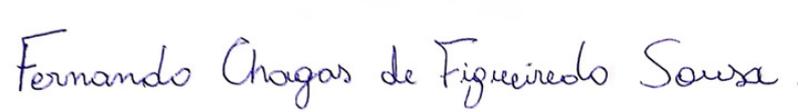
Trabalho de Conclusão de Curso submetido à Coordenação do Curso de Bacharelado em Engenharia Civil do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba, *Campus* Cajazeiras, como parte dos requisitos para a obtenção do Título de Bacharel em Engenharia Civil.

Aprovado em 22 de Setembro de 2022.

**BANCA EXAMINADORA**

  
Flavio Souza Azevedo – IFPB-*Campus* Catolé do Rocha  
Orientador

  
Amanda Jéssica Rodrigues da Silva – IFPB-*Campus* Cajazeiras  
Examinador 1

  
Fernando Chagas de Figueiredo Sousa – IFPB-*Campus* Cajazeiras  
Examinador 2

Este trabalho é dedicado à minha família em especial aos meus pais e irmãos que contribuíram muito na minha caminhada. Sem vocês eu não teria conseguido chegar até aqui.

## **AGRADECIMENTOS**

Primeiramente, agradeço a Deus por me proporcionar força, dedicação e fé, necessárias para a realização dos meus objetivos.

Aos meus pais Aguinaldo e Edlânia e a meus irmãos por estar sempre junto comigo, me apoiando, dando força e por permitirem que a minha formação aconteça.

As minhas famílias Araújo e Lima que me proporcionaram acolhimento e me incentivaram a seguir em frente com meus objetivos.

A minha companheira Albertina que não mediu esforços para se fazer sempre presente ao meu lado me incentivando, mesmo nas situações difíceis que passei durante a graduação.

Aos professores Flavio Souza Azevedo e Gastão Coelho De Aquino Filho, pela paciência, disponibilidade e dedicação, sempre prestativo e disposto a auxiliar nas dúvidas que surgiam.

Aos meus amigos que estiveram ao meu lado e proporcionaram momentos memoráveis durante a graduação, em especial Leandro e Raito que me deram força e me apoiaram durante o desenvolvimento deste trabalho.

Aos professores do curso, pelos ensinamentos e experiência que pude adquirir ao longo desses anos e aos funcionários da instituição que não mediram esforços para auxiliar na minha formação.

De modo geral, agradeço a todos que contribuíram de uma forma ou de outra para a realização desse trabalho de conclusão de curso.

## RESUMO

A importância da malha rodoviária brasileira para a economia e o desenvolvimento do país é inquestionável. Como meio básico de transporte e distribuição da maioria dos produtos e cargas, além da movimentação e deslocamento de passageiros, as rodovias, devem apresentar condições adequadas de uso, garantir conforto e segurança além de evitar acidentes. Este estudo objetivou avaliar e comparar a condição atual da superfície do pavimento de uma rodovia estadual, localizada entre o Município de Mauriti-CE e a divisa com a Paraíba, através do método de Levantamento Visual Contínuo e o Índice Internacional de Irregularidade obtido por aplicativo de smartphone. Alguns dos passos utilizados para alcançar tal objetivo foi identificar o estado atual da superfície do pavimento conforme a norma DNIT 008/2003 – PRO, utilizando o método de Levantamento visual contínuo para avaliação da superfície de pavimentos flexíveis e semi-rígidos, bem como, Identificar o estado atual da superfície do pavimento com o Índice Internacional de Irregularidade (IRI) obtido por aplicativo de smartphone. Para tanto, utilizando a norma DNIT 008/2003 – PRO que fornece embasamento teórico de qualidade para a aplicação do método do Levantamento Visual Contínuo, além das instruções disponíveis no site do RoadBounce para a obtenção dos valores de IRI obtidos por aplicativo de smartphone, foi possível realizar os levantamentos dos dados em campo, aplicando os formulários disponíveis na mesma norma, e a coleta de dados com o uso do aplicativo selecionado. Por fim foi realizada a análise dos dados colhidos em campo com o auxílio da planilha eletrônica Excel e a classificação da rodovia quanto ao estado atual da superfície, classificando-as como Ótimo, Bom, Regular, Ruim ou Péssimo, permitindo assim, uma melhor análise das informações. Enfim, por meio do estudo realizado é possível constatar que pelo método do Levantamento Visual Contínuo a rodovia de maneira geral se encontra em um péssimo estado de conservação, enquanto pelo Índice Internacional de Irregularidade a rodovia se encontra em um estado de boa conservação.

**Palavras-Chave:** Índice Internacional de Irregularidade, Levantamento Visual Contínuo, Custos Operacionais dos Veículos, Avaliação Funcional de Rodovias.

## ABSTRACT

The importance of the Brazilian road network for the country's economy and development is unquestionable. As a basic means of transport and distribution of most products and loads, in addition to the movement and displacement of passengers, highways must present adequate conditions of use, guarantee comfort and safety in addition to avoiding accidents. This study aimed to evaluate and compare the current condition of the pavement surface of a state highway, located between the Municipality of Mauriti-CE and the border with Paraíba, through the Continuous Visual Survey method and the International Irregularity Index obtained by an application of smartphone. Some of the steps used to achieve this objective were to identify the current state of the pavement surface according to the DNIT 008/2003 - PRO standard, using the Continuous Visual Survey method to evaluate the surface of flexible and semi-rigid pavements, as well as Identify the current state of the pavement surface with the International Irregularity Index (IRI) obtained by smartphone application. Therefore, using the DNIT 008/2003 - PRO standard that provides a theoretical basis of quality for the application of the Continuous Visual Survey method, in addition to the instructions available on the RoadBounce website to obtain the IRI values obtained by a smartphone application, it was possible to carry out data collection in the field, applying the forms available in the same standard, and to collect data using the selected application. Finally, the analysis of the data collected in the field was carried out with the aid of the Excel spreadsheet and the classification of the highway regarding the current state of the surface, classifying them as Great, Good, Regular, Bad or Very Poor, thus allowing a better analysis. of information. Finally, through the study carried out, it is possible to verify that by the Continuous Visual Survey method the road is generally in a poor state of conservation, while by the International Irregularity Index the road is in a state of good conservation.

**Keywords:** International Roughness Index, Continuous Visual Survey, Vehicle Operating Costs, Functional Assessment of Highways.

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>10</b>
1.1	JUSTIFICATIVA .....	10
1.2	OBJETIVO GERAL .....	11
1.3	OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	11
<b>2</b>	<b>REFERENCIAL TEÓRICO .....</b>	<b>13</b>
2.1	PAVIMENTO FLEXÍVEL .....	13
2.2	PATOLOGIAS DOS PAVIMENTOS FLEXÍVEIS .....	16
2.2.1	Afundamento .....	19
2.2.2	Afundamento Plástico .....	19
2.2.3	Ondulação ou Corrugação .....	20
2.2.4	Escorregamento .....	21
2.2.5	Exsudação.....	22
2.2.6	Desgaste .....	22
2.2.7	Panela ou buraco.....	23
2.2.8	Remendo .....	24
2.3	LEVANTAMENTO VISUAL CONTÍNUO (LVC) .....	24
2.4	ÍNDICE INTERNACIONAL DE IRREGULARIDADE (IRI) .....	25
2.4.1	Estudos De Irregularidade e Custos ao Usuário .....	28
2.4.2	<i>Smartphones</i> Como Alternativa Na Avaliação Da Irregularidade Longitudinal Dos Pavimentos .....	29
<b>3</b>	<b>MÉTODO DA PESQUISA.....</b>	<b>32</b>
3.1	LOCAL DE PESQUISA.....	33
3.2	MÉTODO DO LVC.....	36
3.2.1	MATERIAIS .....	37
3.2.2	APICAÇÃO DO MÉTODO DO LVC EM CAMPO .....	37

3.3	MÉTODO PARA O IRI COM USO DO SMARTFONE.....	42
3.3.1	ESCOLHA DO APICATIVO PARA A OBTENÇÃO DO IRI.....	42
3.3.2	OBTENÇÃO DO IRI EM CAMPO .....	42
<b>4</b>	<b>RESULTADOS DA PESQUISA .....</b>	<b>46</b>
4.1	LEVANTAMENTO VISUAL CONTÍNUO .....	46
4.2	ÍNDICE INTERNACIONAL DE IRREGULARIDADE.....	48
4.3	RELAÇÃO ENTRE AS AVALIAÇÕES OBTIDA PELO LVC E O IRI .....	49
4.4	OBSERVAÇÕES OBTIDAS DURANTE O LEVANTAMENTO VISUAL CONTÍNUO .....	50
<b>5</b>	<b>CONCLUSÃO.....</b>	<b>51</b>
	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>52</b>
	<b>ANEXOS .....</b>	<b>55</b>

# 1 INTRODUÇÃO

As rodovias atualmente são os meios de maior volume de tráfego de pessoas e cargas do Brasil, tamanha importância se dá pelo fato de ser o modal que mais recebe investimentos atualmente (LOPES; GODOY, 2019). As primeiras rodovias brasileiras surgiram em meados do século XIX, porém a ampliação da malha rodoviária só ocorreu durante a Era Vargas, a partir do ano de 1932, após a criação do Departamento Nacional de Estradas de Rodagem (DNER). O processo da implantação da indústria automobilística ocorreu anos mais tarde, no ano de 1950, concretizando dessa forma a rede rodoviária como a principal via de escoamento de cargas e transporte de passageiros do país (CNTTL-CUT, 2005).

Segundo pesquisa realizada em 2021 pela Confederação Nacional dos Transportes (CNT), cerca de 61,8% (ou 67.476 quilômetros) das rodovias do país são classificadas como regular, ruim ou péssimo, considerando o estado geral dessas rodovias (CNT, 2021). Nota-se que é inegável e urgente a necessidade de manutenção destes trechos para que não gere ônus ao desenvolvimento do país.

De acordo com Bernucci (2010), a avaliação funcional indica a qualidade e conforto que uma via possa proporcionar ao usuário, classificando-a pelo grau de deterioração, propiciando identificar em que momento é necessário fazer uma intervenção. Pensando dessa forma foram desenvolvidos vários métodos e parâmetros para avaliar a situação das rodovias, desde a sua estrutura à usabilidade e conforto.

Entre os métodos e parâmetros para avaliação destacam-se o Levantamento Visual Contínuo (LVC) e o Índice Internacional de Irregularidade (IRI). O primeiro consiste em uma avaliação visual realizada por critérios pré-definidos pelo Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT) e busca identificar as patologias presentes na superfície dos pavimentos e qualificar sua influência na via. No entanto o segundo índice que pode ser obtido de várias formas diferentes e é usado como parâmetro para representar o quão irregular é a superfície do pavimento (DNIT, 2011).

## 1.1 JUSTIFICATIVA

De acordo com a pesquisa realizada pela CNT (2021) apenas 15,0% (ou 16.385 quilômetros) da superfície dos pavimentos públicos analisados encontram-se em perfeito estado, por outro lado 46,9% (ou 51.118 quilômetros) encontra-se em estado de desgaste. Já em 31,9% (ou 34.835 quilômetros) foram detectadas trincas em malha e/ou remendos, 5,7% (ou

6.204 quilômetros), afundamentos, ondulações e/ou buracos e 0,5% (554 quilômetros) estão destruídos.

Para Ribeiro *et al.* (2020), as condições da via influenciam na segurança da rodovia, uma vez que para evitar prejuízos nos veículos os condutores optam por desviar das patologias entrando na contramão ou freando bruscamente ao se aproximar de obstáculos. Estas medidas tornam a via insegura, principalmente para condutores desatentos ou com pouca perícia, aumentando a quantidade de acidentes. Além disso, é comum nos depararmos diariamente com restos de pneus rasgados ou desgastados nas rodovias em estado de má conservação, sugerindo que as patologias presentes não só comprometem a segurança como também geram gastos adicionais com a manutenção dos veículos. (CNT, 2018)

Dessa forma nota-se a necessidade da utilização de métodos para identificar, quantificar e classificar as rodovias de acordo com o estado de conservação em que se encontram. À medida que se tem conhecimento dos problemas presentes em uma rodovia, se torna possível de encontrar soluções que busquem melhorar o uso, o conforto e a segurança.

Dada a importância da qualidade do pavimento na região e considerando os aspectos econômicos e sociais proporcionados pelo transporte de cargas e de passageiros, este presente trabalho se propõe a fazer uma avaliação funcional de um trecho da rodovia CE-384 utilizando o Levantamento Visual Contínuo (LVC) e Índice Internacional de Irregularidade (IRI) obtido por aplicativo de *smartphone*, buscando avaliar e qualificar o estado atual da superfície do pavimento encontrado na rodovia de forma que venha a facilitar a mobilidade dos condutores que passarem pela região.

## 1.2 OBJETIVO GERAL

Avaliar e comparar a condição atual da superfície do pavimento de uma rodovia estadual, localizada entre o Município de Mauriti-CE e a divisa com a Paraíba, por meio do método de Levantamento Visual Contínuo e o Índice Internacional de Irregularidade obtido por aplicativo de *smartphone*.

## 1.3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar o estado atual da superfície do pavimento conforme a norma DNIT 008/2003 – PRO: Levantamento visual contínuo para avaliação da superfície de pavimentos flexíveis e semi-rígidos - Procedimento;

- Identificar o estado atual da superfície do pavimento com o Índice Internacional de Irregularidade (IRI) obtido por aplicativo de *smartphone*;

- Comparar os resultados obtidos com o LVC e IRI obtido por *smartphone*;

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 PAVIMENTO FLEXÍVEL

Pode-se afirmar que o pavimento é uma estrutura constituída de múltiplas camadas sobre uma base de terraplenagem com o objetivo de distribuir os esforços solicitantes entre as camadas até o solo. Neste contexto, para Bernucci (2010) fica claro que o pavimento tem a função de proporcionar aos seus usuários mais conforto, segurança e economia.

Já o DNIT (2006) divide os pavimentos em três tipos, sendo eles:

**Flexíveis:** formados por múltiplas camadas que trabalham de forma a absorver e dispersar os esforços causados por o tráfego ao longo de suas camadas e, portanto, sofre mais deformação elástica;

**Rígidos:** caracterizado principalmente por sua camada de revestimento que tem a função de absorver a maior parte dos esforços e, portanto, sofre menos deformação elástica;

**Semirrígidos:** possui como diferencial em sua base um material cimentício, usado geralmente para absorver mais os esforços e diminuir a carga nas camadas inferiores, possuindo este uma deformação elástica menor que nos pavimentos flexíveis.

De acordo com Balbo (2011), os pavimentos rodoviários são divididos em camadas, são elas:

**Revestimento:** é a camada mais superficial, responsável por receber as cargas do tráfego e passá-las para as camadas inferiores, sem sofrer grandes deformações elásticas, sem deteriorar ou alterar sua estrutura e proporcionando conforto e segurança aos usuários.

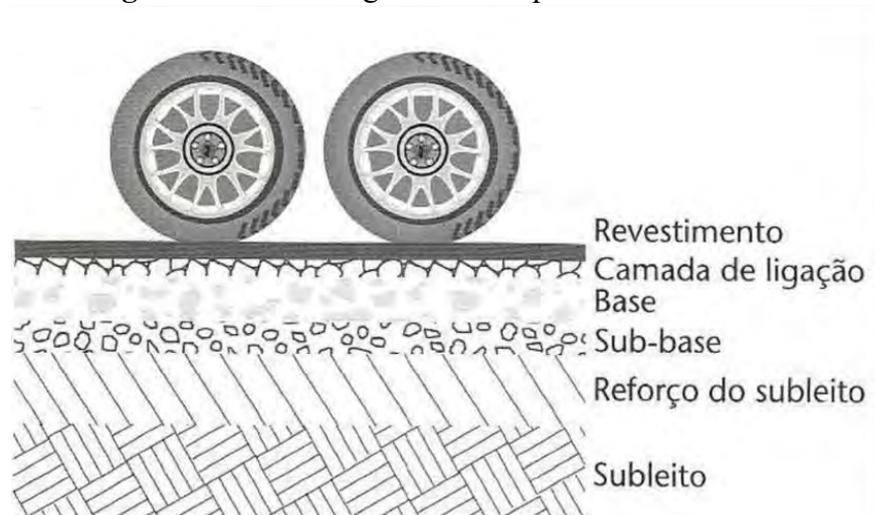
**Bases e sub-bases:** são camadas que desempenham basicamente a mesma função que é de absorver os esforços verticais transmitidos pelo revestimento e transmitir ao reforço de subleito ou subleito.

**Reforço de subleito:** o reforço de subleito é empregado quando o subleito é composto por um material sem a capacidade de resistir aos esforços oriundos do tráfego e tem a função de absorver os esforços transmitidos pelas camadas superiores. Também é utilizado para regularizar o subleito dando-o um aspecto mais uniforme e tornando sua superfície mais regular para atender as especificações de projeto e servir de base para as camadas seguintes.

**Subleito:** é a camada final da terraplenagem, espera-se que seja a mais firme para o suporte das cargas transmitidas pelas camadas superiores, também considerada como a fundação do pavimento.

Essa divisão de camadas ocorre em uma sequência metódica para que o pavimento trabalhe de forma correta como mostra a Figura 1.

**Figura 1** - Camadas genéricas do pavimento rodoviário

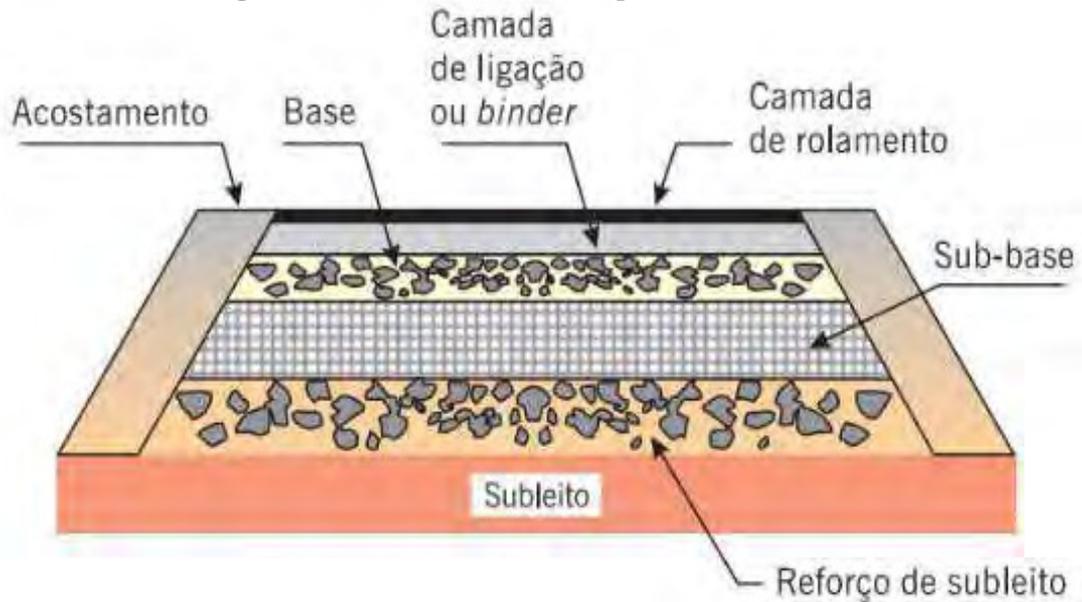


Fonte: Balbo (2011).

Pavimentos flexíveis são aqueles que admitem mais deformação elástica até um certo limite sem ocorrer o rompimento ou comprometer sua utilização. Sua estrutura é composta de tal forma para que resista aos esforços de compressão e tração na flexão, além de resistir ao cisalhamento. A principal característica deste tipo de pavimento é de distribuir os esforços igualmente entre suas camadas (SENÇO, 2007).

O pavimento flexível também pode ser conhecido como pavimento asfáltico por possuir em sua camada de revestimento agregados e ligantes asfálticos. Esta camada é uma característica notória que torna fácil diferenciar este tipo de pavimento do pavimento rígido. Além disso o revestimento pode ser dividido em duas camadas, a camada de rolamento (camada que tem contato direto com os pneus dos veículos e que recebe diretamente os esforços) e a camada de ligação ou também conhecida como Binder (camada responsável pela ligação entre a camada de rolamento e a base), além de possuírem funções diferentes, estas camadas também possuem estruturas próprias, apesar de bem parecidas. Na Figura 2 pode-se ver como a estrutura do pavimento flexível está dividida (BERNUCCI, 2010).

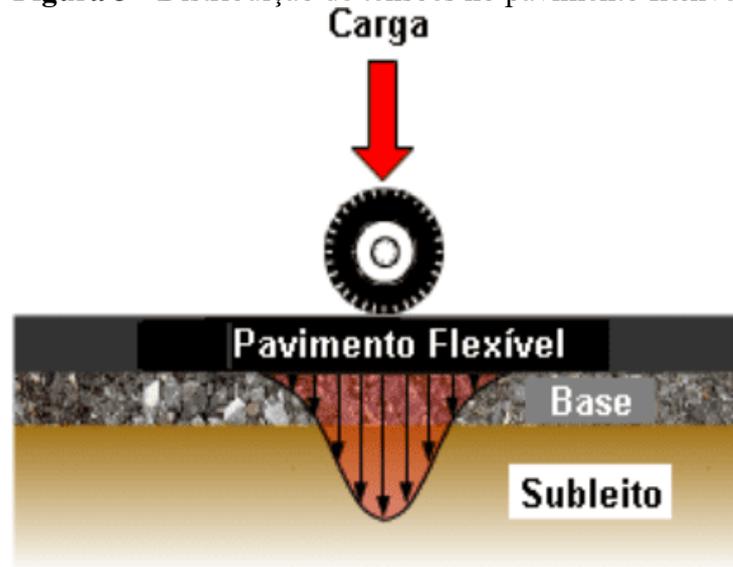
**Figura 2** - Corte transversal do pavimento flexível.



Fonte: Bernucci (2010)

Quando solicitado por uma carga proveniente do tráfego, o pavimento flexível distribui a pressão que resulta desta carga ao longo de suas camadas até ser dissipada pelo subleito, esta pressão toma uma forma ondular como mostra a Figura 3, desta forma, pode-se perceber que quanto mais distante da superfície maior será a sollicitação da camada, além disso, quanto maior forem as espessuras das camadas menor será a sollicitação da próxima. Em comparação com os outros tipos de pavimento o pavimento flexível costuma solicitar uma maior resistência do subleito uma vez que a carga atua em uma área menor nesta camada (SENÇO, 2007).

**Figura 3 - Distribuição de tensões no pavimento flexível**



Fonte: Adaptada de Araújo (2016)

## 2.2 PATOLOGIAS DOS PAVIMENTOS FLEXÍVEIS

Os pavimentos, assim como outros determinados empreendimentos de engenharia, são projetados para ter uma certa vida útil que dependem exclusivamente dos parâmetros adotados durante a sua concepção (BALBO, 2011).

Portanto, no fim da sua vida útil, ou por excesso de carga transportada pelos veículos, ou devido a utilização de parâmetros incompatíveis com o propósito da rodovia durante a fase de concepção do projeto, o pavimento acaba por apresentar patologias que comprometem sua utilização, seu conforto e segurança (BERNUCCI, 2010).

Estas patologias foram classificadas na norma DNIT 005/2003 – TER que são usadas como indicadores para a avaliação das condições da superfície dos pavimentos. Os itens a seguir apresentam a caracterização das principais patologias encontradas na norma citada.

### 2.2.1 Fenda

De acordo com o DNIT (2003b), fenda é qualquer descontinuidade presente na superfície do pavimento, podendo ser de tamanhos variados, além de que é possível que se propague em outras camadas. Esta pode ser dividida em outras duas, que estão descritas a seguir.

#### 2.2.1.1 Fissura

É uma fenda pouco perceptível, sendo necessária uma distância de observação menor que 1,5 m, possui uma largura capilar e pode estar posicionada de várias formas na via (DNIT, 2003b).

#### 2.2.1.2 Trinca

É uma fenda bem perceptível no revestimento, possui largura maior que a fissura e pode ser classificada como:

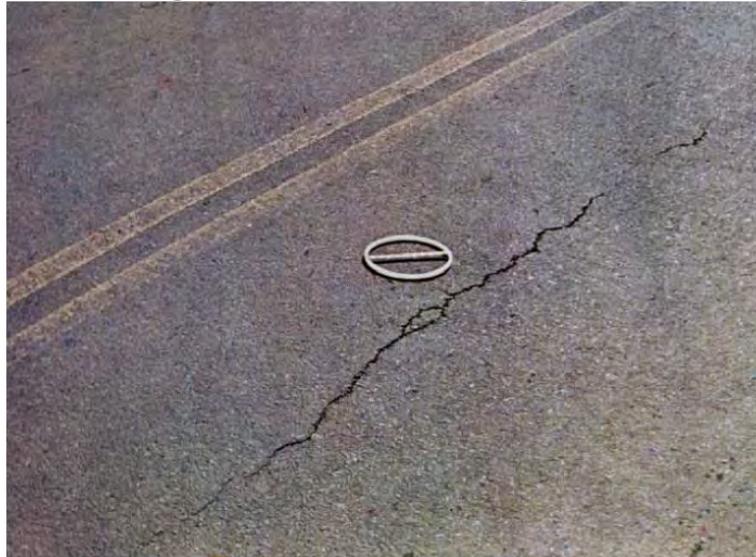
- Trinca isolada: esta por sua vez pode ser subdividida em trinca transversal (aparece de forma isolada e geralmente em posição ortogonal ao eixo da via) como exemplificado na Figura 4, trinca longitudinal (aparece de forma isolada e geralmente paralela ao eixo da via) como mostrado na Figura 5 e trinca de retração (aparece de forma isolada e pode não ter uma direção bem definida, causada devido a fenômenos de retração térmica) (DNIT, 2003b).

**Figura 4 - Trinca isolada transversal**



Fonte: DNIT (2003b)

**Figura 5 - Trinca isolada longitudinal**



Fonte: DNIT (2003b)

- Trinca interligada: esta também pode ser dividida em outros dois tipos, sendo tipo “Couro de Jacaré” (é caracterizada pelo conjunto de trincas sem direções bem definidas) como exemplifica a Figura 6 e tipo “Bloco” (é caracterizada pelo conjunto de trincas com direções bem definidas, em que suas interligações dividem o revestimento em blocos) como mostrado na Figura 7 (DNIT, 2003b).

**Figura 6 - Trinca interligada tipo couro de jacaré**



Fonte: DNIT (2003b)

**Figura 7 - Trinca interligada tipo bloco**



Fonte: DNIT (2003b)

### 2.2.2 Afundamento

Deformação permanente da superfície do pavimento, onde forma-se uma depressão que pode ou não ser acompanhada de solevamento, e pode ser subdividida em afundamento plástico ou de consolidação (DNIT, 2003b).

### 2.2.3 Afundamento Plástico

Ocorre quando uma ou mais camadas do pavimento sofre uma deformação plástica causando a depressão da superfície e solevamento em volta do local. Quando possui extensão de até 6 m denomina-se de afundamento plástico local como exemplificado na Figura 9; quando ocorrer na trilha de roda (local em que as rodas dos veículos tocam o pavimento com mais frequência, geralmente tem largura semelhante a roda dos veículos e estão a uma distância semelhante ao espaçamento entre os eixos dos veículos) e tiver extensão superior a 6 m denomina-se afundamento plástico na trilha de roda como exemplificado na Figura 8 (DNIT, 2003b).

#### 2.2.3.1 Afundamento De Consolidação

Ocorre quando as camadas mais inferiores se compactam devido aos esforços recebidos, desta forma, não há o efeito de solevamento. Quando ocorre em extensão menor que 6 m, denomina-se afundamento de consolidação local como exemplificado na Figura 9; quando

ocorre na trilha de roda e tem extensão superior a 6 m, denomina-se afundamento de consolidação da trilha de roda como exemplificado na Figura 8 (DNIT, 2003b).

**Figura 8 - Afundamento na trilha de roda**



Fonte: DNIT (2003b)

**Figura 9 - Afundamento local**



Fonte: DNIT (2003b)

#### 2.2.4 Ondulação ou Corrugação

Denomina-se ondulação quando ocorre a movimentação do revestimento em uma determinada direção, dando a aparência de onda a esta camada, como exemplificado na Figura 10 (DNIT, 2003b).

**Figura 10 - Ondulação**



Fonte: DNIT (2003b)

#### 2.2.5 Escorregamento

Ocorre quando a camada de revestimento se desloca em relação a camada inferior, provocando o surgimento de fendas com formato de “meia-lua”, como exemplificado na Figura 11 (DNIT, 2003b).

**Figura 11 - Escorregamento**



Fonte: DNIT (2003b)

### 2.2.6 Exsudação

É o fenômeno que ocorre quando na composição da camada de revestimento é utilizado ligante betuminoso em excesso, como exemplificado na Figura 12 (DNIT, 2003b).

**Figura 12 - Exsudação**



Fonte: DNIT (2003b)

### 2.2.7 Desgaste

Causado por esforços tangenciais, o desgaste ocorre quando o agregado presente no revestimento é arrancado, dando à superfície uma característica áspera, como exemplificado na Figura 13 (DNIT, 2003b).

**Figura 13 - Desgaste**



Fonte: DNIT (2003b)

#### 2.2.8 Panela ou buraco

Caracteriza-se pelo surgimento de cavidade na camada de revestimento e quando não há intervenção atinge outras camadas inferiores, ocorre geralmente pela falta de aderência entre as camadas, como exemplificado na Figura 14 (DNIT, 2003b).

**Figura 14 - Panela / Buraco**



Fonte: DNIT (2003b)

### 2.2.9 Remendo

Ocorre quando as panelas são preenchidas na tentativa de remediar a patologia, porém quando mal executado o remendo torna-se outra patologia (Figura 15), e pode ser classificada em outros dois tipos, sendo:

- Remendo profundo: ocorre quando a panela atravessa o revestimento e atinge as demais camadas inferiores e faz-se necessário o reparo em todas as camadas (DNIT, 2003b).
- Remendo superficial: ocorre quando o reparo é feito apenas na camada de revestimento (DNIT, 2003b).

**Figura 15 - Remendo**



Fonte: Gewehr (2014)

### 2.3 LEVANTAMENTO VISUAL CONTÍNUO (LVC)

O levantamento visual contínuo, especificado na norma, consiste em um método subjetivo de avaliação de pavimentos que possibilita indicar a condição da superfície do pavimento com base na observação das patologias presentes. Sua classificação leva em consideração a frequência e a gravidade dos defeitos presentes na superfície, permitindo, com base nas diretrizes presentes na norma classificar os trechos de uma rodovia (DER-SP, 2006).

De acordo com a norma citada acima, o levantamento visual contínuo permite a determinação do índice de condição de pavimentos flexíveis (ICPF) e serve de base para determinar o Índice de Gravidade Global Expedito (IGGE) e o do Índice do Estado De Superfície Do Pavimento (IES).

O procedimento para a realização do LVC é feito com um veículo equipado com velocímetro e hodômetro, um motorista e dois avaliadores. O percurso deve ser dividido em trechos com até 1 km e percorrido a uma velocidade de aproximadamente 40km/h, os avaliadores devem preencher as tabelas de acordo com a norma, verificando a presença de patologias e a frequência das mesmas (DNIT, 2006).

Duarte (2021) realizou o LVC em uma rodovia estadual do Rio Grande do Norte, próximo a cidade de Mossoró, a RN-117, o trecho escolhido tem extensão de 3 km. A via é de pista simples e possui uma largura média de 6 metros, e foi percorrida em sentido único, analisando simultaneamente ambas as faixas de rolamento. Foram estudados 3 subtrechos possuindo 1 km cada e foram calculados os índices exigidos em norma. Com os resultados observa-se que o maior número de trincas encontradas na rodovia se caracterizou como sendo do tipo trinca longitudinal, seguido das trincas couro de jacaré. Destaca-se também que o autor obteve classificação diferente para ambos os trechos, sendo o subtrecho 1 classificado como “péssimo”, o subtrecho 2 classificado como “bom” e o subtrecho 3 classificado como “regular”. Por fim o autor concluiu que o procedimento adotado contribuiu para a percepção do estado de conservação da rodovia.

Maranhão et al (2022) realizaram o LVC em uma rodovia federal, a BR-153, o trecho escolhido possui 52 km de extensão, está localizado entre os Km 720 e Km 602 e liga as cidades de Gurupi e Figueirópolis. Durante a pesquisa os autores observaram que as patologias que mais se manifestaram no trecho da pesquisa foram as trincas (40%), panelas (30%) e remendos (20%), os outros defeitos menores corresponde a um percentual inferior. Por fim os autores concluíram que a pesquisa permitiu verificar que o trecho se encontra em péssimo estado de conservação.

## 2.4 ÍNDICE INTERNACIONAL DE IRREGULARIDADE (IRI)

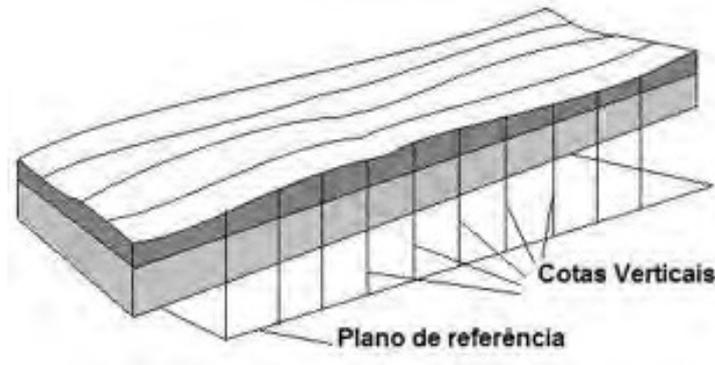
De acordo com DNER (1994), a irregularidade longitudinal de um pavimento é definida como o desvio da superfície da rodovia, em relação a um plano de referência, que afeta a dinâmica dos veículos, a qualidade do rolamento e as cargas dinâmicas sobre a via.

Outra definição é abordada pelo Manual de Gerência de Pavimentos do Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT, 2011) que define a irregularidade longitudinal como o somatório dos desvios da superfície de um pavimento em relação a um plano de referência ideal de projeto geométrico, que afeta a dinâmica dos veículos, o efeito

dinâmico das cargas, a qualidade ao rolamento e a drenagem superficial da via. A Figura 16 apresenta um esquema que ilustra esse defeito.

Já no Brasil instituiu-se o Quociente de Irregularidade (QI), descrito na norma DNER ES 173/86 que assim como o IRI é utilizado para medir a irregularidade longitudinal do pavimento e classificar a rodovia quanto a qualidade e do estado de conservação da rodovia.

**Figura 16** - Esquema para ilustrar a Irregularidade longitudinal dos pavimentos



Fonte: USP (2014)

Para o usuário, a qualidade do pavimento está relacionada ao estado em que a sua superfície apresenta (trincas, remendos, fundamentos entre outros), já que os efeitos das irregularidades desse pavimento só serão perceptíveis uma vez que afetem o seu conforto. Esses efeitos também afetam diretamente o veículo, acarretando maiores custos operacionais, seja para reparos em peças, em um maior consumo de combustível e pneus ou em um maior tempo de vigem (BERNUCCI, 2010).

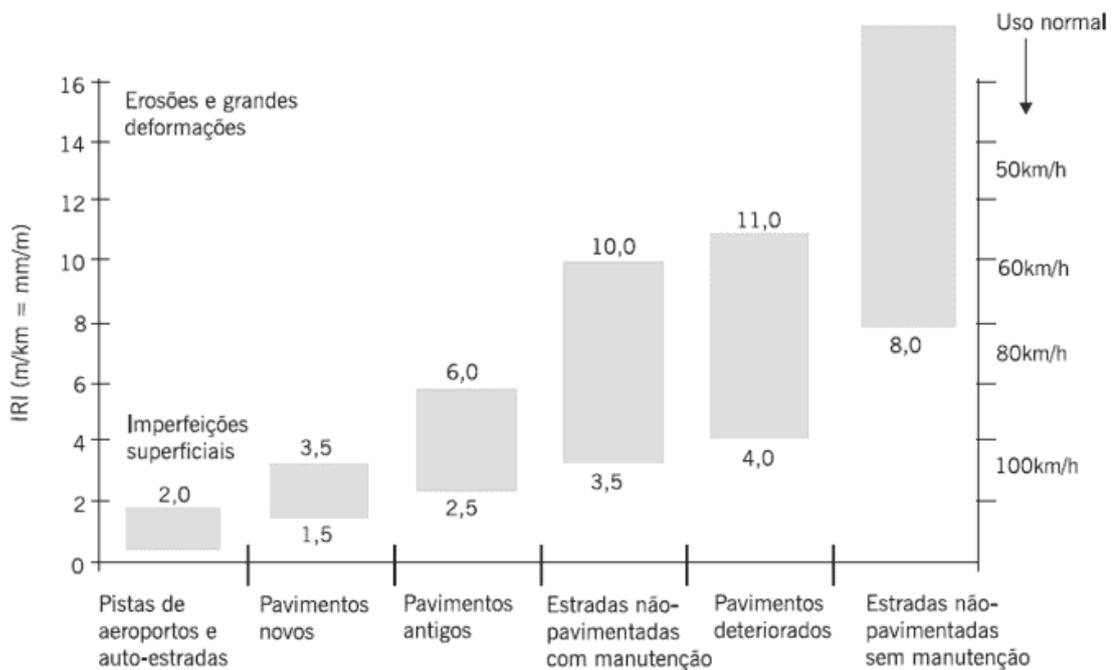
Além dos problemas construtivos, a irregularidade pode ser ocasionada devido a ação do tráfego e/ou do clima. Ela influencia diretamente na interação da via com os veículos infligindo efeitos sobre os próprios veículos, sobre os passageiros e motoristas, e até sobre as cargas transportadas. Tais efeitos dependem também, além da Irregularidade, de fatores vinculados à suspensão dos veículos e à sensibilidade dos passageiros e das cargas (DNIT 2006).

A irregularidade aumenta o efeito das cargas dinâmicas do veículo na superfície da estrada, acelerando assim a sua deterioração estrutural. Também pode afetar negativamente a drenagem do pavimento, levando assim à formação de poças, o que pode impactar negativamente na segurança e no desempenho das rodovias. Ela afeta a potência do veículo em movimento, aumenta o desgaste e pode causar danos ao veículo. Em consequência, a

irregularidade tem grande impacto no custo operacional do veículo– inclusive apresenta uma correlação estatística satisfatória (DNIT 2006).

O índice internacional para medida de irregularidade (IRI), geralmente expresso em m/km, quantifica os desvios causados pelas patologias presentes, em relação a superfície prevista em projeto. O IRI tem sido um parâmetro adotado por diversos países como uma ferramenta de controle e qualidade de obras. A Figura 17 abaixo mostra as faixas de variação do IRI em diversas situações.

**Figura 17 - Diversas faixas de variação do IRI dependendo do caso e situação**



Fonte: DNIT (2011)

Esse índice de irregularidade é medido ao longo de uma linha imaginária, equidistante ao eixo da estrada e, normalmente, concordante com as regiões de trilhas de roda, podendo em alguns casos haver o interesse de melhor detalhar o perfil, levantando-o em diversas linhas equidistantes imaginárias. A linha de levantamento longitudinal possui uma largura variável de alguns milímetros a centímetros e depende do tipo de equipamento empregado (BERNUCCI, 2010).

Com base na pesquisa desenvolvida pelo DNIT no ano de 1992 para instituir como escala de conceitos atribuíveis ao IRI, foram desenvolvidos parâmetros que sofreram adaptação

com o tempo, como mostra a Tabela 1. Estas mesmas escalas foram desenvolvidas de modo que fosse possível transferir estes conceitos para outros sistemas de medição.

**Tabela 1 - Valores do IRI**

Conceito	DNIT (2006)	DNIT (2011)
Excelente	1 - 1,9	-
Bom	1,9 - 2,7	$2,7 \geq \text{IRI}$
Regular	2,7 - 3,5	2,7 - 3,5
Ruim	3,5 - 4,6	3,5 - 5,5
Péssimo	$\text{IRI} > 4,6$	$\text{IRI} > 5,5$

Fonte: Filho *et al.* (2019)

Esses valores são uma atribuição numérica compreendida em uma escala de 0 a 5, dada pela média de notas de avaliadores para o conforto ao rolamento de um veículo trafegando em um determinado trecho, em um dado momento da vida do pavimento. Esta escala compreende cinco níveis de serventia, conforme expresso na pesquisa desenvolvida pelo DNIT no ano de 1992 para instituir como escala de conceitos atribuíveis ao *International Roughness Index* (Índice Internacional de Irregularidade) – IRI, foram desenvolvidos parâmetros que sofreram adaptação com o tempo, como mostra a Tabela 1. Estas mesmas escalas foram desenvolvidas de modo que fosse possível transferir estes conceitos para outros sistemas de medição.

#### 2.4.1 Estudos De Irregularidade e Custos ao Usuário

Os custos operacionais dos veículos (COV) e os custos de infraestrutura, ou seja, com a vida útil do pavimento, são geralmente associadas as irregularidades na superfície dos pavimentos presentes no pavimento (BARELLA, 2008).

A correlação entre essa irregularidade e a vida útil do pavimento é de grande interesse, especialmente quando se trata de pavimentos novos ou recém-formados. Uma vez que se soubesse com precisão o ganho de vida útil por diminuição de 1 cont/km no QI ou de 1 m/km no valor do IRI, seria possível calcular com facilidade o quanto poderia ou deveria ser gasto pelo gestor em um preço acima do valor médio de mercado para um serviço de recuperação ou construção que reduza os erros de irregularidade presentes nesse pavimento (BARELLA, 2008).

A Tabela 2 apresenta os valores médios característicos da composição de custos operacionais de veículos para a realidade brasileira, onde é possível perceber o aumento significativo dos custos para diferentes faixas de IRI e, especialmente conforme o aumento do porte dos veículos.

**Tabela 2 - Previsão de Custo Operacional de Veículos - Brasil**

Veículos	IRI (m/km)	V (km/h)	COV (ano 2000) (R\$/km)	COV (ano 2017) (R\$/km)
Carros	2,8	62,7	0,1748	0,51
	7,4	59,3	0,2362	0,72
	12,0	55,8	0,3214	0,96
Ônibus	2,8	72,1	0,7730	2,32
	7,4	54,7	0,9147	2,74
	12,0	43,6	1,1161	3,37
Caminhões	2,8	64,4	0,7757	2,35
	7,4	48,7	1,0600	3,19
	12,0	37,0	1,3569	4,10
Articulados	2,8	62,3	1,6160	4,88
	7,4	39,6	2,1442	6,44

Fonte: Almeida (2018).

#### 2.4.2 *Smartphones* Como Alternativa Na Avaliação Da Irregularidade Longitudinal Dos Pavimentos

Uma nova classe de aparelhos móveis com funcionalidades mais avançadas de conectividade vem cada vez mais surgindo devido aos avanços tecnológicos, que levaram ao desenvolvimento dos *smartphones*, se tornando uma presença constante nas nossas vidas. Devido a sua alta capacidade de processamento, esses aparelhos em geral, apresentam um sistema de posicionamento global (GPS) e sensores de movimento (acelerômetro, magnetômetro e barômetro) (BISCONSINI, 2016).

Segundo (BRAÚNA, 2020), os custos de acelerômetros e outros sensores de medição, como o GPS, vem reduzindo com o avanço da tecnologia no desenvolvimento de sensores embutidos em aparelhos móveis. Essa tecnologia presente nesses aparelhos possibilitou a sua aplicação em diversas áreas, em especial nas áreas de transporte. Aplicativos como o Waze e o

StreetBump, utilizam essa tecnologia para fornecer informações em tempo real sobre a condição das vias, sendo um dos maiores aplicativos de trânsito e navegação do mundo, e para mapear buracos e outras deformações nas ruas de Boston, capital de Massachusetts, respectivamente.

O emprego de *smartphones* para avaliação da irregularidade longitudinal dos pavimentos pode ser definida como um sistema de medição do tipo resposta. Este tipo de modelo se diferencia dos demais medidores convencionais da mesma classe, de modo que não mede o deslocamento que ocorre entre a carroceria do veículo e o eixo traseiro em um único sentido, ou como o perfilômetro que mede diretamente o perfil do pavimento. Os *smartphones* fixados no interior dos veículos medem as acelerações verticais. Devido ao seu baixo custo, fácil operação e alta produtividade, várias pesquisas vêm sendo realizadas de modo a tornar viável o uso de *smartphones* para avaliação da irregularidade longitudinal dos pavimentos (Bisconsini, 2016).

Analogamente aos equipamentos do tipo resposta, a velocidade trafegada pelo veículo influencia nos sinais obtidos, e deste modo, necessitam de calibração, também conhecida como calibração por correlação, visando obter para cada velocidade operacional, a relação entre o valor do índice de irregularidade de referência e a quantidade de deslocamentos verticais por deslocamentos horizontais (distância percorrida) medidos pelo equipamento (BISCONSINI, 2016).

Almeida *et al* (2019) fizeram a análise da superfície do pavimento da rodovia estadual CE-401, que é classificada como sendo de pista dupla e possui três faixas de rolamento em cada sentido, o trecho analisado possuindo extensão de 4,1 km em Concreto Asfáltico Usinado à Quente (CAUQ). A pesquisa foi feita utilizando dois aplicativos para a obtenção do IRI, foram eles o SmartIRI e o RoadLab, e ambos foram utilizados nas 6 pistas de rolamento do trecho em estudo. Nos resultados observa-se a diversidade em classificação dos subtrechos em cada faixa de rolamento, podendo-se identificar o estado da rodovia. Também é possível averiguar que os resultados entre os dois aplicativos utilizados são bem próximos. Os autores concluem que o uso do *smartphone* para a obtenção do IRI é produtivo devido a sua praticidade, além de ser um bom indicativo do conforto durante o uso da rodovia.

Azizan e Taher (2021) fizeram a análise de várias rodovias da Malásia que foram divididas em grupos, sendo rodovias federais, estaduais e vias expressas. Cada trecho de rodovia possuía uma extensão de 2 km e eram revestidas de material betuminoso. Os resultados encontrados para os valores de IRI pelos autores variam em relação a cada subtrecho de rodovia,

também se destaca a alteração de IRI em relação a velocidade do veículo. Os autores concluem que a utilização do *smartphone* para a obtenção do IRI é um instrumento importante nos processos de planejamento para manutenção e reabilitação das rodovias.

### 3 MÉTODO DA PESQUISA

Os dados utilizados para chegar ao objetivo da pesquisa foram coletados de campo, portanto este presente trabalho se qualifica como sendo uma pesquisa quantitativo com levantamento de campo. A principal bibliografia consultada foi a norma DNIT 008/2003 – PRO que fornece embasamento teórico de qualidade para a aplicação do método do Levantamento Visual Contínuo. Assim como também foram consultadas as instruções disponíveis no site do RoadBounce para a obtenção dos valores de IRI obtidos por aplicativo de *smartphone*.

Primeiro realizou-se a uma revisão da literatura com foco em trabalhos que utilizaram os mesmos métodos e nas normas DNIT 008/2003 – PRO, DNIT 005/2003 – TER e DNIT – Manual de Restauração de Pavimentos Asfálticos (2006). Além de pesquisas sobre as instruções de utilização do aplicativo RoadBounce no site do desenvolvedor.

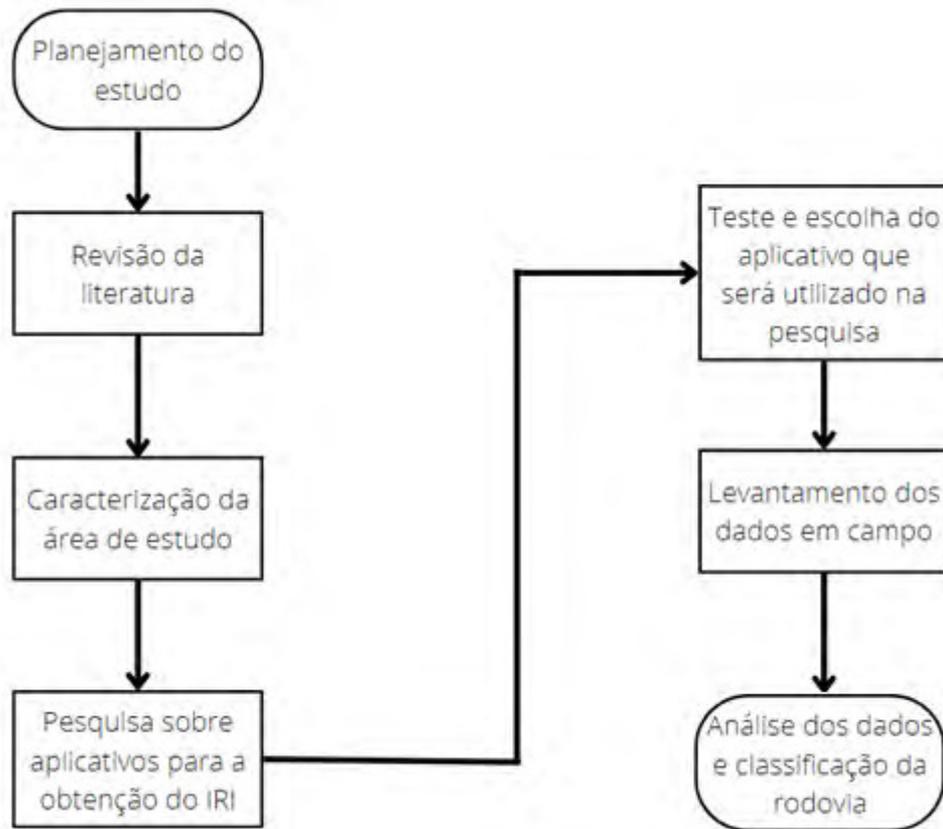
Em seguida realizou-se a caracterização da área de estudo, que ocorreu por meio de consulta a representação cartográfica da região fazendo uso da plataforma Google Earth e visitas ao local de pesquisa, assim como também foram feitos registros fotográficos das manifestações patológicas.

A partir da revisão da literatura elencou-se os aplicativos com a função necessária para a realização da pesquisa, e entre eles foi selecionado na fase de teste o aplicativo que obteve melhor desempenho.

Em seguida foram feitos os levantamentos dos dados em campo, aplicando os formulários disponíveis na norma DNIT 008/2003 – PRO e a coleta de dados com o uso do aplicativo selecionado.

Por fim foi realizada a análise dos dados colhidos em campo com o auxílio da planilha eletrônica Excel e a classificação da rodovia quanto ao estado atual da superfície.

As sequências das etapas executadas estão representadas no fluxograma da Figura 18 para facilitar o entendimento, posteriormente encontram-se detalhadas as etapas citadas.

**Figura 18** - Fluxograma das atividades realizadas

Fonte: Autoria própria (2022)

### 3.1 LOCAL DE PESQUISA

A CE-384 é uma das rodovias que ligam o estado do Ceará ao estado da Paraíba, através das cidades de Mauriti-CE e Conceição-PB. Esta rota beneficia não só estas cidades, mas também os municípios circunvizinhos que a utilizam principalmente para enviar produtos regionais e no transporte de passageiros, fortalecendo o comércio local e interestadual.

O trecho escolhido da CE-384 possui uma largura de 7 m e uma extensão de aproximadamente 22,5 km, o mesmo apresenta vários estados de conservação e patologias, de tal forma a prejudicar o tráfego de veículos. A rodovia atravessa o distrito de Umburanas, assim como outros perímetros urbanos, como mostrado na Figura 19.

Figura 19 - Local de pesquisa



Fonte: Adaptada de Guia Geográfico do Ceará (2022) e Google Earth (2022)

A fim de demarcar o local de pesquisa, adotou-se os marcos inicial (Lat. -7,3929844; Long. -38,7665531) e final (Lat. -7,5400143; Long. -38,6532417) que foram associadas as placas informativas, visto que são referências que permanecem por um longo período de tempo na rodovia, assim como indicado na Figura 20.

**Figura 20 - Marcos inicial e final**



Fonte: Autoria própria (2022)

Durante a fase de caracterização do local de pesquisa optou-se por fazer alguns registros fotográficos a fim de demonstrar visualmente as condições reais da rodovia (Quadro 1).

**Quadro 1 - Registro fotográficos do trecho em estudo**



Nesta imagem pode-se observar o nível do desgaste da camada de revestimento do pavimento. O desgaste do revestimento é uma patologia que se manifesta ao longo da maior parte do trecho em estudo.

	<p>Nesta imagem pode-se notar a alta quantidade de remendos presentes na rodovia, dificultando a diferenciação entre o revestimento original e os remendos, além de impossibilitar a quantificação desta patologia. Este tipo de defeito por muitas vezes apresenta-se em desnível com a camada de revestimento original acaba por causa desconforto aos usuários.</p>
	<p>Nesta imagem pode-se notar a quantidade de panelas/buracos em um único trecho. Vale ressaltar que a proximidade entre estes defeitos faz com que se torne incomodo a usabilidade da rodovia.</p>

Fonte: Autoria própria (2022)

### 3.2 MÉTODO DO LVC

O método adotado para esta etapa foi a norma da norma DNIT 008/2003 – PRO (Levantamento visual contínuo para avaliação da superfície de pavimentos flexíveis - Procedimento), que é um método amplamente utilizado no Brasil quando se trata de avaliação de pavimentos.

O levantamento visual contínuo, especificado na norma, consiste em um método subjetivo de avaliação de pavimentos que possibilita indicar a condição da superfície do pavimento com base na observação das patologias presentes. Sua classificação leva em consideração a frequência e a gravidade dos defeitos presentes na superfície, permitindo, com base nas diretrizes presentes na norma classificar os trechos de uma rodovia (DER-SP, 2006).

### 3.2.1 MATERIAIS

Para a realização da avaliação do pavimento foi necessário um carro equipado com hodômetro e velocímetro, dois avaliadores, um motorista, pranchetas, canetas e os formulários disponíveis em anexo na norma DNIT 008/2003 – PRO.

### 3.2.2 APICAÇÃO DO MÉTODO DO LVC EM CAMPO

O levantamento iniciou-se as 15:14 do dia 07 de agosto de 2022, e foi encerrado às 16:23 do mesmo dia seguindo do marco inicial ao marco final. Escolheu-se um dia ensolarado com boa visibilidade.

Durante o trajeto buscou-se manter uma velocidade de aproximadamente 40 km/h, porém em vários trechos não foi possível devido a quantidade de painéis na estrada, fazendo com que a velocidade fosse reduzida tanto para cruzar o trecho quanto para que as patologias fossem contabilizadas.

Os trechos foram divididos em 1 km e no fim de cada trecho era feito uma breve pausa para que os avaliadores pudessem fazer as devidas anotações e preencher os formulários dos anexos B e C da norma DNIT 008/2003 – PRO.

O preenchimento do formulário do Anexo B da norma citada se deu de acordo com o que pede em seu escopo como mostra na Figura 21.

**Figura 21 - Formulário do Anexo B: DNIT 008/2003 – PRO**

SEGMENTO			FREQÜÊNCIA DE DEFEITOS (A, M, B, ou S)									I C P F	INF.COMPLEMENTARES				OBSERVAÇÕES		
Nº DO SEG	ODÔMETRO/KM		Ext	P	TRINCAS			R	DEFOR- MAÇÕES		OUTROS DEFEITOS			REV	ESP	IDADE			
	INÍCIO	FIM			TR	TJ	TB		AF	O	D		EX			E		ORIG	REST

Fonte: Adaptada do DNIT (2003a)

Onde,

- EXT – Extensão do segmento;
- P – Panela;
- TR – Trinca Isolada;
- TJ – Trinca Couro de Jacaré;
- TB – Trinca em Bloco
- R – Remendo;
- AF – Afundamento;
- O – Ondulações;
- D – Desgaste do Pavimento;
- REST – Idade da última restauração;
- EX – Exsudação;
- E – Escorregamento do revestimento betuminoso;
- REV – Tipo de revestimento;
- ESP – Espessura do revestimento;
- ORIG – Idade do revestimento
- REST – Idade da última restauração do revestimento.

Inicialmente foi identificado o seguimento em avaliação, em seguida preencheu-se os campos destinados a frequência dos defeitos representados pelas letras A, M, B ou S que indica se a ocorrência daquele tipo de patologia é alta, média, baixa ou sem ocorrência, respectivamente. Os critérios para esta classificação estão representados na Tabela 3. Logo após com base no julgamento do avaliador é atribuído um valor, ao trecho, para o índice de condição de pavimentos flexíveis (ICPF) que varia entre 0 e 1 levando em consideração o conceito e a descrição conforme a Tabela 4.

**Tabela 3 – Frequência de defeitos**

<b>Panelas (P) e Remendos (R)</b>		
<b>Código</b>	<b>Frequência</b>	<b>Quant./km</b>
A	Alta	$\geq 5$
M	Média	2 – 5
B	Baixa	$\leq 2$
<b>Demais defeitos</b>		
<b>Código</b>	<b>Frequência</b>	<b>% por km</b>
A	Alta	$\geq 50$
M	Média	50 – 10
B	Baixa	$\leq 10$

Fonte: DNIT (2003a)

**Tabela 4 - Conceitos do ICPF**

<b>CONCEITO</b>	<b>DESCRIÇÃO</b>	<b>ICPF</b>
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 "panelas" e remendos pouco freqüentes 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 (2003a)

O preenchimento do Anexo C da norma, se faz com base na frequência com que as patologias se manifestam ao longo do trecho avaliado.

Com base nesta frequência é possível determinar os fatores  $F_{pr}$  (frequência e Peso do conjunto de painéis e remendos),  $F_t$  (frequência do conjunto de trincas) e  $F_{oap}$  (frequência do conjunto de deformações), que são extraídos da Tabela 5, nesta mesma tabela é possível obter um valor para a gravidade dos defeitos com base também em sua frequência e esta gravidade é utilizada para determinar os pesos de cada fator como é mostrado na Tabela 6. Por fim o IGGE é calculado de acordo com a Equação 1 (DNIT, 2003a).

$$IGGE = (P_t \times F_t) + (P_{oap} \times F_{oap}) + (P_{pr} \times F_{pr}). \quad (1)$$

**Tabela 5 - Determinação do Índice de Gravidade**

<b>Panelas (P) e Remendos (R)</b>		
<b>FREQÜÊNCIA</b>	<b>Fator <math>F_{pr}</math> Quantidade/Km</b>	<b>GRAVIDADE</b>
A - ALTA	$\geq 5$	3
M - MÉDIA	2 - 5	2
B - BAIXA	$\leq 2$	1
<b>Demais defeitos (trincas, deformações)</b>		
<b>FREQÜÊNCIA</b>	<b>Fatores <math>F_t</math> e <math>F_{oap}</math> (%)</b>	<b>GRAVIDADE</b>
A - ALTA	$\geq 50$	3
M - MÉDIA	50 - 10	2
B - BAIXA	$\leq 10$	1

Fonte: DNIT (2003a)

**Tabela 6 - Pesos para cálculo**

<b>GRAVIDADE</b>	<b>Pt</b>	<b>Poap</b>	<b>Ppr</b>
3	0,65	1,00	1,00
2	0,45	0,70	0,80
1	0,30	0,60	0,70

Fonte: DNIT (2003a)

O valor do IES é obtido com base nos resultados encontrados do ICPF e IGGE, podendo ser definido como uma síntese desses dois índices. Os valores de IES variam entre 0 e 10, sendo que quando mais próximo do número 0 melhores estão as condições da rodovia e quando mais próximo do número 10 piores são as condições da rodovia, esses valores podem ser extraídos da Tabela 7, assim como o código e o conceito.

**Tabela 7 - IES – Índice do Estado da Superfície do pavimento**

<b>DESCRIÇÃO</b>	<b>IES</b>	<b>CÓDIGO</b>	<b>CONCEITO</b>
$IGGE \leq 20$ 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 (2003a)

### 3.3 MÉTODO PARA A OBTENÇÃO DO IRI COM USO DE APLICATIVO PARA SMARTPHONE

#### 3.3.1 ESCOLHA DO APLICATIVO PARA A OBTENÇÃO DO IRI

Durante a fase de revisão da literatura elencou-se três aplicativos com funcionalidades semelhantes para a obtenção do IRI, foram eles o SmartIRI, RoadLab e o RoadBounce. Todos os três aplicativos foram instalados no *smartphone* que seria utilizado para a pesquisa.

Para escolher o aplicativo que iria ser usado na pesquisa, fez-se necessária uma fase de testes, em que foi percorrido um determinado trajeto usando os softwares em questão, porém durante essa fase o uso do SmartIRI foi descartado por a não obtenção de liberação para o uso do mesmo. Portanto só foram considerados na fase de testes o RoadLab e o RoadBounce, entre estes o RoadLab demonstrou-se inviável devido a imprecisão na obtenção da localização em tempo real por GPS. Portanto para esta pesquisa utilizou-se o RoadBounce que não demonstrou nenhum impedimento ou imprecisão para uso.

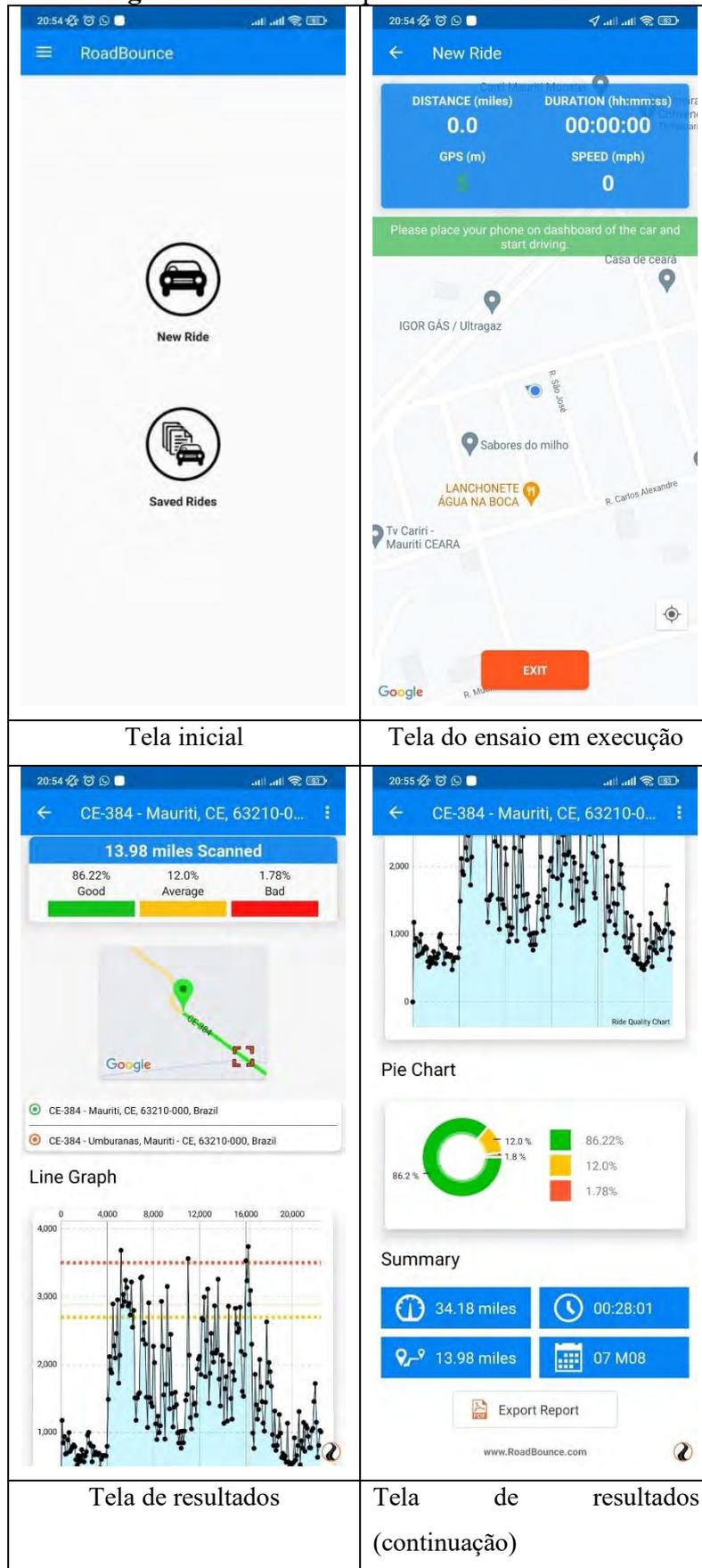
#### 3.3.2 OBTENÇÃO DO IRI EM CAMPO

Para a realização desta etapa utilizou-se o aplicativo RoadBounce que usa os sensores de acelerômetro e giroscópio integrados aos telefones para medir a qualidade do passeio e, assim, estimar a rugosidade e a variabilidade da estrada. Esses dados são armazenados em tempo real com dados de localização GPS.

O Roadbounce é capaz de produzir dados em tempo real de forma eficiente que as autoridades de transporte podem usar para planejar investigações, planejar a manutenção de seu inventário de estradas e evitar que as estradas se deteriore. O mesmo, registra dados usando mapas para os padrões do Índice Internacional de Rugosidade (IRI).

No Figura 22 estão representadas as telas do aplicativo RoadBounce, para iniciar uma nova pesquisa basta clicar no botão “*New Ride*” e posicionar o *smartphone* sobre o painel do veículo, logo após o tem-se acesso a tela do ensaio em execução que para encerrá-lo basta clicar no botão “*Exit*” e por fim inicia-se a tela com os resultados que podem ser exportados em PDF ou outros formatos.

Figura 22 - Telas do aplicativo RoadBounce



Tela inicial

Tela do ensaio em execução

Tela de resultados

Tela de resultados (continuação)

Fonte: RoadBounce (2022)

Os materiais utilizados durante a pesquisa foram:

- Telefone celular do modelo Xiaomi Redmi Note 8;
- Fiat Pálio fire 2015;
- Flanela de tecido;

O veículo utilizado foi submetido a revisão dias antes da aplicação do método para que fosse garantido a integridade e o bom funcionamento da suspensão que afeta diretamente nos resultados obtidos em campo, e antes de iniciar a coleta de dados o tanque foi abastecido até a metade para evitar que fosse acrescido mais carga que o necessário, além disso o veículo foi ocupado apenas por duas pessoas.

O procedimento de obtenção dos dados seguiu as instruções disponíveis na página do desenvolvedor e como orientado pelo próprio aplicativo. O *smartphone* foi posicionado acima do painel do veículo e configurado para compilar os dados do levantamento a cada 100 metros, como é mostrado na Figura 23.

**Figura 23** - Painel de inicialização do levantamento



Fonte: RoadBounce (2022)

O aplicativo obtém os dados apenas da faixa de rolamento em que se encontra, portanto, este levantamento foi feito em duas etapas: a primeira partindo do marco inicial em direção ao marco final e o segundo seguindo sentido contrário, assim cobrindo as duas faixas de rolamento da rodovia.

Por conta da presença de outros veículos na rodovia e a quantidade de painéis presentes, as velocidades foram variadas durante todo o percurso, mesmo diante da presença destes fatores o veículo foi mantido dentro da faixa de rolamento, ou seja, não foram feitas ultrapassagens e nem desviado das patologias encontradas durante o percurso, o veículo foi conduzido de modo que representasse melhor a situação de cada faixa de rolamento.

O trecho em estudo possui pista simples e uma extensão de aproximadamente 22,5 km, composto por pavimento flexível, possui baixo tráfego de veículos pesados, sendo mais comum observar um fluxo constante de veículos de passeio e carretas com 2 e 3 eixos.

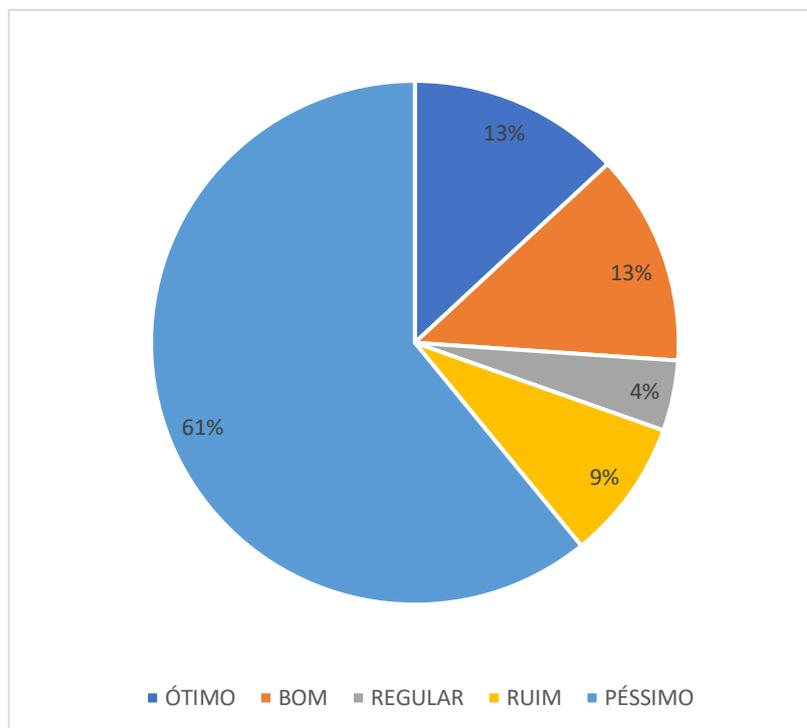
## 4 RESULTADOS DA PESQUISA

### 4.1 LEVANTAMENTO VISUAL CONTÍNUO

Os dados coletados durante a pesquisa foram organizados utilizando a planilha eletrônica Excel, permitindo uma melhor análise das informações. Para simplificar o entendimento os dados de cada avaliador serão apresentados divididos, entre avaliador 1 e 2.

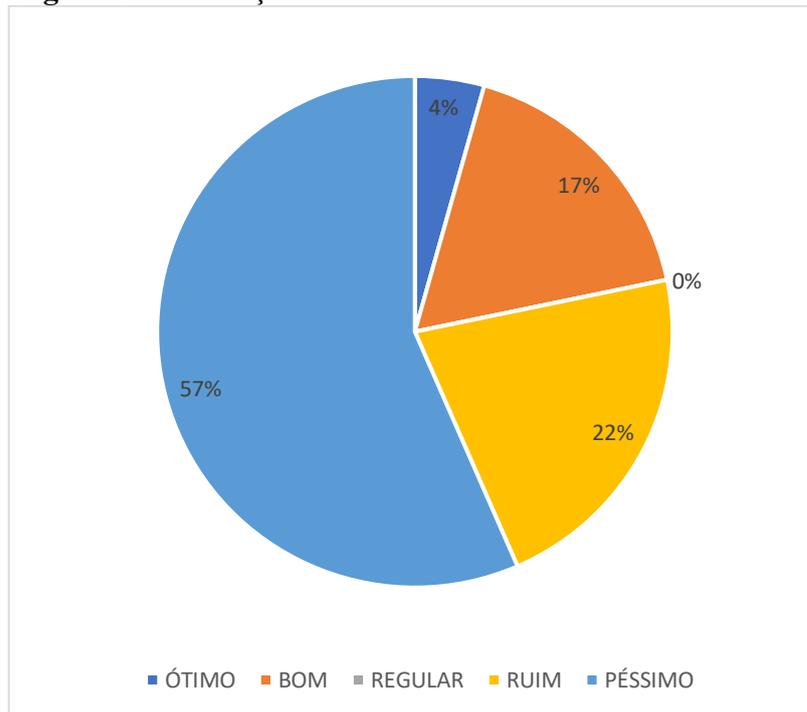
Os resultados obtidos das avaliações realizadas pelos avaliadores foram contabilizados e podem ser consultados nas Figura 24 e Figura 25.

**Figura 24** - Condição da rodovia de acordo com o avaliador 1



Fonte: Autoria própria (2022)

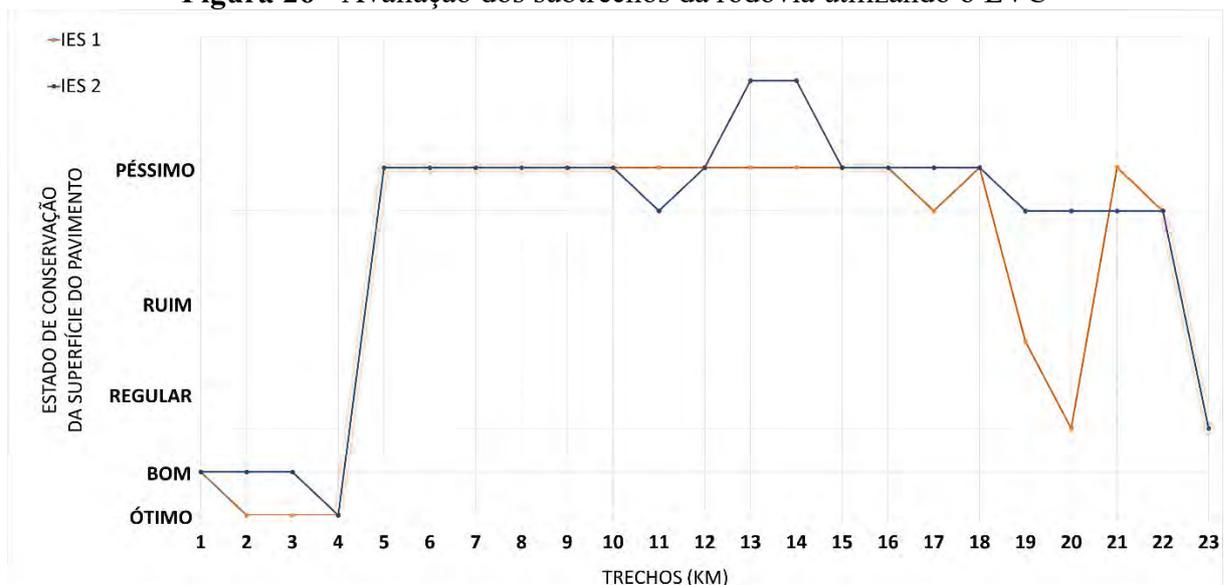
**Figura 25 -** Condição da rodovia de acordo com o avaliador 2



Fonte: Autoria própria (2022)

Nota-se que em ambos os casos a maior parte da rodovia foi avaliada como estando em estado péssimo, em contrapartida os trechos classificados como regular são minoria. Na Figura 26 pode-se ver como foram classificados cada um dos trechos.

**Figura 26 -** Avaliação dos subtrechos da rodovia utilizando o LVC



Fonte: Autoria própria (2022)

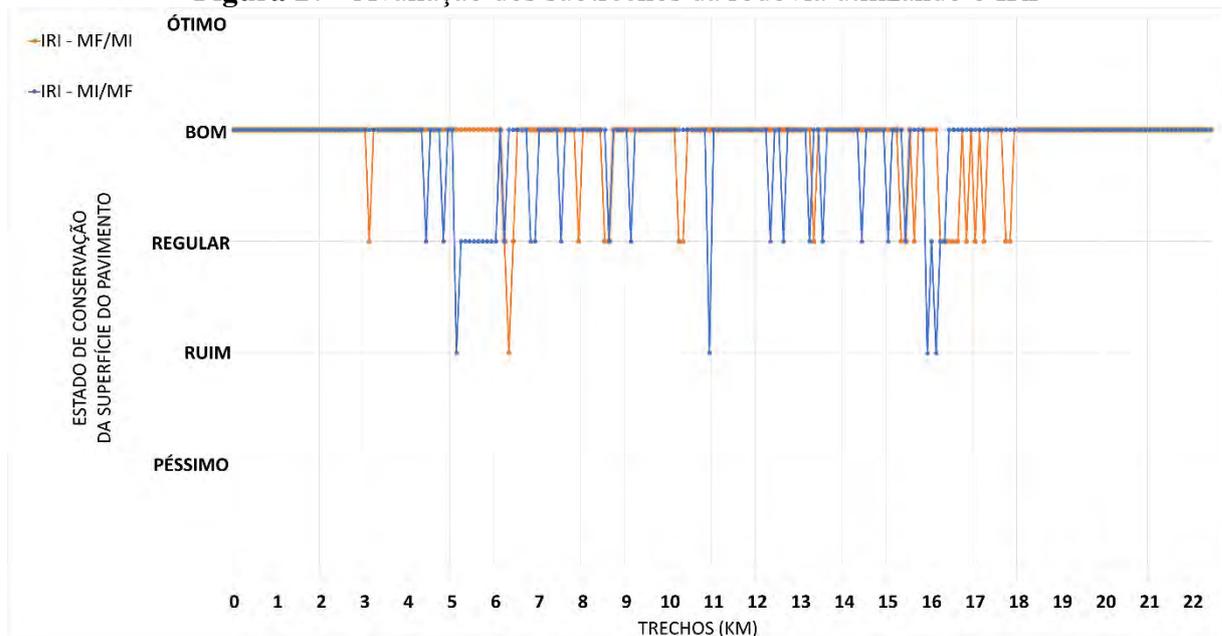
Os valores de IES1 e IES 2 são correspondentes a análise do Avaliador 1 e Avaliador 2 respectivamente. Pode-se notar que a maior parte dos trechos obteve a mesma classificação ou uma classificação próxima. Também vale ressaltar que a quantidade de trechos classificados como regular foi baixa.

De acordo com a Figura 26 apenas o intervalo entre os trechos 1 e 4 recebeu uma boa classificação, portanto pode-se supor que esse intervalo recebeu uma manutenção melhor que o restante. Essa hipótese se confirma visualmente durante o percurso, mostrando-se menos presentes as patologias típicas presentes nos demais trechos da rodovia.

Assim como concluíram Duarte (2021) e Maranhão o LVC é um método eficaz para identificar o estado de conservação de uma rodovia, uma vez que é possível elencar os subtrechos que precisam de intervenção, no entanto fica claro que com base nos dados colhidos durante a pesquisa não é possível traçar estratégias de intervenção, sendo necessário estudos mais aprofundados na estrutura do pavimento.

## 4.2 ÍNDICE INTERNACIONAL DE IRREGULARIDADE

Como foi dito na anteriormente a avaliação da rodovia pelo IRI obtido por *smartphone* foi dividida em duas partes, uma saindo do marco inicial ao final e a outra do marco final ao inicial, contemplado as duas faixas de rolamento da rodovia. A classificação da rodovia utilizando o IRI foi feita seguindo as instruções do DNIT (2011), portanto os trechos não foram classificados como Ótimo visto que não possui essa classificação na literatura, na Figura 27 pode-se ver as classificações de acordo com os trechos da rodovia.

**Figura 27 - Avaliação dos subtrechos da rodovia utilizando o IRI**

Fonte: Autoria própria (2022)

Pode notar na Figura 27 que alguns trechos coincidem e a mesma classificação em ambas as faixas de rolamento, enquanto em outros trechos apenas uma faixa de rolamento apresenta uma classificação pior.

Assim como é observado por Azizan (2022) e Almeida (2019) o IRI obtido por aplicativo de *smartphone* é uma boa referência para a análise das condições de rolamento e conforto do pavimento, sendo um método de baixo custo e de fácil acesso, podendo ser um indicativo mais preciso do estado atual de conservação da rodovia, uma vez que classifica trechos com 100 metros.

#### 4.3 RELAÇÃO ENTRE AS AVALIAÇÕES OBTIDAS PELO LVC E O IRI OBTIDO POR APLICATIVO DE *SMARTPHONE*

Como pode-se observar na Figura 26 a maioria dos subtrechos foram classificados, quanto a seu estado de conservação, como sendo “Ruim” ou “Péssimo”, quando aplicado o Levantamento Visual Contínuo. Vale destacar que este método está diretamente relacionado a frequência com que as patologias se manifestam em cada subtrecho e que por ser uma avaliação subjetiva o nível de experiência e conhecimento sobre o assunto dos avaliadores, influencia diretamente na performance da classificação da rodovia.

Na Figura 27 está presente a classificação dos subtrechos quanto a obtenção do IRI por *smartphone*, pode-se observar, portanto, que a maior parte dos subtrechos foram classificados,

quanto a seu estado atual de conservação, como sendo “Bom” ou “Regular”, um fator que pode influenciar em uma avaliação mais positiva deste método e a presença numerosa de remendos e trincas já que não influenciam tanto na avaliação negativa do pavimento uma vez que causam menos desconforto e vibrações que uma panela/buraco ou um afundamento.

Portanto apesar dos métodos apresentarem conceitos e classificações semelhantes ambos os métodos classificam os subtrechos em conceitos diferentes, isso se deve ao parâmetro que cada um dos métodos avalia, enquanto o LVC usa como parâmetro as patologias presentes na superfície da rodovia o IRI utiliza o desvio do padrão da rodovia em relação a faixa de rolamento de projeto. Logo quando há a presença de patologias que não estão nas trilhas percorridas pelas rodas dos veículos e, portanto, não faz o veículo oscilar sua aceleração vertical não são considerados pelo IRI como uma situação desfavorável em comparação com o LVC que considera aquela configuração como totalmente desfavorável.

#### 4.4 OBSERVAÇÕES OBTIDAS DURANTE O LEVANTAMENTO VISUAL CONTÍNUO

Durante a aplicação do LVC a norma pede que sejam anotadas informações que comprometam o desempenho da rodovia no campo de observações para cada trecho da rodovia.

Diante do que foi exposto pelos avaliadores durante a pesquisa, pode-se destacar que as patologias mais presentes são os remendos e panelas, além disso quase todos os trechos se destacam por não ter acostamento em boas condições, em parte por está deteriorado ou ter sido invadido pela vegetação. Tornando-o também impróprio para uso.

## 5 CONCLUSÃO

Diante dos dados expostos no item anterior pode-se destacar que pelo método do Levantamento Visual Contínuo a rodovia de maneira geral se encontra em um péssimo estado de conservação, enquanto pelo Índice Internacional de Irregularidade a rodovia se encontra em um estado de boa conservação.

De acordo com os resultados obtidos pelo Levantamento Visual Contínuo é possível observar que por se tratar de um método subjetivo os resultados obtidos estão relacionados a experiência dos avaliadores envolvidos podendo variar seus resultados, no entanto os resultados obtidos entre os avaliadores devem convergir para uma mesma classificação da rodovia. Portanto apesar de apresentar divergências pontuais quanto a classificação de alguns subtrechos o conceito geral da rodovia pelo LVC é que a rodovia se encontra em um péssimo estado de conservação.

Por tratar-se de um método prático e de baixo custo o Índice Internacional de Irregularidade obtido por aplicativo de *smartphone* torna-se um indicativo relevante para avaliar a condição geral de uma rodovia, a conceituação para o trecho estudado é que o pavimento da rodovia se encontra em um bom estado de conservação, uma vez que as patologias presentes não apresentaram uma grande irregularidade em relação a camada de projeto.

Apesar de ambos os métodos utilizados conceituarem o estado de superfície do pavimento, ambos utilizam parâmetro diferentes para a classificação da rodovia, sendo que o IRI obtido por aplicativo de *smartphone* avalia a rugosidade da rodovia, enquanto o LVC avalia a rodovia com base na frequência com que as patologias se manifestam na rodovia. Portanto é possível que as avaliações obtidas entre os métodos diverjam entre si.

## REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, L. C. **Aplicativo para smartphones destinado à medição da irregularidade longitudinal em rodovias**. Dissertação (Mestrado em Infraestrutura de Transportes) – Centro de Tecnologia, Universidade Federal do Ceará. Fortaleza, 2018.
- ALMEIDA, L.C.; OLIVEIRA, F. H. L.; JÚNIOR, J. L. O. L.; CHAVES, J. W. R. **Análise de aplicativos medidores da irregularidade longitudinal em pavimentos asfálticos**. 33º Congresso de Pesquisa e Ensino em Transporte da ANPET. Camboriú, 2019.
- ARAÚJO, M. A.; et. al. **Análise Comparativa de Métodos de Pavimentação – Pavimento Rígido (concreto) x Flexível (asfalto)**. Revista Científica Multidisciplinar Núcleo Do Conhecimento. Ano 01, Edição 11, Vol. 10, pp. 187-196, Novembro de 2016. ISSN: 2448-0959. Disponível em: <<https://www.nucleodoconhecimento.com.br/engenharia-civil/metodosde-pavimentacao>> Acesso em: 01/09/2022.
- ARTERIS ET. **Medição da Irregularidade Longitudinal de Pavimentos com Equipamento Merlin**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) - Centro Universitário Ritter dos Reis (UniRitter). Porto Alegre, 2017. Disponível em: <https://www.arteris.com.br/wp-content/uploads/2018/07/ME-Medi%C3%A7%C3%A3o-da-Irregularidade-Longitudinal-de-Pavimentos-com-Equipamento-MERLIN.pdf>. Acesso em: 18/06/2022.
- AZIZAN, M.S.; TAHER, M.M.N. Avaliação da Qualidade de Tráfego de Pavimentos em Redes Rodoviárias Utilizando Aplicativo para Smartphone. **Tendências Recentes em Engenharia Civil e Ambiente Construído**, [S. l.], v. 2, n. 1, pág. 323–329, 2021. Disponível em: <https://penerbit.uthm.edu.my/periodicals/index.php/rtecebe/article/view/1613>. Acesso em: 1 set. 2022.
- BALBO, J. T. **Pavimentação Asfáltica: materiais, projeto e restauração**. V.1. Ed. Oficina dos Textos, 1ª edição, 1ª reimpressão, São Paulo, 2007.
- BARELLA, R. M. **Contribuição para a avaliação da irregularidade longitudinal de pavimentos com perfilômetros inerciais**. 2008. Tese (Doutorado em Engenharia de Transportes) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo, 2008.
- BENEVIDES, S. A. S. **Modelos de desempenho de pavimentos asfálticos para um sistema de gestão de rodovias estaduais do Ceará**. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Escola de COPPE, Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2006.
- BERNUCCI, L. B.; MOTTA, L. M. G.; CERATTI, J. A. P.; SOARES, J. B. **Pavimentação Asfáltica: formação básica para engenheiros**. V.1. Ed. Oficina dos Textos, 1ª edição, 4ª reimpressão Gráfica Imprinta, Rio de Janeiro, 2010.
- BISCONSINI, D. R. **Avaliação da irregularidade longitudinal dos pavimentos com dados coletados por smartphones**. Dissertação (Mestrado em Ciências em Engenharia de Transportes) – Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo. São Paulo, 2016.

BRAÚNA, I. M. G. **Estudo sobre o uso de smartphones na estimativa do índice de irregularidade longitudinal dos pavimentos.** Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil)-Universidade Federal do Ceará, Campus de Russas. Russas, 2020.

CNT. CONFEDERAÇÃO NACIONAL DOS TRANSPORTES. 2021. **Pesquisa CNT de Rodovias.** Disponível em: [https://pesquisarodovias.cnt.org.br/downloads/ultimaversao/Pesquisa\\_CNT\\_Rodovias\\_2021\\_Web.pdf](https://pesquisarodovias.cnt.org.br/downloads/ultimaversao/Pesquisa_CNT_Rodovias_2021_Web.pdf), Acesso em: 29 mar. 2022.

CNT. CONFEDERAÇÃO NACIONAL DOS TRANSPORTES. 2018. **Infraestrutura deficiente é fator preponderante na ocorrência de acidentes com vítimas.** Disponível em <https://www.cnt.org.br/agencia-cnt/infraestrutura-deficiente-causa-acidentes-com-vitimas>. Acesso em 10 jul. 2022.

CNTTL Confederação Nacional dos Trabalhadores em transportes e logística. 2005. **História do Transporte rodoviário no Brasil.** Disponível em: <https://cnttl.org.br/modal-rodoviario>. Acesso em: 20/06/2022.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES. DINIT. **DNIT 008/2003 – PRO:** Levantamento visual contínuo para avaliação da superfície de pavimentos flexíveis e semirrígidos - Procedimento. Instituto de Pesquisas Rodoviárias. Rio de Janeiro, 2003a.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES. DINIT. **DNIT 005/2003 – PRO:** Defeitos nos pavimentos flexíveis e semi-rígidos - Terminologia. Instituto de Pesquisas Rodoviárias. Rio de Janeiro, 2003b.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES. DINIT. **Manual de restauração de pavimentos asfálticos.** Rio de Janeiro, 2006.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES. DINIT. **Manual de Gerência de Pavimentos. Diretoria Executiva.** Instituto de Pesquisas Rodoviárias. Rio de Janeiro, 2011.

DER-SP. DEPARTAMENTO DE ESTRADAS DE RODAGEM. **Avaliação de pavimentos flexíveis e semirrígidos por meio de levantamento visual contínuo de defeitos da superfície.** São Paulo, 2006.

DNER. DEPARTAMENTO NACIONAL DE ESTRADAS DE RODAGEM. **Medição da irregularidade de superfície de pavimento com sistemas integradores IPR/USP e maysmeter.** DNER-PRO 182/94. Ministério dos Transportes, Rio de Janeiro.1994.

DNER. 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.

DUARTE, C. A. **Avaliação da condição de superfície de um trecho da rodoviária-117, na cidade de Mossoró, através de levantamento visual contínuo.** TCC (Graduação em Engenharia Civil), Universidade Federal Rural do Semi-Árido. Mossoró, 2021.

FILHO, J. A. O., LUCAS, C. A., FRANCISCO, H. L., VITÓRIA, B. B. **Obtenção da irregularidade longitudinal em pavimento rígido por meio de equipamentos de avaliação indireta.** 61º Congresso Brasileiro do Concreto. Fortaleza, 2019.

LOPES, M. V. T.; GODOY, M. M. **Estado, transportes e desenvolvimento regional: a era rodoviária em Minas Gerais, 1945-1982.** História Econômica & História de Empresas, v. 22, n. 2, Dezembro. 2019.

MARANHÃO, C.F.; BEQUIMAM, M. S. M.; ALMEIDA, W. M. S.; CEHELERO, A. H.; COSTA, S. P. 2022. **Análise de manifestações patológicas na rodovia BR –153, no trecho de Gurupi –TO a Figueirópolis –TO Km 720 a Km 602.** Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/29885>. Acesso em: 25/05/2022.

RIBEIRO, L. de A.; PIMENTEL, J. L.; RIBEIRO, H.; BENEDITO, M. L. H.; RIBEIRO, K. L. P. **Análise das causas dos acidentes automobilísticos nas rodovias federais da Bahia entre 2014 e 2017.** Revista de Medicina, [S. l.], v. 99, n. 1, p. 27-34, 2020. DOI: 10.11606/issn.16799836.v99i1p27-34. Disponível em: <https://www.revistas.usp.br/revistadc/article/view/158034>. Acesso em: 29 mar. 2022.

SENÇO, W. **Manual de Técnicas de Pavimentação.** v 1. 2. ed. São Paulo:Pini, 2007.

USP. UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO. 2014. **O que é a irregularidade do pavimento?** Disponível em [http://ldsv.poli.usp.br/?page\\_id=217](http://ldsv.poli.usp.br/?page_id=217). Acesso em 13 jul. 2022.



**Anexo B - Tabela com a frequência dos defeitos constatados pelo Avaliador 1.**

SEGMENTO				FREQUÊNCIA DOS DEFEITOS (A, M, B OU S)										ICPF
Nº DO SEGMENTO	ODÔMETRO		EXTENSÃO	PANELA	TRINCAS			REMENDO	DEFORMAÇÕES		OUTROS DEFEITOS			
	INÍCIO	FIM			TR	TJ	TB		AFUNDAMENTO	ONDULAÇÕES	DESGASTE	EXSUDAÇÃO	ESCORREGAMENTO	
1	0	1	1	A	S	S	S	A	S	S	S	S	S	2
2	1	2	1	M	S	S	S	S	S	S	S	S	S	4
3	2	3	1	B	S	S	S	S	S	S	S	S	S	4
4	3	4	1	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	5
5	4	5	1	A	A	A	S	A	B	S	A	S	S	2
6	5	6	1	A	A	A	S	A	B	S	A	S	S	2
7	6	7	1	A	A	A	S	A	S	S	A	S	S	2
8	7	8	1	A	A	A	S	A	S	S	A	S	S	2
9	8	9	1	A	A	A	S	A	S	S	A	S	S	1
10	9	10	1	A	A	A	S	A	S	S	A	S	S	2
11	10	11	1	A	A	A	S	A	S	S	A	S	S	2
12	11	12	1	A	A	A	S	A	S	S	A	S	S	2
13	12	13	1	A	A	A	S	A	S	S	A	S	S	1
14	13	14	1	A	A	A	S	A	S	S	A	S	S	2
15	14	15	1	A	A	A	S	A	S	S	A	S	S	2
16	15	16	1	A	A	A	S	A	S	S	A	S	S	2
17	16	17	1	A	A	A	S	A	B	S	A	S	S	3
18	17	18	1	A	A	A	S	A	S	S	A	S	S	2
19	18	19	1	A	A	A	S	A	S	S	A	S	S	3
20	19	20	1	A	A	A	S	A	S	S	A	S	S	4
21	20	21	1	A	A	A	S	A	S	S	A	S	S	2
22	21	22	1	A	A	A	S	A	S	S	A	S	S	3
23	22	22,5	0,5	A	A	A	S	A	S	S	A	S	S	4

Anexo C - Tabela de cálculo do IGGE realizada pelo Avaliador 1

SEGMENTO			TRINCAS				DEFORMAÇÕES			PANELA + REMENDO			(Ft x Pt) + (Foap x Poap) + (Fpr x Ppr) = IGGE
Nº DO SEGMENTO	ODÔMETRO		EXTENSÃO	Ft %	Pt	Ft x Pt	Foap %	Poap	Foap x Poap	Fpr (nº)	Ppr	Fpr x Ppr	
	INÍCIO	FIM											
1	0	1	1	0	0	0,00	0	0	0,00	13	1	13,0	13,00
2	1	2	1	0	0	0,00	0	0	0,00	3	0,8	2,4	2,40
3	2	3	1	0	0	0,00	0	0	0,00	2	0,7	1,4	1,40
4	3	4	1	0	0	0,00	0	0	0,00	0	0	0,0	0,00
5	4	5	1	65	0,65	42,25	10	0,6	6,00	28	1	28,0	76,25
6	5	6	1	55	0,65	35,75	10	0,6	6,00	27	1	27,0	68,75
7	6	7	1	70	0,65	45,50	0	0	0,00	25	1	25,0	70,50
8	7	8	1	70	0,65	45,50	0	0	0,00	26	1	26,0	71,50
9	8	9	1	80	0,65	52,00	0	0	0,00	31	1	31,0	83,00
10	9	10	1	55	0,65	35,75	0	0	0,00	27	1	27,0	62,75
11	10	11	1	55	0,65	35,75	0	0	0,00	25	1	25,0	60,75
12	11	12	1	60	0,65	39,00	0	0	0,00	27	1	27,0	66,00
13	12	13	1	70	0,65	45,50	0	0	0,00	28	1	28,0	73,50
14	13	14	1	60	0,65	39,00	0	0	0,00	25	1	25,0	64,00
15	14	15	1	60	0,65	39,00	0	0	0,00	27	1	27,0	66,00
16	15	16	1	60	0,65	39,00	0	0	0,00	28	1	28,0	67,00
17	16	17	1	50	0,65	32,50	10	0,6	6,00	24	1	24,0	62,50
18	17	18	1	60	0,65	39,00	0	0	0,00	26	1	26,0	65,00
19	18	19	1	50	0,65	32,50	0	0	0,00	25	1	25,0	57,50
20	19	20	1	40	0,45	18,00	0	0	0,00	25	1	25,0	43,00
21	20	21	1	60	0,65	39,00	0	0	0,00	28	1	28,0	67,00
22	21	22	1	60	0,65	39,00	0	0	0,00	24	1	24,0	63,00
23	22	22,5	0,5	0	0	0,00	0	0	0,00	22	1	22,0	22,00

**Anexo D - Tabela de conceituação do IES realizada pelo Avaliador 1**

SEGMENTO				RESULTADOS				
Nº DO SEGMENTO	ODÔMETRO		EXTENSÃO	ICPF	IGGE	IES		
	INÍCIO	FIM				VALOR	CÓDIGO	CONCEITO
1	0	1	1	2	13,00	1	B	BOM
2	1	2	1	4	2,40	0	A	ÓTIMO
3	2	3	1	4	1,40	0	A	ÓTIMO
4	3	4	1	5	0,00	0	A	ÓTIMO
5	4	5	1	2	76,25	8	E	PÉSSIMO
6	5	6	1	2	68,75	8	E	PÉSSIMO
7	6	7	1	2	70,50	8	E	PÉSSIMO
8	7	8	1	2	71,50	8	E	PÉSSIMO
9	8	9	1	1	83,00	8	E	PÉSSIMO
10	9	10	1	2	62,75	8	E	PÉSSIMO
11	10	11	1	2	60,75	8	E	PÉSSIMO
12	11	12	1	2	66,00	8	E	PÉSSIMO
13	12	13	1	1	73,50	8	E	PÉSSIMO
14	13	14	1	2	64,00	8	E	PÉSSIMO
15	14	15	1	2	66,00	8	E	PÉSSIMO
16	15	16	1	2	67,00	8	E	PÉSSIMO
17	16	17	1	3	62,50	7	D	RUIM
18	17	18	1	2	65,00	8	E	PÉSSIMO
19	18	19	1	3	57,50	4	C	REGULAR
20	19	20	1	4	43,00	2	B	BOM
21	20	21	1	2	67,00	8	E	PÉSSIMO
22	21	22	1	3	63,00	7	D	RUIM
23	22	22,5	0,5	4	22,00	2	B	BOM

Anexo E - Tabela com a frequência dos defeitos constatados pelo Avaliador 2.

SEGMENTO				FREQUÊNCIA DOS DEFEITOS (A, M, B OU S)										ICPF
Nº DO SEGMENTO	ODÔMETRO		EXTENSÃO	PANELA	TRINCAS			REMENDO	DEFORMAÇÕES		OUTROS DEFEITOS			
	INÍCIO	FIM			TR	TJ	TB		AFUNDAMENTO	ONDULAÇÕES	DESGASTE	EXSUDAÇÃO	ESCORREGAMENTO	
1	0	1	1	A	S	S	S	A	S	S	S	S	S	3
2	1	2	1	M	S	S	S	S	S	S	S	S	S	2
3	2	3	1	B	S	S	S	S	S	S	S	S	S	2
4	3	4	1	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	5
5	4	5	1	A	A	A	S	A	B	S	A	S	S	1
6	5	6	1	A	A	A	S	A	B	S	A	S	S	1
7	6	7	1	A	A	A	S	A	B	S	A	S	S	2
8	7	8	1	A	A	A	S	A	S	S	A	S	S	2
9	8	9	1	A	A	A	S	A	B	S	A	S	S	1
10	9	10	1	A	A	A	S	A	B	S	A	S	S	2
11	10	11	1	A	A	A	S	A	B	S	A	S	S	3
12	11	12	1	A	A	A	S	A	S	S	M	S	S	2
13	12	13	1	A	A	A	S	A	A	S	A	S	S	3
14	13	14	1	A	A	A	S	A	A	S	B	S	S	3
15	14	15	1	A	A	A	S	A	M	S	A	S	S	2
16	15	16	1	A	A	A	S	A	M	S	A	S	S	2
17	16	17	1	A	A	A	S	A	B	S	A	S	S	2
18	17	18	1	A	A	A	S	A	B	S	A	S	S	2
19	18	19	1	A	A	A	S	A	B	S	A	S	S	3
20	19	20	1	A	A	A	S	A	S	S	A	S	S	3
21	20	21	1	A	A	A	S	A	B	S	A	S	S	3
22	21	22	1	A	A	A	S	A	B	S	A	S	S	3
23	22	22,5	0,5	A	A	A	S	A	S	S	M	S	S	4

Anexo F - Tabela de cálculo do IGGE realizada pelo Avaliador 2.

SEGMENTO			TRINCAS			DEFORMAÇÕES			PANELA + REMENDO			(Ft x Pt)	
Nº DO SEGMENTO	ODÔMETRO		EXTENSÃO	Ft %	Pt	Ft x Pt	Foap %	Poap	Foap x Poap	Fpr (nº)	Ppr	Fpr x Ppr	+ (Foap x Poap) + (Fpr x Ppr) = IGGE
	INÍCIO	FIM											
1	0	1	1	0	0	0,00	0	0	0	13	1	13,0	13,00
2	1	2	1	0	0	0,00	0	0	0	3	0,8	2,4	2,40
3	2	3	1	0	0	0,00	0	0	0	2	0,7	1,4	1,40
4	3	4	1	0	0	0,00	0	0	0	0	0	0,0	0,00
5	4	5	1	70	0,65	45,50	10	0,6	6	29	1	29,0	80,50
6	5	6	1	70	0,65	45,50	10	0,6	6	28	1	28,0	79,50
7	6	7	1	60	0,65	39,00	10	0,6	6	26	1	26,0	71,00
8	7	8	1	60	0,65	39,00	0	0	0	27	1	27,0	66,00
9	8	9	1	70	0,65	45,50	10	0,6	6	30	1	30,0	81,50
10	9	10	1	60	0,65	39,00	10	0,6	6	28	1	28,0	73,00
11	10	11	1	50	0,65	32,50	10	0,6	6	22	1	22,0	60,50
12	11	12	1	60	0,65	39,00	10	0,6	6	27	1	27,0	72,00
13	12	13	1	50	0,65	32,50	50	1	50	24	1	24,0	106,50
14	13	14	1	50	0,65	32,50	50	1	50	23	1	23,0	105,50
15	14	15	1	60	0,65	39,00	30	0,7	21	25	1	25,0	85,00
16	15	16	1	60	0,65	39,00	30	0,7	21	27	1	27,0	87,00
17	16	17	1	60	0,65	39,00	10	0,6	6	26	1	26,0	71,00
18	17	18	1	60	0,65	39,00	10	0,6	6	28	1	28,0	73,00
19	18	19	1	50	0,65	32,50	10	0,6	6	22	1	22,0	60,50
20	19	20	1	50	0,65	32,50	0	0	0	24	1	24,0	56,50
21	20	21	1	50	0,65	32,50	10	0,6	6	25	1	25,0	63,50
22	21	22	1	50	0,65	32,50	10	0,6	6	23	1	23,0	61,50
23	22	22,5	0,5	0	0	0,00	0	0	0	29	1	29,0	29,00

**Anexo G - Tabela de conceituação do IES realizada pelo Avaliador 2.**

SEGMENTO				RESULTADOS				
Nº DO SEGMENTO	ODÔMETRO		EXTENSÃO	ICPF	IGGE	IES		
	INÍCIO	FIM				VALOR	CÓDIGO	CONCEITO
1	0	1	1	3	13,00	1	B	BOM
2	1	2	1	2	2,40	1	B	BOM
3	2	3	1	2	1,40	1	B	BOM
4	3	4	1	5	0,00	0	A	ÓTIMO
5	4	5	1	1	80,50	8	E	PÉSSIMO
6	5	6	1	1	79,50	8	E	PÉSSIMO
7	6	7	1	2	71,00	8	E	PÉSSIMO
8	7	8	1	2	66,00	8	E	PÉSSIMO
9	8	9	1	1	81,50	8	E	PÉSSIMO
10	9	10	1	2	73,00	8	E	PÉSSIMO
11	10	11	1	3	60,50	7	D	RUIM
12	11	12	1	2	72,00	8	E	PÉSSIMO
13	12	13	1	3	106,50	10	E	PÉSSIMO
14	13	14	1	3	105,50	10	E	PÉSSIMO
15	14	15	1	2	85,00	8	E	PÉSSIMO
16	15	16	1	2	87,00	8	E	PÉSSIMO
17	16	17	1	2	71,00	8	E	PÉSSIMO
18	17	18	1	2	73,00	8	E	PÉSSIMO
19	18	19	1	3	60,50	7	D	RUIM
20	19	20	1	3	56,50	7	D	RUIM
21	20	21	1	3	63,50	7	D	RUIM
22	21	22	1	3	61,50	7	D	RUIM
23	22	22,5	0,5	4	29,00	2	B	BOM



## Documento Digitalizado Ostensivo (Público)

### TCC

**Assunto:** TCC  
**Assinado por:** Joao Lima  
**Tipo do Documento:** Anexo  
**Situação:** Finalizado  
**Nível de Acesso:** Ostensivo (Público)  
**Tipo do Conferência:** Cópia Simples

Documento assinado eletronicamente por:

- João Victor Araújo Lima, ALUNO (201722200029) DE BACHARELADO EM ENGENHARIA CIVIL - CAJAZEIRAS, em 06/10/2022 16:04:22.

Este documento foi armazenado no SUAP em 06/10/2022. Para comprovar sua integridade, faça a leitura do QRCode ao lado ou acesse <https://suap.ifpb.edu.br/verificar-documento-externo/> e forneça os dados abaixo:

Código Verificador: 643876  
Código de Autenticação: 58f341a825

